CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Referente ao Relatório à Diretoria Nº 071/2006/E, de 08/11/2006. **Processo nº 378/2006/310/E**

Relator: Lineu José Bassoi

DECISÃO DE DIRETORIA N.º 232/2006/E, de 14 de novembro de 2006.

Dispõe sobre a instituição dos Índices de Comunidades Biológicas, para fins de avaliação da qualidade das águas com vistas à preservação da vida aquática, e dá outras providências.

A Diretoria Plena da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, no uso de suas atribuições estatutárias e regulamentares, à vista do que consta do Processo nº 378/2006/310/E e considerando o contido no Relatório à Diretoria n° 071/2006/E, que acolhe, DECIDE:

I - INSTITUIR os Índices de Comunidades Biológicas, para fins de avaliação da qualidade das águas com vistas à preservação da vida aquática, constantes da Informação Técnica nº 002/EAH/2006, que integra esta Decisão, na seguinte conformidade:

a) - Índice da Comunidade Fitoplanctônica – ICF;

b) - Índice da Comunidade Zooplanctônica – ICZ; e

c) – Índice da Comunidade Bentônica – ICB

II – Continuam em vigor o Índice de Preservação da Vida Aquática – IVA, o Índice de Águas para fins de Abastecimento Público – IAP e o Índice de Balneabilidade – IB, aprovados pela Decisão de Diretoria RD 001/2003/E/D, de 12 de março de 2003.

III - Esta Decisão de Diretoria entra em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial do Estado - Seção I, na parte da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

Divulgue-se a todas as Unidades da Companhia, pelo sistema eletrônico.

Junte-se cópia desta Decisão de Diretoria ao Processo 378/2006/310/E.

Diretoria Plena da CETESB, em 14 de novembro de 2006.

ORIGINAL DEVIDAMENTE ASSINADO

OTAVIO OKANO
Diretor Presidente

ORIGINAL DEVIDAMENTE ASSINADO

ALAÔR LINEU FERREIRA
Diretor de Gestão Corporativa

ORIGINAL DEVIDAMENTE ASSINADO

JOÃO ANTONIO FUZARO
Diretor de Controle de Poluição Ambiental

ORIGINAL DEVIDAMENTE ASSINADO

LINEU JOSÉ BASSOI
Diretor de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental

RELATÓRIO À DIRETORIA

NÚMERO: 071/2006/E

DATA: 08/11/2006

RELATOR: Lineu José Bassoi

ASSUNTO: Índices de Comunidades Biológicas para avaliação da qualidade das águas com vistas à preservação da vida aquática

I – RELATÓRIO

Em 12/03/2003, por meio da RD 001/2003/E/D, foram instituídos o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA), o Índice de Água para fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Balneabilidade (IB), os quais resultaram dos trabalhos desenvolvidos entre 1998 e 2001, decorrentes da Resolução SMA/65, de 13/08/1998. Esses trabalhos contaram com a participação de mais de 30 especialistas de universidades (USP, UFSCar, UNICAMP, UNESP, NUPELIA-PR, UFMG) e entidades como IPEN, ANA, SABESP, Instituto de Botânica, além de especialistas autônomos. Durante esse processo também foram discutidos e propostos índices para as comunidades biológicas (fitoplâncton, zooplâncton, bentos e peixes).

Os índices para as comunidades biológicas visam avaliar os ecossistemas aquáticos, por meio de bioindicadores, complementando a avaliação dos índices de qualidade das águas para a preservação da vida aquática (IVA).

A proteção das comunidades aquáticas de águas doces está prevista para corpos d'água enquadrados nas classes 1, 2 e 3, do regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual 8468/76 e nas classes especiais, 1 e 2 da Resolução Federal CONAMA 357/05, sendo, portanto, pertinente sua aplicação para esses ambientes.

No desenvolvimento dos trabalhos que se encerraram em 2001 foram propostas estruturas básicas para esses índices, considerando atributos como densidades absolutas e razões entre grupos taxonômicos, presença de espécies sensíveis e o Índice de Estado Trófico, as quais foram posteriormente ajustadas e validadas após aplicação em diferentes ambientes do Estado de São Paulo. Como resultado desses trabalhos estão sendo aplicados desde 2004 em pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores, os seguintes Índices de Comunidades Aquáticas:

Índice de Comunidade Fitoplanctônica (ICF) - Este índice classifica a qualidade da água por meio de descritores da comunidade como proporção entre os grandes grupos que compõem o fitoplâncton, da densidade de organismos e do Índice de Estado Trófico (IET).

Índice da Comunidade Zooplanctônica (ICZ) - Este índice leva em consideração a presença/ausência dos grupos principais, a razão entre calanoides/ciclopoides e o Índice de Estado Trófico (IET).

Índice da Comunidade Bentônica (ICB) - Este índice considera diversos descritores da comunidade bentônica (como Riqueza, Diversidade, Índice de Comparação Seqüencial, razão Tanytarsini/Chironomidae, Riqueza de taxa sensíveis e dominância entre grupos tolerantes.

Estes índices classificam os ambientes entre as categorias Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima, sendo os resultados complementares ao IVA na avaliação dos ambientes aquáticos. A instituição formal destes índices e sua incorporação à avaliação de rotina realizada pela Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores permite à CETESB dispor de ferramenta sensível de diagnóstico dos ecossistemas aquáticos. Os resultados dos índices de comunidades interpretados em conjunto com o IVA possibilitam uma melhor compreensão das condições ambientais desses ecossistemas, evidenciando alterações como florações de algas potencialmente tóxicas, diminuição da diversidade de organismos ou dominância de espécies tolerantes à poluição.

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental

RELATÓRIO À DIRETORIA

NÚMERO: 071/2006/E

DATA: 08/11/2006

RELATOR: Lineu José Bassoi

ASSUNTO: Índices de Comunidades Biológicas para avaliação da qualidade das águas com vistas à preservação da vida aquática

---

As metodologias detalhadas dos índices de comunidades biológicas foram publicadas no Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, (2004, 2005) e estão descritas na Informação Técnica nº 002/EAH/2006 anexa, sendo passíveis de aprimoramento ao longo do tempo.

II – CONCLUSÃO

Considerando todo o exposto, submetemos à apreciação dos Senhores Diretores a proposta de Decisão de Diretoria anexa, cujo inciso III estabelece que a mesma entra em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial do Estado – Seção I, na parte da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, em atendimento ao disposto na Circular Código 007/95/P, de 29 de maio de 1995, do então Senhor Diretor-Presidente da Companhia.

Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental, em 08 de novembro de 2006.

ORIGINAL DEVIDAMENTE ASSINADO

Lineu José Bassoi
Diretor

Anexo a que se refere o Inciso I da Decisão de Diretoria n° 232/2006/E, de 14 de novembro de 2006.

INFORMAÇÃO TÉCNICA	**Nº 002/EAH/2006**
Data: 21/06/2006	
Assunto: *Bases Técnicas para o Desenvolvimento de Índices de Comunidades Biológicas para Avaliação da Qualidade das Águas com Vistas a Preservação da Vida Aquática*	

1. INTRODUÇÃO

A Resolução SMA/65 de 13 de agosto de 1998 instituiu um Grupo de Trabalho (GT) para a Revisão dos Índices de Qualidade da Água, com participação de representantes da CETESB, indicados por meio do Ofício 0652/98/P de 25/8/98.

Como resultado desses trabalhos, os novos Índices de Qualidade de Água : Índice de Preservação da vida Aquática – IVA, Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público – IAP e Índice de Balneabilidade – IB, foram aprovados por meio da RD 001/2003/E/D (Anexo 1) em 12/03/2003.

Ao final dos trabalhos o GT recomendou ainda o estabelecimento de revisões periódicas dos índices, para se garantir que os mesmos possam acompanhar a evolução tecnológica, bem como a criação de mecanismos para dar continuidade às outras propostas levantadas durante os trabalhos dos Grupos Técnicos, formados para discussão de cada índice. Nesses Grupos Técnicos, houve a participação de especialistas de qualidade de águas, representando empresas de saneamento (SABESP), universidades (USP e UFSCar) e institutos de pesquisa (Instituto Botânico). No que se refere ao IVA, no documento final (Anexo 2), recomendou-se a inclusão de análises periódica das comunidades (Fitoplâncton, Perifíton, Zooplâncton, Bentos e Peixes) cujos índices complementariam a avaliação feita pelo IVA, conferindo classes de qualidade que indicarão o estado dos ecossistemas avaliados.

Cada uma destas comunidades responde de forma distinta aos impactos, diferindo no seu grau de sensibilidade e nos tempos de resposta e de recuperação. Como exemplos de indicação de desequilíbrio ambiental podem ser citados: florações de algas em decorrência do aumento de eutrofização; aparecimento de estruturas de resistência nos organismos zooplanctônicos como resposta a condições ambientais desfavoráveis; dominância de espécies tolerantes e desaparecimento de espécies bentônicas e perifíticas sensíveis devido à poluição doméstica e industrial; mortandade de peixes provocada pelo lançamento de substâncias tóxicas e alterações bruscas da qualidade da água. No entanto, ainda era necessário aprofundar alguns estudos para validar os índices de comunidades, para o estabelecimento de protocolos e rotinas para estas avaliações. Os índices de comunidades (fitoplâncton, perifíton, zooplâncton, bentos e peixes) serão apresentados separadamente do IVA, mostrando classes de qualidade que indicarão o estado do ecossistema avaliado.

Desde então foi promulgada a Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005) que inclui no seu artigo 8º§3º a utilização de indicadores biológicos para avaliar a qualidade dos ambientes aquáticos “quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas”, formalizando o aspecto legal da utilização do biomonitoramento.

2. CONSIDERAÇÕES

A seguir são feitas considerações sobre as bases teóricas do biomonitoramento e a discussão sobre a composição dos Índices de Comunidades Aquáticas utilizados pela CETESB.

2.1. BIOMONITORAMENTO

O monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos envolve o levantamento rotineiro da qualidade desses ambientes, geralmente por meio de análises físicas e químicas da água. Variáveis como oxigênio dissolvido, temperatura, pH, nutrientes e mesmo contaminantes, como metais pesados, são monitoradas na água, em diversos programas de monitoramento. Esses resultados fornecem importantes informações sobre o ambiente e possibilitam um acompanhamento das condições ambientais. Em alguns programas de monitoramento são incluídas análises dos sedimentos por serem depositórios de contaminantes.

No entanto, a preocupação com a presença de poluentes orgânicos persistentes (POPs), como o DDT, nos anos 60, demonstrou que alguns compostos, mesmo quando presentes em concentrações abaixo do limite de quantificação, podem resultar em efeitos deletérios a biota. Atualmente deve-se considerar a presença de inúmeros contaminantes no meio, sendo que os métodos químicos devem ser cada vez mais sofisticados para detectá-los. A utilização do monitoramento biológico foi uma opção encontrada em diversos países para fazer frente a essas questões.

A CETESB (2005) realiza o monitoramento da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo desde a década de 70. Os objetivos da Rede de monitoramento são de avaliar a evolução da qualidade das águas, diagnosticar locais críticos, definindo as causas e possibilitando a definição de prioridades nas ações de prevenção, controle ou recuperação, conforme o uso destinado, obtenção de informações que subsidiem o planejamento ambiental (ex: emissão de licenças), além de fornecer informação aos Comitês de Bacia e à população. Ao longo do tempo esse monitoramento foi incorporando novos pontos de amostragem, novas variáveis e índices, buscando um melhor diagnóstico dos rios e reservatórios do Estado. A inclusão do monitoramento biológico foi uma das melhorias introduzida na Rede de Monitoramento na última década.

Atualmente a definição de Monitoramento Biológico (ou Biomonitoramento) inclui testes de toxicidade, caracterizações ecológicas (levantamento de comunidades como peixes, fitoplâncton e macrozoobentos), bioacumulação e outros atributos dos bioindicadores como saúde dos organismos ou capacidade reprodutiva (WEF, 1997).

O IVA já incorporou os ensaios ecotoxicológicos, bem como a avaliação do Estado Trófico, por meio da concentração e clorofila a, no entanto entende-se que a inclusão da avaliação de comunidades biológicas no monitoramento irá contribuir para um diagnóstico mais completo dos ecossistemas aquáticos.

Os bioindicadores são indicados para a avaliação da extensão dos impactos por possibilitarem:

- A determinação direta de efeitos biológicos,
- a determinação de efeitos sinérgicos e antagônicos de diferentes poluentes em um organismo,
- reconhecimento precoce de efeitos de poluentes a organismos e
- por apresentarem custo relativamente menor quando comparados a outros métodos de avaliação.

Os bioindicadores de alterações estruturais ou funcionais das comunidades podem ser empregados na avaliação de impactos ambientais. Diferentes atributos como número total de organismos, presença ou ausência de espécies sensíveis ou tolerantes, grau de dominância de grupos ou espécies, presença de espécies introduzidas, podem ser traduzidos em índices numéricos, ou em avaliações qualitativas. Cada um dos atributos pode ser apresentado individualmente ou de modo integrado em índices multimétricos. Neste contexto, estudos florísticos e taxonômicos são fundamentais para a identificação das espécies que são tolerantes ou resistentes e também em abordagens de monitoramento que dependem de informações taxonômicas, como por exemplo, índices de diversidade.

A tradução dos resultados qualitativos em expressões numéricas auxiliam no estabelecimento de padrões de qualidade, bem como na comunicação dos resultados para o público. Servem de exemplo de índices utilizados no biomonitoramento:

- Índice de Integridade Biótica – IBI (*Index of Biotic Integrity*) Desenvolvido por Karr em 1981, para peixes, definido como integrador dos fatores ecológicos e ambientais, sendo compreendido, originalmente por 12 itens (métricas) relacionados à composição e riqueza de espécies, número e abundância de espécies indicadoras, composição trófica, abundância e condição dos peixes.

- Índices Multimétricos – índice que combina indicadores, ou métricas (diversidade, riqueza, dominância), em um único valor. Cada métrica é testada e calibrada em uma escala e transformada em uma pontuação padronizada ("score") antes de integrar o índice multimétrico. Tanto o índice final quanto as métricas são úteis para o diagnostico das condições ecológicas (USEPA, 2005).

A tradução dos resultados do biomonitoramento em índices de qualidade é prática corrente em agências ambientais internacionais (USEPA, 2005) e nacionais (IAP, 2006).

2.2. ÍNDICES DE COMUNIDADES AQUÁTICAS

A CETESB selecionou algumas comunidades biológicas para a avaliação dos ecossistemas aquáticos. A seguir são feitas considerações sobre a importância das comunidade fitoplanctônica, zooplanctônica e bentônica, bem como os índices desenvolvidos e validados para cada uma delas.

A validação dos índices atuais foi feita ao longo dos últimos anos dentro das atividades do Projeto de Atualização e Aperfeiçoamento de Metodologias Analíticas para Apoio às Ações de Controle de Poluição e Preservação do Meio Ambiente Desenvolvidas pelo Governo do Estado de São Paulo (O.S. 41.53.1000), bem como em tese de Doutorado (Carvalho, 2003), além de trabalhos e relatórios publicados (Coelho-Botelho, 2003; Kuhlmann, 2003, Coelho-Botelho *et al.*, 2006).

▫ Comunidade fitoplanctônica

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como indicadora da qualidade da água, principalmente em reservatórios, e, a análise da sua estrutura permite avaliar alguns efeitos decorrentes de alterações ambientais. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar e, portanto, a produtividade dos elos seguintes depende da sua biomassa.

Os organismos fitoplanctônicos respondem rapidamente (em dias) às alterações ambientais decorrentes da interferência antrópica ou natural. É uma comunidade indicadora do estado trófico, podendo ainda ser utilizada como indicador de poluição por pesticidas ou metais pesados (presença de espécies resistentes ao cobre) em reservatórios utilizados para abastecimento.

A presença de algumas espécies em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição. Atenção especial é dada ao grupo das Cianofíceas, também denominadas Cianobactérias, que possui espécies potencialmente tóxicas. A ocorrência destas algas tem sido relacionada a eventos de mortandade de animais e com danos à saúde humana (Chorus & Bartran, 1999).

Índice da Comunidade Fitoplanctônica – ICF

Para uma resposta mais rápida na avaliação da qualidade da água, a identificação em grandes grupos ou a observação da espécie dominante já pode dar subsídios para ações imediatas. Portanto, o índice para a comunidade fitoplanctônica proposto pelo Grupo Técnico, composto por técnicos da CETESB, Instituto Botânico e Universidade Federal de São Carlos em função da resolução da S.M.A. 1998, tem demonstrado ser eficaz para o biomonitoramento da qualidade da água em reservatórios.

Este índice foi proposto inicialmente com base em três medidas ou seja, proporção dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, densidade dos organismos e concentração de clorofila *a*.

Assim, estabeleceu-se uma média das medidas que seriam:

Ponderação	Níveis	Categoria

Anexo a que se refere o Inciso I da Decisão de Diretoria n° 232/2006/E, de 14 de novembro de 2006.

1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < 1000 org/mL Clorofila-*a* < 4 µg/L	Ótima
2	Dominância de Clorofíceas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade total > 1000 e < 5000 org/mL Clorofila *a* > 4 e < 10 µg/L	Razoável tendendo para boa
3	Dominância de Clorofíceas (Chlorococcales) Densidade total > 5000 e < 10000 org/mL Clorofila *a* > 10 µg/L	Razoável tendendo para ruim
4	Dominância de Cianofíceas ou Euglenofíceas Densidade total > 10000 org/mL Clorofila *a* > 10 µg/L	Ruim

Com base em trabalho posteriormente desenvolvido pela CETESB onde avaliou-se seis reservatórios aplicando-se este índice, observou-se que algumas modificações seriam necessárias como por exemplo a utilização do IE (Índice de Estado Trófico) em substituição da variável clorofila *a*, tendo em vista que o IET é um índice que avalia o fósforo e a clorofila *a*. Portanto, o Índice da Comunidade Fitoplanctônica (ICF) foi calculado e categorizado da seguinte maneira:

Ponderação	Níveis	Categoria
1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < 1000 org/mL 52 ≥ IET	**Ótima**
2	Dominância de Clorofíceas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade total > 1000 e < 5000 org/mL 52 < IET ≤ 59	Boa
3	Dominância de Clorofíceas (Chlorococcales) Densidade total > 5000 e < 10000 org/mL 59 < IET ≤ 63	Regular
4	Dominância de Cianofíceas ou Euglenofíceas Densidade total > 10000 org/mL IET > 63	Ruim

Uma avaliação dos grandes grupos ou ordens já pode ser suficiente para se ter uma idéia de como o manancial se comporta em termos de qualidade da água ou futuros problemas em relação ao seu uso. Entretanto, nesta avaliação, quando houver dominância de organismos que podem provocar problemas para a saúde humana, a identificação em nível de espécie se torna necessária.

Atualmente, a CETESB vem adotando este índice na rede de monitoramento da qualidade da água em reservatórios, entretanto alguns ajustes ainda serão necessários embora os diagnósticos obtidos pela aplicação do ICF não têm sido discrepantes, mas complementares, quando comparado com os diagnósticos obtidos pelo IVA e outras variáveis ambientais. (CETESB,2005).

▫ **Comunidade zooplanctônica**

A comunidade zooplanctônica é formada por animais microscópicos que vivem em suspensão, sendo protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes os grupos dominantes no ambiente de água doce. São importantes na manutenção do equilíbrio do ambiente aquático, podendo atuar como reguladores da

comunidade fitoplanctônica (utilizando-a como alimento) e na reciclagem de nutrientes, além de servirem de alimento para diversas espécies de peixes.

Além da sua importância na cadeia alimentar, o zooplâncton vem sendo avaliado como indicador da qualidade da água de lagos e reservatórios em diversos países, especialmente no monitoramento do processo de eutrofização (Andronikova, 1996) através da relação entre as diversas alterações na comunidade zooplanctônica e o grau de trofia.

Uma das alterações da comunidade zooplanctônica associada ao aumento da poluição aquática, é a simplificação da cadeia alimentar e conseqüente redução do número de espécies, sendo as mais resistentes geralmente presentes em números elevados. Sabe-se atualmente que a riqueza planctônica é uma variável que sofre interferência de diversos fatores e o aumento do estado trófico muitas vezes promove a presença de um maior número de espécies, devido a redução da competição por recursos alimentares entre elas (Matsumura-Tundisi *et al.,* 2002). Outro fator que interfere na riqueza é a influência de várzeas, matas ciliares, macrófitas, lagos e lagoas marginais e da descarga de rios nas proximidades do ponto de coleta, que carreiam fauna oriunda destes ambientes (Shiel *et al*., 1998; Neves *et al*., 2003) e aumentam consideravelmente a diversidade da comunidade planctônica, não estando necessariamente relacionados com grau de trofia do ambiente.

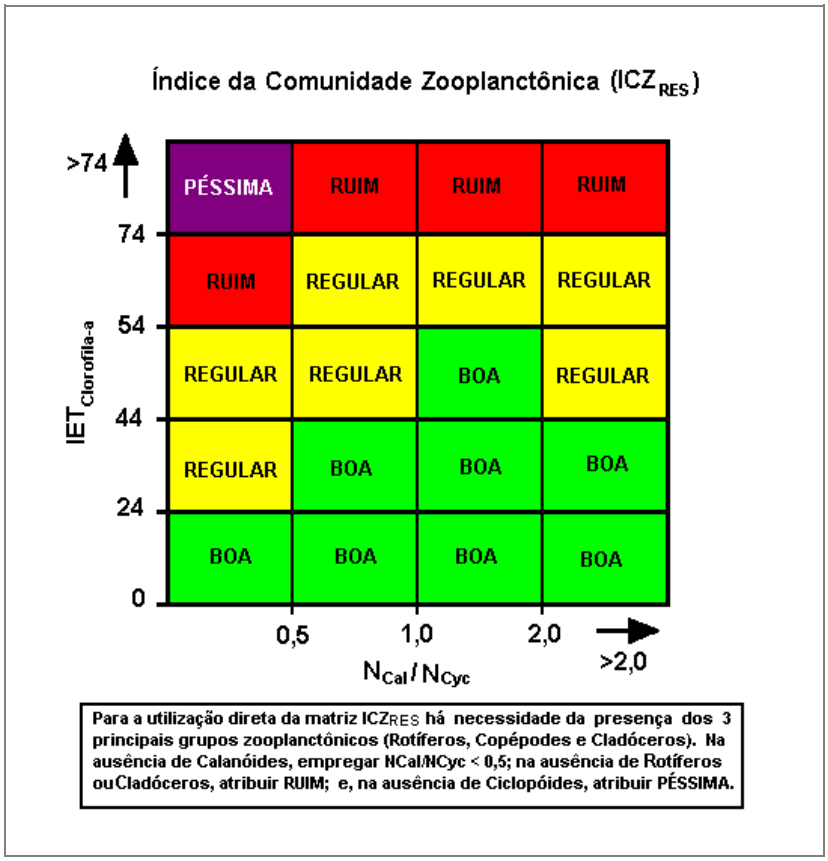
A dominância de rotíferos foi durante muito tempo associada com o aumento de estado trófico, devido ao curto ciclo de vida e rápida reprodução que favorecem este grupo em ambientes mais dinâmicos, competitivos e seletivos. Entretanto, estudos posteriores demonstraram que a dominância de rotíferos ocorre também em diversos outros ambientes aquáticos, independente do estado trófico (Rocha *et al.,* 1995). Além dos rotíferos, é também freqüente a ocorrência de elevados números e dominância de copépodes ciclopóides em corpos d'água eutróficos (Silva & Matsumura-Tundisi, 2002; CETESB, 2004). O grupo dos copépodes calanóides tem sido mais freqüentemente associado com condições oligo-mesotróficas e, como todos os demais grupos, apresenta também um gradiente de sensibilidade em função da espécie. Dos diversos trabalhos realizados no Estado de São Paulo, os resultados sugerem que as espécies do gênero *Argyrodiaptomus* e *Notodiaptomus* provavelmente assinalem condições oligo-mesotróficas e meso-eutróficas, respectivamente. Independente da espécie de calanóide considerada, a presença deste grupo tem indicado a existência de condições menos limitantes pois mesmo *Notodiaptomus iheringi* parece não tolerar por muito tempo o avanço do processo de eutrofização, não sendo registrado números significativos desta espécie nesta condição (CETESB, 2004).

Existem ainda outras propostas para os reservatórios tropicais, citadas em Coelho-Botelho (2004), que relacionam principalmente a presença e/ou dominância de diferentes espécies zooplanctônicas com graus de trofia (Sampaio *et al.*, 2002; Silva & Matsumura-Tundisi, 2002). Entretanto, a identificação da comunidade zooplanctônica ao nível específico envolve um processo de treinamento longo e, consequentemente, de alto custo. A proposta que vem sendo empregada pela CETESB desde 2003 (CETESB, 2004) - o Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios (ICZ_{RES}) - requer a identificação somente a nível de grupos (copépodes calanóides e ciclopóides), possibilitando um treinamento mais rápido, e agrega informações sobre 2 eventos biológicos, de diferentes níveis tróficos - fitoplâncton (clorofila *a*) e zooplâncton (razão entre o número total de calanóides e ciclopóides) - em um diagrama de qualidade de água.

Índice da Comunidade Zooplanctônica para Reservatórios - ICZ_{RES}

O ICZ_{RES} leva em consideração a presença ou ausência dos principais grupos zooplanctônicos e relaciona a razão entre o número total de calanóides - indicador de melhor qualidade da água (Rietzler

et al., 2002) - e o número total de ciclopóides - indicador de ambientes altamente eutróficos (Sampaio *et al.*, 2002) - com o respectivo Índice de Estado Trófico (IET), calculado com os dados de clorofila *a*. Estes dois resultados (razão N_{Cal}/N_{Cyc} e IET) encontram-se associados com categorias Boa, Regular, Ruim e Péssima, obtidas a partir do quadro apresentado a seguir.



- **Comunidade bentônica**

A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vive todo ou parte de seu ciclo de vida no substrato de fundo de ambientes aquáticos. Os macroinvertebrados (invertebrados selecionados em rede de 0,5mm) que compõe essa comunidade, têm sido sistematicamente utilizados em redes de biomonitoramento em vários países, porque ocorrem em todo tipo de ecossistema aquático, exibem ampla variedade de tolerâncias a vários graus e tipos de poluição, têm baixa motilidade e estão continuamente sujeitos às alterações de qualidade do ambiente aquático, inserindo o componente temporal ao diagnóstico e, como monitores contínuos, possibilitam a avaliação a longo prazo dos efeitos de descargas regulares, intermitentes e difusas, de concentrações variáveis de poluentes, de poluição simples ou múltipla e de efeitos sinergísticos e antagônicos de contaminantes. Nos reservatórios, as comunidades de duas zonas de estudo foram consideradas, sublitoral e profundal. A primeira, mais sensível a degradação recente, ou seja, a contaminantes presentes na coluna d'água, e a segunda ao histórico de degradação local, associada a contaminantes acumulados nos sedimentos.

Para amostras dos rios os organismos bentônicos foram identificados até família para a maioria dos taxa, exceto para Chironomidae, em que atingiu-se nível de sub-famílias e tribos. Para reservatórios, Chironomidae e Oligochaeta foram identificados até gênero/espécie.

Anexo a que se refere o Inciso I da Decisão de Diretoria n° 232/2006/E, de 14 de novembro de 2006.

Índice da Comunidade Bentônica

Foram calculados os seguintes índices descritores da estrutura das comunidades bentônicas:

1. Riqueza (S), sendo a soma das categorias taxonômicas encontradas na amostra.

2. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H')(Washington, 1984).

3. Índice de Comparação Sequencial (ICS)(Cairns & Dickson, 1971), em cujo cálculo foi empregado software desenvolvido pelo prof. Dr. Aristotelino Monteiro Ferreira para a CETESB (Henrique-Marcelino *et al.*, 1992).

4. Razão Tanytarsini/Chironomidae (Tt/Chi) (EPA/OHIO, 1987).

5. Riqueza de taxa sensíveis (Ssens), em que foram considerados sensíveis as famílias de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini em rios e as famílias de Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera e o gênero *Stempellina* de Chironomidae-Tanytarsini em reservatórios.

6. Dominância de grupos tolerantes (T/DT), tendo sido considerados tolerantes, Tubificinae sem queta capilar, Naidinae e Chironomini, em rios e *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Dero*, *Pristina*, *Pristinella* e *Chironomus*, em reservatórios.

Além disso, sempre que possível, ou seja, quando ocorreram populações significativas (N ≥ 100) de *Chironomus* nas amostras, foi avaliada a freqüência de deformidade no mento dessas larvas, tendo sido considerado deformidade, "gap", falta e excesso de dentes (Kuhlmann *et al.*, 2000).

Para o diagnóstico, estes descritores foram fundidos em índices multimétricos, adequados a cada tipo de ambiente, ou seja, zona sublitoral de reservatórios, zona profundal de reservatórios e de rios, como se segue:

Índice da Comunidade Bentônica para zona sublitoral de reservatórios (ICB_{RES-SL})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Ssens
PÉSSIMA	5	AZÓICO				
RUIM	4	1 – 8	< 5,00	≤ 1,50	≥ 0,70	0
REGULAR	3	9 – 16	5,00 – < 15,00	> 1,50 – ≤ 2,25	0,40 – < 0,70	1
BOA	2	17 – 24	15,00 – < 25,00	> 2,25 – ≤ 3,50	0,10 – < 0,40	2
ÓTIMA	1	≥ 25	≥ 25,00	> 3,50	< 0,10	≥ 3

Índice da Comunidade Bentônica para zona profundal de reservatórios (ICB_{RES-P})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Tt/Chi
PÉSSIMA	5	AZÓICO				
RUIM	4	1 – 3	≤ 1,00	≤ 0,50	≥ 0,80	≤ 0,03
REGULAR	3	4 – 6	> 1,00 – ≤ 3,50	> 0,50 – ≤ 1,50	≥ 0,50 – < 0,80	> 0,03 – ≤ 0,06
BOA	2	7 – 9	> 3,50 – ≤ 7,00	> 1,50 – ≤ 2,00	≥ 0,20 – < 0,50	> 0,06 – < 0,10
ÓTIMA	1	≥ 10	≥ 7,00	> 2,00	< 0,20	≥ 0,10

Índice da Comunidade Bentônica para rios (ICB_{RIO})

CLASSE	PONTO	S	ICS	H'	T/DT	Ssens
PÉSSIMA	5	AZÓICO				
RUIM	4	≤ 5	≤ 3,00	≤ 1,00	> 0,75	0
REGULAR	3	6 – 13	> 3,00 – ≤ 9,50	> 1,00 – ≤ 1,50	≥ 0,50 – ≤ 0,75	1
BOA	2	14 – 20	> 9,50 – ≤ 20,00	> 1,50 – ≤ 2,50	> 0,25 – < 0,50	2
ÓTIMA	1	≥ 21	> 20,00	> 2,50	≤ 0,25	≥ 3

Para o cálculo do Índice da Comunidade Bentônica apenas um dos índices de diversidade (H' ou ICS) é considerado, dando-se preferência ao ICS. O valor final, que gera o diagnóstico ou a classificação final da qualidade do habitat, será simplesmente a média aritmética do ranking dos índices parciais.

Com relação à freqüência de deformidade em mento de larvas de *Chironomus*, foi considerada incidência natural da população valores de até 3%, como citado em literatura (Burt *et al.*, 2003).

1. DIVULGAÇÃO DOS ÍNDICES

No Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo da CETESB, referente ao ano de 2002, (CETESB, 2003) foram publicados, em capítulos específicos, pela primeira vez os resultados e as metodologias de cálculo dos índices das comunidades fitoplanctônica e bentônica.

No Relatório de 2003 (CETESB, 2004) foram incluídos no capítulo relativo aos Índices de Qualidade das Águas os índices das comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e bentônica. Em 2005 (CETESB, 2006) foram monitorados 24 pontos para as comunidades fitoplanctônicas, quatro pontos para zooplancton e 18 pontos para a comunidade bentônica.

Esses resultados, interpretados em conjunto com os resultados do IVA e das variáveis físicas e químicas, possibilitaram uma maior sensibilidade e compreensão da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos monitorados no Estado de São Paulo. Em 2005 (CETESB, 2006), por exemplo, foi possível verificar a presença de cianobactérias potencialmente tóxicas em diversos mananciais do estado, indicando deterioração da qualidade das águas e necessidade de maiores cuidados no tratamento das águas captadas. Além disso, em alguns ambientes, como o reservatório Guarapiranga, tanto as comunidades planctônicas (fito e zooplâncton) como bentônica indicaram uma piora nas condições ambientais nos últimos anos, o que não pode ser verificado de maneira tão clara pelo IVA.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRONIKOVA, I. N. Zooplankton characteristics in monitoring of Lake Ladoga. *Hydrobiologia,* v. 322, pp. 173-179.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357/05 "Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU: 18/03/2005.

BURT, J.; CIBOROWSKI, J.J.H.; REYNOLDSON, T.B. Baseline incidence of mouthpart deformities in Chironomidae (Diptera) from the Laurentian Great Lakes, Canada. *J. Great Lakes Res., v. 29*, n. 1, p. 172-180. 2003.

CAIRNS, JR., J.; DICKSON, K.L. A simple method for biological assesment on the effects of the most discharges on aquatic bottom- dwelling organisms. *J. Water Pollut. Control Fed., v. 43*, n. 5, p. 755-762. 1971.

CARVALHO, M.C. O uso da comunidade fitoplanctônica em biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. *Tese de doutoramento*, Fac. Sáude Pública - USP, 2003.

CETESB. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo - 2003*. CETESB, São Paulo, 2004. (Série Relatórios).

CETESB. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo - 2004*. CETESB, São Paulo, 2005. (Série Relatórios).

CETESB. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2005.* CETESB, São Paulo, v1. 488p. 2006. (Série Relatórios).

CHORUS, I. & BARTRAM, J. (Eds.). *Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management*. 416p. E & FN Spon, London, 1999.

COELHO-BOTELHO, M. J. Dinâmica da comunidade zooplanctônica e sua relação com o grau de trofia em reservatórios. Mini-Curso oferecido no IV Simpósio e IV Reunião de Avaliação do Programa Biota/FAPESP, 08 a 13 de dezembro de 2003, Hotel Panorama - Águas de Lindóia - SP. 2003. (texto disponível no site www.biota.org.br/ info/historico/simp2003/textos/zooplancton.pdf)

COELHO-BOTELHO, M. J.; CARVALHO, M.C. SALVADOR, M.E.P.; WATANABE, H.M.; KUHLMANN, M.L.; JOHNSCHER-FORNASARO, G. *Desenvolvimento de modelos biológicos para o biomonitoramento em Reservatórios do Estados de São Paulo.* CETESB (Relatório Técnico) . 2006.

EPA/OHIO. *Biological criteria for the protection of aquatic life: Volume II: Users manual for biological field assessment of Ohio surface waters.* Surface Water Section, Division of Water Quality Monitoring and assessment, Columbus. 1987.

HENRIQUE-MARCELINO, R. M.; LOPES, C.F.; MILANELLI, J.C.C.; JOHNSCHER-FORNASARO, G.; MORAES, A.C.; BRUNI, A.C.; CUTRUPI, S. *Macrofauna bentônica de água doce: avanços metodológicos.* São Paulo, CETESB, Relatório Técnico, 16p + anexos. 1992.

KUHLMANN, M.L.; HAYASHIDA, C.Y.; ARAÚJO, R.P.A. Using *Chironomus* (Chironomidae: Diptera) mentum deformities in environmental assessment*. Acta Limnol. Bras., v. 12,* n. 2, p. 55-61. 2000.

MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J. G. & ROCHA, O. Zooplankton diversity in eutrophic systems and its relation to the occurrence of cyanophycean blooms. *Verh. Internat. Verein. Limnol.,* v. 28, pp. 671-674, 2002.

NEVES, I. F., ROCHA, O., ROCHE, K. F. & PINTO, A. A. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Braz. J. Biol.,* v. 63, n. 2, pp. 329-343, 2003.

RIETZLER, A. C., MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J. G. Life cycle, feeding and adaptative strategy implications on the co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa Reservoir (SP, Brazil). *Braz. J. Bio.,* v. 62, n. 1, pp. 93-105, 2002.

ROCHA, O., SENDACZ, S. & MATSUMURA-TUNDISI, T. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. *In:* Tundisi, J. G., Bicudo, C. E. M. & Matsumura-Tundisi, T. (eds.). *Limnology in Brazil.* pp. 151-166. Rio de Janeiro : ABC/SBL, 1995.

SAMPAIO, E. V., ROCHA, O., MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J. G. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. *Braz. J. Bio.,* v. 62, n. 3, pp. 525-545, 2002.

SHIEL, R. J., GREEN, J. D. & NIELSEN, D. L. Floodplain biodiversity: why are there so many species? *Hydrobiologia,* v. 387/388, pp. 39-46, 1998.

SILVA, W. M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. Distribution and abundance of Cyclopoida populations in a cascade of reservoirs of the Tietê River (São Paulo State, Brazil). *Verh. Internat. Verein. Limnol.,* v. 28, pp. 667-670, 2002.

USEPA, United States Environmental Protection Agency. *Multimetric Indices to Prepare and Analyze Data* http://www.epa.gov/bioindicators/html/multimetric.html. último acesso em out/2005.

WASHINGTON, H.G. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. ***Water Res., v. 18***, n. 6, p. 653-694. 1984.

WEF (Water Environment Federation). *Biomonitoring in the Water Environment*. Series: Special Publication. Alexandria/USA. 1997. 159p.

Marta Condé Lamparelli
Divisão de Análises Hidrobiológicas
Reg. 01.5663-3 CRBio n°. 14040-01/D