

### INTRODUÇÃO

Em função do aumento das atividades industriais, agrícolas e da população urbana, a eutrofização, processo decorrente do excesso de nutrientes básicos, sendo este conceito aplicado, atualmente, à fertilização excessiva, permanente e contínua de um corpo d'água, podendo resultar no desenvolvimento massivo e indesejado de algas e macrófitas aquáticas (AZEVEDO NETO, 1988), vem merecendo maior atenção. Devido à diversidade de causas do processo, as formas de evita-las tornam-se complexas. Comumente, procura-se evitar a introdução de nutrientes ou de matéria orgânica passível de mineralização. Nutrientes em excesso provocam aumento no crescimento de vegetais, podendo, em função de intenso crescimento, tornar-se um problema para utilização da água (BRANCO e BERNARDES, 1983).

No início da década de 60, apesar da preocupação com a crescente degradação dos corpos d'água, raros eram os que distinguiam as conseqüências da poluição, dos efeitos da eutrofização.

Esse estado de confusão ocorria em todo o mundo. No Brasil, segundo AZEVEDO NETO (1988), um exemplo típico dessa falta de conhecimento pode ser observado no sistema de disposição dos efluentes urbanos de Brasília, concebido sem se considerar os efeitos da eutrofização.

Os efeitos da eutrofização nos corpos d'água, e em particular a celeuma causada pelo uso indiscriminado de detergentes fosforados, principalmente nos Estados Unidos nos meados deste século, discutidos por VALLENTYNE (1978), demonstra a complexidade e a atenção que este assunto merece.

Os efeitos negativos da eutrofização podem ser resumidos da seguinte forma (AZEVEDO NETO, 1988):

- desenvolvimento excessivo e prejudicial de algas, proliferação de macrófitas aquáticas, etc;
- alterações profundas da biota, com a substituição de espécies de peixes e outros organismos;
- decomposição orgânica, consumo e depleção de oxigênio dissolvido e anoxia;
- degradação da qualidade da água, com alterações de composição, cor, turbidez, transparência, etc;
- liberação de 4 gases e produção de maus odores;
- formação de depósitos bentais e reciclagem de nutrientes;
- prejuízos consideráveis para o uso da água em abastecimento, irrigação e para

aproveitamentos hidroelétricos;

- prejuízos diversos para recreação, turismo e paisagismo;
- aumento da evaporação;
- elevação de nível e entraves para o escoamento das águas;
- produção de substâncias tóxicas e prejuízos para eventuais e para o gado;
- condições propícias para a criação de mosquitos, larvas e outros vetores;

De maneira geral, os nutrientes que devem ser removidos ou ter suas cargas reduzidas nos efluentes são o nitrogênio e o fósforo, pois são considerados os principais limitantes ou controladores da produtividade primária.

Como propostas visando a redução do teor de nutrientes têm-se (AZEVEDO NETO, 1988):

- tratamentos independentes para a remoção de nutrientes;
- modificações nas próprias instalações e processos de tratamento por lodos ativados para reduzir os teores de nitrogênio e fósforo;
- tratamentos terciário e quaternário em seqüência aos tratamentos biológicos.

O tratamento terciário convencional é considerado um processo muito dispendioso, e como alternativa para a remoção de nutrientes pode-se utilizar hidroponia, cultivo em água sem solo de vegetais superiores (BRANCO et al, 1985). Essa cultura é feita de forma que as raízes da planta fiquem submersas, absorvendo nutrientes, mantendo as partes aéreas acima do nível da água.

### **VANTAGENS E DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE PLANTAS AQUÁTICAS**

A utilização de plantas aquáticas como “agente purificador” em hidroponia, justifica-se pela sua intensa absorção de nutrientes e pelo seu rápido crescimento, como também por oferecer facilidades de sua retirada das lagoas e ainda pelas amplas possibilidades de aproveitamento das facilidades de sua retirada das lagoas e ainda pelas amplas possibilidades de aproveitamento da biomassa escolhida (Romitelli, 1983; GRANATO, 1995). Além disso, podem ser cultivadas plantas visando a produção de alimentos que podem ser aproveitados tanto por animais como pelo próprio homem (BRANCO e BERNARDES, 1983; BRANCO et al, 1985).

Plantas aquáticas, como por exemplo Lema (HARVEY e FOX, 1973), Eichhornia (ROMITELLI, 1983) e Phragmites, Typha, Juncus e Bambus (WOLVERTON et al, 1983), têm

sido utilizadas visando à melhoria da qualidade do efluente, principalmente no que diz respeito à redução das concentrações de nitrogênio e fósforo.

Estas plantas exercem importante papel na remoção de substâncias dissolvidas, assimilando-as e incorporando-as à sua biomassa. O aguapé (*Eichhornia crassipes*) é capaz de retirar quantidades consideráveis de fenóis, metais pesados e outras substâncias tais como 0,7 mg de Cd/OS (peso seco) e 0,5 mg de Ni/g de peso seco (PS) (AZEVEDO NETO, 1988). Segundo CAMARGO (1991), *Eichhornia azurea* absorve ortofosfatos na ordem de 14,56 a 58,58 mg/g/h e de 60,65 a 239,92 mg/g/h de nitrogênio. Segundo BOYD e VICKERS (1971), pode-se considerar uma boa estimativa 1,33 a 3,33 porcentagem de PS de nitrogênio, 0,14 a 0,80 % PS de fósforo e de 1,60 a 6,70 % PS de potássio presentes na biomassa de *E. crassipes*. Como em uma unidade de fitodepuração de 1500 m<sup>2</sup> é provável uma retirada mensal de biomassa do aguapé da ordem de 0,45 a 0,65 tPS (RODRIGUES, 1985), utilizando-se dos valores estimados por BOYD e VICKERS (1971), é possível uma remoção de 0,6 a 5,2 kg de fósforo, 0,6 a 216,4 kg de nitrogênio de 7,2 a 43,5 kg de potássio. Através dos resultados apresentados por SANTOS (1994) pode-se também viabilizar a utilização de plantas aquáticas visando à depuração de efluentes contendo herbicidas como atrazine, 2,4-D, trifluralin e glyphosate. Apesar de não ter obtido uma solução apta para o descarte, GRANATO (1995) comenta que o aguapé pode ser utilizado para tratar efluentes contendo cianetos.

Os poluentes são removidos numa lagoa com aguapé por vários mecanismos físicos químicos e biológicos característicos do sistema. A sedimentação que ocorre na lagoa é mais eficiente pela proteção ao movimento das águas oferecida pela cobertura compacta de aguapé. Já a filtração dos sólidos suspensos pelas raízes do aguapé, é um dos mais importantes processos para o polimento da lagoa deve ser suficiente para que as raízes não se agarrem ao fundo, de tal forma que o fluxo da lagoa seja filtrado através da zona radicular.

Outro fator que favorece a remoção de poluentes em lagoas de aguapé decorre da existência de abrigo e condições para o crescimento de uma abundante biota fixa (perifíton) às suas raízes e folhas, tendo um papel importante na degradação, assimilação e remoção dos poluentes (ROMITELLI, 1983). Por si só, o aguapé assimila substâncias inorgânicas solúveis do meio aquático e, devido ao seu intenso crescimento, essa absorção se dá em grandes quantidades, como já ressaltado.

A eficiência do aguapé no tratamento terciário de efluentes de lagoas de estabilização foi demonstrada por MOSSE et al (1980). Segundo os autores, a utilização do aguapé em conjunto com lagoas de estabilização, proporciona uma maneira não só econômica como ecológica, para tratamento de esgotos em pequenas comunidades, lançando seus efluentes com alto padrão de qualidade, sem prejuízos aos corpos receptores.

TRIPATHI e SHUKLA (1991) observaram altas reduções de DBO, nitrogênio e fósforo, sólidos suspensos, alcalinidade, amônia, dureza, carbono orgânico dissolvido e coliformes, em condições de laboratório, no tratamento de esgoto doméstico e industrial, através de um tanque com aguapé seguido por um de alga e finalmente por um terceiro tanque novamente com aguapé.

ROMITELLI (1983) obteve alta remoção de fosfatos em efluentes secundários com o emprego de aguapé, em sistemas “batch” em laboratório.

Vários outros trabalhos demonstram a potencialidade de plantas aquáticas como alternativa para o tratamento de efluentes domésticos ou industriais (ALVARADO e FASANARO, 1980; KAWAI e GRIECO, 1983; KUMAR e GARDE, 1989; MANFRINATO, 1989; RIBEIRO et al, 1986; SALATI,1991).

Embora exista farta literatura sobre plantas aquáticas, especialmente do aguapé; segundo GOPAL e SHARMA (1981, apud JUNK e HOWARD-WILLIAMS, 1984), Há mais de 1000 artigos, os mais diversos possíveis, referentes a Eichhornia crassipes; o aguapé é muitas vezes apresentado como “praga” e outros como agente despoluidor (MANFRINATO,1991).

Quando o aguapé é cultivado de forma correta do ponto de vista técnico-científico, ele pode ser um agente de despoluição. Quando, no entanto, a planta cresce de forma descontrolada e sem manejo adequado, pode se transformar num problema ambiental (MANFRINATO. 1991).

Para entender a problemática do aguapé é necessário, segundo MANFRINATO (1991), considerar que:

- o aguapé é uma planta aquática flutuante que se desenvolve muito bem nas regiões de clima quente seu desenvolvimento é acelerado quando não existem limitações nutricionais, como é o caso das águas das lagoas e represas que são poluídas por esgoto urbano e alguns tipos de efluentes industriais.
- a biomassa de uma plantação de aguapé varia bastante (média para o Brasil da ordem de 250 a 300 toneladas por hectare). A taxa de crescimento também é variável. Em condições ótimas chega em média a 5% ao dia. Assim, se o crescimento estiver nas condições ótimas, a produção será de aproximadamente 15 toneladas de biomassa úmida por dia por hectare.
- o sistema radicular do aguapé funciona como um filtro mecânico e retém (adsorve) material particulado (orgânico e mineral) existentes na água, e cria um ambiente rico em atividades de fungos e bactérias, passando a ser um agente de despoluição, reduzindo a DBO, a taxa de coliformes e a turbidez das águas poluídas.
- além da diminuição da carga orgânica, o aguapé retira da água (adsorve) elementos químicos minerais dos quais se nutre, diminuindo suas concentrações, especialmente, de nitrogênio e fósforo.
- da ação conjunta dos mecanismos acima indicados, obtém-se um controle de poluição orgânica e química. A taxa de remoção dos poluentes depende do tempo de resistência da água da área de influência da rizosfera do aguapé, da densidade de plantas na lagoa, das condições climáticas e do estágio de crescimento das plantas.

O sucesso do tratamento empregando plantas aquáticas vai além do baixo custo e reduzidos

gastos energéticos, há muitas possibilidades de reciclagem da biomassa produzida, que de outra forma seria desperdiçada nos esgotos, levada para o fundo de rios e lagos (ROMITELLI, 1983). A pode ser utilizada como fertilizante, ração animal, geração de energia (biogás ou queima direta), fabricação de papel, extração de proteínas pra uso em rações, extração de substâncias quimicamente ativas de suas raízes para uso como estimulante de crescimento de plantas, etc.

Segundo ALVARADO e FASANARO (1980), o aguapé, como fonte de energia alternativa (biogás), poderia representar não só uma economia de divisas, mas inclusive chegaria a viabilizar as obras da Cia. Catarinense de Águas e Saneamento. O valor nutritivo de plantas aquáticas, para o uso como ração animal, já foi demonstrado (ESTEVES, 1991; THOMAS e ESTEVES, 1985).

GOMES et al (1987) demonstraram que é possível transformar o aguapé em compostos orgânico através do processo de fermentação ao ar livre. Muitos outros estudos foram realizados visando a otimização, o manejo e a utilização da biomassa produzida, com referência especial a Eichhornia consultar VALORISATION DE LA JACINTHE D'EAU (1983).

Uma crítica que se faz em relação à utilização de plantas aquáticas para o tratamento de efluentes, diz respeito à potencialidade do sistema para se tornar um criadouro de pernilongos bem como vários organismos patogênicos, além de produzir odores desagradáveis. Outra crítica refere-se ao fato de assimilarem metais pesados outras substâncias tóxicas, transferindo o problema da contaminação para a planta. Talvez a crítica mais contundente diga respeito ao destino da grande quantidade de biomassa formada, já que periodicamente há necessidade da colheita parcial da planta, necessária para a retirada dos poluentes do sistema na forma de biomassa viva, além de permitir que as restantes continuem em intenso crescimento ativo.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O principal responsável pelo descrédito do aguapé como agente despoluidor no Brasil, foi a sua má utilização. Mas, assim como qualquer sistema de tratamento, há necessidade de planejamento, otimização de custo/benefício, em conformidade com o local e área disponíveis, qualidade e carga do efluente, etc.

Atualmente não se pode utilizar plantas aquáticas indiscriminadamente como no passado.

Não adianta deixa-la em uma lagoa crescendo sem controle, há necessidade de planejamento e manejo adequados para um eficiente sistema de tratamento. Há também necessidade de se dar um destino à grande quantidade de biomassa produzida. Desta forma, é essencial que ao se planejar um sistema de tratamento, também seja levada em consideração unidades de beneficiamento e de armazenamento de biomassa. RODRIGUES (1985) sugere Unidades Hidro-Agrícolas, isto é, um sistema fitodepurador através da utilização do aguapé, promovendo a melhoria da qualidade da água, que posteriormente seria utilizada para atividades aquícolas (criação de peixes, rãs, etc) e para agricultura intensiva. Devido à elevada

produção de biomassa, atividades relativas às várias formas de utilização do aguapé também são sugeridas. Segundo o autor, além das características despoluentes e geradoras de rendimento, estas Unidades poderiam propiciar a fixação do homem no campo.

Mesmo assimilando substâncias tóxicas e metais pesados quando presentes, a utilização de plantas aquáticas como alternativa em sistemas de tratamento de efluentes é viável. É importante ter o controle de onde estas substâncias são depositadas na natureza, ao invés de lança-las nos corpos d'água receptores, sem saber o destino e os efeitos que poderão causar ao ambiente.

No caso específico da utilização de hidroponia para a produção de alimentos, os efluentes das indústrias de conservas alimentícias devem ser primeiramente avaliados, pois, segundo FERNANDES (1985), não apresentam em sua composição substâncias tóxicas ou inibidoras dos processos biológicos.

De forma direta, cultura hidropônica gera subprodutos alternativos para diversas finalidades e de grande utilidade para o homem, além de auxiliara na melhoria da qualidade geral do efluente, que indiretamente, devido à redução da carga lançada nos corpos d'água, em particular de nitrogênio e fósforo, auxilia na melhoria da qualidade de vida.

No Brasil há necessidade de estudos básicos para o entendimento da estrutura e dinâmica de sistemas de tratamento utilizando-se de culturas hidropônicas. Estes estudos propiciarão bases científicas para futuras aplicações, além de solucionarem os mais variados aspectos relacionados ao manejo do sistema.

Há no estado de São Paulo 571 municípios, dos quais 41 possuem sistemas de tratamento de esgotos e, assim mesmo, a nível primário (RODRIGUES, 1985). Portanto, faz-se necessário repensar o modelo de tratamento de esgotos e de águas residuárias industriais adotados no Brasil, visando a implantação de sistemas alternativos de acordo com a realidade do país e o mais rapidamente possível, pois quase todos os rios do Estado de São Paulo estão poluídos, variando essa poluição de média a extremamente grave (RODRIGUES, 1985). Assim, providências são necessárias e urgentes, no que diz respeito à melhoria da qualidade de nossos corpos d'água. Desta forma, a hidroponia, desde que planejada adequadamente, pode contribuir com uma pequena parcela no auxílio à despoluição e à vida.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, G.R.P., FASANARO, R. Aguapés: Sua aplicação no tratamento biológico dos esgotos e na produção de energia alternativa. Eng. Sanit., 19(1): 68-69, 1980.

AZEVEDO NETO, J.M. Novos conceitos sobre eutrofização. Revista DAE, 48(151): 22-28, 1988.

BOYD, C.E., VICKERS, D.H. Variation in the elemental content of *Eichhornia crassipes*, Hydrobiologia, 38(¾): 409-414, 1971.

BRANCO, S.M., BERNARDES, R.S. Culturas hidropônicas como forma de remoção e reciclagem de nutrientes minerais dos efluentes de sistemas de tratamento de esgotos. Revista. DAE, 134: 113-115, 1983.

- BRANCO, S.M., BERNARDES, R.S., MATHEUS, C.E. Produção de alimentos, aproveitamento energético e reciclagem de nutrientes em um sistema ecológico de tratamento de resíduos orgânicos. *Revista DAE*, 45(143): 390-394, 1985.
- CAMARGO, A.F.M. Dinâmica do nitrogênio e do fosfato em uma lagoa marginal do Rio Mogi – Guaçu (Lagoa do Mato, SP). São Carlos: UFSCar, 1991. 204 p. (Tese)
- ESTEVEES, F.A. Valor nutritivo de algumas espécies de macrófitas aquáticas tropicais. In: REUNIÃO SOBRE ECOLOGIA E PROTEÇÃO DE AS CONTINENTAIS, 1981, São Paulo. Anais... São Paulo, p. 229-244.
- FERNANDES, J.A. Estudos sobre a aplicabilidade de um reator UASB-AF no tratamento de águas residuárias de indústrias de conservas de tomate. São Carlos: USP, 1985. 125 p. (Dissertação)
- GOMES, J.A., KAWAI, H., JAHNEL, M.C. Estudo piloto sobre obtenção de composto orgânico a partir de aguapé. *Ambiente*, 1(1): 12-17, 1987.
- GRANATO, M. Utilização do aguapé no tratamento de efluentes com cianetos. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, Série Tecnologia Ambiental, 5: 1-39, 1995.
- JUNK, W.J., HOWARD-WILLIAMS, C. Ecology of aquatic macrophytes in Amazônia. In: H. Sioli (ed). *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin*. Dornbrecht: Dr. W. Junk, 1984. p. 270-293.
- HARVEY, R.M., FOX, J.L. Nutrient removal using *Lemna minor*. *J Water Poll. Control Fed.* 45(9): 1928-1938, 1973.
- KAWAI, H.; GRIECO, V.M. Utilização do Aguapé para tratamentos de esgoto doméstico. Estabelecimento de Critérios de dimensionamento de lagoa de aguapé e abordagem de alguns problemas operacionais. *Revista DAE*, 135: 79-90, 1983.
- KUMAR, P.; GARDE, R.J. Potentials of water hyacinth for sewage treatment. *Researche J. Water Poll.Control Fed.* 61(11/12): 1702-1706, 1989.
- MANFRINATO, E.S. Avaliação do método edafo-fitodepuração para tratamento preliminar de águas. Piracicaba: USP, 1989. 100 p. (Dissertação)
- MANFRINATO, E.S. O aguapé – fatos e fofocas. In: *Problemas Ambientais Brasileiros*, Fundação Salim Farah Maluf, p. 109-112. 1991.
- MOSSE, R.A.; CHAGAS; J.M.; TERRA, A.R.S. Utilização de lagoas de maturação com aguapé (*Eichhornia crassipes*) na remoção de algas e coliformes em efluentes de lagoas de estabilização. *Eng. Sanit.*; 19(1): 72-76, 1980.
- RIBEIRO, M.D., KAWAI, H., TINEL, P.R., ROSSETO, R. Experimento-piloto da lagoa de aguapé para tratamento de esgoto bruto. *Revista DAE*, 46(144): 82-86, 1986.
- RODRIGUES, N.S. Aguapé uma alternativa no tratamento de esgotos. *Pau-Brasil*. (5): 9-16, 1985.
- ROMITELLI, M.S. Remoção de fósforo em efluentes secundários com emprego de macrófitas aquáticas do gênero *Eichhornia*. *Revista DAE*, 133: 66-68, 1983.
- SALATI, E. Aguapé: uma experiência na Flórida. In: *Problemas Ambientais Brasileiros*, Fundação Salim Farah Maluf, p. 113-115. 1991.
- SANTOS, D.M.M. Estimativa da concentração letal (CL50) de cinco herbicidas na macrófita aquática *Salvinia mínima Baker*. In: *II CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL*, 1994, Londrina: UEL, Resumos.
- THOMAS, S.M., ESTEVES, F.A. Estudo de biomassa de algumas espécies de macrófitas aquáticas tropicais quanto ao seu valor nutritivo. In: *IV SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA*, 1985, São Carlos, Anais... São Carlos: UFSCar, p. 439-467.

TRIPATHI, B.D., SHUKLA, S.C. Biological treatment of wastewater by selected aquatic plants. Environ. Poll., 69: 69-78, 1991.

VALORISATION DE LA JACINTHE D'EAU, Bull. Direct. Et. Rech., 3/4: 1-85. (Serie A), 1983.

VALLENTYNE, J.R. Introduccion a la Limnologia: Los lagos y el hombre. Ediciones Omega, Barcelona, 1978. 169p.

[watch movies](#)

Extraído de:

POMPÊO, M.L.M. Culturas hidropônicas, uma alternativa não uma solução. Anais Sem. Reg. Ecol., São Carlos, SP, 8: 73-80, 1996.

Também veja o site: <http://www.3.westmont.edu/u/outside/phil.soderman/www/tab.htm>