

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
David da Motta Marques¹

A QUALIDADE DA ÁGUA E A GESTÃO

Atualmente o gerenciamento do recurso água é baseado exclusivamente em padrões químicos e físicos, o que homogeneiza, em escala continental, a qualidade desconhecida de ecossistemas aquáticos dispares (Motta Marques, 1998a). A qualidade de água é vista tradicionalmente, no Brasil em particular, como a simples obediência aos diplomas legais que regulamentam o assunto diretamente ou indiretamente. Do ponto de vista de aplicação de normas é aparentemente a ação mais correta. No que se refere à inserção da qualidade de água na gestão dos recursos hídricos verifica-se a mesma tendência uma vez que os padrões de qualidade estabelecidos através de normas são as referências para se avaliar a correção das ações tomadas ou a serem tomadas. Esta correção é restrita, no entanto, uma vez que diz respeito à qualidade da água necessária para usos antrópicos pré-estabelecidos e também pelo fato de não considerar a estrutura e funções das comunidades biológicas dos sistemas aquáticos.

As recomendações, em normas deste tipo, podem ser apresentadas usualmente na forma numérica ou narrativa. As recomendações relativas as comunidades aquáticas são tangenciais e estão na norma brasileira na forma narrativa. De certa maneira este formato dificulta e muitas vezes impede a aplicação da norma vigente de forma adequada e mais precisa, visando a proteção e manutenção da integridade dos recursos hídricos. Para os usos socio-economicos são estabelecidas recomendações quantitativas (padrões) para vários parâmetros. No entanto a norma esta desprovida de recomendações quantitativas efetivas que levem a uma aferição das comunidades aquáticas/uso vida aquática (Motta Marques, 1998a), o que torna a gestão de recursos hídricos em muitos casos um exercício de administrar o desconhecido. Desta forma existe a necessidade do estabelecimento de critérios biológicos, para aprimorar a norma, em associação com padrões químicos e toxicologicos de qualidade de água (Motta Marques, 1998a) bem como o uso e aprimoramento de métodos de avaliação e classificação dos recursos hídricos.

INTEGRIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

A maioria das formas de vida está vinculada diretamente aos 2% da água doce existentes no globo terrestre. Embora questões ligadas à quantidade de água tenham sido a tônica em algumas partes do globo e do Brasil é crescente a preocupação com a *qualidade* do recurso e a *escassez de qualidade* do recurso. Esta *escassez de qualidade* está diretamente vinculada à ação do homem, a qual promove impactos tanto na distribuição como na qualidade. Ações reconhecidamente que promovem estes impactos incluem a construção de reservatórios,

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Pesquisa Hidráulicas, Caixa Postal 15029, CEP 91501-970, Porto Alegre-RS, Brasil Fax: 55-51-316-6565, E-Mail david@if.ufrgs.br

drenagem de banhados, desvio de água para abastecimento e irrigação, descarga de efluentes industriais e municipais, aplicação de princípios ativos e nutrientes.

A qualidade da água necessária à sobrevivência da integridade do recurso hídrico, aqui entendido como qualquer coleção de água, é vaga e sem critérios para a definição de padrões, havendo portanto o risco real de ocorrerem danos irreversíveis, tanto por falta de recurso financeiro como científico, para a correção do impacto gerado no ecossistema aquático. Assim, se considerarmos somente usos antrópicos da água é provável que a legislação atual seja suficiente para atender a qualidade desejável. No entanto se considerarmos a qualidade como o resultado da interação de diversos fatores e agregarmos as exigências de todas as formas de vida em uma bacia hidrográfica veremos que os padrões estabelecidos deixam de ser referências adequadas para a gestão dos recursos hídricos.

As condições do ambiente no nível de comunidade e ecossistema podem ser avaliadas a partir de dois enfoques. A avaliação do tipo *bottom-up*, na qual dados laboratoriais são usados para modelar os efeitos esperados em sistemas naturais, e avaliação *top-down*, na qual se usa a medição direta da *saúde* do ecossistema, seguindo de diagnóstico para fontes e causas de qualquer problema (Cairns et al., 1993).

Crerios Biológicos representam uma parte da avaliação do tipo *top-down*, onde o produto final (o desempenho da comunidade biológica) é usada para caracterizar o resultado somado ou integrado de todas as peças (ex.: os processo químicos, físicos e biológicos que afetam o desempenho biológico). Por comparação, o enfoque reducionista químico/toxicidade representa uma avaliação *bottom-up* onde algumas das peças são usadas na tentativa de estimular, prever, ou explicar processos complexos usando pontos finais substitutos.

A comunidade biológica que existe em um determinado corpo de água é o resultado da integração de processos químicos, físicos e biológicos complexos e interrelacionados ao longo do tempo, sendo também o resultado deste processos na suas seqüências dinâmicas (Fig. 1).

As comunidades biológicas são indicadores biológicos de condições reais uma vez que ocupam águas receptoras continuamente e estão sujeitos a uma gama de influencias químicas e físicas que ocorrem ao longo do tempo, incluindo tanto eventos comuns como extremos. Se as variáveis químicas, físicas e biológicas são consideradas como peças então a condição biológica resultante é o produto integrado da montagem destas peças na seqüência dinâmica adequada. No entanto se for aplicado o monitoramento químico continuo permanece a necessidade para interpretar o significado biológico dos resultados químicos. Ou seja, comunidades são indicadores de mais amplo espectro de problemas ambientais do que amostragem química uma vez que eles refletem a dinâmica integrada de processos químicos, físicos e biológicos de ambientes aquáticos. Neste particular a complexidade e extensão do sistema hídrico dos países do MERCOSUL poderá

proporcionar respostas dispareas (Motta Marques, 1998a). O desenvolvimento sustentado dos recursos de águas continentais de uma determinada região não é um processo espontâneo mas necessita de uma estratégia baseada no profundo conhecimento da hidrologia, mecanismos bióticos e econômicos da região/bacia hidrográfica (Zalewski et al., 1997; Petts et al., 1995). Desperta portanto a necessidade do entendimento da integração entre a hidrologia com a dinâmica da biota em grande escala e longo termo dos sistemas aquáticos de uma determinada região (Motta Marques, 1997; Motta Marques, 1998b). Este mecanismos associativos apontam para a conectividade entre

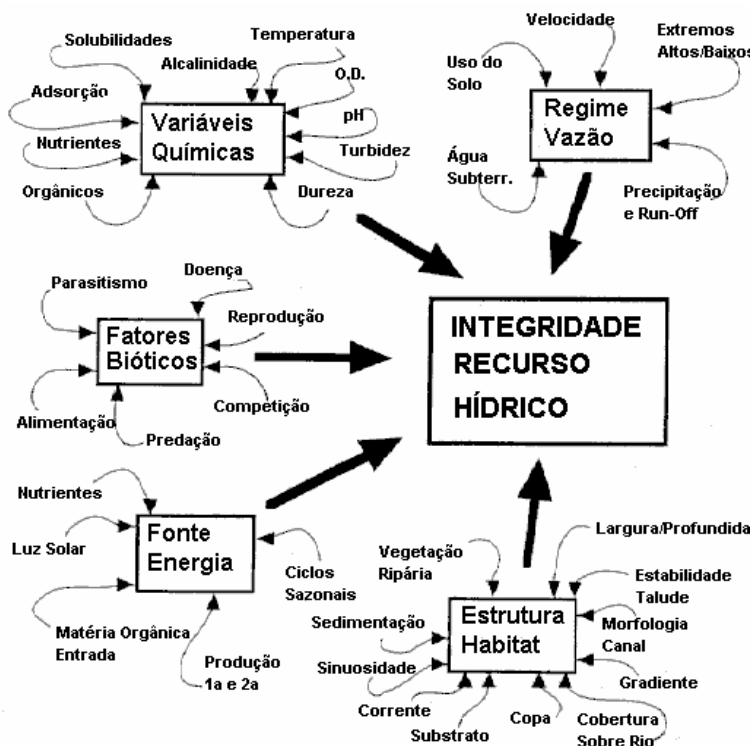


Figura 1. Fatores principais, e seus componentes, que influenciam e determinam a integridade dos recursos hídricos superficiais (Karr, 1987).

sistemas de rios, planícies de inundação e banhados, determinando assim a gestão integrada do recurso.

Assim a associação da falta de critérios biológicos, a demanda crescente pelo recurso, a crescente escassez de qualidade, a conectividade entre os diferentes sistemas aquáticos de uma bacia hidrográfica e a continuada ação de fatores antrópicos que depreciam a qualidade apontam necessariamente para a necessidade de novas formas de classificação e avaliação das coleções de água visando a gestão que considere a harmonia dos diferentes usuários. Estas novas formas de classificação e avaliação implicam necessariamente, ou por isso mesmo, no conhecimento das estruturas e funções/processos das coleções de água existente em uma bacia hidrográfica, os quais determinam a qualidade do recurso e a sua integridade.

Tão importante quanto o conhecimento das estruturas e funções/processos é desvendar-se como e quanto a atividade humana afeta os modeladores da integridade do recursos e o desenvolvimento de métodos de aferição necessários à real gestão do recurso.

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE PARA GESTÃO INTEGRADA

Uma tendência atual é a gestão integrada de bacias hidrográficas a qual é baseada nos princípios de desenvolvimento sustentável e aumento/melhoria/manutenção da biodiversidade. Este princípios de gestão integrada implicam então em ações multidisciplinares e não na abordagem isolada dos diferentes aspectos (Harper & Ferguson, 1995). Isto determina que a qualidade do ambiente (seus estado), e aqui incluindo as coleções de água, deve ser abordada compreensivamente, considerando-se os estresses e ações estressantes, além da identificação de ações que possam reduzir ou prevenir impactos adversos.

Esta gestão integrada do recurso demanda um sistema de avaliação integrado, que inclua diversos métodos de avaliação, os quais devem mostrar o estado dos ambientes aquáticos, atendendo necessidades locais, regionais, nacionais (Environment Agency, 1997), e mais do que nunca no MERCOSUL, transnacionais. Assim através deste sistema pode-se determinar o estado da coleção de água biologicamente (tipo, distribuição, abundância), quimicamente e em termos de quantidade com referência às necessidades de vazão para o abastecimento ou outros usos (Environment Agency, 1998). O resultado deste esforço é a apresentação da informação em diferentes formatos permitindo a classificação e avaliação inteligente do recurso em questão.

Em termos de gestão de rios (poluição da água, regulamentação dos recursos hídricos, manutenção/melhoria da estrutura de habitats do rio/planície de inundação) estas classificações e avaliações resultam no estabelecimento de rios com caráter similar, qualidade de rios em relação a objetivos pré-determinados e a potencial alteração da qualidade ocorrendo a alteração de algum atributo. Além disso a informação no formato de classificação pode ser usado no estabelecimento de sistemas de rios dentro de um contexto geográfico, avaliação de impacto, diagnóstico e previsão, decisões de políticas na gestão do uso do solo na bacia hidrográfica, educação e na medição da eficiência de ações de proteção e gestão ambiental (Boon & Howell, 1997).

Métodos Integradores para Classificação e Avaliação da Qualidade da Água

Vários métodos de avaliação foram desenvolvidos ao longo dos anos para a classificação e avaliação de vários aspectos de sistemas aquáticos visando sua gestão (Tab.1). O Sistema de Classificação e Previsão de Invertebrados de Rios (RIVPACS) mede a qualidade da água baseando-se nos limites de tolerância conhecidos de taxa de macroinvertebrados a poluição orgânica comparando um local de amostragem com um local de referencia (Wright et al., 1994). O Sistema de Branqueamento Trófico (MTR) mede a qualidade da água em relação aos níveis de nutrientes usando a tolerância trofica de macrofitas aquáticas para a geração de um escore que

reflita a assembléia de plantas presentes em um determinado local do sistema aquático (Holmes et al., 1998b). Por outro lado o Sistema de Avaliação de Rios para Conservação (SERCON) determina o valor de conservação de rios de maneira sistemática em termos de critérios tais como diversidade física e riqueza de espécies, envolvendo a coleta de informação sobre as características físicas dos rios e seus corredores; os dados coletados são submetidos a um sistema de processamento de escores compondo uma imagem do rio em termos de critérios (Boon et al., 1997). O método Levantamento de Habitat de Rio (RHS) inclui a coleta sistemática de dados de campo os quais são usados para classificar o estado físico de rios em relação a diversidade de habitats, sendo que os escores de avaliação de qualidade fazem uma serie de considerações sobre as necessidades de habitat de cada espécie (Raven et al., 1997). Um método mais exigente em termos de informação e integração de diferentes tipos de dados e o método Simulação de Habitat Físico (PHABSIM); neste método dados da hidráulica do rio (geometria do canal, nível de água, velocidade em diferentes pontos e sob diferentes condições de vazão) são combinados com índices de adequabilidade de habitat (HST) para velocidade, profundidade substrato/cobertura de espécies escolhidas (ex.: macroinvertebrados) para fornecer áreas usáveis ponderadas (WUA) do rio, para uma determinada faixa de vazões. Curvas de duração de habitat são então produzidas pela combinação de áreas de habitat baseado em vazões (series temporais medidas/previstas), fornecendo uma freqüência acumulada da probabilidade de uma certa quantidade de habitat ser igualada ou excedida para um período de

Tabela 1. Dados Usados em Alguns Métodos de Avaliação ou descrição de Rios e Banhados

Método	Dados								
	Geolog.	Vazão Caract.	Química da Água	Dimens. do Canal	Tipos de Substrato	Caract. do Rio	Caract. Barranca	Uso do Solo	Biota
RIVPACS	[[[[[invertebr.
MTR		[[[[macrófitas aquáticas
PHABSIM	[[[[[peixes, invertebr.
RHS	[[[[[[[macrófitas aquáticas
SERCON	[[[[[[[[todos os aspectos
WET	[[[[[[[[todos os aspectos

tempo. A diferença entre a WUA destas series temporais e a WUA resultante de uma tomada de água indica do corpo de água indica perda potencial de habitat; por sua vez estas diferenças são transformadas em curvas de perda de habitat mostrando a percentagem de habitat perdido contra a disponibilidade de habitat (Bovee, 1982).

Considerando-se a conectividade entre rios, planícies de inundação e banhados, e considerando-se a área relativa de planícies de inundação e banhados e muito grande nos países do MERCOSUL, faz-se necessário o uso de um método de avaliação para banhados. Embora muitos modelos conceituais tenham sido desenvolvidos para banhados pouco se desenvolveu em métodos de avaliação. Um caso particular destes métodos é o método WET (Técnica de Avaliação de Banhado) o qual permite uma avaliação de banhados em função de suas funções (características hidrológicas/físicas, químicas e biológicas) e valores em termos de significancia social, efetividade e oportunidade (Adamus et al., 1987).

Crítérios para Métodos Integradores de Classificação e Avaliação da Qualidade da Água

Comum a todos é uma certa falta de multidisciplinarietàade que permita o entendimento que permita o entendimento da qualidade do ambiente no seu conjunto. A gestão da água exige uma estrutura integrativa a qual proporcione a capacidade para amalgamar os diferentes métodos de classificação/avaliação em um documento de política e operacional (Werritt, 1997). Para se obter um sistema integrado e consistente de classificação/avaliação usado na gestão vários critérios (Raven et al., 1998) devem ser atendidos: (1) objetivos claros que permitem identificar como a informação vai ser usada, por quem vai ser usada e para que propósito, influenciando assim a coleta de dados e sua análise; (2) a escala para classificação e avaliação deve ser determinada previamente a coleta e análise dos dados; (3) a interpretação dos dados não deve exceder as limitações explícitas/implícitas do método; (4) explicitar previamente o que o método ou sistema aplicado pode fazer/não fazer para a sua aplicação precisa; (5) estabelecer previamente padrões técnicos específicos e protocolos relacionados ao uso de tal modo que se formule uma memória para coleta/análise e arquivamento de dados e solução de conflitos provenientes de diferentes técnicas de avaliação; (6) definição de terminologias e sinônimos para assegurar consistência de uso, interpretação e referência cruzada dos resultados; (7) aplicação de controle e asseguramento de qualidade permite que padrões (das várias atividades envolvidas na coleta, análise, apresentação) são mantidas em níveis definidos como desejáveis ou até melhorados; (8) uso de sistemas geográficos de informação (SIG) reconhecidamente bons para a gestão dos dados.

Os métodos hoje disponíveis não obedecem a todos os critérios além de apresentarem redundâncias e sobreposição de dados. Isto no entanto não invalida tais métodos e sim transforma-os na massa crítica para uma gestão integrada de bacias hidrográficas, no que se refere à água, uma ferramenta mais integrada para amostragem, análise, classificação e avaliação. A aparente desvantagem observada pelas redundâncias, sobreposições, padrões e

protocolos pode se suplantada através da referência cruzada entre os métodos e disciplinas envolvidas (Petts et al., 1995), bem como o uso de outros métodos quantitativos ou semi-quantitativos que permitam uma melhor aferição e quantificação da ligação entre características de coleções de água e a distribuição da biota.

Valor da Água e do Ambiente na Gestão

A valoração do ambiente é mais do que nunca uma necessidade na gestão da água. A avaliação econômica, tradicional, aborda a questão tomando em consideração a disponibilidade do recursos, a demanda do recursos pela sociedade para os usos estabelecidos na legislação vigente e os custos referentes ao transporte e colocação do recursos em patamar de qualidade especificado para o uso. Esta dimensão econômica de avaliar a qualidade ambiental, e da água em particular, e crescentemente mais importante no contexto de avaliação custo-benefício (Bowers, 1995). No entanto a determinação do valor do ambiente/água/integridade do recurso toma somente em consideração a dimensão da economia humana. Métodos da economia são portanto incapazes de determinar o valor dos bens e serviços prestados pelos diferentes componentes de um sistema ecológicos para este mesmo sistema, sendo uma valoracao de mão única. Embora uma serie de métodos tenham sido propostos para contornar este problema o conceito de EMERGIA (trabalho de toda a natureza colocado em um produto), e os métodos associados a ele, permite esta valoracao de *commodities*, serviços e bens do ambiente (Odum, 1983). Este sistema de avaliação permite determinar o valor ambiental e o valor econômico em uma base comum de medida. Somente com uma valoracao em uma mesma base de medida e possível determinar-se a qualidade da água e assim fazer-se uma comparação entre diferentes políticas e ações de gestão. A valoração da água como agente de modelação do ambiente e da economia em grande escala apresenta-se como uma ferramenta de grande potencial para a gestão deste recurso (Motta Marques e Odum. 1997).

RECOMENDAÇÕES

O uso de métodos integrativos de avaliação da qualidade da água deve levar em consideração os diferentes elementos componentes dos sistemas aquáticos e não ficar restrita a uma norma desprovida de qualquer vinculo com a estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Estas normas obrigatoriamente devem incluir elementos biológicos e devem permitir uma classificação e avaliação em função das características próprias dos ecossistemas aquáticos. Como não existe método único o uso de diversos métodos é uma necessidade, sendo a definição de referenciamento cruzado entre os resultados um passo fundamental para a gestão do recurso.

Para a classificação e avaliação de ecossistemas aquáticos, visando a gestão integrada, é obrigatório a existência de uma rede de monitoramento que atenda todos os métodos escolhidos, visando à formação de uma linha de base. Isto implica na cooperação entre as agências que monitoram o ambiente para diferentes fins, com o objetivo de evitar-se a sobreposição ou vizinhança de sítios de amostragem e o uso coletivo dos dados gerados. A determinação das

escalas no espaço e tempo nas quais devem ocorrer a amostragem e classificação é ainda um problema. Os métodos disponíveis têm estratégias e unidades amostrais diferentes o que pode afetar a referência cruzada dos seus resultados. Isto significa portanto o desenvolvimento de uma aproximação/enfoque hierárquico para dar conta dos processos geomorfológicos que atuam em diferentes escalas bem como as diferentes escalas para a faixa de organismos que vivem na coleção de água ou área de influência e que fazem parte dos métodos utilizados. Por sua vez a dimensão de valoração do ambiente em base comum deve necessariamente entrar no processo de avaliação da qualidade da água como um elemento integrador.

Como estes métodos são recentes e a sua aplicabilidade tem sido validade para áreas específicas é clara a demanda para o desenvolvimento não só de métodos novos, melhoria do intercruzamento entre métodos, aparelhamento dos órgãos fiscalizadores do ambiente em termos de métodos eficazes e a inserção definitiva da valoração da água e do ambiente nas políticas de gestão determinadas por diplomas legais.

BIBLIOGRAFIA

- Adamus, P.R.; E.J. Clairain; R.D. Smith; e R.R. Young. Wetland Evaluation Technique. DA, Missipi, USA.
- Boon, P.J.; e D.L. Howell. 1997. Defining the Quality of Fresh Waters: Theme and Variations. In P.J. Boon e D.L. (eds). Freshwater Quality: Defining the Indefinable?. TSO, Edinburg, UK.
- Boon, P.J.; N.T.H. Holmes; P.S. Maitland; T.A. Rowell; e J. Davies. 1997. A System for Evaluating Rivers for Conservation (SERCON): Development, Structure and Function. In P.J. Boon e D.L. (eds). Freshwater Quality: Defining the Indefinable?. TSO, Edinburg, UK.
- Bovee, K.D. 1982. A Guide to Stream Analysis Using the Stream Flow Increment Methodologies. USFWS, Fort Collins, USA.
- Bowers, J. 1995. The Interface between Ecology and Economics in Catchment Management. In D. Harper e A.J.D. Ferguson. 1995. The Ecological Basis for River Management. Wiley, Chischester, UK.
- Environment Agency. 1997. Viewpoint on the Environment; Developing a National Monitoring and Assessment Framework. Bristol, UK.
- Environment Agency. 1998. The State of the Environment of England and Wales: Fresh Waters. TSO, London, UK.
- Harper, D.; e A.J.D. Ferguson. 1995. The Ecological Basis for River Management. Wiley, Chischester, UK.
- Holmes, N.T.H.; J.R. Newman; F.H. Dawson; S. Chadd; K.J. Rouen; e L. Sharp. 1998b. Mean Trophic Rank: A User's Manual. E.A. R&D TR E38, Bristol, UK.
- Karr J.R. 1987. Biological Monitoring and Environmental Assessment: a Conceptual Framework. *Environmental Management*, 11, 249-256.
- Motta Marques, D.M.L. 1998a. Necessidade de Critérios Biológicos para Normas de Qualidade dos Recursos Hídricos Continentais do MERCOSUL. In
- Motta Marques, D.M.L. 1998b. Sistema Hidrológico do Taim-Pantanal Subtropical. Programa Integrado de Ecologia/Pesquisa Ecológica de Longa Duração. FINEP/CNPq.
- Motta Marques, D.M.L. 1997. Comportamento Hidrodinâmico do Sistema Lagunar Tramandaí (Litoral Norte, RS) e Seu Efeito Potencial Sobre Comunidades Planctônicas Visando o Gerenciamento dos Recursos Hídricos. FAPERGS.
- Motta Marques, D.M.L.; e H.T. Odum. 1997. Emergia e Água na Organização da Paisagem: Alocação da Água Costeira para Produtividade Ecológica-Econômica. CNPq.
- Petts, G.; I. Maddock; M. Bickerton; e A.J.D. Ferguson. 1995. Linking Hydrology and Ecology: The Scientific Basis for River Management. In D. Harper e A.J.D. Ferguson. 1995. The Ecological Basis for River Management. Wiley, Chischester, UK.
- Raven, P.J.; P. Fox; M. Everard; N.T.H. Holmes; e F.H. Dawson. 1997. River Habitat Survey: A New System for Classifying Rivers According to Their Habitat Quality. In P.J. Boon e D.L. (eds). Freshwater Quality: Defining the Indefinable?. TSO, Edinburg, UK.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.
Gramado, RS, de 5 a 8 de Outubro de 1998

- Werrity, A. 1997. Conserving the Quality of Freshwater Resources: The Role of Integrated Catchment Management. In P.J. Boon e D.L. (eds). Freshwater Quality: Defining the Indefinable?. TSO, Edinburg.
- Wright, J.F.; M.T. Furse; e P.D. Armitage. 1994. Use of Macroinvertebrate Communities to Detect Environmental Stress in Running Water. In D.W. Sutcliffe (ed). FWA, Ambleside, UK.
- Zalewski, M.; G.A. Janauer; e G. Jotankai. 1997. Ecohydrology. IHP -V, No.7. UNESCO.