

II-036 - AS ALGAS E A PREVISÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL - REPRESA DO GUARAPIRANGA

Zuleika Beyruth⁽¹⁾

Bióloga pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP). Mestre em Ecologia (IB-USP). Doutora em Saúde Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP (HSA-FSP-USP). Pesquisador Científico V do Centro de Bacias Hidrográficas do Instituto de Pesca da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. Orientadora de Pós-Graduação pelo HSA/FSP/USP e pela Faculdade de Medicina USP (FE/FM/USP).



Endereço⁽¹⁾: Av. Plínio de França, 85 - Saco da Ribeira - Ilha Anchieta - Ubatuba - SP - CEP: 11680-000 - Brasil - Tel: (12) 974-9060 - e-mail: zbeyruth@uol.com.br

RESUMO

A maioria das ações destinadas a melhorar a qualidade da água fornecida aos usuários, pelas Companhias de Saneamento, são realizadas nas Estações de Tratamento de Água (ETA). Porém os problemas de qualidade da água que as ETAs devem resolver geralmente originam-se nos mananciais e em suas bacias de drenagem. Estudos que possam subsidiar ações eficientes de manejo dos mananciais são escassos em função da falta de conhecimento básico sobre sua dinâmica e da aparentemente intransponível dificuldade de desenvolver ações efetivas em toda a área de abrangência das bacias hidrográficas de interesse.

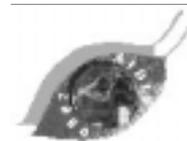
Este estudo foi desenvolvido na tentativa de preencher parte desta lacuna, através do conhecimento sobre a dinâmica da represa do Guarapiranga, a partir de dados físicos, químicos e biológicos (algas), utilizando-se indicadores da qualidade da água e de suas alterações. Os resultados obtidos mostraram que o conhecimento da dinâmica das comunidades de algas fornece subsídios importantes para o manejo.

PALAVRAS-CHAVE: Algas, Represa do Guarapiranga, Qualidade da Água, Indicadores Biológicos, Indicadores da Qualidade da Água, Manejo, Recuperação.

INTRODUÇÃO

A avaliação sanitária deve produzir o diagnóstico da saúde do ambiente, determinar os possíveis problemas e suas causas e prescrever o tratamento, para tentar manter ou recompor a estrutura física, química e biológica do ambiente (Rapport, 1992). Sua função é prover subsídios para ações de manejo e recuperação ambiental destinadas a beneficiar e proteger a qualidade de vida, de forma a garantir a integridade dos recursos naturais, bem como sua exploração sustentada. Tais avaliações passaram a ser objeto de exigência da legislação nos países em desenvolvimento, nos quais a limitação dos recursos financeiros, dos prazos para execução e a freqüente falta de conhecimento prévio sobre os ambientes, colocam em risco sua eficiência. O grau de eficiência é diretamente proporcional à qualidade das informações geradas e à sua capacidade de subsidiar ações de manejo que visam a diminuição dos custos financeiros e ambientais associados aos usos dos recursos naturais. O progresso das técnicas de investigação e de aplicação de recursos, pode aumentar o grau de eficiência, mas o conhecimento prévio sobre os ambientes é indispensável para uma avaliação adequada. Para garantir este progresso, as investigações devem ser realizadas através de metodologia científica, de forma a proverem valores de julgamento, ou seja indicadores mensuráveis confiáveis e respostas reprodutíveis. Como na medicina, a ênfase deve ser dada à prevenção dos distúrbios graves à saúde dos ecossistemas. Os indicadores com capacidade para subsidiar previsões confiáveis, são extremamente úteis para o uso e manejo adequados dos recursos ambientais.

O progresso na identificação de componentes sensíveis de ambientes aquáticos estudados em larga escala permitiu demonstrar que a presença/ausência de certas espécies sugere o estado geral de saúde/degradação do ecossistema. A distribuição das espécies no ambiente reflete aspectos da variação da qualidade ambiental e esta característica é explorada no conceito dos indicadores biológicos. Como as avaliações ambientais geralmente são realizadas com objetivo de preservar a qualidade de vida, os seres vivos são indicadores excelentes da saúde dos ecossistemas. A abordagem de espécie como indicador tem a vantagem de reduzir a lentidão da detecção da resposta global do ecossistema ao distúrbio, dando atenção às respostas mais rápidas



das espécies. As algas são importantes indicadores do estado trófico, por serem a comunidade que melhor expressa os efeitos do enriquecimento nas águas abertas, além disto, sua tolerância à poluição orgânica está bem documentada (Hellowell, 1989 e Rocha, 1992) e a documentação de sua eficiência como indicadores de poluição por pesticidas e metais pesados, começa a adquirir importância (Gadd, 1988 e Moore, 1990). Ao lado dos macroinvertebrados, as algas constituem o grupo mais utilizado como indicadores biológicos das condições ambientais dos ecossistemas aquáticos.

Hipótese: estudos sobre algas permitem realizar previsões sobre efeitos de alterações ambientais não indicadas por resultados físicos e químicos simultâneos de monitoramentos rotineiros.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio do CNPq - DF, que forneceu uma bolsa de Doutorado para sua realização.

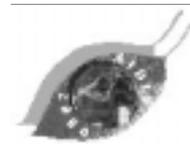
MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se dados físicos, químicos (Caleffi et al. 1994 e Beyruth et al., 1997) e biológicos - quali e quantitativos da análise de algas (Beyruth, 2000) da represa do Guarapiranga, estudada entre 1991 e 1992, a partir de dados obtidos semanalmente (56 campanhas), obtidos em duas estações de amostragem: uma próxima à barragem e captação de água pela SABESP e outra, também na área central da represa, distante aproximadamente 4 km da barragem. As espécies que se destacaram pela dominância, abundância ou elevada frequência de ocorrência durante o estudo, foram utilizadas como bioindicadores da qualidade ambiental. Considerou-se seu valor sanitário nas classificações ou sistemas indicadores do estado trófico, saprobidade ou da qualidade ambiental e sua utilidade como ferramenta para prever situações e fenômenos, cuja determinação não é possível através dos métodos usuais dos monitoramentos rotineiros.

RESULTADOS

O fator determinante das altas densidade e biomassa ($\text{máx.}=32\text{mm}^3.\text{l}^{-1}$) de algas encontradas na represa do Guarapiranga é a eutrofização, cujos efeitos são acentuados pela sazonalidade: nos períodos de chuva, os aportes de nutrientes da bacia de drenagem e na seca intensa, a concentração de nutrientes, têm como resultado o desenvolvimento intenso do fitoplâncton.

Além das espécies mencionadas na Tabela 1, também se destacaram na represa do Guarapiranga: *Aphanocapsa elachista**; *Botryococcus neglectus*; *Chlamydomonas* cf. *gloeophila*, *globosa*, *gracilis*, *proteus* e *subcaudata*; *Chlorella minutissima*; *Coelastrum reticulatum*, *cambricum*, *pseudomicroporum*, *proboscideum* e *microporum*; *Crucigeniella crucifera*; *Cryptomonas* cf. *brasiliensis* e *tenuis*; *Eutetramorus fotii* e *nygaard*; *Monoraphidium arcuatum*, *caribeum*, *contortum*, *convolutum*, *setiforme* e *minutum*; *Oocystis pusilla*, *lacustris*, *natans* e cf. *nodulosa*; *Palmellochaete tenerrima*; *Peridinium* sp1, sp2 e sp3; *Pseudoanabaena catenata**; *Scenedesmus bicaudatus*, *bijugus*, *acuminatus*, *arcuatus*, *dactylococcoides*, *denticulatus*, *javanensis*, *opoliensis*, *ovalternus*, *quadricauda* e *armatus*; *Staurastrum gracile*; *Staurodesmus cuspidatus*; *Treubaria setigera* e *Xanthidium* sp2. (*=Cyanobacteria). A maioria destas espécies, está relacionada no sistema de Sládeček como indicadora de zona β -mesosapróbia, de poluição moderada. Este resultado era esperado para a área central da represa, onde a diluição e a autodepuração já mostram seus efeitos, apesar dos aportes poluidores das margens e tributários. As zonas β -mesosapróbias apresentam na curva diária do teor de oxigênio, flutuações dependentes da atividade dos organismos, com supersaturação de oxigênio durante o dia e deficiência à noite; a estrutura trófica apresenta razão produtores/consumidores/decompositores balanceada, um aumento relativo da abundância de decompositores compatível com os consumidores; comunidades ricas em indivíduos e espécies, com biomassa e bioatividade elevadas. Esta classificação está de acordo com a qualidade da água da Classe II (CONAMA, 1986): carga moderada de poluição e elevada capacidade de autodepuração. Sua utilização para abastecimento público é geralmente satisfatória quando sua qualidade está próxima dos limites superiores da Classe, porém com custos elevados de tratamento, caso da Guarapiranga (Oliveira et al., 1997). Esta caracterização confirma as avaliações de Caleffi et al. (1994), Beyruth et al. (1997) e Beyruth, (2000). Entre as espécies cujo efeito deletério sobre a qualidade da água e/ou ao tratamento são relatados na literatura foram encontradas:

**Tabela 1: Gêneros/espécies mencionados na literatura como potencialmente prejudiciais ao tratamento:**

Gêneros	Espécies	Indica	Problema	CuSO ₄	Metais	Autor
<i>Aulacoseira</i>	<i>granulata</i>	Eutrofização	Obstruir filtros; odor: gerânios, mofo	Sensível	Não há dados	6; 3
<i>Asterionella</i>	<i>formosa</i>	Eutrofização	Prejudicar floculação; odor: especiarias, peixe	Sensível	Não há dados	3
<i>Chlamydomonas</i>	Várias	Eutrofização	Odor: grama, mofo, peixe; sabor adocicado	Resistente	Favorecida por Mn	3; 7
<i>Chlorella*</i>	<i>vulgaris*</i>	Eutrofização	Obstruir filtros; Odor: mofo	Resistente	Tolerante a Hg, Mn, Mo, Ur, Cu, Au, Cd	5
<i>Crucigenia</i>	<i>tetrapedia</i>	Eutrofização	Não há dados	Resistente	Não há dados	9, 3
<i>Cryptomonas</i>	Várias	Eutrofização	Odor: violetas, sabor adocicado	Não há dados	Não há dados	7
<i>Dictyosphaerium</i>	<i>ehrenberghianum</i> ; <i>pulchellum</i> ; <i>elegans</i>	Eutrofização	Obstruir filtros; odor: grama, peixe	Resistente	Não há dados	4; 3
<i>Dinobryon</i>	<i>divergens</i> ; <i>bavaricum</i> ; <i>sertularia</i>	Eutrofização	Odor: violeta, peixe estragado	Não há dados	Não há dados	2
<i>Gymnodinium</i>	cf. <i>fuscum</i>	Não há dados	Há espécies causadoras de irritação do trato respiratório, lesões cutâneas e febres	Não há dados	Não há dados	7; 1
<i>Mougeotia</i>	cf. <i>americana</i> , sp.1	Turbulência	Obstruir filtros	Resistente	Tolerante a Al	1; 3
<i>Oscillatoria*</i> , **	<i>subtilissima</i>	Eutrofização	Obstrução de filtros; odor: grama, mofo	Não há dados	Corrosão de concreto e estruturas metálicas	1; 7
<i>Rhizosolenia</i>	<i>eiriensis</i>	Mesotrofia	Obstrução de filtros	Não há dados	Não há dados	1; 10
<i>Scenedesmus*</i>	Várias	Eutrofização	Odor: grama	Resistente	Acumulam: Mo, Ur, Cd e (?) Zn	5; 1
<i>Synechococcus</i>	<i>Elongatus</i>	Eutrofização NaCl elevado	Não há dados	Não há dados	Acumulam Mn, Co, Zn, Ag, Se, Ce, Hg, Ur, Ni	5; 1
<i>Synedra</i>	<i>ulna</i> ; <i>minuscula</i> cf.	Eutrofização	Obstruir filtros; odor: terra, mofo. Sob ação de cloro, clorofenóis	Sensíveis	Não há dados	3; 7
<i>Trachelomonas</i>	<i>volvocina</i> , <i>volvocinopsis</i>		Obstrução de filtros	Não há dados	Acumulam Fe e Mn	8

- * espécies capazes de armazenamento luxuriante de fósforo
- ** gênero muito citado pela toxicidade
- autores: (1) Beyruth, 1996; (2) Bold & Wine, 1985; (3) Branco, 1986; (4) Brook, 1965; (5) Gadd, 1988; (6) Hórnstron, 1981; (7) Mackenthum & Ingram, 1967 (8) Margalef, 1969; (9) Rosén, 1981; (10) Van Dam et al. (1994)



Dos gêneros bem representados, alguns podem apresentar armazenamento luxuriante de fósforo. Muitos são citados por removerem metais (adsorção nas paredes celulares ou excreção ativa). Vários gêneros ou espécies são mencionados como causadores de problemas, tanto durante o controle na represa (por sua resistência a algicidas), como no tratamento da água (produzindo sabor, odor; causando entupimento de filtros ou dificultando a floculação). Vários são relatados como resistentes ao sulfato de cobre.

Nenhuma das Cyanobacteria que apresentaram elevadas densidades e/ou biomassa durante o período, é considerada tóxica, embora alguns gêneros/espécies potencialmente tóxicos p.e. *Synechocystis* sp., *Anabaena solitaria* (AWWA, 1995) tenham ocorrido em densidades mais baixas. *Anabaena solitaria* é citada como indicadora de ambiente eutrófico (Rosén, 1981) e pode ser considerada potencialmente tóxica (Beyruth et al., 1992).

A densidade das algas do perifíton de algas (que vivem aderidas ao substrato das margens ou fundo) elevou-se na água aberta da parte central da represa quando a intensidade pluviométrica atingiu valor superior a 80mm. Aplicando-se o teste de correlação de Spearman (Siegel, 1975), observou-se relação positiva entre o excedente hídrico e a densidade de *Mougeotia* cf. *americana*, a espécie melhor representada entre as originadas no perifíton (Beyruth, 2000). Estes resultados mostram que a partir de uma determinada intensidade pluviométrica (neste caso 80mm), além dos aportes das margens por carreamento, ocorre intensa mistura das águas da represa.

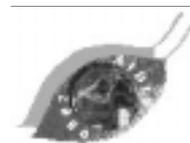
As ações paliativas para controle do desenvolvimento indesejável das populações de algas, enquanto as fontes poluidoras não estejam satisfatoriamente controladas na represa do Guarapiranga, devem portanto incluir a retenção de nutrientes e a minimização do impacto mecânico causado pelas chuvas intensas, que promovem erosão de encostas desprotegidas, formando cursos d'água alternativos muitas vezes de caudal considerável, que ao ingressarem na represa promovem a mistura muito intensa da massa d'água e além de carrearem nutrientes da bacia de drenagem, promovem a ressuspensão de material de fundo, incluindo algas, nutrientes, sedimentos finos e contaminantes, para a zona iluminada da coluna d'água, favorecendo o desenvolvimento de espécies prejudiciais ao tratamento da água. Entre estas ações podem ser recomendadas:

- 1.a. o reflorestamento das margens;
- 1.b. a preservação e recuperação das várzeas;
- 1.c. a construção de canais de pré-inundação para receber os aportes das chuvas mais intensas, impedindo ingresso do excedente hídrico diretamente da bacia para a represa, conservando este excedente nestes canais até a redução do seu teor de nutrientes;

A comunidade de algas apresentou períodos de redução da biomassa e reestruturação da comunidade, prévias às alterações das dominâncias, ou seja, após mudanças na qualidade ambiental, a comunidade de algas levou de 2 a 3 semanas para se reestruturar e adequar às novas condições ambientais. Nestes períodos houve redução da biomassa e/ou alteração da dominância.

Todos os casos de aumento de densidade das Cyanobacteria ocorreram após mortandades elevadas de Chlorophyceae e/ou Zygnemaphyceae (algas verdes), devido a causas naturais ou em consequência da aplicação de sulfato de cobre para controle das algas. A maior biomassa de Cyanobacteria ocorreu após aplicações de doses elevadas de sulfato de cobre, para controle de florações de *Dictyosphaerium*. Os restos de gelatina das colônias deste gênero de alga verde (Chlorophyceae, Chlorococcales) contendo poucas células vivas, permaneceram na água superficial durante sua senescência (~ 3 semanas), preservando a forma da colônia e sua capacidade de flutuação. Devido a estas características, tais colônias liberam nutrientes na superfície da água. Estes nutrientes são então rapidamente consumidos por espécies oportunistas, antes de sua sedimentação para regiões não iluminadas. Este fator contribui para o sucesso das Cyanobacteria, capazes de se aproveitarem destes aumentos súbitos dos teores de nutrientes, devido a sua capacidade de crescimento rápido. No caso de Guarapiranga, a Cyanobacteria *Aphanocapsa elachista*, entrou em floração imediatamente após estas ocorrências (Beyruth, 2000).

Ações destinadas a impedir a ocorrência de densidades muito elevadas de algas na represa, devem ser aplicadas, pois o controle de grandes massas de algas por sulfato de cobre é menos eficiente nesta situação e disponibiliza uma grande quantidade de nutrientes, abruptamente, facilitando o desenvolvimento massivo de espécies oportunistas indesejáveis, como as Cyanobacteria potencialmente tóxicas e/ou resistentes ao sulfato.



O sulfato de cobre pode ser muito eficiente em alguns casos, mas seus efeitos são sempre temporários (dias), os custos elevados, havendo impacto negativo sobre organismos não alvo, bem como a contaminação dos sedimentos e dos peixes, como encontrado na Guarapiranga (Sáfadi & Beyruth, 1998). O tratamento com algicidas é mais eficiente no início da sucessão ecológica e sua eficiência vai diminuindo gradativamente nas fases mais avançadas da sucessão devido à alterações da qualidade da água, como o aumento de pH e carbono orgânico dissolvido (Taub et al., 1990 in Beyruth, 2000). A eficiência do cobre para controle de biomassas elevadas de algas também vai sendo reduzida devido à liberação de substâncias pelas algas e à capacidade de muitas das espécies resistentes adsorverem metais em suas paredes celulares (Gadd, 1988).

Os casos mais severos de agravos à saúde humana por ingestão de toxinas de Cyanobacteria têm sido relacionados à senescência natural ou como conseqüência do uso do sulfato de cobre para controle de algas em águas destinadas ao abastecimento público (Bourke et. al., 1983; Carmichael & Falconer, 1993; AWWA, 1995; Jochimsen et al., 1998 in: Beyruth, 2000).

A situação descrita mostra que a Guarapiranga vem sofrendo das síndromes que afligem os ecossistemas aquáticos, que envolvem os seguintes sintomas: alteração na estrutura da comunidade biótica, favorecendo formas menores; redução na diversidade de espécies; aumento da dominância por espécies r-selecionadas ou oportunistas de crescimento rápido; diminuição da extensão da cadeia trófica; redução da produtividade; aumento da prevalência de doenças; redução da estabilidade das populações; aumento da circulação ambiental dos contaminantes; aumento da dominância por espécies exóticas; perda das espécies sensíveis (Rapport, 1992) e aumento excessivo das tolerantes ou resistentes.

CONCLUSÕES

Este estudo sobre algas permitiu detectar e prever alterações não determinadas através de outras análises usuais, confirmando a hipótese inicial:

Forçante	Previsão
Elevada densidade de algas, seguida de mortandades súbitas	Floração de Cyanobacteria
Após aplicações massivas de sulfato de cobre	Dominância por espécies resistentes ao algicida
Intensidade pluviométrica superior a 80mm	Floração de algas do perifíton, seguida por Cyanobacteria

Tais previsões permitem elaborar propostas de manejo com menor custo ambiental e operacional, destinadas a melhorar, tanto o produto final (a água fornecida), como a qualidade do ambiente produtor.

O controle do aporte de nutrientes deve anteceder qualquer outra medida destinada a melhorar a qualidade da água dos mananciais de abastecimento público, pois sem este controle, não há condições de outras técnicas serem bem sucedidas (comunic. pessoal, Dr. Helmut Klapper).

Uma vez controlado o aporte de nutrientes, o controle das algas por algicidas, deve se restringir aos períodos de menor biomassa de algas. Em tais períodos as doses aplicadas podem ser mais baixas, causando menor impacto sobre os herbívoros do plâncton e da fauna de peixes, que são mais eficientes na remoção das algas da coluna d'água, que os algicidas. Os períodos em que ocorre redução da biomassa e alteração da dominância constituem uma excelente oportunidade para interferir na dinâmica das algas. As biomassas mais elevadas que prejudicam a qualidade da água para abastecimento, ocorrem quando há dominância acentuada. Prevenindo-se a ocorrência de dominância por algas oportunistas, capazes de se aproveitarem da disponibilidade súbita de uma grande carga de nutrientes, como as Cyanobacteria, parte dos nutrientes em excesso na coluna d'água pode decantar para o sedimento, dando tempo e condições para que espécies não deletérias, de crescimento mais lento e que servem de alimento para herbívoros (zooplâncton e peixes), possam assumir a dominância. A adequação do manejo à dinâmica natural do ecossistema, permite a redução dos custos financeiros e ambientais do tratamento da água, com aumento da eficiência, melhoria da qualidade do produto final e benefício para a saúde pública.



Devido aos múltiplos fatores que integram os ecossistemas aquáticos continentais, para aperfeiçoar as técnicas de análise e de aplicação de recursos, as avaliações ambientais devem utilizar o maior número de instrumentos de medida e de conhecimento disponíveis, integrando a informação com o maior detalhamento possível e abrangendo características das espécies, dos vários níveis taxonômicos, características estruturais e funcionais das comunidades, do ecossistema e dos ecossistemas intervenientes e sobre todas as relações mútuas, permitindo delinear um quadro amplo da situação ambiental, para dar suficiente consistência e consolidar as conclusões que irão orientar o manejo e o controle ambiental. Estes cuidados são indispensáveis diante da responsabilidade de evitar riscos à saúde pública e ambiental. O conhecimento na área ambiental ainda é precário e o desenvolvimento científico e tecnológico não são suficientes, nem mesmo os únicos envolvidos no processo para garantir a preservação dos recursos naturais e seu uso sustentado. A importância econômica da preservação da qualidade ambiental deve sempre ser abordada, por ser o argumento mais eficiente na preservação e utilização sustentada dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA, 1995. Cyanobacterial (Blue-Green Algal) Toxins: a resource guide. AWWA. USA. 229p.
2. BEYRUTH, Z. 2000. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. *Hydrobiologia*, 424: 51-65.
3. BEYRUTH, Z. SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T.P., CARVALHO, M.C. & PEREIRA, H.A.S.L. 1992. Toxic algae in freshwaters of São Paulo State. p.53-64. In: CORDEIRO-MARINO, M., AZEVEDO, M.T.P., SANT'ANNA, C.L., TOMITA, N.Y. & PLASTINO, E.M. 1992. *Algae and Environment: a general approach*. SBFic/CETESB. p. 131.
4. BEYRUTH, Z., CALEFFI, S., ZANARDI, E., CARDOSO, E. E ROCHA A.A. 1997. Water quality of Guarapiranga reservoir, 1991-92, SP, Brazil. *XXVI Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26:675-683.
5. CALEFFI, S. ZANARDI, E. & BEYRUTH, Z. 1994. Trophic state of Guarapiranga reservoir in 1991-92. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25:1306-1310.
6. CONAMA. 1986. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente n.003 (05.06.84). Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Publ. CETESB - Diário Oficial da União - Executivo. 30 jul. 1987. p.11-22.
7. GADD, G. 1988. Accumulation of metals by microorganisms and algae. In: Rehm, H.-J. *Biotechnology - a comprehensive treatise*. vol. 6b. *Special Microbial Processes*. V.H.C. Verlagsgesellschaft:13.1. Chap. 13.p.401-433.
8. HELLAWELL, J.M. 1989. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. Elsevier Applied Science, London. 546p.
9. MOORE, J.W. 1991. *Inorganic contaminants of surface water: research and monitoring priorities*. Springer-Verlag. Springer Series on Environmental Management. New York. 334p.
10. RAPPORT, D.J. 1992. Evaluating ecosystem health. *Jour. of Aquat. Ecosystem Health*, 1:15-24.
11. ROCHA, A.A. 1992. Algae as biological indicators of water pollution. p.34-52. In: Cordeiro-Marino, M., Azevedo, M.T.P., Sant'Anna, C.L., Tomita, N.Y. e Plastino, E.M. (Eds.). *Algae and Environment: a general approach*. SBFic/CETESB.
12. SÁFADI, R.S. & BEYRUTH, Z. 1998. Heavy metals, organochlorine pesticide and microbiological contamination in fishes from Guarapiranga reservoir., SP, Brazil. *Verh. int. Ver. Limnol. Abstracts*. 1p.
13. SIEGEL, S. 1975. *Estatística não paramétrica*. McGraw Hill Inc., São Paulo. 350p.
14. SLÁDECEK, V. 1973. System of water quality from biological point of view. *Arch. Hydrobiol.*, 7:1-218.