

ENSAIOS COM VEGETAÇÃO AQUÁTICA — ASPECTOS SANITÁRIOS E ECOLÓGICOS

ARISTIDES ALMEIDA ROCHA**

I — INTRODUÇÃO

A vegetação aquática apresenta vários gêneros e espécies que caracterizam diferentes tipos de substrato.

Podem ser encontradas plantas emergentes, com certas partes crescendo sobre a superfície de água; flexíveis com folhas flácidas, formando tapetes no fundo; flutuantes total ou parcialmente; e submersas nas quais as partes vegetativas crescem predominantemente debaixo da superfície líquida.

A presença desses vegetais em grandes concentrações na água, além da influência na vida de determinados animais, pode trazer não só implicações relacionadas com a qualidade sanitária da água e saúde públicas, mas também originar transtornos à atividade humana como recreação, navegação etc.

Em geral, as plantas aquáticas têm maior ou menor importância para certos animais, propiciando o desenvolvimento e a dispersão das espécies. Determinados mosquitos e besouros, por exemplo, retiram o oxigênio do talo de certas plantas, como o aguapé, sobrevivendo em ambientes onde esse gás é escasso.

Várias plantas aquáticas e semi-aquáticas tais como: *Eichhornia* (aguapé), *Hydromystrlia*, *Nimphaea*, *Salvinia*, *Potamogeton*, *Cyprus*, *Riccia*, *Pistia*, *Ricciocarpus* e outras, podem servir de substrato e habitat de pequenos animais.

Nos aglomerados mais espessos são às vezes encontrados ninhos de roedores e aves

como patos, frangos d'água, garças e outros. (1)

Muitos peixes como certas espécies de carpas abrigam seus ovos em meio a essa vegetação. Há alguns tipos de cascudo (**Plecostomo**) que vivem presos às raízes de aguapé como já tivemos oportunidade de constatar no rio Piracicaba-Mirim, em Piracicaba. Várias espécies de tilápias alimentam-se dessa vegetação aquática. (2)

Experiências do Laboratório Sarcológico da Secretaria do Abastecimento da Prefeitura de São Paulo, parecem indicar a possibilidade da utilização do aguapé na produção de leveduras ou no fabrico de rações animais. (3)

a) Objetivos

Tendo em vista estudos de simulação matemática que estão sendo realizados pela CETESB, no rio Paraíba, e que procura conhecer e manter uma taxa de oxigênio dissolvido em nível compatível com os usos preponderantes da água, no presente trabalho foram feitos ensaios de laboratório e observações de campo, para verificar a influência das grandes concentrações de vegetais, principalmente *Eichhornia* (aguapé), no teor de oxigênio dissolvido no corpo d'água.

b) Problemas causados pelos vegetais aquáticos.

Ao abrigar caramujos planorbídeos, possíveis hospedeiros do verme *Schistosoma*, como tem ocorrido na represa de Americana, São Paulo, a vegetação aquática constitui grave problema sanitário. (4)

Estudos relativos a malária evidenciam que certos mosquitos anofelíneos apresentam maior taxa de postura de ovos e menor mortalidade

* Biologista da CETESB e Docente da Faculdade de Saúde Pública da USP.

larval, quando a vegetação aquática é mais desenvolvida. (5)

Certas plantas aquáticas, não obstante, podem influir na diminuição de mosquitos impedindo a respiração das larvas ou funcionando como armadilhas capturando formas jovens. Outras têm ação tóxica como é o caso de certas algas do gênero **Chara**.

Há que se ressaltar, também, outros aspectos de influência negativa para a atividade do homem.

Assim, podem ser mencionados a maior perda de água no corpo hídrico, devida a transpiração de grandes massas vegetais, o entupimento de bombas de recalque, grades e turbinas em instalações de tratamento de água, ou de usinas hidrelétricas, e a dificuldade para navegação como ocorreu no rio Atibaia e em um dos braços da represa do Guarapiranga. (7 e 8)

A vegetação aquática pode também provocar alterações nos teores de nitrogênio e fósforo na água. De acordo com certos autores cada 1.000 kg de N associados a 100 kg de P, possibilitam na água a proliferação de 200.000 kg de matéria plantônica (peso seco).

A decomposição de 1.000 kg de matéria orgânica vegetal fornece 1,459 kg de nitrogênio e 0,203 kg de fósforo. (9)

Recentemente foi verificado que o aguapé apresenta baixos teores de nitrogênio. (10)

1) Influência da vegetação aquática no teor de oxigênio dissolvido na água.

Quando a vegetação superior é submersa, as partes verdes das plantas, ao fazer fotossíntese, liberam o oxigênio na massa líquida. No entanto, essa quantidade de oxigênio, em geral, não é suficiente para compensar a demanda provocada pelas grandes massas orgânicas que se decompõem.

Nos casos de vegetação emergente, o problema é ainda mais grave, pois o oxigênio proveniente da produção fotossintética é totalmente liberado na atmosfera.

Experiências para verificar a quantidade de material orgânico sedimentado no fundo, devido a grandes concentrações de aguapé, estão sendo realizadas no Instituto de Piscicultura de Buga, na Colômbia. (1)

Essa matéria orgânica ao se decompor no fundo aumenta a DBO, originando subprodutos que causam cor e turbidez na água.

Havendo decomposição anaeróbia, há a produção de maus odores.

Experiências demonstraram que 1.000 kg de relva podem consumir 120 kg de oxigênio dissolvido na água e que igual quantidade de

árvores e arbustos consomem 60 kg de oxigênio. Por grama de folha em 30 dias há um consumo de 119,5 mg de oxigênio. (9)

Filamentos de bactérias **Sphaerotilus** podem consumir mais de 7 gramas de oxigênio por m² por dia.

No lago Kariba 1967, a decomposição de **Salvinia** causou um aumento de 25% na desoxigenação ao diminuir a reação de fotossíntese e impedir a reeração atmosférica. (2)

II — MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido através de observações de campo, ensaios e análises de laboratório.

a) Seleção dos locais de amostragem

O rio Paraíba foi escolhido à vista da necessidade do conhecimento prático de dados, em função dos estudos de simulação já mencionados.

Percorrendo alguns trechos do rio, entre Santa Branca e São José dos Campos, foram determinadas duas regiões onde eram maiores as concentrações de vegetais aquáticos, predominantemente de **Eichhornia** (aguapé) entremeados com escassos exemplares de **Salvinia** sp, uma planta de menor biomassa.

O primeiro local amostrado situa-se imediatamente a montante da ponte da Rodovia São José dos Campos—Campos do Jordão. A segunda região escolhida localizou-se a jusante da cidade de Jacareí, após a Rodovia Presidente Dutra, no Porto de Areia Garboci.

Como já foi mencionado, esses locais foram selecionados, primeiramente, por apresentarem acentuada concentração de aguapés e, secundariamente, por diferirem no porte (biomassa) de cada vegetal, dando assim, essa diversidade, uma maior representatividade às amostragens.

b) Métodos de análise e equipamentos

1) No campo

Para a contagem do número de aguapés por m², foi previamente construído um quadrado de madeira compensada de 1 metro de lado e cerca de 20 cm de altura, que "encaixado" na vegetação permanecia na água como uma cortina flutuante.

De dentro desse quadrado, manualmente, eram retirados todos os vegetais e acondicionados em sacos plásticos comuns.

Logo a seguir, procedia-se a pesagem em balança previamente instalada na margem. Nessa operação os vegetais praticamente conti-

nham toda a água "aderida" às raízes e outras partes, como folhas e talo.

2) No laboratório

Trazidos ao laboratório, os vegetais, após ter sido escorrida toda a água, eram pesados novamente em balança Mettler. Alguns desses foram posteriormente secos em mufla (2 horas, 600°C), estufa (24 horas, 40°C) e outros em temperatura ambiente durante 8 dias.

Para verificação da Demanda Bioquímica de Oxigênio, produzida pela massa vegetal, foi adaptado o método utilizado para determinar a demanda bentônica de oxigênio no estuário do rio Tâmis, Inglaterra. (11)

O método consiste em colocar o material a ser estabilizado no fundo de um frasco de vidro (20 litros), fazendo com que a água saturada de oxigênio e com vazão conhecida percorra o recipiente. O oxigênio dissolvido na água é medido diariamente à entrada e saída, obtendo-se por diferença o valor do oxigênio consumido.

Na presente experiência, as plantas (cerca de 13 exemplares de aguapé com folhas, caule e raízes) foram amassadas e colocadas no frasco. Para que se mantivessem no fundo, colocou-se também alguns seixos rolados sobre a massa orgânica formada.

Para evitar que as partes verdes contendo clorofila recebessem luz e viessem ainda realizar fotossíntese (com conseqüente produção de oxigênio alterando os resultados) o vidro foi envolto com um pano preto. Junto ao bocal e aos tubos de vidro que nele penetravam, a vedação foi feita com papel de alumínio.

O tempo da experiência foi de 42 dias, o suficiente para que houvesse uma relativa estabilização do material empregado no teste.

Como a água permanecesse bastante turva nos 5 primeiros dias após a montagem do aparelho, as determinações de OD só foram iniciadas depois desse período quando o material já estava assentado.

III — APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

a) Número de aguapés por m² e peso

Os dados estão inseridos nas tabelas 1 e 2 a seguir.

No laboratório, após escorrer toda a água, 27 aguapés apenas úmidos foram pesados, separadamente, obtendo-se os resultados expressos em gramas na tabela n.º 1.

Verificou-se, ainda, que após a secagem em mufla (2 horas, 600°C) exemplares de 150 g atingiam 5,0 g; em estufa (24 horas, 40°C)

148,6 g para 101,0 g e na secagem à temperatura ambiente (8 dias) de 150 g para 5,0 g.

Com base nos vários resultados obtidos (tabela n.º 2), foram estimados os dados médios encontrados no rio Paraíba.

b) Consumo de oxigênio devido a decomposição da massa vegetal (*Eichhornia* sp)

Na tabela n.º 3 são inseridos os dados para cálculo da Demanda Bioquímica de Oxigênio causada pela massa orgânica vegetal.

Na experiência foram utilizados 13 aguapés, pesando no total 2,629 kg (peso médio por pé 202,23 g) consumindo em média por dia 1,95 kg de oxigênio dissolvido por metro quadrado, durante 42 dias de experiência.

IV — DISCUSSÃO

A demanda de oxigênio provocada pelas massas vegetais é de difícil quantificação.

Pode ser admitido que as plantas flutuantes como o aguapé (com partes verdes acima da superfície da água) ao morrerem, sendo sedimentadas no fundo, irão causar uma demanda adicional de oxigênio do tipo da demanda bentônica de oxigênio, onde parte do material orgânico do fundo é solubilizado por ação bacteriana, voltando à massa d'água, onde sofrerá DBO.

Na experiência de laboratório, foi determinado que 2,629 kg de aguapé causam um consumo de oxigênio de 1,95 kg de oxigênio por dia e por m². Portanto, 1 kg de aguapé é possível de consumir por dia 0,74 kg de oxigênio.

TABELA N.º 1 — PESO EM GRAMAS POR AGUAPÉ (*EICHHORNIA*) NO RIO PARAIBA.

N.º da pesagem	Biomassa (peso em gramas)	N.º da pesagem	Biomassa (peso em gramas)
1	164	15	135
2	146	16	109
3	166	17	110
4	161	18	195
5	176	19	092
6	186	20	220
7	212	21	151
8	456	22	202
9	118	23	253
10	156	24	113
11	305	25	386
12	328	26	322
13	055	27	345
14	086	—	—

MÉDIA ARITMÉTICA 198 GRAMAS POR AGUAPÉ.

VEGETAÇÃO AQUÁTICA

TABELA N.º 2 — PESO E NÚMERO DE AGUAPÉS (*EICHHORNIA* sp) POR METRO QUADRADO. RIO PARAIBA — 1974.

Data		Local da coleta	Número de aguapés por m ²	Peso dos vegetais contendo toda água. kg/m ²	Peso dos vegetais calculado após escorrer toda água. Biomassa em kg/m ² *
Dia	Mês				
12	8	Rio Paraíba margem direita Montante ponte Rod. S. J. Campos a Campos do Jordão.	77	32,95	15
12	8	Idem	91	34,10	18
12	8	Margem esquerda — Idem	110	34,90	21
3	9	Rio Paraíba margem direita Jacarei-Porto de Areia Garboci.	151	39,00	29
3		Idem	137	37,25	27
3	9	Idem	143	41,80	28
MÉDIA ARITMÉTICA			118	37,00	23

Cálculo efetuado adotando como biomassa média 198 gramas/pé e considerando indistintamente aguapés de porte pequeno, médio e grande. (Ver tabela n.º 1).

TABELA N.º 3 — DADOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO CAUSADA PELA MASSA ORGÂNICA VEGETAL.

Data	Tempo de detenção (dia)	Vazão l/dia	Entrada	OD mg/l O ₂ Saída	Diferença	Consumo de O ₂ kg/m ² /dia
09/09	0,277	72,00	7,8	0,0	7,8	2,36
11/09	0,277	72,00	8,2	3,2	5,0	1,55
12/09	0,277	72,00	8,0	1,8	6,2	1,88
13/09	0,277	72,00	7,8	0,6	7,2	2,18
16/09	0,277	72,00	8,2	1,2	7,0	2,12
17/09	0,277	72,00	7,8	0,8	7,0	2,12
18/09	0,277	72,00	7,6	1,4	6,2	1,88
19/09	0,277	72,00	6,8	0,0	6,8	2,06
20/09	0,555	36,00	7,2	0,8	6,4	1,94
23/09	0,555	36,00	7,2	4,4	2,8	0,85
24/09	0,555	36,00	8,6	4,0	4,6	1,40
25/09	0,555	36,00	8,2	4,0	4,2	1,28
26/09	0,277	72,00	7,6	1,8	5,8	1,76
27/09	0,277	72,00	7,6	2,0	5,6	1,70
30/09	0,578	34,56	7,4	1,2	6,2	1,88
01/10	0,578	34,56	7,6	0,0	7,6	2,31
02/10	0,578	34,56	7,8	1,4	6,4	1,94
03/10	0,555	36,00	7,4	0,0	7,4	2,25
04/10	0,555	36,00	7,4	0,0	7,4	2,25
07/10	0,694	28,80	7,2	0,0	7,2	1,19
08/10	0,694	28,80	7,4	0,2	7,2	2,19
09/10	0,694	28,80	7,4	0,0	7,4	2,25
10/10	0,694	28,80	7,2	0,0	7,2	2,19
11/10	0,555	36,00	6,8	0,0	6,8	1,07
15/10	1,388	14,40	7,0	0,0	7,0	2,13

MÉDIA ARITMÉTICA 1,95

kg de aguapé colocados na experiência 2.629 kg

Em média, foi encontrado um peso de 23 kg de aguapé por m². Assim, cada m² de rio ocupado por aguapé deve consumir, ao morrer, cerca de 17,0 kg de oxigênio por dia.

Admitindo esses valores, a estimativa do consumo de oxigênio, devido a esse tipo de vegetação, poderá ser feita de modo grosseiro calculando o número de metros quadrados ocupados pela massa vegetal e multiplicando por 17,0 kg.

Deve ser ressaltado, no entanto, que na natureza as condições ecológicas são extremamente variáveis o que de certo modo não ocorre nas simulações de laboratório.

Na experiência efetuada, os vegetais foram mortos e colocados em um recipiente protegido com pano preto, evitando com isso a possibilidade da realização de fotossíntese. No rio, entretanto, parte das folhas poderá permanecer viva durante algum tempo e receber luz. Esse período de sobrevivência irá depender de vários fatores ecológicos, inclusive da variação sazonal ao longo do ano.

Um estudo da relação entre a porcentagem de partes mortas e partes vivas demandaria pelo menos um ano de observações.

Por outro lado, seria difícil quantificar qual o exato volume (se total ou parcial) da vegetação aquática flutuante que morre e sedimenta no fundo.

Outros fatores a serem considerados são a profundidade, velocidade da correnteza, ventos, porcentagem de saturação de oxigênio, taxa de renovação do gás através da superfície e condições médias de temperatura.

Nos trechos do rio estudados a concentração média de oxigênio é da ordem de 6,6 mg/l. Assumindo como 8,0 mg/l a concentração de saturação o déficit de oxigênio é de 1,4 mg/l.

Nesse trecho, portanto, considerados os fatores mencionados, o consumo de oxigênio que poderá advir da decomposição da massa vegetal no fundo, pode ser bastante relevante no balanço do oxigênio dissolvido no rio.

V — CONCLUSÕES

— Considerando indistintamente aguapés de pequeno, médio e grande porte, em média são encontrados 118 pés por metro quadrado do rio.

— O peso (biomassa) por m² é de 37 kg com toda a água e de 23 kg apenas úmido, após escorrer o líquido. Cada aguapé pesa, em média, 198 g após escorrer toda a água (peso úmido). O peso seco por pé é de 5 g (mufia a 600°C e a temperatura ambiente, 8 dias) e 101 g (estufa, 24 horas, 40°C).

— Experimentalmente, verificou-se que a massa do aguapé, ao morrer e sedimentar, consome 17 kg de oxigênio dissolvido por metro quadrado de rio, diariamente.

— Do ponto de vista do balanço de oxigênio no corpo d'água, a presença de grandes massas de vegetação aquática superior, como resultante da intensificação dos ciclos biogeoquímicos (eutrofização) é inconveniente.

Mesmo aqueles vegetais que apresentam partes verdes submersas, em geral não liberam quantidades de oxigênio suficientes para contrabalançar a demanda bioquímica de oxigênio resultante da decomposição da massa orgânica.

VI — RECOMENDAÇÃO

A vista das considerações emitidas, é recomendável a eliminação da vegetação superior existente ao longo do rio, através dos métodos, convencionalmente adotados, quais sejam os compostos químicos ou arraste mecânico.

BIBLIOGRAFIA

1. ROCHA, A.A. — *Estudio Hidrobiológico. Cuenca del Alto Rio Cauca*. CALI, COLOMBIA. COL. 2105, OMS/OPS/CVC, dez. 1973 (mimeografado).
2. BEGG, G.W. — *Limnological Observations on Lake Kariba During 1967, With Emphasis on some Special Features*. *Limnol. Oceanogr.* 15(5): 776-788, 1970.
3. OYAKAMA, N. & ORLANDI, F. & VALENTE F.º, O. L. — *The use of Eichhornia Crassipes in the Production of Yeast, Foods and Forages*. Laboratório Sarcológico, Secr. do Abastecimento Prefeitura Municipal de São Paulo, Brasil, 1971.
4. ROCHA, A.A. & BRANCO, W.C. & KAWAI, H. — *Estudos efetuados na Represa de Americana e no trecho do Rio Atibaia a Montante do Reservatório*. FESB/CETESB/DAEE, Jan. 1972 (mimeografado).
5. FORATINI, O.P. — *Entomologia Médica*, Fac. Higiene Saúde Pública, USP. Vol. I, 1962.
6. CHOMCHALOW, N. & POGPANGAN, S. — *Aquatic Weeds in Thailand: Occurrence Problems and Existing and Proposed Control Measures in Regional Seminar on Moxicus Aquatic Vegetation in Tropics and sub-Tropics*. Abstracts. dez. 1973.
7. ROCHA, A.A. & BRANCO, W.C. & KAWAI, H. & FUKUDA, F. — *Estudo das Condições Sanitárias da Represa de Americana*, Rev. DAE (31) 79: 369-378, 1971.
8. ROCHA, A.A. — *Proliferação de Vegetais na Represa do Guarapiranga*. FESB/CETESB/COMASP. março 1970 (mimeografado).
9. BRANCO, S.M. — *Limpeza Prévia de Reservatórios de Acumulação. Estudo Conceitual*. Rev. DAE (31) 82: 38-47, 1971.
10. MATAI, S. — *Protein from Water Weeds*. *Indian Statistical Institute*. Calcuta, India, in Regional Seminar on Noxious Aquatic Vegetation in Tropic and sub-tropics. Abstracts, Nova Delhi, India, dez. 1973.
11. ENGLAND HER MAJ. ST. OFF. — *Effects of Pollution Discharges on the Thames Stuary*. Dept. Scit. Ind. Res. London, 609 p. 1964.