



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 (miracídios) 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 miracídios 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 miracídios 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 miracídios 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 miracídio: 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 miracídio 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 miracídios 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 miracídios de *Schistosoma mansoni*, enquanto que a presença de *Marisa cornuarietis* não produz o mesmo efeito e não provoca tentativas do miracídio de penetrar a pele do molusco. Quando, porém, as duas espécies estão presentes simultaneamente, os miracídios 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 vetora), que é a de servir de "armadilhas biológicas" para destruição do parasita.