

PERIÓDICO
BIBLIOTECA

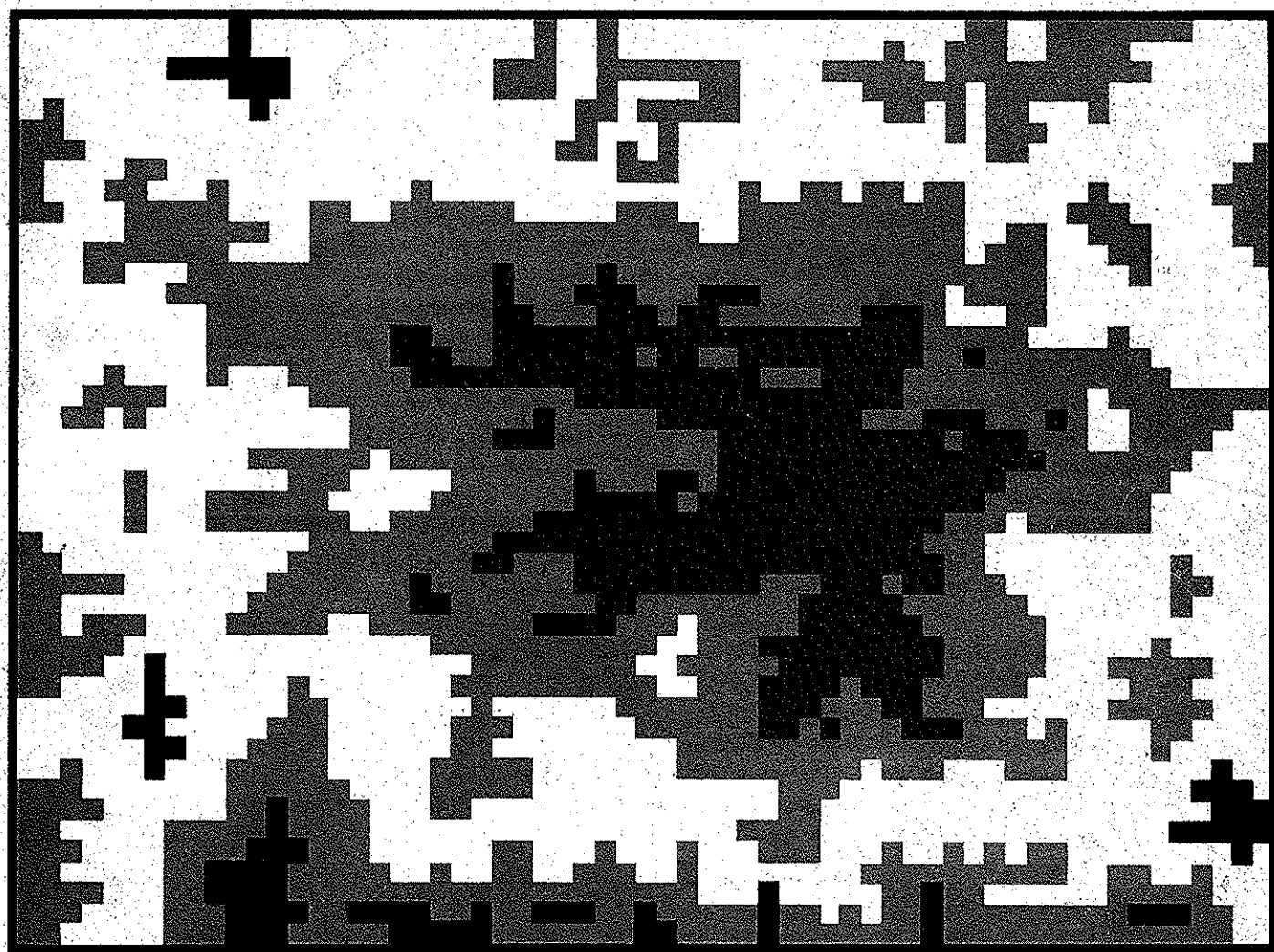
revista CETESB
de tecnologia

ambiente

Volume 2 Número 1 1988

ISSN 0102-8685

Secretaria de Estado do Meio Ambiente



*As variáveis térmicas
da cidade de São Paulo*

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Orestes Quércia
Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
Jorge Wilhelm
Secretário

CETESB
Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Rogê Ferreira
Diretor-Presidente

Antonio Sérgio Menon
Diretor Financeiro

Eduardo San Martin
Diretor de Ação Regional

Ivan Carlos Maglio
Diretor de Planejamento Ambiental

Jayme Gimenez
Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

José de Vasconcelos Cunha
Diretor Administrativo

Laura Maria Regina Tetti
Diretora de Educação Ambiental

Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor de Controle

Nivaldo José Chiossi
Diretor de Tecnologia e Qualidade Ambiental

Roque Monteleone Neto
Diretor de Pesquisa

Conselho Editorial

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

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

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

Coordenador Geral: Flavio Marcondes

Editora: Esther Calichman (MTb 12.044)

Editoração e Revisão: Atílio Brunacci, Julieta Penteado, Paula Siqueira

Editor de Arte: Roberto Poletto

Diagramação: Joaz S. Yamamoto

Composição: Alcir R. de Oliveira, Solange M. Miranda

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

Ilustração: Benedito N. Coutinho

Fotolito e Impressão: Gráfica da CETESB

Distribuição: Atílio Brunacci

Redação: Av. Prof. Frederico Hermann Júnior, 345 - Prédio 1 - 1º andar, telefone 210-1100, CEP 05459, São Paulo, SP, Brasil.

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

Ilustração da capa: estilização de uma foto de satélite (Roberto Poletto).

CETESB - Cia. de Tecnologia de Saneamento Ambiental BIBLIOTECA

sumário

<i>Cartas</i>	2
<i>Carta ao leitor</i>	3
<i>Ambiente mundial</i>	4
<i>Metais pesados no vale do Ribeira e em Iguape-Cananéia</i> Geraldo G. J. Eysink, Helcias B. de Pádua, Stela A. E. Piva-Bertoletti, Magali C. Martins, Denise Navas Pereira e Sergio Roberto	6
Capa <i>A ilha de calor de São Paulo</i> Magda Adelaide Lombardo	14
<i>Café solúvel: tratamento anaeróbico de despejos da produção</i> Alcides Diniz Garcia Jr., Luiz A. Valle do Amaral, Maria de Lourdes M. Vicente, Marcos Eduardo de Souza e Wanderley Borba	19
<i>Radiações de microondas e radiofrequência - Efeitos biológicos</i> Claudia Condé Lamparelli, Antonio Alessio Filho e Jesus Gonzalez Hernandez	23
<i>Monitoramento biológico e epidemiologia ambiental</i> Lufsa Luciana Varin	29
<i>Testes de toxicidade de efluentes industriais</i> Elenita Gherardi Goldstein	33
<i>Toxicidade de efluentes industriais da bacia do rio Piracicaba</i> Pedro Antonio Zagatto, Eduardo Bertoletti e Elenita Gherardi Goldstein	39
<i>Presença do mercúrio no ambiente</i> Geraldo G. J. Eysink, Helcias B. de Pádua e Magali Coimbra Martins	43
<i>Uma metodologia para controle de odores</i> João Baptista Galvão Filho	51
<i>Disposição de resíduos perigosos em aterros</i> Cyro Bernardes Júnior	55

cartas

Senhores,

Recebemos o nº 1 de AMBIENTE e expressamos nossos mais sinceros agradecimentos à CETESB pelo seu lançamento na América Latina. Gostaríamos de saber se essa empresa possui trabalhos realizados no campo do tratamento de águas residuais do beneficiamento úmido de café. O lançamento dos efluentes nos rios onde captamos água para o processo de tratamento nos afeta seriamente em épocas de colheita cafeeira

Hernan Victoria M.
Jefe Laboratorio de Aguas
Empresas Municipales de Cartago
Cartago, Colombia

Foram enviadas cópias dos seguintes trabalhos: "Resíduo Líquido do Beneficiamento Úmido do Café: Tratamento e Recuperação de Subprodutos"; "Tratamento do Resíduo Líquido de Beneficiamento Úmido do Café pelo Processo de Lodos Ativos"; "Recuperação de Materiais a Partir de Despejos do Processamento de Alimentos - Recuperação de Pectina dos Despejos do Beneficiamento Úmido do Café".

Senhores,

Grato pelo envio da revista. Aqui nos EUA, onde pouca informação existe sobre o que se passa no Brasil, AMBIENTE - que herdou o nome de outra publicação da CETESB várias vezes premiada - possui nível para frequentar as bibliotecas das principais universidades deste país, onde as pessoas vão buscar informação. Se tal intercâmbio ainda não existe, fica aqui a sugestão. Considero especialmente interessante o trabalho de Eduardo Murgel - "Impacto Ambiental do Proconve" - no nº 2 da revista. Pergunto se, da mesma forma que a metodologia de cálculo baseada naquela utilizada pela EPA, os fatores de emissão de poluentes regulamentados pelo Proconve acompanham os mesmos limites impostos à indústria automobilística norte-americana. Li em jornais, há algum tempo, que a associação das montadoras de veículos no Brasil resistia à imposição de maiores limites, e imagino que tal resistência estivesse relacionada aos investimentos necessários à obediência de legislação mais rigorosa. Muito bem, com a verificação prática das simulações do trabalho de Eduardo Murgel, talvez a indústria possa ser sensibilizada a investir em carros mais limpos. O que está em jogo é a saúde do cidadão urbano.

Jornalista Ricardo Paoletti
Buffalo, EUA

O autor responde:

Aproveito a indagação para esclarecer certos pontos importantes referentes aos fatores de emissão e prazos estipulados pelo Proconve - Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores.

A primeira proposta de regulamentação, elaborada pela CETESB em 1984, apresentava

prazos e limites bastante rigorosos, o que provocou protestos e intensa atividade da indústria automobilística, no sentido de modificar essa proposta. Assim, a Anfavea - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores apresentou uma contraproposta, tendo sido criado um grupo de trabalho composto por membros da indústria e do governo. A fim de melhor se discutirem as diversas propostas da legislação, a CETESB desenvolveu a metodologia de simulação matemática que gerou o relatório "Avaliação das Propostas de Controle de Emissão de Gás de Escapamento de Veículos Automotores Leves", cuja metodologia foi também utilizada no trabalho "Impacto Ambiental do Proconve". A conclusão deste relatório indica que a proposta da Anfavea era insatisfatória do ponto de vista ambiental e uma terceira proposta, criada pelo grupo de trabalho, embora menos rígida que o projeto original, provocaria apenas um pequeno atraso na correção da qualidade do ar, em relação à primeira. Portanto, levando-se em consideração que, além disso, não seriam possíveis a instalação de laboratórios e o desenvolvimento dos novos motores dentro dos prazos estabelecidos pela proposta inicial da CETESB, decidiu-se pela adoção da proposta do grupo de trabalho que deu origem ao texto final do Proconve. Dessa forma, foi possível atender às reais necessidades da indústria automobilística impondo-lhe um ritmo acelerado de desenvolvimento, sem prejudicar a melhoria da qualidade do ar.

A meta do Proconve, a entrar em vigor em 1997, apresenta os mesmos limites de emissão estabelecidos pela legislação norte-americana, sendo importante observar que é realmente necessário esse prazo de dez anos, visto que no Brasil utiliza-se como combustível o etanol hidratado e a gasolina com 20% de etanol ainda com chumbo, sendo que a tecnologia atual de controle de emissão de poluentes foi desenvolvida para veículos movidos a gasolina pura, sendo, portanto, necessário um trabalho de desenvolvimento do produto, a fim de que tenhamos, no futuro, veículos confiáveis e de baixa emissão de poluentes. Aliás, para o desenvolvimento desses veículos mais "limpos", a indústria automobilística brasileira já está treinando técnicos e realizando investimentos na instalação de laboratórios, para poder cumprir as primeiras etapas do Proconve.

Senhores,

Recebam a atenciosa saudação do Colegio de Ingenieros de Guatemala, com os nossos votos de que o seu trabalho esteja alcançando o êxito esperado. Tive a grata oportunidade de ler o primeiro número da revista AMBIENTE e felicito-os porque ela preenche um enorme vazio para todos que nos encontramos envolvidos nas diversas áreas da Engenharia; melhor dito, envolvidos com a multidisciplinariedade que tanto benefício representa para nossos países. Não duvidamos de que terá grande aceitação junto aos leitores, bem como de seu poder multiplicador ao se transmitir os conhe-

cimentos através dela adquiridos na educação universitária. Através desta solicitamos a publicação, em nossa revista, dos artigos de interesse geral, como também que enviem os números seguintes para a Biblioteca do Colegio de Ingenheiros.

Engenheiro Francisco Javier Reyes Gramajo
Coordinador General de Biblioteca
Colegio de Ingenieros de Guatemala
Guatemala

Permitimos a transcrição de artigos, desde que seja citada a fonte. Solicitamos enviar-nos uma cópia da publicação onde for feita a transcrição.

Senhores,

Na condição de ex-estagiária do Laboratorio de Virologia do Departamento de Microbiologia da CETESB, felicito a Diretoria pelo enorme esforço em publicar a revista AMBIENTE. Seguramente, esta publicação atenderá a expectativa de todos os profissionais do setor.

Dra. Aurora Cardona - Microbióloga
Servicio Autonomo Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado
La Paz, Bolívia

Senhores,

Venho congratular-me com a Diretoria da CETESB e com a equipe de AMBIENTE, pelo magnífico trabalho que vêm desenvolvendo na divulgação da produção técnico-científica relacionada ao meio ambiente. Em um país como o nosso, em que a ausência de informações no setor pode significar maior degradação ambiental, a chegada desta revista deve ser saudada com os maiores aplausos por todos aqueles que se interessam pela melhoria da qualidade de vida da população. Como médico e deputado estadual, membro da Comissão do Meio Ambiente da Assembléia Legislativa, tenho me valido com frequência deste veículo, obtendo dele importantes subsídios. Por esse motivo, sou grato a V. Sas.

Deputado Israel Zekcer
São Paulo, SP

Senhores,

Há algum tempo estive no Brasil estudando Engenharia Ambiental. Nessa oportunidade, conheci o trabalho da CETESB, que achei ótimo e de vanguarda na América Latina. Agora estou recebendo o nº 2 da sua revista, graças aos amigos que aí deixei. É demais dizer que se trata de um trabalho excelente e de muita qualidade. No meu país é praticamente impossível encontrar livros e revistas sobre meio ambiente. Há muitos problemas que tornam difícil o desenvolvimento tecnológico, e mais ainda nesta área. Por isso, torna-se muito importante para nós manter contato com vocês, através da revista. Há muita gente aqui preocupada com a questão ambiental e seus artigos servirão para fortalecer e atualizar os

carta ao leitor

nossos conhecimentos sobre este problema. Parabéns por tão acertado empenho e obrigada pela ajuda que presta a quem, como nós, sente necessidade deste tipo de informação.

Engenheira Ana Corália E. Morán
Jefe Depto. Saneamiento Ambiental
Ministerio de Salud Pública y
Asistencia Social
El Salvador, San Salvador

Senhores,

Através de alguns colegas do Instituto Adolfo Lutz, onde ocupo o cargo de Técnico de Laboratório, tomei conhecimento da existência dessa revista. Li alguns de seus artigos e fiquei satisfeito em saber da existência de mais um veículo capaz de divulgar as barbaridades causadas pelo Homem ao meio que o cerca em nome do seu conforto, desenvolvimento e evolução. É bom saber que a preocupação com a defesa e a conservação do meio ambiente está conquistando espaços cada vez maiores em nossa sociedade. Aproveito a oportunidade para solicitar que me sejam enviados os números posteriores desta tão bem intencionada revista.

José Eduardo M. da Costa
Santos, SP

Senhores,

Gostaria de obter informações acerca da revista AMBIENTE, de cuja existência me inteirei através do boletim da ECO. Para mim é de grande interesse conhecê-la e, por este motivo, solicito informar como fazer para recebê-la e quais os requisitos necessários para publicação de artigos na revista. Sou especializado na área de engenharia ambiental, precisamente em águas residuais, campo em que são profundos os conhecimentos dessa instituição. Por estes motivos, torna-se muito interessante o acesso à revista, e ter oportunidade de divulgar nela os resultados dos projetos de pesquisa que aqui desenvolvemos, bem como conhecer os trabalhos que são desenvolvidos em outros lugares.

M. I. Elizabeth Vazques Borges
Facultad de Ingenieria
Universidad Autonoma de Yucatán
México

Informamos que já incluímos seu nome entre os nossos assinantes. Enviamos, em separado, um exemplar do número 3, já que as duas primeiras edições encontram-se esgotadas. Teremos prazer em receber seus trabalhos para publicação e, para tanto, solicitamos o favor de seguir as instruções do Guia para Autores publicado nesta revista. Informamos também que os artigos poderão ser escritos em espanhol.

Nenhum planejador pode ser coerente com seus objetivos se a formulação de uma política de crescimento não for precedida de estudos que estabeleçam uma estrutura de interdependências que preserve também a qualidade de vida dos habitantes de uma cidade.

Essa premissa básica não vigora particularmente no caso dos países subdesenvolvidos, onde, de resto, raramente se observam quaisquer normas de uso e ocupação do solo durante o processo de urbanização, acarretando o chamado inchaço urbano e o desconforto ambiental. O caso da cidade de São Paulo é típico de um centro urbano que cresceu desordenadamente nas últimas décadas, em função do êxodo rural, das migrações e da concentração de atividades econômicas em determinados centros. A "cidade que mais cresce no mundo", como passou a ser chamada dos anos 50 em diante, quando tinha 2,2 milhões de habitantes, contava com 8,4 milhões quando do censo de 1980. As projeções para 1988 demonstram que esse número já anda pelos 10,5 milhões: no ano 2000, passará para inquietantes 15 milhões de habitantes.

Acima de tudo, é preciso pensar na qualidade de vida de toda essa gente. Nesse sentido, o trabalho da geógrafa Magda A. Lombardo, artigo de capa desta edição, constitui uma denúncia e um alerta. Ele evidencia uma deterioração invisível a olho nu, mas detectada ao longo do tempo com a ajuda de instrumental sofisticado: o clima de São Paulo mudou para pior. O aquecimento da área central da cidade – decorrente da presença maciça do concreto e do asfalto, e da ausência de áreas verdes e espelhos de água – pode causar problemas cardiovasculares, nas pessoas idosas, e sonolência, principalmente à tarde, que pode alterar a produtividade no trabalho. Estudos realizados recentemente nos EUA demonstram que, nessas regiões, os cardíacos têm seus problemas de saúde acelerados, em alguns casos de forma fatal. E mais: que o aquecimento está vinculado de forma direta ao aumento da poluição do ar nas cidades, principalmente no inverno. No verão, é responsável por chuvas intensas, contribuindo com os transtornos decorrentes das inundações.

A "ilha de calor" de São Paulo foi o tema da tese de doutorado de Márgda A. Lombardo, em 1980. Teve repercussão na imprensa, naquela ocasião. Nada, porém, foi feito até hoje para sanar a situação, ou pelo menos prevenir a formação de outras ilhas na metrópole que cresce cerca de 500 mil habitantes por ano. E este é o alerta que o trabalho da geógrafa encerra: a ausência de uma legislação de uso do solo que considere o aspecto ecológico, bem como de uma conscientização da população quanto à necessidade de se arborizar mais a cidade, muito provavelmente está levando a área periférica à mesma situação. Para a autora, é urgente incentivar a plantação de mais áreas verdes intersticiais – atualmente, só os parques do Estado, do Ibirapuera e do Trianon cumprem essa função – e também nas marginais dos rios que atravessam São Paulo.

O estudo é o único realizado até hoje no País e contribui para a explicação do fenômeno em áreas tropicais, e com o desenvolvimento de modelos que utilizem imagens termais para a sua identificação. São Paulo foi escolhida por apresentar problemas de poluição atmosférica e estresse térmico. Nos países tropicais, o problema é agravado pelas temperaturas mais elevadas, tornando maior o desconforto.

No ano passado, a autora desse trabalho terminou seu estágio de pós-doutorado na Universidade de Berkeley, onde, em conjunto com técnicos da Nasa, elaborou um modelo para a cidade de Sacramento, na Califórnia, no qual se detectaram vários dados novos. Entre eles, o de que a ilha de calor está diretamente ligada ao aumento de consumo de energia no verão, devido à intensificação do uso de aparelhos de ar condicionado. Descobriu-se, ainda, que a coloração dos edifícios e os tipos de material empregados na sua construção influenciam decisivamente na retenção do calor e no consequente aumento de temperatura.

A evapotranspiração pode ser a solução do problema. Ainda em Berkeley, foi desenvolvido um outro modelo, tentando incluí-la para diminuir o consumo de energia e, consequentemente, a ilha de calor. Mas, para que isso ocorra, é preciso considerar o incremento no número de áreas verdes nas cidades.



Avanços na biotecnologia aplicada ao tratamento de esgotos

Interessante trabalho, de autoria de J. Bébin, diretor do laboratório central da companhia "Lyonnaise des Eaux", foi publicado pela revista francesa "La Recherche", em seu número 195 (janeiro de 1988). Tratando dos progressos e perspectivas no terreno da biotecnologia aplicada ao tratamento de resíduos orgânicos líquidos, o autor relembra os sanitaristas ingleses – como E. Franklin – que, na década de 1880, procuraram "intensificar e acelerar o fenômeno natural da autodepuração". O primeiro processo conseguido, já com características tecnológicas e operacionais bem definidas, foi devido ao inglês J. Corbett, que instalou em 1893 o processo denominado "leito bacteriano", que imitava a autodepuração que ocorre no próprio solo. Bactérias aeróbias fixam-se naturalmente à superfície de cascalhos ou pedaços de coque, constituindo um leito de 1 m a 3 m de espessura através do qual o esgoto é escoado, ao mesmo tempo que é mantida uma eficiente aeração. Esse processo veio a ser substituído, mais tarde, pelos sistemas de "lodos ativados", também desenvolvidos inicialmente na Inglaterra por E. Arden e W. Lockett em 1914, no qual os microrganismos participantes da depuração se mantêm na forma de flocos em suspensão, assemelhando-se muito mais à autodepuração de cursos de água turbulentos. Os teores de oxigênio necessários são assegurados graças à aeração intensa – praticada por dispersão de ar comprimido junto ao fundo ou por agitação mecânica à superfície.

Limitações do processo

O processo de lodos ativados, pela sua flexibilidade, tolerância a variações químicas e físicas, e alto rendimento, tornou-se o preferido entre os projetistas de sistemas "compactos", isto é, de alta eficiência, e vem sendo aperfeiçoado continuamente ao longo de mais de 70 anos. Entretanto, ele está sujeito a importantes limitações de caráter técnico e econômico, principalmente relacionadas ao tempo mínimo de reação necessário à depuração eficaz. Em outras palavras, o consumo de poluentes biodegradáveis permanece lento. Essa limitação é decorrente, sobretudo, da lentidão com que se dá a sedimentação dos flocos biológicos, formando o lodo no decantador secundário. Como os microrganismos formadores desses flocos não podem permanecer por muito tempo sem renovação de oxigênio para sua respiração, é impossível obter-se um lodo bastante adensado, isto é, com grande concentração de bactérias, para ser reinjetado no tanque de aeração. A título de comparação, "as concentrações são 10 a 20 vezes menores que as das culturas bacterianas utilizadas na fabricação de antibióticos".

O outro importante fator a limitar a eficiência do processo é a impossibilidade, em um sistema biológico totalmente aberto, de se manter uma população microbiana constituída somente (ou mesmo predominantemente) dos microrganismos mais eficientes no processo. Alguns são particularmente nocivos, como os fungos e bactérias filamentosos responsáveis pelo

fenômeno do "intumescimento do lodo", que tantas dificuldades têm criado aos operadores desses sistemas. Finalmente, vem a questão da disposição dos excessos de lodos ativados, massa altamente putrescível cujo tratamento por desidratação e desodorização chega a custar 60% do custo total do processo! É claro que todas essas limitações fazem elevar sobremaneira o custo das instalações que exigirão maior espaço (proporcional ao tempo de detenção necessário), extração automatizada de lodos, sistemas difusores de ar de alto desempenho e, naturalmente, maior dispêndio de energia: uma estação depuradora com capacidade para 1 m³/s consome mais energia que uma cidade de cinco mil habitantes.

Pesquisas têm sido desenvolvidas, pois, em vários países, com objetivos ligados principalmente a: reduzir o tamanho das instalações, impedindo a formação de quantidades muito grandes de lodos; reduzir a necessidade de fornecimento de oxigênio aos microrganismos; utilizar – em lugar de destruir – a matéria orgânica poluente; eliminar, também por via biológica, compostos minerais indesejáveis.

Progressos

Os enormes progressos realizados nos últimos anos nos campos da bioquímica, da bioengenharia e da microbiologia industrial, revolucionando a concepção de biorreatores, são de molde a fazer supor que aquisições igualmente importantes venham a ser possíveis, a curto prazo, neste campo de

Armadilha biológica para esquistossomose

aplicação. A substituição, por exemplo, dos reatores de "culturas microbianas livres" (como os lodos ativados) por reatores de "células imobilizadas", como vem sendo amplamente pesquisada nos dez últimos anos em laboratórios do Japão e da Suécia e já utilizada para fins industriais, constitui uma possibilidade a ser introduzida em breve em sistemas de tratamento de esgotos.

Vários tipos de "suportes bacterianos" – como carvão, argila expandida e outros – vêm sendo testados como "leitões fixos" ou como "leitões fluidizados", para fixação dos microrganismos. Nesses tipos de biorreatores, a concentração de bactérias não é mais dependente da velocidade de sedimentação no decantador secundário. Além disso, a superfície de filtração de microrganismos é muito grande. A combinação dessas duas vantagens permite, assim, o tratamento de volumes de esgoto muito maiores que nos sistemas convencionais: até cinco vezes em leitões fixos e 20 vezes em leitões fluidizados. Experiências estão sendo realizadas no sentido de manter no reator bactérias pertencentes a espécies selecionadas (inclusive "criadas" por engenharia genética) mediante a colocação de membranas filtrantes, a montante e a jusante do sistema, as quais impediriam a contaminação. Evidentemente, esse processo só seria aplicável a resíduos totalmente solúveis e a sua viabilização é problemática.

Finalmente, o artigo de J. Bébin considera longamente as possibilidades do tratamento por processos anaeróbios, visando ao aproveitamento parcial da energia contida no resíduo orgânico através da produção de gás combustível e enfatizando a sua grande vantagem sobre os sistemas aeróbios, que consomem energia. Nessas considerações, o autor menciona inclusive a experiência brasileira com biorreatores anaeróbios de fluxo ascendente, relatadas por Savelli Gomes em seminário realizado na Universidade de Massachusetts, em Amherst, 1985.

O "International Journal for Parasitology", em seu número 4, de 1987, traz um importante artigo de Combes e Moné, ambos cientistas do Departamento de Biologia Animal da Universidade de Perpignan, ligado ao Centro Nacional de Pesquisa Científica da França. Trata-se de um estudo sobre as relações parasita-hospedeiro, observadas entre as larvas (miracídeos) das diferentes espécies de *Schistosoma* e os moluscos por elas parasitados, como fase obrigatória de seu ciclo normal. A iniciativa acena com uma importante possibilidade de controle ecológico dessa verminose que já atinge de 350 a 500 milhões de pessoas em todo o mundo. Essa linha de pesquisa é de particular interesse para nós, uma vez que a esquistossomose é doença endêmica no Brasil e a proliferação de barragens, para fins hidrelétricos e outros, tem ampliado muito a área de sua ocorrência em todo o mundo, não devendo fazer exceção em nosso país.

Como se sabe, os miracídeos do verme *Schistosoma* são atraídos seletivamente por certas espécies de moluscos e só nestas são capazes de se desenvolver, transformando-se na cercária, que é a forma infestante do homem. Assim, por exemplo, os miracídeos do *Schistosoma mansoni* (espécie endêmica no Brasil) encontram bom abrigo nos moluscos da espécie *Biomphalaria glabrata*, que se tornam, assim, o seu vetor específico, mas não na *Biomphalaria straminea* e, muito menos, em outros gêneros de moluscos, como *Marisa* ou *Melanoides*. Ora, o que os pesquisadores de Perpignan vêm de revelar em seu interessante trabalho é que os miracídeos podem enganar-se, penetrando no corpo de moluscos não vetores, os quais passam a funcionar como verdadeiras armadilhas biológicas!

Vários estudos de campo e de laboratório revelaram a existência de quatro situações distintas, que podem suceder à abordagem do molusco pelo miracídeo: ou este penetra no corpo do hospedeiro e aí se desenvolve – caso em que o molusco se torna um vetor – ou ele penetra mas não consegue desenvolver-se (frequentemente formando cistos que não evoluem); ou ele tenta penetrar e não consegue; ou ele absolutamente não sente qualquer atração pelo molusco. De um modo geral, os moluscos que "enganam" o miracídeo são aqueles taxonomicamente mais próximos do vetor normal.

Parece que os vetores naturais secretam e dispersam no ambiente aquático substâncias químicas que exercem ação atrativa sobre os miracídeos da espécie infestante. Em experiências de laboratório, Combes e Moné puderam demonstrar que a presença de moluscos da espécie *Biomphalaria glabrata* provoca estimulação e aumento da velocidade de natação de miracídeos de *Schistosoma mansoni*, enquanto que a presença de *Marisa cornuarietis* não produz o mesmo efeito e não provoca tentativas do miracídeo de penetrar a pele do molusco. Quando, porém, as duas espécies estão presentes simultaneamente, os miracídeos são excitados e tentam penetrar indiferentemente em ambos os moluscos. Isso parece justificar fatos já observados no campo, como por exemplo o desaparecimento quase completo da esquistossomose na Martinica, coincidindo com a substituição natural e progressiva da *Biomphalaria glabrata* pela *B. straminea*, por razões ecológicas ainda desconhecidas. A introdução, nos ambientes propícios à difusão do *Schistosoma*, de espécies de moluscos competidores, adquire, assim, uma nova justificativa (além do simples desalojamento da espécie vetor), que é a de servirem de "armadilhas biológicas" para destruição do parasita.