

## PROGRAMA BRASILEIRO PARA A CONSERVAÇÃO E MANEJO DE ÁGUAS INTERIORES: SÍNTESE DAS DISCUSSÕES

F.A.R. Barbosa  
ICB/UFMG – Caixa Postal 486  
31271-970 – Belo Horizonte – MG, Brasil

**Objetivo:** A produção de um documento caracterizando o estado da arte dos tópicos propostos para discussão e a definição de uma base científica para o estabelecimento de um programa exequível de estudos, a partir do qual possam ser apresentadas sugestões para a conservação e utilização sustentada dos principais sistemas aquáticos brasileiros, aos órgãos de decisão nos níveis federal, estadual e municipal. Complementarmente, o documento deverá fornecer as bases científicas para a promulgação de um "Decreto de Águas Puras" pelos níveis políticos competentes.

São descritos a seguir, os principais pontos discutidos pelos grupos de trabalho (GT) juntamente com as conclusões e sugestões para implementação do Programa a nível nacional.

### GT-1. EUTROFIZAÇÃO, BIODIVERSIDADE E RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES DEGRADADOS

Coordenador: J.G. Tundisi

Secretário: J. Hilton

Membros: A Schwarzbold, E.von Sperling, C.E.M. Bicudo, F.A.R. Barbosa.

Existem informações em quantidade e qualidade acerca da eutrofização de lagos e reservatórios; entretanto, as avaliações estão geralmente baseadas em índices desenvolvidos em regiões temperadas e por isso nem sempre aplicáveis às situações tropicais.

Para o diagnóstico da eutrofização os índices de Carlson têm sido largamente utilizados; entretanto existem problemas significativos para sua aplicação no Brasil, principalmente em função da rápida erosão nas regiões tropicais, acelerada pelas práticas agrícolas e de monoculturas,

que resultam em elevada turbidez nos sistemas aquáticos. Como consequência, a inclusão das leituras do disco de Secchi no índice causa uma superestimativa do estado trófico das águas afetadas por estes processos nas quais a turbidez não tem relação com a clorofila-a. Além do mais, a elevada produtividade dos sistemas tropicais em relação a uma dada carga de nutrientes, comparada com sistemas temperados, leva a uma subestimativa sistemática do estado trófico dos sistemas tropicais.

As equações de Vollenweider devem ser modificadas para sua aplicação nos trópicos. De acordo com SALAS & MARTINO (1990) e RYDING & RAST (1989), as concentrações limites que definem o grau de trofia devem ser modificadas de modo a permitir níveis mais elevados de clorofila-a ou níveis mais baixos de nutrientes. Há que se considerar ainda o fato de que as taxas de sedimentação do fósforo são mais rápidas nas águas tropicais, conforme salientado por CASTAGNINO (1982).

O papel da limitação de nitrogênio nas águas tropicais ainda não está bem definido e, provavelmente, depende de parâmetros específicos. Nos sistemas com baixos pHs, carbono pode ser o elemento limitante.

Já existe um conhecimento razoável sobre a taxonomia das espécies de algas e macrófitas aquáticas. No entanto, a sucessão das espécies e a diversidade dos agrupamentos sob diferentes condições tróficas ainda necessitam de mais estudos. A utilização isolada de parâmetros químicos inorgânicos para a identificação do estado trófico pode levar a interpretações errôneas nos ambientes com elevada biomassa de macrófitas, nos quais grandes fluxos de nutrientes podem ser absorvidos rapidamente provocando baixas concentrações na água.

Especificamente em relação à medida das cargas de nutrientes e à predição da biomassa a partir das mesmas, foi salientada a necessidade de um balanço de massas para o que são necessárias estimativas de taxas de fluxo hidráulico, uma vez que estas quantidades geralmente dominam a medida do fluxo. Para tanto, devem ser definidas estratégias de amostragem às quais devem incluir um número significativo de eventos de altos fluxos já que estes têm grande participação na carga total.

Na ausência de outras ferramentas, as equações de Vollenweider são úteis, embora devam ser incluídas estimativas de taxas de fluxo hidráulico nos cálculos. Nos sistemas com elevadas taxas de fluxo, a

retenção de nutrientes é baixa e conseqüentemente, a retenção de biomassa será também pequena.

As prioridades devem considerar a possibilidade de que as equações de Vollenweider não sejam imediatamente aplicáveis aos sistemas tropicais, necessitando de mais estudos locais, particularmente visando o desenvolvimento de índices qualitativos e quantitativos com bases regionais.

Em relação à biodiversidade concordou-se que a mesma tem sido perdida nos sistemas aquáticos brasileiros enquanto as atenções têm se concentrado nas espécies terrestres ameaçadas da Amazônia. Políticas de conservação delineadas para os sistemas terrestres não podem ser transferidas para os sistemas aquáticos na medida em que as escalas temporal e espacial são diferentes, como sugerido por JUNK (1983).

A biodiversidade das comunidades aquáticas é controlada por vários fatores de força e, comparativamente, poucos estudos sobre estes fatores têm sido realizados no Brasil. Uma das principais dificuldades em se utilizar índices de diversidade de qualidade de água é o fato de os usuários tenderem à uma superinterpretação dos resultados, se esquecendo de que eles apenas representam o sistema de uma maneira geral.

As prioridades devem considerar o desenvolvimento de estudos de longa duração em diferentes sistemas aquáticos, de modo a permitirem comparações de dados de biodiversidade e uma avaliação permanente dos impactos.

Interações entre organismos e populações (intra e interespecíficas) devem ser bem conhecidas e utilizadas como uma base para a compreensão da sustentabilidade da biodiversidade.

Em relação aos estudos de recuperação de ambientes degradados, três abordagens devem ser utilizadas: a) remoção das fontes poluidoras; b) alterações na bacia de drenagem e c) técnicas de manipulação no ambiente em questão. Um bom exemplo do uso de estudos de longa duração tanto para identificar como monitorar os efeitos e a recuperação de um dado sistema após a remoção de um efluente de mineração, pode ser visto em TUNDISI et al. (1991).

A recomposição de bacias de drenagem com espécies nativas tem tido bastante sucesso em sistemas isolados. A preservação da mata de galeria tem sido particularmente bem sucedida e vários exemplos experi-

mentais de programas de recuperação de pequenas bacias de drenagem poluídas por nutrientes minerais, pesticidas, herbicidas e controle de inundações são disponíveis.

Estudos futuros devem considerar duas abordagens:

a) técnicas corretivas, capazes de oferecer respostas mais rápidas e das quais são exemplos a re-oxigenação de hipolímnios anóxicos, a remoção ou o isolamento do sedimento, a construção de pré-barragens para a contenção de sedimentos e nutrientes, dentre outras e,

b) ecotecnologias, como a contenção da erosão através do reflorestamento, a manutenção e recuperação de áreas degradadas, biomanipulação e o manejo da zona litoral, capazes de fornecer respostas graduais.

As políticas sugeridas foram as seguintes:

a) Eutrofização

Identificar a importância da eutrofização como um problema concreto no Brasil, considerando inclusive os aspectos de saúde e os custos do tratamento. Em função destes últimos, engenheiros sanitaristas devem ser incluídos nos programas de avaliação, principalmente para identificar os custos da eutrofização para a sociedade.

Antes de se iniciar novos levantamentos, novos métodos quali e quantitativos para a identificação de sistemas eutróficos devem ser desenvolvidos. Tais métodos, devem incluir a química da água, medidas da biomassa, índices de diversidade e espécies indicadoras, baseados em análises de águas brasileiras. Além disso, estimadores de biomassa tropicais, equivalentes àqueles de Vollenweider, Dillon & Rigler, Reynolds e Sakamoto devem ser desenvolvidos.

Será necessário desenvolver-se uma matriz de níveis de resposta capaz de identificar as medidas corretivas apropriadas para cada situação. As prioridades de atuação devem estar baseadas no uso da água, de tal forma que águas de abastecimento tenham a maior prioridade e, por exemplo, o uso para geração de energia elétrica não necessitaria de nenhuma resposta.

b) Biodiversidade

Biodiversidade pode ser utilizada para identificar diferentes tipos de águas e também como uma ferramenta para se monitorar as alterações decorrentes dos impactos antropogênicos. Tais identificações

devem ser utilizadas para se identificar os melhores exemplos para conservação.

Particularmente, brejos e áreas alagadas devem ser mantidas no entorno de lagos e reservatórios para garantir uma maior biodiversidade.

c) Recuperação de ambientes degradados

Segundo as leis brasileiras, poluição é definida como qualquer alteração prejudicial às características da água e que é geralmente interpretada como uma alteração que reduz os usos potenciais da água para o homem e as espécies aquáticas.

Um programa de monitoramento baseado em padrões químicos deve ser estabelecido para identificar os locais poluídos. O uso proposto da água definirá o padrão de qualidade e portanto, a definição do grau de poluição para cada caso. O monitoramento deve ser estabelecido numa base regional, com uma política específica de controle de qualidade que possa assegurar a confiança pública e cujos resultados sejam publicados por um organismo regional a intervalos regulares.

Uma rede de monitoramento biológico mais detalhada deve ser estabelecida, conjuntamente com uma rede química, para identificar os locais sujeitos à poluição e que não seriam identificados através de simples análises químicas. A variação regional das espécies deve ser levada em conta, quando da definição de espécies indicadoras.

Uma vez identificado um local poluído, uma avaliação o mais completa possível deve ser feita, incluindo fatores econômicos, sociais e biogeográficos, como também os aspectos ecológicos. Os resultados de tais estudos devem estar disponíveis ao público e garantidos por ações legais.

Políticas de monitoramento e planejamento devem objetivar a introdução de abordagens preventivas.

Como recomendações gerais foram apontadas as seguintes:

a) Os métodos utilizados nas diferentes regiões para o estudo da eutrofização, biodiversidade e recuperação de ambientes degradados devem ser comparáveis. Além disso, novos métodos devem ser desenvolvidos.

b) Um conhecimento dos processos que regulam os sistemas aquá-

ticos é muito importante e por isso, novas pesquisas sobre este tópico devem ser incentivadas.

c) Modelos matemáticos de processos em andamento nos sistemas aquáticos devem ser desenvolvidos tanto como auxílio à pesquisa como também como ferramentas para os programas de recuperação.

d) Deve ser realizada uma síntese da grande quantidade de dados existentes sobre os sistemas aquáticos brasileiros. Quando possível, tal síntese deve ser transformada em modelos.

e) A modelagem dos sistemas aquáticos no Brasil necessita ser incrementada, principalmente através de contatos com especialistas do exterior.

f) A importância do trabalho de campo deve ser enfatizada em todos os estudos realizados.

g) O treinamento em processos em andamento nos sistemas aquáticos deve ser incentivado, cobrindo todos os níveis, desde o técnico ao mais sofisticado.

h) Seminários regulares devem ser realizados para avaliar os progressos obtidos em problemas regionais específicos.

i) A intercalibração de técnicas analíticas deve constituir parte integrante da garantia de qualidade dos programas de monitoramento.

j) Embora os programas de monitoramento e pesquisa devam ter uma base regional, o treinamento, intercalibrações, a produção de manuais simples de técnicas e a coordenação das atividades de pesquisa deve ser unificada. A Sociedade Brasileira de Limnologia poderia exercer tal papel coordenador.

k) Ao nível institucional, a organização para implementação de projetos de manejo e recuperação, a experiência já adquirida em algumas áreas (por exemplo cursos de treinamento sobre análise de bacias) deve ser estimulada.

**GT-2. ATIVIDADE DE MINERAÇÃO, MANEJO DE SOLOS, EROSÃO, ASSOREAMENTO, MONOCULTURAS, CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA, IMPACTOS DE RESERVATÓRIOS E IRRIGAÇÃO.**

Coordenador: T. Watanabe

Secretário: Raoul Henry

Membros: L. Chomenko, B. Faria, C.F.S. Menezes, S.F. Leão, H.V. Antunes, H. Lobo, J.R. Freitas, M.H. Maier, M. Petreire Jr.

O primeiro problema discutido foi o impacto das monoculturas, exemplificado pelas plantações de cana-de-açúcar em solos de baixa fertilidade no Nordeste. Devido à esta limitação, o uso crescente de fertilizantes e agrotóxicos tem provocado um aumento na carga de nutrientes e contaminantes dos cursos d'água, particularmente durante os períodos de plantio e colheita, e que têm provocado verdadeiros "pulsos" de nutrientes e agrotóxicos nas águas.

Têm sido detectadas concentrações extremamente elevadas de leveduras do gênero *Saccharomyces* na água, em decorrência do lançamento de resíduos de destilarias de álcool. O vinhoto não tem recebido tratamento adequado antes do lançamento nos corpos d'água.

Outro problema decorrente da monocultura canavieira é sua queima periódica que produz a fuligem, cinzas que são transportadas via atmosfera para os ecossistemas.

Finalmente, o aceleramento do processo de erosão devido ao manejo inadequado dos solos, traz como consequência o assoreamento dos corpos d'água.

Foi enfatizada a necessidade de diversificação das culturas e da manutenção de áreas naturais intercaladas, às quais têm demonstrado efeitos positivos, particularmente no controle biológico de pragas, reduzindo o uso de agrotóxicos.

Foi também enfatizada a falta crônica de planejamento do uso dos solos e da ausência de estudos sobre a vocação real dos mesmos. Além disso, destacou-se o reduzido número de pessoal qualificado para a tomada de decisões sobre sua utilização.

A necessidade de se investir em educação ambiental ao invés da aplicação de multas ambientais foi enfatizada como uma alternativa para a mitigação do problema, juntamente com a conscientização dos técnicos dos órgãos ambientais e dos proprietários de terras sobre o uso adequado dos solos.

A mineração é outro fator considerável na degradação dos ecossistemas aquáticos, acarretando principalmente um aumento na quantida-

de de sólidos em suspensão e significativas alterações na qualidade da água em geral.

O grupo de trabalho questiona a eficiência dos "programas de recuperação" apresentados pelos empreendedores os quais, apesar da existência de uma legislação específica, raramente são cumpridos em sua totalidade. O grupo sugere um maior estreitamento entre os órgãos de fomento às atividades de mineração e garimpo e os órgãos de licenciamento destas atividades, com uma revisão dos processos de licenciamento e, eventualmente, a não renovação dos licenciamentos nos casos de não cumprimento dos programas de recuperação.

Em relação aos impactos causados pelos programas de irrigação, os seguintes pontos foram enfatizados:

a) A necessidade de uma avaliação prévia do potencial hídrico e da disponibilidade de água de uma dada área;

b) a ocorrência de conflitos relacionados aos usos da água, como por exemplo, a utilização de água previamente armazenada com a finalidade de geração de energia elétrica e que é grandemente utilizada para projetos de irrigação;

c) a possibilidade de salinização dos solos e o aumento de sua toxidez;

d) a regulamentação da concessão do uso da água;

e) a necessidade de se estimular o uso de técnicas de reciclagem da água, aumentando a eficiência dos usos e portanto preservando os recursos existentes.

Quanto aos impactos decorrentes da construção de reservatórios foram ressaltados os seguintes aspectos:

a) as variações dos impactos em função do tamanho, profundidade, área inundada, cobertura vegetal da bacia e usos dos solos, assim como a geologia e climatologia locais e as finalidades de sua construção;

b) as conseqüências da sua construção para o meio físico, biótico e sócio-econômico.

Como recomendações gerais, o grupo de trabalho salientou:

a) a necessidade de se realizarem campanhas de conscientização sobre a problemática da degradação ambiental em todos os níveis, incluindo órgãos executivos e legislativos e a sociedade em geral;

b) estimular a recuperação de informações de caráter técnico e



científico existentes em estatais, institutos de pesquisa e universidades, de modo a torná-la disponível para estudos futuros, particularmente aqueles de avaliação de impactos ambientais;

c) a necessidade urgente de se elaborar as aptidões das bacias hidrográficas de forma a definir um zoneamento, considerando as prioridades para usos múltiplos;

d) a definição de mecanismos legais para a obediência de tais determinações para cada bacia;

e) a necessidade de planejamentos regionais para os usos gerais nas bacias, considerando as coleções de água como o principal indicador das atividades antropogênicas;

f) o controle do processo de urbanização;

g) a definição de medidas legais para garantir que o tratamento correto e as medidas de recuperação sejam efetivamente executadas pelos empreendedores, reforçando o princípio do "poluidor pagador";

h) incentivar o desenvolvimento de técnicas de avaliação econômica dos ecossistemas a serem explorados e de seus componentes;

i) a necessidade de se recuperar as bacias hidrográficas segundo uma abordagem integrada e que inclui órgãos da administração federal, estadual e municipal, juntamente com universidades, institutos e a sociedade em geral. Para tanto, a constituição de equipes multidisciplinares é fundamental e deve ser incentivada;

### GT-3. PROGRAMAS DE MONITORAMENTO E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS AQUÁTICOS

Coordenador: I. Heaney

Secretário: C.E. Torloni

Membros: A. Cimblaris, C.J. Ferreira, E.M. da Silva, F.A. Esteves, H.P. Godinho, M.E. Coutinho, P.M. Maia-Barbosa, M.E. Rolla, T. Crisman.

A importância de um programa de monitoramento é identificar as mudanças nas variáveis bióticas e abióticas às quais afetam a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, de maneira a se poder manejar, conservar e utilizar os recursos existentes. É necessário para tanto, con-

siderar as diferenças regionais quanto aos aspectos geográficos, sociais e econômicos, o que permitirá a definição de um sistema de classificação para os usos da água, com base nas experiências obtidas em regiões subtropicais e temperadas.

A necessidade de um programa de monitoramento nacional reconhece o rápido aumento do desenvolvimento urbano, da agricultura, da indústria e das atividades extrativistas, associadas ao crescimento populacional e seus impactos sobre os sistemas naturais. Em consequência, é necessário a definição de um programa de ação que permita avaliar-se as condições básicas, segundo as quais o impacto destes fatores sobre os sistemas aquáticos (áreas inundáveis, reservatório, lagos, rios e estuários) possa ser caracterizado.

Existe portanto, a necessidade de se desenvolver e coordenar recursos humanos para atender a tal programa, além da adoção de métodos padronizados e sistemas de análises de controle de qualidade.

A informação obtida deverá contribuir para a elaboração de um banco de dados nacional a ser utilizado como um referencial, contra o qual as alterações no "status" dos ecossistemas aquáticos podem ser avaliadas. Estas informações armazenadas deverão estar disponíveis para referência e utilização pública.

Um programa de monitoramento deve analisar um ecossistema numa escala global, analisando suas variáveis bióticas e abióticas. Entretanto, em função da carência de recursos humanos, apoio financeiro e de infra-estrutura, sugere-se que quatro aspectos principais sejam considerados, na definição de programas de monitoramento: saúde, qualidade física e química da água, biomonitoramento e ecotoxicologia.

Ao se desenvolver um programa de monitoramento as variáveis selecionadas devem conter a maior informação possível, serem simples de se medir e analisar e fornecer a maior relação custo/benefício.

Devem ainda ser consideradas as possibilidades de usos múltiplos dos recursos aquáticos, incluindo indústria da pesca, recreação, indústrias, abastecimento de água potável, irrigação, geração de energia, navegação, controle de enchentes, descargas de esgotos, conservação, manejo de vida silvestre, agricultura, turismo e pesquisa.

Sintetizando, um programa de monitoramento proposto pelo grupo de trabalho deve considerar:

a) Aspectos de saúde: epidemiologia das doenças de veiculação hídrica; organismos aquáticos vetores de doenças; descargas de esgotos; bactérias entéricas e organismos como fonte de alimento;

b) Qualidade físico-química da água: a ser avaliada através da medida das concentrações de clorofila-a, transparência, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, nitrogênio total, amônia (quando o pH for  $> 8$  e elevadas concentrações de nitrogênio estão presentes), fósforo total, sólidos em suspensão, granulometria e conteúdo de matéria orgânica dos sedimentos; sua amostragem deve ser apropriada à sazonalidade e condições climáticas;

c) Biomonitoramento: deve ser realizado considerando-se a existência de 3 classes para as águas. Estas são: Classe 1 — água potável; Classe 2 — água de contato primário; Classe 3 — água para manutenção da vida silvestre. Esta classificação deve ainda considerar a cor das águas, sendo aquelas com  $<$  de 200 unidades de platina consideradas não coloridas e aquelas com  $>$  200 unidades de platina consideradas coloridas. O grupo de trabalho sugere ainda que programas regionais para identificação de organismos indicadores devem ser implantados;

d) Ecotoxicologia: considerando que os testes ecotoxicológicos são recomendados para se avaliar os impactos de atividades humanas, incluindo indústrias e agricultura. É desejável que pelo menos um organismo componente da rede trófica do local em estudo seja utilizado como organismo-teste.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTAGNINO, W.A. Investigación de modelos simplificados de eutroficación en lagos tropicales. OPAS, Mimeo, 1982. 27p.
- JUNK, W.J. Aquatic habitats in Amazonia. *The Environmentalist*, v.3 (Suppl. 5), p.24-34, 1983.
- RYDING, S.O. & RAST, W. The control of eutrophication of lakes and reservoirs. v. 1, UNESCO, (MAB SERIES), 313p., 1989.
- SALAS, H. & MARTINO, P. Metodologías simplificadas para la evaluación de eutroficación en lagos calidos tropicales. Program Refioral CEPIS/HPE/IOPS, 1990. 52p.

TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T., HENRY, R., ROCHA, O. CALIJURI, M.C. Mecanismos de funcionamento em represas (Estrutura e Função) em relação à bacia hidrográfica (Base Biogeográfica e Usos). Projeto Temático (FAPESP), 1991. 240p.