

# Utilização do sistema policultura (algas-microcrustáceos) para tratamento de esgotos domésticos

Hideo Kawai (1)  
José da Conceição Neto (2)  
Pedro Jureidini (2)

## Introdução

Os esgotos domésticos e alguns tipos de despejos agropecuários, embora se constituam em significativas fontes poluidoras, podem tornar-se importantes fontes energéticas e protéicas, uma vez que são resultantes de alimentos contendo elevada quantidade de matéria orgânica e nutritiva utilizada pelos seres vivos.

Baseando-se nesse conceito, a Cetesb vem desenvolvendo várias pesquisas nesses últimos dez anos com o objetivo de purificação de águas residuárias mediante a recuperação de poluentes nelas contidos, transformando-os em produtos úteis.

Uma das técnicas propostas para alcançar tais objetivos baseia-se no sistema de policultura, ou seja, tratamento de esgoto através de culturas ordenadas de vários vegetais e animais aquáticos, constituintes do sistema ecológico natural.

Essa técnica apresenta vantagens devido à reduzida demanda energética, bem como dos baixos custos operacionais envolvidos, quando comparada com os demais processos de tratamento convencionais, oferecendo, ainda, grande possibilidade de recuperação dos subprodutos a nível comercial.

Dentro desse conceito de policultura foram iniciadas, a partir de 1983, investigações sobre viabilidade da aplicação prática do sistema algas-zooplâncton.

Este sistema é constituído de três reatores, ou seja, reator anaeróbico, de algas e de zooplâncton. No primeiro reator, processa a remoção de matéria orgânica grosseira pela decantação e pelas bactérias heterotróficas; no segundo, dá-se a remoção de grande parte de matéria orgânica, principalmente da forma dissolvida, através da ação conjunta de algas e bactérias e, no terceiro reator, realiza-se a purificação a nível próximo do terciário, aproveitando a relação da cadeia alimentar existente entre

zooplâncton e algas, inclusive pequenas partículas orgânicas flutuantes. O zooplâncton produzido nesse último reator poderá ser utilizado como valiosa fonte protéica para animais.

As informações técnicas a serem apresentadas nesse trabalho são referentes às experiências em escala-piloto e semipiloto obtidas até o início de 1985. A conclusão dos trabalhos está prevista para o final do mesmo ano citado. Convém ressaltar que as experiências em escala-piloto só foram realizadas graças à valiosa colaboração por parte da Sanasa-Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S. A., órgão da Prefeitura de Campinas, através não só do fornecimento das instalações, bem como mão-de-obra para operação do sistema experimental.

## Procedimentos de experimentos

No período de 1974 a 1978 foram realizadas, na Cetesb, investigações em vários níveis, relativas ao aproveitamento de algas para tratamento de esgoto, tendo sido estabelecidos os parâmetros operacionais necessários para implantação prática do sistema esgoto-algas.

Por esse motivo, no presente trabalho grande parte do esforço foi concentrada no estudo da produção de zooplâncton e manutenção do equilíbrio entre a fase algácea e a zooplânctônica, relacionando-se tratabilidade de esgotos domésticos do sistema proposto.

## Escolha do tipo de organismos para o reator biológico

Em princípio foram escolhidos dois tipos de organismos zooplânctônicos como constituintes biológicos do reator de sistema de policultura, ou seja, *Brachionus* sp, pertencente à classe Rotífera e *Daphnia* sp, da classe Crustácea. A escolha desses dois tipos foi baseada nos seguintes motivos:

Ambos apresentam grande potencial de reprodução, a qual é realizada através do processo assexuado nas con-

dições normais de ambientes aquáticos<sup>2</sup>.

Uma vez que tal zooplâncton é constituído de animais com características de zonas mesossapróbicas<sup>(3)</sup>, os mesmos têm condições de sobreviver e reproduzir-se num ambiente aquático relativamente poluído.

Mesmo em concentrações de oxigênio dissolvido na água chegando a zero, esses organismos conseguem manter as atividades normais de metabolismo durante pequeno espaço de tempo<sup>(4)</sup>.

Nesses últimos 15 anos, no Japão, têm sido desenvolvidas tecnologias para produção de *Brachionus* sp em larga escala no campo de indústrias pesqueiras para ser aproveitado como ração de peixes.

Os principais alimentos desse zooplâncton são constituídos por algas, bactérias e pequenas partículas de matéria orgânica em suspensão. Por esse motivo, tais organismos aquáticos podem ser aproveitados como ótimos purificadores do efluente de lagoas facultativas.

## Ensaio preliminares

Inicialmente, realizou-se uma série de ensaios no laboratório com o objetivo de estabelecer alguns parâmetros básicos para operação do sistema-piloto. Dentre esses parâmetros foram levantados: produtividade em função de diferentes tempos de detenção, eficiência da remoção de algas (*Chlorella* sp), estabilidade de produtividade, competitividade com outros organismos aquáticos etc.

Os resultados desses ensaios mostraram que, embora *Brachionus* sp tenha apresentado excelente crescimento e capacidade de remoção de algas, não foi possível obter estabilidade de produtividade. Após aproximadamente 15 dias de alto nível de produtividade, ocorreu sempre sensível queda da população em vários ensaios realizados. Esta instabilidade de reprodução foi interpretada como consequência da natureza do ciclo biológico próprio de *Brachionus* sp ou da competição com os outros tipos de organismos aquáticos existentes nos esgotos.

Por outro lado, microcrustáceos (*Daphnia* sp) testados nas mesmas con-

(1) Limnologista da Superintendência de Pesquisas de Águas e Resíduos/Diretoria de Pesquisa/Cetesb

(2) Biologistas da Superintendência de Pesquisas de Águas e Resíduos/Diretoria de Pesquisa/Cetesb

dições dos organismos referidos, apresentaram melhor perspectiva, não só do ponto de vista de capacidade purificadora como também da estabilidade da produtividade. A densidade populacional desse microcrustáceo conseguiu ser mantida em torno de 18 org/ml durante quase 50 dias. O tempo de detenção correspondente a cinco dias indicou maior produtividade de zooplâncton e melhor eficiência para remoção de algas.

Em função dos resultados obtidos foram desenvolvidos experimentos do sistema policultura, em escala semipiloto e, em seguida, em escala-piloto, utilizando-se microcrustáceos como principais constituintes biológicos no reator de zooplâncton.

## Experimento em escala-piloto

O fluxograma da unidade experimental em semipiloto é indicado na figura 1, abaixo.

Foram utilizadas três caixas Brasilit de 500 l, 100 l e 50 l, respectivamente, para reator de algas, reator de zooplâncton I e reator complementar de zooplâncton II. O esgoto tratado primariamente na ETE-Pinheiros da Sabesp passa inicialmente pela caixa de distribuição instalada no galpão experimental, sendo introduzido, através de bombas peristálticas, no reator de algas e, em seguida, no reator de zooplâncton I e deste para o de zooplâncton II; a ligação entre esses dois últimos reatores foi feita através do desnível.

Tendo em vista a insuficiência da iluminação no interior do galpão experimental, foram instaladas quatro lâmpadas fluorescentes de 40 W cada sobre o reator de algas para manter luminosidade de 5 klux na superfície do meio de cultura. Além desse dispositivo, foi mantida uma lenta circulação de massa líquida do reator de algas através de borbulhamento de ar, tentando simular o comportamento hidráulico que ocorre naturalmente no sistema de lagoas de estabilização.

Os volumes líquidos desses reatores foram mantidos em 200 l, 80 l e

40 l e os tempos de detenção de cinco, quatro e dois dias, respectivamente. No início da operação, completou-se 50% do volume operacional do primeiro reator com uma cultura de *Chlorella* sp. contendo  $10^7$  org/ml e 50% com esgoto proveniente da ETE-Pinheiros. Da mesma maneira, o reator de zooplâncton I recebeu 50% do volume líquido com uma cultura de *Daphnia* com uma população de 10 org/ml, introduzindo-se lentamente o efluente do reator de algas. Foram necessários cerca de cinco dias para alcançar o nível d'água previsto para o reator de zooplâncton. O reator de zooplâncton II iniciou a operação vazio.

As coletas de amostras para análises químicas e biológicas foram iniciadas após cerca de 30 dias do início do funcionamento normal do sistema experimental. O período de estudo foi de março a outubro de 1984.

## Experimento em escala-piloto

O experimento em escala-piloto foi realizado na ETE-Cambuí, pertencente à Sanasa, Prefeitura de Campinas.

Dentre os vários tanques de alvaria existentes nesta estação, três foram adaptados para servirem de reator anaeróbico, de algas e zooplâncton, operados em série.

No primeiro tanque destinado ao processo anaeróbico foi mantido o volume de  $37 \text{ m}^3$  (4,2 m de largura x 4 m de comprimento x 2,2 m de profundidade); no tanque de algas, foi mantido o volume de  $70 \text{ m}^3$  (4,2 m de largura x 13 m de comprimento x 1,3 m de profundidade) e no de zooplâncton, o volume de  $34 \text{ m}^3$  (4,2 m de largura x 8,2 m de comprimento x 1 m de profundidade).

Foi introduzida no sistema experimental uma parte do esgoto predominantemente doméstico que chega à estação de tratamento, após gradeamento. A vazão afluente do sistema foi controlada pelo vertedouro instalado na entrada do primeiro reator.

As culturas iniciais de algas (cultura mista de *Chlorella* sp e *Scene-*

*dosmus* sp) e de zooplâncton (*Cladocera* e *Copepoda*) utilizados nos reatores, foram obtidas, utilizando-se a técnica de "aumento gradativo de escala"<sup>1</sup>.

Foram preparados em laboratório 500 l de cultura de algas e mesma quantidade de zooplâncton, que serviram de inóculos nos reatores de algas e zooplâncton, respectivamente. Os microcrustáceos (*Clacera* e *Copepoda*) utilizados para obtenção da cultura inicial foram trazidos, originariamente, dos tanques de piscicultura de propriedade do Sr. Sainem, de Mogi das Cruzes.

Foram, adotados, para a primeira etapa do experimento, os tempos de detenção de três dias, sete dias e quatro dias, respectivamente, para o reator de anaerobiose, de algas e de zooplâncton.

Todas as coletas de amostras foram efetuadas em regime de 24 h, formando 12 amostras compostas para efluentes de cada reator biológico.

O levantamento de parâmetros operacionais foi iniciado a partir de novembro de 1984.

## Resultados obtidos

### Escala semipiloto

Na tabela 1, resumem-se os principais resultados obtidos num dos ensaios realizados nos meses de maio a junho/84.

Houve redução, em média, de 77% da DBO no reator de algas e 59% e 44%, respectivamente, no reator de zooplâncton I e II. A eficiência total, incluindo os dois reatores, esteve em torno de 95%.

Observou-se, também, o nível satisfatório da eficiência da remoção de coliformes fecais. Nos reatores de algas e zooplâncton I e II houve um decréscimo da densidade da ordem de  $10^3/100 \text{ ml}$  em termos N.M.P., atingindo uma eficiência total de 99,9%.

Com relação à remoção de algas, ocorreu, só no reator de zooplâncton I, a redução média de  $2,10^8$  org/ml para  $8,10^3$  org/ml, o que corresponde a 99,99% de eficiência. No efluente de zooplâncton II, obteve-se a concentração da ordem de  $10^3$  org/ml.

A população de microcrustáceos no reator zooplâncton foi mantida em cerca de 15 org/ml durante o experimento. Com base no peso seco, essa população equivale a 0,02 mg/ml, segundo estimativa feita pela determinação de sólidos em suspensão.

Graças à eliminação de pequenas partículas em suspensão pela ação predatória de microcrustáceos, o efluente do reator zooplânctônico apresentou-se bastante clarificado.

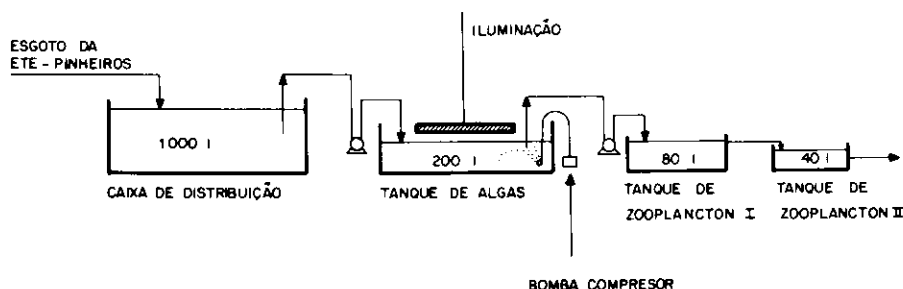


Figura 1 — Fluxograma do sistema semipiloto de algas-zooplâncton

**Tabela 1 — Resultados de análises de alguns parâmetros operacionais obtidos no experimento em escala semipiloto**

RETORES PARÂMETROS	AFLUENTE	EFLUENTE	EFLUENTE	EFLUENTE	EFICIÊN- CIA TOTAL (%)
	REATOR ALGAS	REATOR ALGAS	REATOR ZOOPL. I	REATOR ZOOPL. II	
Temperatura (°C)	19,5				
DBO (mg/l)	125	29	12	7	94
Colif. Fecal (NMP/100 ml)	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	99,9
Conc. Algas (org./ml)	-	2x10 <sup>8</sup>	8x10 <sup>3</sup>	-	99,99
Conc. Zoopl. (org./ml) (mg./ml)	-	-	15	-	-
	-	-	0,02	-	-

É importante registrar que, após aproximadamente 50 dias do início da operação experimental, verificou-se o desenvolvimento de *Brachionus* sp no reator de algas e, em curto espaço de tempo, a produção algácea foi quase totalmente eliminada, afetando, ainda, o processo produtivo de microcrustáceos no reator de zooplâncton. O esgoto proveniente da ETE-Pinheiros utilizado no presente experimento foi identificado como sendo a fonte de contaminação por *Brachionus* sp. Tais problemas de contaminação interferiram nos demais experimentos realizados posteriormente, impossibilitando o levantamento de parâmetros durante um longo período da operação destinada a avaliar a tratabilidade do sistema com maior detalhe, principalmente em relação ao balanço de nutrientes e vários aspectos operacionais.

#### Escala-piloto

Apresentam-se nas tabelas 2 e 3 os resultados obtidos nos experimentos realizados em dois períodos diferentes, ou seja, nos meses de novembro e dezembro de 1984 e março e abril de 1985.

Em ambos os experimentos, foram mantidos os tempos de detenção de três, sete e quatro dias, respectivamente, nos tanques anaeróbios, de algas e de zooplâncton. No primeiro período do experimento, a redução da DBO foi de 90% e da DQO de 81% a 95%, obtendo-se as concentrações de efluentes desses parâmetros nas faixas de 11 a 12 mg/l e 36 a 77 mg/l, respectivamente.

Com relação aos nutrientes, o maior nível da redução foi alcançado com o

fósforo que superou os compostos nitrogenados. A eficiência de remoção de fósforo total variou na faixa de 46% a 74%, enquanto que a de nitrogênio total foi de 38% a 45% em todo o sistema experimental. Observou-se uma maior taxa de redução de fósforo no tanque de zooplâncton do que no tanque de algas. A concentração mais baixa desse parâmetro determinada no efluente final foi de 1 mg/l e

de nitrogênio total na ordem de 30 mg/l.

Devido às baixas concentrações de oxigênio dissolvido que se apresentaram praticamente nulas no tanque de algas e de 0.5 a 1.5 mg/l no tanque de zooplâncton, os teores de NO<sub>2</sub> e NO<sub>3</sub> foram bastante baixos.

Logo após a coleta de amostras realizada no mês de dezembro de 1984 verificou-se a formação de uma película constituída por protozoários flagelados, na superfície tanto no tanque de algas como no de zooplâncton. Essa película interferiu negativamente no funcionamento normal do sistema, impedindo a penetração de luz e a troca de gases, o que contribuiu para o desenvolvimento de condições anaeróbias nos tanques de algas e zooplâncton. Com o desaparecimento do oxigênio, observou-se uma rápida diminuição da população de microcrustáceos. Apesar de terem sido efetuadas várias tentativas de eliminação, tal película biológica permanecia, ainda, no início de janeiro de 1985. Por esse motivo, resolveu-se efetuar uma limpeza total dos tanques de algas e zooplâncton para iniciar novamente a operação experimental.

**Tabela 2 — Resultados de análises de alguns parâmetros operacionais obtidos no sistema-piloto experimental da ETE-Cambuí — Primeiro período (mg/l)**

DATA DE COLETA PARÂMETROS	29-30/11/84						
	DBO	DQO	POSF. TOTAL	N KJELD.	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
Esgoto Bruto	132	407	4,02	60,4	32,6	0	0
Efluente Tanque Anaer. Eficiência (%)	98 26	314 23	3,97 2	49,5 18	29,0 11	< 0,02 -	< 0,02 -
Efl. Tanque Algas Eficiência (%)	30 77	191 53	3,6 10	36,4 40	16,2 50	< 0,02 -	< 0,02 -
Efl. Tanque Zooplâncton Eficiência (%)	12 91	77 81	2,16 46	37,5 38	17,0 40	< 0,02 -	< 0,04 -
T°C	22,3						

DATA DE COLETA PARÂMETROS	5-6/12/84						
	DBO	DQO	POSF. TOTAL	N KJELD.	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
Esgoto Bruto	127	676	4,00	54	26,4	0	0
Efl. Tanque Anaeróbio Eficiência (%)	107 16	267 61	3,93 2	43 20	28,5 -	< 0,01 -	0,15 -
Efl. Tanque Algas Eficiência (%)	17 87	143 79	2,85 29	35 35	16,0 39	< 0,01 -	0,13 -
Efluente Tanque Zoopl. Eficiência (%)	11 91	36 95	1,03 74	30 45	14,3 46	0,03 -	0,16 -
T°C	22,5						

O segundo período de operação atingiu seu funcionamento normal na segunda quinzena de fevereiro. Os resultados do levantamento realizado nos meses de março e abril de 1985 estão inseridos na Tabela 3.

Os parâmetros de DBO, e de nutrientes (P e N) demonstraram comportamentos semelhantes aos registrados no primeiro período do ensaio. Apresenta-se na figura 1 a evolução da população de microcrustáceos no tanque de zooplâncton registrada no período de março e abril.

A partir do final de fevereiro até meados de março, a população de zooplâncton manteve-se na faixa de  $10^2$  a  $5 \times 10^3$  org/l, ocorrendo uma queda no final desse mês. Houve a recuperação da população desses organismos no início de abril, seguida de nova redução após esse período. De acordo com o levantamento da qualidade das águas do sistema experimental, a ausência de oxigênio nos tanques de algas e microcrustáceos foi apresentada como principal causa da depressão da densidade zooplanctônica.

Com relação à produtividade de zooplâncton em massa, as populações observadas no início do mês de março referido corresponderam a, aproximadamente, 130 a 650 mg/l ou 130 a 650 g/m<sup>3</sup>.

Tabela 3 — Resultados de análises de alguns parâmetros operacionais obtidos no sistema-piloto experimental da ETE-Cambuí — Segundo período (mg/l)

DATA	27-28/03/85						
PARÂMETROS	DBO	DQO	FOSF. TOTAL	N KJELD.	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
Esgoto Bruto	190	350	5,08	32,0	24,0	0,0	0,0
Efl. Tanque Anaeróbio	76	210	4,97	33,5	25,3	0,0	0,0
Eficiência (%)	60	40	2	-	-	0,0	0,0
Efl. Tanque Algas	27	144	4,10	26,5	13,5	0,01	0,2
Eficiência (%)	86	59	19	18	44	-	-
Efl. tanque Zooplânc.	20	105	2,14	13,5	0,01	0,08	0,18
Eficiência (%)	90	70	68	68	71	-	-
T°C	24,8						

DATA	10-11/04/85						
PARÂMETROS	DBO	DQO	FÓSF. TOTAL	N KJELD.	NH <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>
Esgoto Bruto	204	405	5,56	33,3	17,8	0,0	0,0
Efl. Tanque Anaeróbio	116	265	6,78	32,5	21,0	-	-
Eficiência (%)	43	35	-	2	-	-	-
Efl. Tanque Algas	48	175	4,85	29,0	18,0	-	-
Eficiência (%)	76	57	13	13	-	-	-
Efl. Tanque Zooplânc.	26	130	3,16	21,3	13,0	-	-
Eficiência (%)	86	68	43	36	27,0	-	-
T°C	23,4						

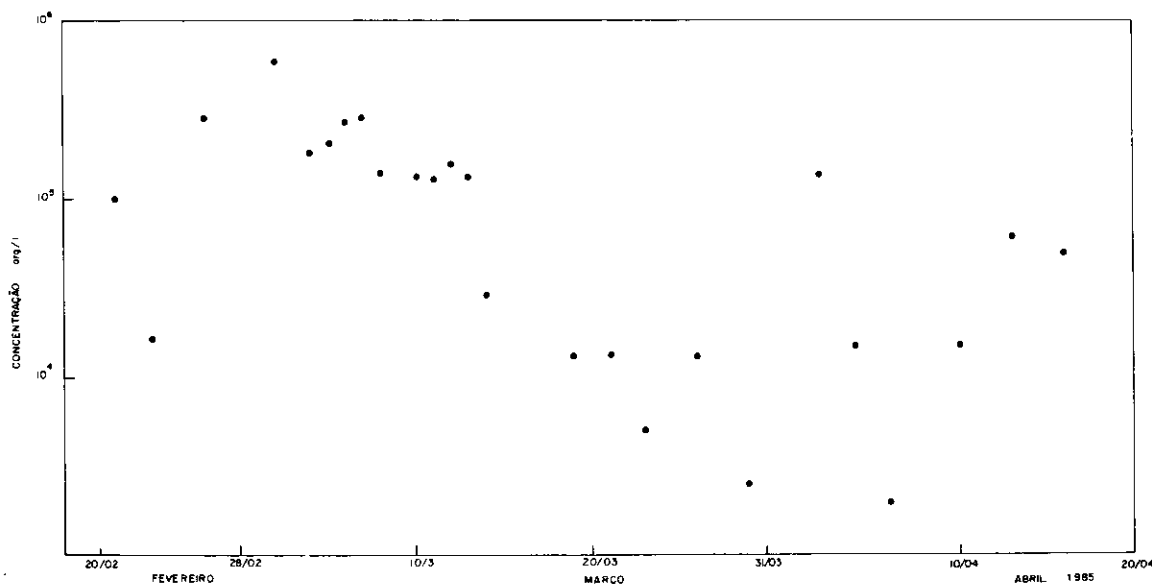


Gráfico 1 — Variação de concentração de microcrustáceos observada no sistema policultura. ETE-Cambuí, Campinas

## Interpretação e discussão

O nível da proliferação de microcrustáceos no sistema policultura depende, quase que unicamente, das condições de funcionamento do sistema algáceo.

A abundante produção de algas unicelulares e conseqüente ação fotossintética intensa da lagoa de algas mantém um elevado teor de oxigênio dissolvido na água, o qual permite uma

acelerada atividade enzimática bacteriana para decomposição de matéria orgânica.

O efluente do sistema algáceo em funcionamento em tais condições apresentará elevada concentração de OD e com farto alimento (algas unicelulares) para o zooplâncton. Ao mesmo tempo, muitos nutrientes mineralizados, principalmente os de fósforo, podem ser absorvidos pela ação metabólica de algas<sup>(1)</sup>, podendo ser integra-

dos, posteriormente, aos organismos zooplanctônicos, de acordo com a cadeia alimentar.

No presente estudo, tanto em escala semipiloto como em escala-piloto, não foi possível manter tais condições desejáveis por longo período, por ter interferido, principalmente, a contaminação por Rotíferos (*Brachionus* sp), no primeiro caso e pela baixa produtividade de oxigênio, no segundo caso.

Como foi referido no item anterior,

ocorreram com certa frequência no tanque de algas intensas proliferações de Rotíferos provenientes dos esgotos da ETE - Pinheiros. Uma das soluções consideradas mais viáveis para minimização de tais problemas foi a manutenção de condições anaeróbias do esgoto durante alguns dias antes de introduzi-lo no reator de algas, destruindo, assim, grande parte de Rotíferos, os quais não conseguem sobreviver por muito tempo na ausência de oxigênio.

De fato, no experimento-piloto realizado na ETE - Cambuí não se verificou nenhuma vez, durante os seis meses, evidência de contaminação por esses organismos no tanque de algas.

Com relação à baixa concentração de oxigênio nos tanques-piloto de algas e de zooplâncton, sua causa principal foi atribuída às estruturas construtivas do sistema experimental. Tanto o tanque de algas como o de zooplâncton apresentam-se com área muito pequena em relação à profundidade da água, além de possuírem paredes laterais muito altas (um metro de altura entre a superfície d'água e a borda do tanque), impedindo, desta maneira, a ação dos ventos no interior dos tanques.

Nessas condições, a ação do vento que promove a circulação da massa líquida no sistema é praticamente impedida, mantendo-se um estado de estagnação das águas, resultando, consequentemente, baixa eficiência na produtividade de oxigênio pelas algas e pequena introdução deste gás na massa líquida através da reaeração.

É desejável realizar experiências num sistema com dimensões maiores que não apresente tais fatores negativos na operação experimental.

Embora ainda não tenham sido obtidos resultados suficientes para interpretações seguras, parece-nos razoável adotar uma eficiência de 90% para remoção de DBO e 50% para fósforo total, com as condições operacionais referidas (14 dias de tempo de detenção) do sistema policultura.

Essa tratabilidade poderia ter sido melhorada caso o sistema apresentasse condições hidráulicas mais adequadas.

No experimento semipiloto, a concentração de microcrustáceos foi mantida em torno de  $15 \times 10^9$ /l (ou 20 mg/l em peso seco) durante a operação normal e houve remoção diária de cerca de  $2,4 \times 10^9$  org. de algas unicelulares/l (ou 24 mg/l em peso seco).

Segundo Kimoto e Nakatani<sup>2</sup>, a concentração máxima de Daphnias produzível no ambiente aquático é da ordem de  $30 \times 10^3$  org/l (ou seja, 81 mg/l em peso seco), os quais filtram cerca de

150 l de água por dia e consomem 150 mg de algas unicelulares.

Comparados com essas informações, os resultados obtidos no experimento semipiloto mostraram que a quantidade de algas consumidas pelas Daphnias é bastante limitada. Provavelmente, as bactérias e outras partículas de origem orgânica, provenientes dos esgotos, poderiam ter contribuído significativamente na alimentação de microcrustáceos. De fato, o afluente do reator zooplancônico semipiloto apresentou-se bastante clarificado.

A produção de zooplâncton no sistema-piloto da ETE - Cambuí oscilou na faixa de  $10^5$  a  $5 \times 10^9$  org/l durante a primeira quinzena de março/85. Baseando-se nessa população e pelas vazões e tempo de detenção aplicados no tanque de zooplâncton, estima-se que a produção total diária de microcrustáceos do sistema experimental é da ordem de  $10^9$  org. ou 2.500 g. Em termos de contribuição por habitante por dia, a sua produtividade gira em torno de 40 g. Assim, para uma cidade com população de 100 mil habitantes, a produção diária de microcrustáceos chegaria, teoricamente, a 4 t.

É importante salientar que essa produtividade foi obtida em curto espaço de tempo e funcionamento do sistema piloto, necessitando, sem dúvida, de parâmetros operacionais que possam assegurar a produtividade zooplancônica de forma constante.

Microcrustáceos, assim como outros componentes do zooplâncton, são qualificados como uma das rações mais completas para animais, principalmente para peixes.

A seguir, apresenta-se a composição de aminoácidos de microcrustáceos produzidos no sistema piloto da ETE-Cambuí (Tabela 4).

**Tabela 4 — Teor de aminoácidos de zooplâncton produzido no sistema policultura**

PARÂMETROS	%
Proteína	52,6
Alanina	3,72
Arginina	2,90
Aspártico	4,73
Fenilalanina	2,27
Glicina	2,45
Glutâmico	7,00
Isoleucina	2,50
Leucina	4,51
Lisina	3,52
Metionina	1,30
Prolina	2,51
Serina	2,02
Treonina	2,55
Triptofano	0,68
Valina	3,36

Esse resultado de análises mostra elevado teor de alguns aminoácidos essenciais tais como: valina, arginina, leucina, lisina, significando excelente qualidade como fonte protéica.

O estudo-piloto do presente projeto deverá prosseguir na ETE-Cambuí ou em outro local que ofereça condições experimentais mais adequadas. Nesse estágio, deverão ser investigados não só os problemas operacionais do sistema, mas também os processos de separação e secagem de microcrustáceos, associados aos aspectos econômicos a fim de possibilitar a obtenção de parâmetros de projeto para implantação prática do sistema policultura.

## Conclusão

Os resultados de experimentos em escala semipiloto e piloto obtidos até o presente momento mostraram boas perspectivas de utilização do sistema de policultura (algas e zooplâncton), tendo em vista a tratabilidade dos esgotos e aproveitamento de microcrustáceos como fonte protéica.

Porém, há necessidade de se efetuar o levantamento de parâmetros operacionais durante um período mais prolongado, acompanhados de estudos econômicos para implantação prática desse sistema de tratamento.

## Bibliografia

- 1 — Kawai, H., Grieco, V. M.; Jureidini, P. A study of the Treatability of Pollutants in High Rate Photosynthetic Ponds and The Utilization of the Protein Potential of Algae Which proliferate in the Ponds. Environment Technology Letters, vol. 5, p.p. 505-576. 1984.
- 2 — Kimoto, N. and Nakatani, S., Studies on the Method of Mass Culture of Cladocerans — On several Factors Influential in Mass Culture of Cladocerans. Journal of Agricultural Laboratory n.º 7. 1966.
- 3 — Sladeczek, V., 1979. Continental Systems for the Assessment of River Water Quality International Symposium on Biological Indicators of Water Quality. Newcastle upon Tyne, Sep. 1975. 31 p.
- 4 — Loedolf C. J., The Influence of Cladocera in the Oxidation Ponds. Advance in Water Pollution Research. Proceeding of the Second International Conference. Tokyo, 1964.
- 5 — Kawasaki, L. Y., Silva R. T., YU, D. P. Gordman, M. S. and Chapman, D. J. Aquacultural approaches to recycling of dissolved nutrients in secondary treated domestic wastewaters. I. Nutrient uptake and release by artificial food chains. Water Research, Vol. 16, n.º 1, 1982.