

Os Indicadores como Instrumentos Potenciais de Gestão das Águas no Atual Contexto Legal-Institucional do Brasil - Resultados de um painel de especialistas

Antônio Pereira Magalhães Junior

*Depto. de Geografia/UFGM - Av. Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha
31.270.901 - Belo Horizonte, MG - apmgeo@dedalus.lcc.ufmg.br*

Oscar de Moraes Cordeiro Netto

FT/ENC, UnB - Campus Universitário, Asa Norte, 70.910-900 - Brasília-DF - cordeiro@unb.br

Nilo de Oliveira Nascimento

Depto. de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos/UFGM - Av. Contorno 842 – 30110-060 - Belo Horizonte, MG - niloon@ebr.ufmg.br

Recebido: 25/09/02 – revisado: 28/03/03 – aceito: 16/06/03

Resumo

O recente movimento de "modernização" do processo de gestão das águas no Brasil apresenta atualmente o grande desafio da operacionalização da nova base legal e institucional. O desafio envolve a concretização dos princípios de gestão estabelecidos na Lei 9.433/97, dentre os quais a gestão descentralizada e participativa. Para a consecução destas metas, a realidade nacional apresenta certos obstáculos como a carência de dados e informações para a escala de atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH). É neste sentido que os indicadores compreendem importantes instrumentos de auxílio ao processo decisório na gestão das águas, facilitando a comunicação e a compreensão da realidade. O trabalho apresenta a síntese dos resultados de um painel Delphi aplicado no país, envolvendo os indicadores mais valorizados e as tendências de pensamento quanto aos principais eixos de ação na gestão das águas no país. Na atual fase de transição na consolidação das novas bases de gestão nacionais, os resultados podem sinalizar as prioridades e as lacunas de informações no país.

Palavras-chave: *indicadores; instrumentos de gestão das águas; técnica Delphi.*

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta atualmente um dos sistemas legais de gestão das águas mais avançados do mundo, processo coroado pela Lei 9.433/97. Os avanços relativamente rápidos a partir dos anos 80 foram motivados pela combinação entre condicionantes estruturais nacionais: crise setorial, crise macro-econômica e modificação do regime político. A crise setorial foi determinada principalmente pela intensificação do contexto nacional de degradação ambiental, concernindo a rarefação e a degradação dos recursos hídricos em quantidade e qualidade, bem como os consequentes conflitos de uso da água. Este quadro exigiu e motivou a reforma legal e institucional do setor de gestão das águas nos anos 90. A conjunção de "crises" determinou, ademais, a intensificação de pressões sociais e políticas, nacionais e internacionais, acelerando as reformas. No novo contexto nacional, a lógica tradicional de gestão das águas inspirada no modelo TVA¹, influente no país desde os anos 60, foi substituída por um sistema de gestão moderno inspirado na experiência francesa e mais conforme aos princípios de sustentabilidade. Um dos maiores desafios

os atuais é justamente a operacionalização da moderna base legal, suplantando obstáculos estruturais como a carência de bases de dados e informações para a gestão da água no país.

As qualidades de descentralização e participação na gestão das águas têm sido apontadas como pilares fundamentais na busca do desenvolvimento sustentável. No recente Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) a abertura do processo decisório à participação dos atores locais foi verificada pela criação, em termos legais, dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH). Entretanto, dois fatores contribuem para que os municípios continuem sendo as unidades territoriais referenciais (socialmente) para o processo de gestão da água:

- Para a sociedade, em geral, os limites políticos municipais são mais concretos do que os limites naturais, sendo mais representativos para a gestão e a defesa de interesses locais.

¹O programa TVA (Tennessee Valley Authority) foi lançado em 1933 nos Estados Unidos, sendo caracterizado por um modelo de gestão centralizador e setorial.

- Os municípios são as unidades de base para os mais conhecidos e tradicionais programas governamentais de monitoramento de dados sócio-econômicos no país (vide os censos do IBGE). Já os dados hidrológicos (quantitativos e qualitativos) são monitorados pontualmente em estações hidrometeorológicas, com destaque para a Rede administrada pela Agência Nacional de Águas (ANA). As limitações do caráter pontual dos dados são parcialmente resolvidas por técnicas como a regionalização de dados, mas isto não é adequado para os dados de qualidade da água. Sob qualquer enfoque, os organismos de bacia têm, portanto, dificuldades para o conhecimento das variações e da distribuição espacial da disponibilidade e da qualidade das águas em nível intrabacia.

A carência de informações sobre águas no Brasil é agravada pelo fato de que as bases existentes não permitem, de modo geral, o conhecimento da realidade das bacias em nível interno (sub-bacias, por exemplo), o que dificulta o processo decisório participativo. Uma sólida base de informações é imprescindível à tomada de decisões, sob pena de tentar-se gerenciar algo que não se conhece. São conhecidos os riscos que a ausência de informações pode trazer a um processo decisório, tornando-o suscetível a manipulações, generalizações intuitivas ou interesses organizados. Nesses casos, as decisões não são embasadas no conhecimento científico ou cognitivo da realidade.

Este trabalho insere-se no atual contexto de transição e consolidação da nova base de gestão da água no Brasil, no qual a viabilidade da gestão descentralizada e participativa depende da evolução do processo de monitoramento de dados. Os indicadores são úteis ferramentas de otimização dos atributos de informações existentes, de sinalização de lacunas de dados e de sinalização das prioridades de gestão. São, portanto, instrumentos de auxílio ao processo decisório participativo.

Indicadores : Porquê e para quê ?

Os indicadores são informações que comunicam a partir da mensuração de elementos e fenômenos da realidade. A quantificação de informações, com base em padrões de referência, pode tornar o seu significado mais claro e facilitar a comunicação. Os indicadores não são informações explicativas ou descritivas, mas pontuais, no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permite o acompanhamento dinâmico da realidade.

A exploração da temática dos indicadores ambientais é relativamente nova em termos mundiais. Enquanto os indicadores sociais já eram adotados sistematicamente nos anos 70, somente no final da década de 80 os indicadores ambientais ganharam maior reconhecimento. Nos

anos 90, a evolução das discussões e ações relativas à busca do desenvolvimento sustentável motivou a multiplicação de iniciativas sobre indicadores voltados à gestão sustentável dos recursos naturais. A Agenda 21 (Conferência da ONU para o Ambiente e Desenvolvimento, 1992) salientou a importância dos indicadores como instrumentos de busca da sustentabilidade ambiental. Entretanto, no encontro Rio + 5 (1997) concluiu-se que as iniciativas sobre indicadores ainda eram tímidas em nível global (Dominques e Ribeiro, 1997).

Um indicador exige uma unidade de medida (tempo, área, etc.) e também padrões de referência para embasar sua interpretação e comparação. Alguns trabalhos apresentam informações binárias ou descritivas que não são, em termos conceituais, indicadores. Os indicadores podem ser construídos sob forma de índices integrados (Fig. 1). Nesse caso, o indicador é *pode reduzir uma grande quantidade de dados a uma forma mais simples, retendo o seu significado essencial* (Ott, 1978). Apesar dos riscos de perda de informação no processo de integração, um índice bem escolhido e formulado minimiza a distorção da realidade.

Desse modo, os indicadores devem possuir qualidades que justifiquem sua escolha em um processo de gestão, como *relevância, condições analíticas* (embasamento técnico-científico), *mensurabilidade* (dados facilmente disponíveis e a custos aceitáveis), *qualidade dos dados*, e *comparabilidade*, a qual é especialmente importante na busca de níveis referenciais para a determinação de metas (Hamilton, 1996).

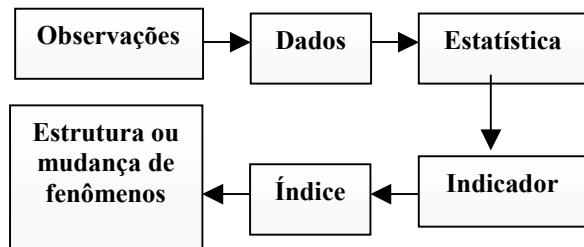


Figura 1 – A lógica estrutural dos indicadores

A escolha ou a utilização de indicadores exige, muitas vezes, a diferenciação de seus níveis de importância ou a sua ponderação visando sinalizar seus graus de prioridade para os objetivos estabelecidos. A atribuição de pesos pode ocorrer segundo diferentes critérios e técnicas estatísticas², sabendo-se que, em geral, não é possível ponderar-se sem incorporar algum nível de arbítrio ou subjetividade nos critérios de avaliação.

²Neste sentido, Bollman e Marques (2.000) apresentam importante contribuição sobre os métodos e técnicas de estudo para a estruturação de indicadores de qualidade de águas, incluindo as fases de escolha, uniformização das informações através do cálculo de subíndices e agregação de informações.

Uma das mais conhecidas e utilizadas estruturas conceituais sobre indicadores é a estrutura "Pressão-Estado-Resposta" (OECD, 1994). Os indicadores de pressão indicam as atividades humanas impactantes sobre o meio ambiente e suas consequências, sendo também conhecidos como forças motrizes ("driving forces"). Os indicadores de Estado referem-se à situação dos recursos ambientais, incluindo sua dinâmica. Os indicadores de resposta apresentam a eficácia das ações humanas em resposta aos problemas ambientais. Esta estrutura embasou diversos trabalhos sobre indicadores de desenvolvimento sustentável por parte de organismos multilaterais, como as Nações Unidas e o Banco Mundial.

Objetivos

Esse trabalho visou a obtenção e interpretação de resultados de um painel de especialistas (técnica Delphi), no sentido de se avaliar a importância dos indicadores na gestão da água no Brasil. Nesse sentido, pretendeu-se identificar os indicadores considerados prioritários pelos especialistas e, por consequência, os eixos prioritários de gestão na realidade atual.

A representatividade quantitativa e qualitativa dos participantes valoriza os resultados e permite a identificação de tendências de pensamento na "comunidade das águas" no país. A identificação de indicadores prioritários pode refletir as lacunas de dados essenciais para a operacionalização da Lei 9.433/97.

Metodologia

A avaliação dos indicadores foi baseada na técnica Delphi, um painel de consulta de especialistas desenvolvido na década de 50 por Olaf Helmer e Norman Dalkey, ambos cientistas da empresa americana Rand Corporation. O painel Delphi é a técnica de consulta "ad hoc" mais conhecida no mundo, tendo sido inspirada nas consultas dos gregos aos oráculos (oráculo de Delphi). Em sua versão original, a técnica foi aplicada no então denominado "Projeto Delphi", um estudo relacionado ao uso de opiniões de especialistas para fins militares e estratégicos (Hiltz & Turoff, 1978). O Delphi marcaria o início de um novo campo de pesquisas, denominado "tecnologia de opinião" (Ludlow, 1975).

O painel desenvolvido nesse trabalho evoluiu a partir da elaboração de uma listagem de 66 indicadores relativos à gestão da água, os quais foram submetidos à avaliação pelos especialistas (Anexos 1 e 2). O material foi enviado a cada participante via e-mail e correio, incluindo a explicação dos princípios e objetivos do trabalho, a contextualização teórica do tema, a tabela com os indicadores e um anexo explicativo. O acompanhamento permanente dos

trabalhos foi necessário para o esclarecimento de dúvidas e para a troca de reflexões com os participantes.

Foram fornecidas cinco opções de importância para a avaliação de cada indicador em duas escalas espaciais: a gestão da água em nível local (a realidade municipal de cada participante) e em nível nacional. As opções foram as seguintes:

- 1 – Indicador muito importante;
- 2 – Indicador importante;
- 3 – Indicador pouco importante;
- 4 – Indicador irrelevante;
- 5 – Em dúvida.

Visando aprimorar a avaliação, solicitou-se que cada especialista escolhesse 15 indicadores considerados "prioritários" para a gestão da água, em cada escala espacial. Foi determinado que os especialistas tomassem como referências, a viabilidade dos indicadores quanto à disponibilidade de dados no país e às particularidades locais. Nos questionários enviados foi explicado que a avaliação deveria ocorrer de acordo com a lógica dos usos múltiplos da água. Segundo os princípios da técnica Delphi, foi mantido o anonimato entre os participantes visando o não condicionamento das respostas.

Na segunda etapa do painel, a síntese das respostas do grupo foi enviada a cada participante, acompanhada das respectivas respostas individuais. Foram solicitadas a reavaliação das respostas e a análise da síntese do grupo, incluindo as sugestões de indicadores alternativos propostas pelos especialistas na primeira etapa.

Os resultados das duas etapas foram tratados e o cruzamento dos diferentes critérios de avaliação permitiu a hierarquização dos indicadores e sua distribuição por classes segundo seu grau de importância. Essa classificação foi realizada a partir da ponderação de três critérios de avaliação:

- 1) Percentual de escolha do indicador como "prioritário" - peso 3.
- 2) Percentual de escolha do indicador como "muito importante" - peso 2.
- 3) Percentual de escolha do indicador como "importante" - peso 1.

Os pesos finais de cada indicador foram obtidos pela fórmula tradicional :

$$\% \text{ de respostas em cada critério} \times \text{peso do critério} / 100.$$

Os índices ponderados permitiram, portanto, a classificação dos indicadores em uma escala de 0 a 6 (valor máximo possível no cruzamento dos três critérios) e a identificação de classes com o auxílio da técnica dos quartis.

Perfil dos especialistas

A lista inicial de especialistas convidados (um total de 90) foi elaborada considerando o critério do seu reconhecimento nacional como cientista e/ou profissional atuante na área de gestão da água. Esta atuação foi levantada em publicações especializadas (periódicos, anais de eventos, etc.). A ausência de alguns foi justificada por motivos pessoais, enquanto outros não responderam ao convite. Por outro lado, a sistemática do Delphi não pode abarcar, por motivos práticos, todos os especialistas em gestão da água no país. Representativos 51 especialistas participaram da primeira etapa do painel, oriundos de todas as regiões do país (Tabela 1).

Tabela 1 - Estados de origem dos Participantes

Estado	Nº	%
MG	10	19
SP	09	18
DF	09	18
RJ	05	10
RS	04	8
SC	03	6
CE, PR e MS	02	4 % cada
AM, ES, GO, PA, PE	01	2 % cada

A região SE participa com quase a metade dos participantes (49 %), seguida das regiões CO (24 %), S (18 %), NE (6 %) e N (4 %). Esses percentuais foram praticamente os mesmos considerando-se a amostra total dos especialistas convidados, a saber: região SE, 48 % ; região CO, 22 %; região S, 20 %; região NE, 8 %; região N, 2 %. A forte concentração na região centro-sul pode ser um indicador da relativa desigualdade espacial dos recursos humanos na área de gestão da água no país, mesmo considerando a ausência de inúmeros especialistas na lista de convidados. Quanto ao perfil acadêmico-profissional, a elevada qualificação do grupo é demonstrada na Tabela 2.

Cerca de 63 % dos participantes são engenheiros civis (tabela 3), percentual pouco abaixo do relativo aos convidados (66 %). Em termos de pós-graduação, predominam também as qualificações nas áreas de engenharia hidráulica recursos hídricos e engenharia sanitária.

Tabela 2 - Nível de qualificação

Qualificação	Nº	%
Pós-doutorado	04	8
Doutorado	30	59
Mestrado	10	20
Graduação	07	13

A maior parte dos especialistas é composta por professores universitários (75 %), vindo a seguir os funcioná-

rios de órgãos públicos federais ou estaduais (16 %) e os consultores de empresas e instituições nacionais e/ou internacionais (14 %). Um especialista pode, no entanto, ser funcionário de mais de uma instituição. Reforçando a representatividade do grupo, 37 % deles fazem ou já fizeram parte de um organismo de bacia (CBH ou consórcio de bacia).

Tabela 3 - Formação acadêmica básica

Áreas de Formação	Nº	%
Engenharia civil	32	63
Geografia	04	8
Biologia	03	6
Economia; Engenharia química; Geologia	02 cada	4 cada
Outros	6	11

Os indicadores na gestão das águas

Os índices de qualidade da água (IQAs) estão dentre os indicadores mais conhecidos em termos internacionais. O primeiro foi proposto por Horton em 1965, mas os mais conhecidos foram os desenvolvidos pela agência americana "National Sanitation Foundation" a partir de 1970. O IQA Aditivo com peso foi criado com o auxílio do método Delphi, pelo qual foram definidos 9 parâmetros de qualidade prioritários e seus respectivos pesos: OD (0,17), Coliformes fecais (0,15), pH (0,12), DBO5 (0,10), Nitratos (0,10), Fosfatos (0,10), Temperatura (0,10), Turbidez (0,08), Sólidos Totais (sólidos em suspensão + sólidos dissolvidos) (0,08). Já o IQA aditivo sem peso permite a atribuição do peso de 1/9 a cada parâmetro (11 % de influência no valor final).

A partir de 1990 a ONU começou a adotar, em seus Relatórios de Desenvolvimento Humano, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o qual passou a ser calculado anualmente para os países do globo. O IDH combina a Esperança de vida ao nascer (componente longevidade), o Nível educacional, medido pela combinação entre alfabetização adulta (ponderação de 2/3) e a taxa combinada de escolaridade (1/3), e o Nível de vida, medido pelo PIB real per capita (PNUD, 2.000). Para cada variável foram fixados valores mínimos e máximos, permitindo o cálculo de subíndices individuais (Subíndice = Valor atual - valor mínimo / Valor máximo - valor mínimo), cuja média aritmética gera o IDH. O desenvolvimento humano foi então definido como a "expansão das capacidades básicas importantes para todas as pessoas, cuja falta impeça outras escolhas" (PNUD, 2.000). Uma das principais críticas feitas ao IDH, foi sua baixa capacidade em refletir o bem estar humano e a qualidade de vida.

Alguns indicadores de desenvolvimento tornaram-se relativamente consensuais nas inúmeras listagens de indi-

cadores propostas nos anos 90 por diversos organismos internacionais: OCDE, Banco Mundial, Nações Unidas e governos de países como o Canadá e a Holanda. Dentre tais indicadores podemos citar (World Bank, 2.000): *Incidência de Pobreza Extrema* (População abaixo de 1 U\$ por dia), *Taxa de Alfabetização na faixa etária entre 15 e 24 anos*, *Taxa de mortalidade infantil*, *Expectativa de vida ao nascer*; *População com acesso a água potável*, *Acesso ao saneamento básico nas áreas urbanas*, e *Intensidade de uso dos recursos hídricos (% de uso dos recursos disponíveis)*.

Uma das primeiras propostas metodológicas sobre indicadores voltadas à avaliação de projetos relacionados a recursos hídricos, foi o “Sistema de Avaliação Ambiental” desenvolvido pelo Battelle Columbus Laboratory (Dee et al., 1973 in Tommasi, 1994). A proposta baseia-se em uma listagem de controle escalar ponderável com 78 parâmetros, aos quais são fornecidos pesos e índices individuais de qualidade ambiental. A atribuição de pesos, o desenvolvimento das funções e os valores dos índices de qualidade ambiental são obtidos por meio da técnica Delphi.

Um dos temas prioritários no contexto atual de rarefação e degradação das águas é justamente a mensuração dos estoques hídricos e de seu grau de utilização e esgotamento. Em contrapartida, estas informações estão dentre as mais difíceis de serem mensuradas, e poucos indicadores têm sido desenvolvidos e utilizados com maior aceitação. Um trabalho da United Nations Population Information Network (1999) propôs um índice relativo a níveis de competição de usos da água, usado para estabelecer cenários de escassez hídrica para o ano de 2.025, com base em projeções populacionais e estimativas de fornecimento de água. A pressão populacional é medida, neste caso, por unidade de fluxo (FU), cada qual equivalendo 1 milhão m³ de água³.

Um dos mais conhecidos índices de pressões humanas sobre os estoques hídricos, é o índice de Falkenmark. Ele sinaliza a escassez de água por meio dos recursos hídricos renováveis per capita / ano, segundo os seguintes limites (m³/hab/ano): a) Limite hídrico de stress : abaixo de 1700; b) Limite hídrico de escassez: 1700; c) Escassez crônica: 1000; d) Escassez crítica: 500 (Cosgrove & Rijsberman, 2.000).

Outra categoria de indicadores para a gestão da água refere-se aos índices para a avaliação integrada da qualidade ambiental. Nesse caso, os desafios e problemas são mais evidentes. Recentemente a Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos EUA propôs indicadores para avaliação da qualidade ambiental de bacias hidrográficas (“*Index of Leading Environmental Indicators*”), dentre os quais, indicadores de qualidade da água e os voltados ao monitoramento de ambientes aquáticos. A Agência deixa claro que há sérias limitações no desenvolvimento do índice, como as lacunas de dados ambientais e os problemas de subjetividade e relatividade dos julgamentos humanos sobre a qualidade ambiental (EPA, 1999).

Atualmente, diversos países têm adotado sistemáticas de desenvolvimento e monitoramento de indicadores em suas políticas de águas. Na França, por exemplo, cada Agência de água elabora e adota, desde o ano 2000, um painel de indicadores (prioritários e/ou operacionais) no nível de sua respectiva bacia: são os Tableaux de Bord de Suivi des SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux.). Esse painel é usado para o monitoramento anual das ações propostas nos planos diretores de bacias.

No caso do Brasil, dois eixos dominaram a utilização de indicadores na gestão da água no século XX: os índices de qualidade da água e os indicadores de disponibilidade hídrica. Esses últimos foram valorizados no modelo de desenvolvimento baseado no aumento contínuo da oferta de água segundo as prioridades dos setores tradicionais desde o Código de Águas: energia, irrigação e a luta contra as secas. Para o atendimento das demandas, o Estado visava, sobretudo, a "domesticação das águas" e o aumento do volume disponível a partir de ações estruturais, dentre as quais a multiplicação de barragens.

A Agência Nacional de Águas (ANA) administra a maior rede de monitoramento e disponibilização de dados hidrológicos no país (Rede Hidrometeorológica Nacional). A vazão mínima de referência Q₇₁₀ (débitos de estiagem de sete dias consecutivos de duração e período de retorno de dez anos) é a mais utilizada nacionalmente para fins de estudos e projetos de gestão da água.

Os aspectos "físico-químicos" de qualidade da água receberam mais atenção a partir do momento em que as agendas políticas nacionais passaram a valorizar os setores de abastecimento de água e de saneamento básico. Esse processo iniciou-se com o Plano Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água lançado em 1971 (Johnson, 2001). O IQA da National Sanitation Foundation (1970) obteve notoriedade no Brasil, e atualmente diversos estados brasileiros adotam índices adaptados dessa proposta. Certas instituições desenvolveram índices mais complexos, nos quais diferentes variáveis ambientais são integradas. É o caso dos índices *Físico-Químico de Qualidade de Água* e

³Foram propostas as seguintes classes de pressão:

Pressão de 600 pessoas por unidade de fluxo (P/FU): riscos de problemas de qualidade da água e de estiagem na estação seca.

Pressão entre 600 e 1000 P/FU: maiores riscos de problemas de abastecimento e de qualidade (estágio de "stress hídrico").

Pressão entre 1000 e 2000 P/FU: o desenvolvimento humano e econômico torna-se mais vulnerável (estágio de "escassez").

Pressão de 2000 P/FU: pressão máxima que a população pode oferecer no atual estágio de tecnologia e de capacidade de gerenciamento (estágio crítico).

Biológico de Qualidade da água, propostos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG, 1997).

Em nível nacional, os padrões de referência dos parâmetros de qualidade da água são estabelecidos pela Resolução 020/86 do CONAMA, a qual determina o "enquadramento" dos cursos d'água de acordo com os usos prioritários. Nesse caso, torna-se necessário o monitoramento da conformidade de diferentes parâmetros físicos, químicos e biológicos. Em geral, as matérias oxidáveis são especialmente valorizadas como um dos parâmetros dos indicadores de qualidade das águas no Brasil (oxigênio dissolvido, DQO e DBO). Entretanto, os coliformes fecais (bioindicadores) são os parâmetros de saúde pública mais utilizados no mundo. O Relatório *Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies* (United Nations, 1996), propõe, em sua lista de indicadores, o "*Percentual de recursos hídricos com concentração de coliformes fecais excedendo os níveis recomendados*". A bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) é o parâmetro de qualidade mais recomendado para o monitoramento de contaminação hídrica, enquanto os Estreptococos fecais tendem a ser utilizados como indicadores suplementares de poluição fecal.

O nível de valorização desses bioindicadores ilustra o fato de que mais do que o interesse de conservação da qualidade dos ecossistemas aquáticos, as iniciativas de utilização de indicadores de qualidade da água sempre estiveram, em nível global e nacional, mais associadas ao desejo de melhoria da qualidade de vida e principalmente de controle da saúde humana. No Brasil, o governo federal, através da Fundação Nacional de Saúde, promoveu em 1999 uma oficina de trabalho sobre indicadores com o apoio da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). O relatório final conteve matrizes de causa e efeito, ações a serem implementadas e os indicadores de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano segundo cada efeito selecionado (ABES, 1999). A metodologia baseou-se em propostas da Organização Mundial de Saúde e da OCDE.

A estrutura "Pressão-Estado-Resposta" tem sido adotada por certos estudos sobre águas no Brasil. Foi o caso da pesquisa sobre indicadores ambientais na Amazônia realizada por Domingues e Ribeiro (1997) e também da iniciativa do Ministério do Meio Ambiente no programa Monitore - Programa Nacional de Monitoramento Ambiental Integrado (MMA, 1997). Em sua etapa inicial, esse programa resultou na seleção de indicadores de qualidade ambiental segundo áreas prioritárias: ambiente costeiro e marinho, ambiente aquático continental, ambiente terrestre (fauna/vegetação-flora / solo-subsolo) e ambiente atmosférico. No entanto, um real programa de operacionalização dos indicadores ainda não foi implementado.

Outras iniciativas abordam dimensões isoladas da estrutura "Pressão-Estado-Resposta", como os índices de pressão antrópica. Esses índices mostram, geralmente, as

relações entre os impactos dos setores doméstico, industrial e agrícola nas águas, combinando as dimensões de estoques (quantidade) e fluxos (taxa de crescimento). É o caso do índice de pressão antrópica proposto por Sawyer (1997), que combina dados municipais secundários de dois conjuntos de indicadores para zonas urbanas e rurais: demografia e agropecuária. Em outro estudo sobre indicadores de pressão, Almeida e Tertuliano (1999) propuseram indicadores para diagnóstico da qualidade dos sistemas ambientais, a partir de cartas e matrizes de pressões humanas. A superposição das cartas permite a soma das unidades dos parâmetros de pressão industrial, agrícola e urbana, e o estabelecimento de intervalos de classe. A matriz de pressão final tem três classes nominais: baixa (valores de 10 a 40), média (50 a 80) e alta (90 a 120).

Tentativas de mensuração da relação entre disponibilidade e demandas hídricas também têm sido realizadas no Brasil. O Projeto ARIDAS, relativo à busca do uso sustentável das águas do semi-árido brasileiro, propôs a utilização de três indicadores-chave para cada unidade hidrográfica: Índice de oferta potencial (Q_p), Índice de oferta disponível (Q_o) e Índice de demanda (Q_d). A combinação dessas variáveis permite produzir quatro indicadores secundários (Gondim Filho, 1995 in McKaughan, 1998): Índice de disponibilidade da oferta potencial de água (Q_o/Q_p), Índice de uso da oferta disponível (Q_d/Q_o), Índice de uso da oferta potencial (Q_d/Q_p) e Saldo entre estoque disponível e a demanda (Q_o-Q_d).

O recente movimento mundial de valorização de indicadores, e particularmente de indicadores de desenvolvimento sustentável, se refletiu no Brasil após a Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro (1992). Desde então, diferentes esforços foram realizados no sentido de se monitorar o desenvolvimento humano e as condições de vida no país. Em 1996 foi publicado o primeiro relatório do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) com cálculos do IDH em nível de regiões e estados do país. No mesmo ano foram publicados os primeiros resultados de um programa envolvendo a criação de dois índices baseados no IDH das Nações Unidas, mas desenvolvidos visando sua aplicação em nível intranacional: o IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) e o ICV (Índice de Condições de Vida). O IDH-M é uma adaptação do IDH à escala de municípios, considerado "unidades geográficas menores com sociedades muito mais abertas, dos pontos de vista econômico e demográfico". Em função de utilizar somente informações do IBGE, a atualização do IDH-M somente pode ser realizada decenalmente (periodicidade dos Censos). O ICV é uma extensão do IDH-M e os dados utilizados também são do IBGE, mas há um maior número de dimensões e indicadores que contemplam aspectos mais diversificados e abrangentes do meio ambiente. Os dois índices foram calculados para os municípios mineiros em 1970, 1980 e 1991 (FJP-

Tabela 4 - Indicadores com maiores índices de aprovação

Indicador	Nível local (%)	Nível nacional (%)
Densidade populacional (total, urbana, rural)	96	97
Índice de cobertura vegetal (%)	93	100
Taxa de conformidade da água - OD (% de amostras)	93	93
Índice de tratamento de esgotos coletados (%)	90	87
Índice de captação de água para abastecimento urbano (m ³ /hab.)	85	87
Índice de atendimento urbano de coleta de esgotos (% pop.)	84	87
Índice de urbanização	84	83
Índice de população não atendida por coleta de lixo (%)	83	86
Índice de consumo per capita de água (m ³ /hab)	80	81
Índice de captação de água para irrigação (m ³ /ha)	78	88
Índice de abastecimento urbano de água via rede (% pop.)	77	83

(1) Índice de aprovação: soma dos critérios "muito Importante" (valor 1) e "importante" (2).

Tabela 5 - Indicadores com maiores índices de rejeição (1)

Indicadores	Nível local (%)	Nível nacional (%)
População ocupada por setor de atividade, em relação à pop. economicamente ativa (%)	72	69
Índice de densidade de drenagem urbana (comprimento dos cursos d'água/Km ²)	58	56
Rendimento nominal médio mensal per capita (R\$/hab.)	57	59
PIB per capita (R\$/hab.)	55	51
IDH- Longevidade (0 a 1)	50	53

(1) Índice de rejeição: soma dos critérios "pouco Importante" (valor 3) ou "irrelevante" (valor 4).

IPEA, 1996) e para todos os municípios, microrregiões, estados e grandes regiões do país (IPEA-FJP-PNUD, 1998; IPEA-FJP-IBGE-PNUD, 1998). Também em 1998, os trabalhos se aprofundaram ao nível próximo dos bairros, resultando no desenvolvimento das metodologias anteriores e na análise das diferenças das condições de vida intramunicipais para o caso de Belo Horizonte (FJP-IPEA-PNUD, 1998).

Com o avanço das discussões sobre a modernização da gestão da água no Brasil, nos anos 90, a importância da utilização de indicadores para o controle e monitoramento das ações de gestão tornou-se evidente. Em 1996, o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado de São Paulo empreendeu debates para o encaminhamento da implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado. No relatório Econômico-Financeiro foram salientados os indicadores prioritários ao controle dos processos de cobrança e outorga: volume de água captado, volume de água consumido e volume de efluentes lançados nos corpos d'água, esse último levando em conta os seguintes parâmetros: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio); DQO (Demanda Química de Oxigênio); RS (Resíduo sedimentável) e CI (carga inorgânica). O preço final da cobrança seria obtido pela multiplicação

do "Preço Unitário Básico" de cada parâmetro (obtido pela análise dos volumes médios de captação, consumo e lançamentos), por coeficientes multiplicadores determinados pelos CBH em função de diversos fatores, como o tipo do manancial e a classe do rio de acordo com o enquadramento (Barth, 2.000).

Os indicadores de *resposta* respondem pela mais importante iniciativa de indicadores em nível federal: o *Diagnóstico nacional de serviços de água e esgotos* (SEDU-IPEA, 2000), englobando, anualmente, mais de 70 indicadores de desempenho de quase todos os operadores do país.

Assim como no caso dos instrumentos de cobrança e de outorga, a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos exige o desenvolvimento e a utilização de indicadores para o monitoramento do nível de operacionalização de outros princípios e instrumentos de gestão definidos na lei 9.433/97.

Resultados do painel Delphi

Os resultados demonstraram que, para a maioria dos participantes, foi pertinente a avaliação diferenciada dos indicadores nas duas escalas espaciais (nível local e nível nacional). Somente 14 % achou desnecessária tal

Tabela 6 - Indicadores com menores índices de rejeição

Indicador	Nível Local (%)	Nível nacional (%)
Densidade populacional total, urbana, rural (hab/km ²)	0,0	0,0
Índice de cobertura vegetal (%)	6,0	0,0
Taxa de conformidade da água em relação ao OD (% de amostras)	7,0	5,0
Índice de captação de água para abastecimento urbano (m ³ /hab.)	8,0	10
Índice de tratamento de esgotos coletados (%)	9,0	10
Índice de atendimento urbano de coleta de esgotos (% pop.)	13	9,0

(1) Índice de rejeição: soma dos critérios "pouco Importante" (valor 3) ou "irrelevante" (valor 4).

Tabela 7 - Exemplos de indicadores alternativos sugeridos pelos especialistas

Indicador original no painel	Indicador alternativo sugerido
Índice de cobertura vegetal (%/ano)	Índice de perda de cobertura vegetal (%/ano) Densidade espacial de fragmentos vegetais (nº/área) Índice de comprimento de rios com matas ciliares em conformidade legal (Km e %)
Índice de cobertura por unidades de conservação de uso direto e indireto (% da área total)	Índice de cobertura por unidades de conservação (% da área de cobertura vegetal natural)
Precipitação média anual de longo termo (mm)	% de desvio das precipitações médias anuais, em relação à média anual de longo termo Intensidade de chuvas para diferentes períodos de retorno.
Índice de captação de água para irrigação (m ³ /ha)	Índice de captação de água por setor usuário (% dos estoques hídricos)
Índice de captação de água para abastecimento público urbano e rural (m ³ /per capita)	
Taxa de conformidade da água em relação ao P total (% de amostras)	Taxa de conformidade da água em relação ao P Total e ao Ortofós-fato (% de amostras)
Índice de urbanização (% de área)	Índice de urbanização por tipo de domínio hidrológico (% do domínio) Índice de impermeabilidade do solo (% de área impermeabilizada)
Índice de Perdas de água no sistema de abastecimento público (%)	Índice de Perdas de água na rede de abastecimento urbano, em relação à extensão da rede de água (m ³ /km.ano) Índice de perdas de água nas indústrias (m ³ /indústria/ano)
Índice de coleta de esgotos (% do volume de água consumido)	Índice de coleta de esgotos (% coletado per capita, em relação à população servida)
Índice de tratamento de esgotos coletados (%)	Índice de tratamento de esgotos coletados (% de carga poluente eliminada) Índice de tratamento de esgotos produzidos (% do volume produzido) Índice de conexão urbana a estações de tratamento de esgotos (% de população conectada)
Índice de população não atendida por coleta de lixo (%)	Índice de lixo jogado a céu aberto (% do lixo produzido)
Índice de disposição adequada do lixo coletado (% e vol. de lixo adequadamente disposto)	Índice de disposição adequada do lixo produzido (% e vol. de lixo adequadamente disposto)

diferenciação, argumentando que, a partir de uma avaliação em nível global, cada município ou bacia pode posteriormente avaliar a pertinência de cada indicador de acordo com as especificidades locais. Algumas sugestões de indicadores na segunda etapa do painel ilustram estas especificidades, como é o caso do "*índice de cultivos de elevado consumo de água*".

Entre as opções de indicadores avaliados, é preciso lembrar que há casos de superposição de parâmetros. É o caso da DBO que, além de presente individualmente no painel, faz parte ainda do IQA como parâmetro associado. Para evitar uma supervalorização do parâmetro, um especialista pode, portanto, ter dado valor inferior à DBO em função do maior valor dado ao IQA, ou vice-versa. No geral, 41 indicadores (65 % do total) foram aprovados por mais de 60 % dos participantes em pelo menos uma escala espacial. Esse grau de aprovação foi estabelecido como a soma dos valores 1 (indicador "muito importante") e 2 (indicador "importante").

Um total de 13,5 % dos indicadores foi aprovado por mais de 80 % dos especialistas em nível local (municipal), enquanto em nível nacional, esse percentual sobe para 24,1%. Os indicadores com os maiores índices de aprovação foram (Tabela 4): *densidade populacional*, *Índice de cobertura vegetal* e *Índice de conformidade da água em relação ao OD*. Eles também estiveram entre os mais votados como prioritários.

Alguns indicadores de baixo desempenho geral, considerando-se todos os critérios de avaliação em conjunto, obtiveram taxas de aprovação superiores a outros com melhor desempenho. Isso ocorre porque, apesar de haver obtido mais baixos percentuais de avaliação como "muito importantes" (valor 1) ou como "prioritários", estes indicadores obtiveram significativos percentuais de avaliação no critério "indicadores importantes" (valor 2). É o caso, por exemplo, do *Índice de consumo médio per capita de água* e do *Índice de cobertura urbana de fossas sépticas*. Eles receberam taxas de aprovação mais elevadas do que o *IQA de águas superficiais*, mais bem avaliado globalmente. Na verdade, apesar de ser adotado em alguns estados brasileiros e conhecido em nível internacional, esse IQA não é um indicador de aceitação consensual. Sabe-se que deve ser usado com cautela, já que, além dos riscos inerentes ao processo de integração de parâmetros em um índice, tal IQA foi proposto para condições ambientais temperadas.

Entre os indicadores de mais baixo desempenho situam-se os de caráter sócio-econômico (tabela 5), considerados "pouco importantes" ou "irrelevantes" pela maior parte dos especialistas. Complementando os resultados, foram avaliados os menores índices de rejeição do painel (Tabela 6). Em ambos os níveis espaciais o indicador "*densidade populacional*" apresentou índice de rejeição nulo (0 %) enquanto esse percentual também foi obtido pelo *Índice de cobertura vegetal* no nível nacional.

Os quatro bioindicadores referentes às comunidades aquáticas obtiveram baixos índices de aprovação e rejeição, fato associado aos elevados percentuais de dúvida (valor 5) por parte dos especialistas. Não é novidade que os bioindicadores são relativamente desconhecidos da maior parte das disciplinas relacionadas à gestão da água. Um outro fator de resistência decorre da especificidade das condições biológicas, pois esta pode não permitir a adoção de bioindicadores com amplitude maior do que a local. É preferível, nesse caso, a adoção de um indicador genérico como a *alteração temporal e espacial das comunidades locais*, o qual permite a utilização das espécies adequadas de acordo com cada realidade. Entretanto, as tendências são de crescente valorização e utilização dos bioindicadores, fato motivado pela sua capacidade de sinalizar os reflexos cumulativos da poluição da água nas cadeias tróficas.

Excetuando-se o caso dos *coliformes fecais*, o maior nível de valorização dos bioindicadores no painel foi obtido pela *Taxa de conformidade das populações de peixes (% das populações esperadas)*, enquanto o menor nível foi obtido pela *Taxa de conformidade dos indicadores planctônicos (% das populações teóricas locais)*.

Diversos participantes sugeriram modificações ou novas opções de indicadores (Tabela 7). Muitas delas foram aproveitadas para aprimorar e reformular os indicadores originais. As sugestões permitiram a avaliação do grau de deficiências dos indicadores do painel. Os indicadores que atraíram mais sugestões foram reavaliados. Como exemplos, o *Índice de produção industrial* recebeu sugestões de 46 % dos participantes.

Os indicadores sugeridos pelos especialistas como alternativas para a lista do painel foram também avaliados na segunda etapa. Destes, somente um recebeu mais de 50 % de votos como prioritário na avaliação global (a lista de 15 indicadores prioritários): o *Índice de contaminação por doenças de transmissão hídrica* (Tabela 8). Este indicador reflete um dos principais eixos de preocupações e necessidades na gestão da água no país, mas também reflete as diferenças regionais na ocorrência de problemas de saúde pública, já que somente 37% dos participantes escolheram este indicador em nível local. Ainda em relação às doenças, o *Percentual de casos de diarréia infantil em relação à população de até 5 anos de idade* obteve 19 % dos votos.

Uma grande parte dos indicadores sugeridos obteve percentuais abaixo de 40 % de escolha como prioritário, fato que deve ser ponderado. Primeiramente, houve casos de especialistas que não escolheram certo indicador por preferirem um outro com objetivos semelhantes na primeira etapa. Nesse caso, não se trata propriamente de uma rejeição. Outro fator de ponderação é que na segunda etapa, a lista de opções para a escolha dos indicadores prioritários incluiu os 64 indicadores da primeira etapa e as 41 "novas" sugestões dos participantes. A escolha de 15 indicadores prioritários em um "leque" de 105 opções leva

obviamente a uma maior "dispersão" das respostas. Portanto, um indicador sugerido que tenha obtido mais de 30 % de votos como prioritário na segunda etapa, foi considerado bem valorizado. É o caso da *Taxa de conformidade da água potável, em relação aos coliformes fecais* (40 %). Se levarmos em conta também o *Índice de remoção de coliformes fecais* nas ETEs (%) os coliformes fecais foram valorizados por 54 % dos especialistas. Por outro lado, entre as sugestões de parâmetros-indicadores para a análise da conformidade da qualidade química da água, nenhuma foi escolhida por mais de 20 % dos votos:

Tabela 8 - Indicadores sugeridos espontaneamente e mais votados como prioritários na 2º etapa do painel

Indicador	%
Índice de contaminação por doenças de transmissão hídrica (% hab./ano)	62
Taxa de conformidade da água potável, em relação aos coliformes fecais (% de amostras sem coliformes). ⁴	40
Índice de ocorrência de conflitos de usos d'água (% de área atingida)	35
Índice de susceptibilidade do solo à erosão acelerada (% de área atingida)	31
Índice de Falkenmark (m ³ recursos renováveis /hab/ano)	27

Metais pesados : 19 %; NH₄N: 15 %; NO₃-N: 15 %; DQO : 12 %; Taxa de Carbono orgânico : 12 %.

Dentre as sugestões, o *Índice de ocorrência de conflitos de usos d'água* confirma a valorização da gestão compartilhada da água. O *Índice de susceptibilidade do solo à erosão acelerada* demonstra a valorização da gestão integrada solos-água e do planejamento do uso do solo na gestão da água. Somando-se seu percentual de votos com o relativo à *Densidade de focos de erosão acelerada por unidade de área* (15 %), a importância da erosão acelerada foi valorizada por expressivos 46 % dos especialistas.

O *Coficiente de superávit hídrico total (disponibilidade hídrica / demandas hídricas)* foi votado como prioritário por apenas 4 % dos participantes na segunda etapa, mas tem sido considerado internacionalmente como um índice importante, já que relaciona as pressões com o estado dos estoques hídricos e sinaliza as respostas governamentais no controle das demandas. Ao mesmo tempo, os dados para o seu cálculo não são fáceis de serem obtidos, exigindo balanços hídricos que, geralmente, não são viáveis em nível local. O *Índice de Falkenmark* (recursos hídricos renováveis/ano)

⁴Segundo a Portaria 1469 de 29 de dezembro de 2.000/Ministério da Saúde.

apresenta igualmente as mesmas dificuldades, mas talvez em função de ser um índice mais conhecido e utilizado, chegou a atingir 27 % de escolha na segunda etapa (apesar de ter sido sugerido espontaneamente por apenas um participante na primeira etapa). O indicador de *Superávit hídrico subterrâneo* sugerido no painel (*volume anual captado em relação ao volume anual de recarga dos aquíferos*) também apresentou desempenho melhor do que o *Coficiente de superávit hídrico total*: foi escolhido por 23 % dos especialistas como prioritário. De fato, estes indicadores que relacionam disponibilidade e demandas hídricas apresentam o problema comum de definição dos estoques existentes e de separação das componentes superficial e subterrânea.

As duas sugestões de indicadores relacionados à poluição da água por produtos fitosanitários, foram escolhidos, em conjunto, por apenas 15 % dos especialistas, sendo que 12 % escolheram o *Índice de aplicação de produtos agroquímicos (vol./Km²)* e 15 % escolheram o *Índice de conformidade da água em relação a nitratos e pesticidas (% de amostras)*. Os indicadores sobre produtos fitosanitários apresentam, em geral, a limitação de falta de especificação do seu grau de toxicidade, mobilidade e nível de persistência, bem como suas variações espaciais. Dentre sua lista de *indicadores de desenvolvimento sustentável*, a ONU propõe que, para os fertilizantes, os dados podem ser convertidos em componentes de nutrientes básicos e agregados: N, P205 e K20 (United Nations, 1996).

Mesmo com baixos percentuais de escolha (10 a 20 %), algumas sugestões de indicadores são, de certa forma, originais no atual quadro de modernização da gestão da água no país. É o caso do *Índice de operacionalização de instrumentos de gestão ambiental (% em relação ao total existente)*, do *Índice de organismos ambientais em ação (% em relação ao total de outras áreas)*, e do *Índice de notícias locais sobre degradação das águas veiculadas na mídia (% em relação ao total de outras áreas)*. Cabe o questionamento da pertinência desses indicadores considerando sua baixa capacidade de retratar a qualidade da água e a qualidade ambiental.

Os Indicadores mais valorizados do painel

A integração dos três critérios de valorização dos indicadores (escolha como prioritário, muito importante e importante) permitiu o cálculo de um índice de importância ponderado para cada indicador e a hierarquização dos 64 indicadores avaliados (vide metodologia). Os valores dos índices ponderados foram distribuídos em uma escala linear, permitindo a identificação de um comportamento de pontos bem delimitado correspondente ao grupo dos indicadores mais valorizados do painel. Esses indicadores foram divididos em 4 classes de importância com o auxílio da técnica dos quartis (tabela 9).

O grupo de indicadores prioritários reflete os temas prioritários de gestão da água, para os participantes: a)

Tabela 9 - Os indicadores mais valorizados no painel

Dimensão	Indicadores	Nível local		Nível nacional	
		Peso (1)	Ranking e classe (2)	Peso	Ranking e classe (3)
Pressões sobre os estoques hídricos (quantidade e qualidade)	Densidade populacional total, urbana e rural (hab/km ²)	3.58	2 (A)	3.47	1 (A)
	Índice de urbanização (% /ano)	2.43	11 (C)	2.24	12 (C)
Pressões relativas às demandas hídricas	Índice de captação de água para abastecimento urbano (m ³ /hab.)	3.25	3 (A)	3.03	3 (A)
	Índice de captação de água para irrigação (m ³ /ha)	2.24	15 (D)	2.60	9 (C)
Pressões relativas à poluição	Índice de lançamento de matéria orgânica nas águas (DBO/hab/dia)	2.36	12 (C)	2.00	15 (D)
	Índice de utilização de P na agricultura (kg/hab ou kg/ha)	2.01	17 (D)	2.04	14 (D)
Estado qualitativo das águas	Taxa de conformidade da água em relação à DBO- (% de amostras)	2.97	5 (B)	2.72	5 (B)
	Taxa de conformidade da água em relação ao OD (% de amostras)	2.80	7 (B)	2.63	8 (B)
	Índice de toxicidade das águas superficiais (média anual e regra dos 90 %) ⁶	2.70	8 (B)	2.58	10 (C)
	IQA-Índice de qualidade da água (média anual e regra dos 90 %) ⁷	2.63	9 (C)	2.70	6 (B)
Estado quantitativo das águas	Débitos mínimos de x dias consecutivos e x anos de recorrência (l/s/km ² ou m ³ /hab/ano)	2.44	10 (C)	2.44	11 (C)
	Coeficiente de escoamento superficial (precipitação/débitos)	2.04	16 (D)	1.86	24 (D)
Estado dos meios aquáticos	Índice de cobertura vegetal (%/ano)	3.61	1 (A)	3.43	2 (A)
Desempenho dos serviços de água e saneamento básico	Índice de tratamento de esgotos coletados (%)	3.18	4 (A)	2.65	7 (B)
	Índice de tratamento de esgotos em relação à água consumida (%)	2.34	13 (D)	2.20	13 (D)
	Índice de atendimento urbano de coleta de esgotos (% pop.).	2.29	14 (D)	1.97	17 (D)
	Índice de lixo corretamente disposto (% do volume produzido que é disposto em aterros sanitários)	2.93	6 (B)	2.75	4 (B)

(1) Limites entre 0 e 6 (vide metodologia);

(2) O ranking leva em conta a posição do grau de valorização de cada indicador entre os 64 indicadores do painel. As classes de importância foram identificadas com o auxílio da técnica dos quartis:

▪ *Nível local:*

Classe A - Indicadores com maior nível de valorização do painel: acima da média 3 em uma escala máxima de 6; pertencentes ao 1º quartil, ou seja, os 4 indicadores mais valorizados do painel; intervalo entre 3.18 e 3.58.

Classe B - Indicadores correspondentes ao 3º ou 4º quartil: situados entre os 50 % mais valorizados da tabela acima, ou seja, entre os 8 indicadores mais valorizados do painel, mas com índices abaixo da média 3; intervalo entre 2,70 e 2,97;

Classe C - Indicadores correspondentes ao 2º quartil: situados entre os 75 % mais valorizados da tabela acima, ou seja, entre os 12 indicadores mais valorizados do painel; intervalo entre 2,36 e 2,63.

Classe D - Indicadores correspondentes ao 1º quartil: situados entre os 25 % menos valorizados da tabela acima; intervalo entre 2,01 e 2,34.

▪ *Nível nacional:*

Classe A - Indicadores com maior nível de valorização do painel: acima da média 3 em uma escala máxima de 6; pertencentes ao 1º quartil, ou seja, os 4 indicadores mais valorizados do painel; intervalo entre 3.03 e 3.47.

Classe B - Indicadores correspondentes ao 3º ou 4º quartil: situados entre os 50 % mais valorizados da tabela acima, ou seja, entre os 8 indicadores mais valorizados do painel, mas com índices abaixo da média 3; intervalo entre 2,63 e 2,75.

Classe C - Indicadores correspondentes ao 2º quartil: situados entre os 75 % mais valorizados da tabela acima, ou seja, entre os 12 indicadores mais valorizados do painel; intervalo entre 2,24 e 2,60.

Classe D - Indicadores correspondentes ao 1º quartil: situados entre os 25 % menos valorizados da tabela acima; intervalo entre 1,86 e 2,20.

(3) Considerando-se as sugestões (tabela 7), este indicador pode ser utilizado como "índice de perda de cobertura vegetal (%/ano)".

⁶O índice de toxicidade é associado ao IQA da NSF (1970) e indica a presença de elementos tóxicos na água. Se um ou mais elementos tóxicos são detectados em concentrações não conformes, o índice de toxicidade e o próprio IQA adquirem valor 0 (função binária).

⁷O IQA foi proposto em 1970 pela National Sanitation Foundation (USA) a partir da seleção e ponderação de parâmetros de qualidade da água. Os 9 parâmetros são : OD (0,17), coliformes fecais (0,15), pH (0,12), DBO (0,10), Nitratos (0,10), fosfatos (0,10), temperatura (0,10), turbidez (0,08), sólidos totais (0,08). O índice é obtido pela fórmula: IQA = $\sum_{i=1}^n w_i q_i$ no qual q_i é a qualidade do parâmetro (0 a 100) obtido a partir da respectiva curva de qualidade, e w_i é o peso respectivo (0 a 1).

pressões humanas sobre a disponibilidade e a qualidade da água (pressões demográficas, urbanização, demandas domésticas e agrícolas); b) gestão integrada entre solos, água e vegetação (erosão acelerada, conservação da cobertura vegetal); c) conformidade da qualidade da água de consumo humano (principalmente em relação ao OD e aos coliformes fecais), d) desempenho dos serviços de água e saneamento básico, em relação ao nível de atendimento à população e ao volume de poluentes coletados e tratados (coleta e tratamento de esgotos, coleta e disposição do lixo).

Os dois indicadores mais valorizados, de acordo com os índices ponderados, foram a *Densidade populacional* e o *Índice de cobertura vegetal*. Eles também foram aprovados, segundo os critérios "muito importante" e "importante", somados, por mais de 90 % dos especialistas nas duas escalas espaciais. Vêm, a seguir, dois indicadores relativos aos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgotos: *Índice de captação de água para abastecimento urbano* e *Índice de tratamento de esgotos coletados*, ambos com valores próximos. É interessante notar que a *Taxa de conformidade da água em relação ao OD*, o terceiro colocado em aprovação (mais de 90 % de escolha como muito importante ou importante), ficou apenas na sétima e oitava posições de acordo com os índices ponderados, em nível local e nacional, respectivamente.

Alguns indicadores não obtiveram a mesma classificação nas duas escalas. É o caso do *Índice de tratamento de esgotos coletados*, considerado mais importante no nível local (classe A) do que nacional (classe B), com um índice de diferença de 0.53. Já o indicador *Débitos mínimos de x dias consecutivos e x anos de recorrência* obteve exatamente o mesmo índice nos dois níveis espaciais (2.44).

Reflexões e observações sobre os resultados

Toda pesquisa de opinião reflete as idéias do grupo pesquisado, e não necessariamente da sociedade em geral. Porém, quando o grupo é representativo, em relação aos objetivos pretendidos, os resultados são validados na identificação de tendências de opinião. As respostas e sugestões propostas na pesquisa podem servir como referência para futuros trabalhos.

Nesse sentido, o processo Delphi permitiu o levantamento de idéias sobre os indicadores e sobre as prioridades de ação na gestão da água no país. É importante salientar, entretanto, que muitas limitações ou críticas de um indicador derivam de sua utilização e/ou compreensão inadequada. As sugestões, observações e reflexões obtidas no painel permitiram a identificação de algumas tendências de pensamento:

a) Os indicadores devem ser utilizados com base em seu caráter comparativo e dinâmico, mostrando tendências e evoluções espaço-temporais.

b) A estrutura "Pressão-Estado-Resposta" deve ser utilizada com objetivos bem definidos. Muitos indicadores podem ser classificados em mais de uma dimensão. Como exemplo, as cargas de poluentes lançadas nos corpos d'água sinalizam as pressões humanas, mas ao mesmo tempo, indicam as "respostas" do sistema de gestão ao controle da poluição.

c) Alguns indicadores, em certas realidades locais, somente são eficientes se considerados em escala intermunicipal. É o caso das áreas metropolitanas, nas quais os indicadores relativos a redes espaciais são essenciais. Como exemplo, os serviços de água e esgotos beneficiam-se da economia de escala, o que faz com que a gestão desses serviços seja, muitas vezes, mais eficiente sob forma de redes intermunicipais.

d) Os índices integrados sofrem certa resistência da comunidade científica. É o caso da taxa de mortalidade infantil, a qual foi muito mais bem valorizada do que os índices de desenvolvimento humano ou de condições de vida dos quais faz parte. Este fato pode refletir a ineficácia dos índices agregados em retratar certos fenômenos ou realidades.

e) Os indicadores de pressão antrópica são ineficientes para considerar a vulnerabilidade e a resiliência dos meios aquáticos.

f) Indicadores sobre lançamentos de poluentes em cursos fluviais devem considerar o estado inicial da qualidade da água no ponto de lançamento e os limites de concentração permitidos ou adequados.

g) Os indicadores de disponibilidade e de demandas hídricas devem incorporar os volumes derivados de outras áreas ou bacias.

h) Os indicadores sobre captações de água subterrânea devem, principalmente em períodos de estiagem, especificar se os poços são rasos ou profundos. A profundidade do nível d'água é determinante do tempo de recarga dos aquíferos, o qual pode anular ou minimizar as influências sazonais nas variações do volume bombeado. No caso de poços profundos, não é indicada a utilização de indicadores relativos a períodos intra-anuais (como o trimestre menos chuvoso), justamente devido às influências sazonais. i) Os indicadores sobre unidades de conservação devem especificar qual é o tipo de unidade a que se referem, já que estas compõem um quadro muito amplo de níveis de proteção ambiental. Podem ainda especificar se a vegetação é natural ou não. Por outro lado, a representação do nível efetivo de cobertura vegetal do solo e os seus efeitos sobre a qualidade e a disponibilidade da água não são facilmente identificáveis.

j) A taxa de conformidade dos cursos d'água é uma boa unidade de referência para os indicadores relativos ao enquadramento.

l) Para os indicadores relativos aos impactos dos usos do solo na água, a diferenciação dos tipos de ocupação do solo é importante. Com relação à urbanização, as taxas de impermeabilização podem ser mostradas por categoria de zona urbana, facilitando as interpretações.

m) Os indicadores adequados para a mensuração do processo de eutrofização não são consensuais entre os especialistas. Tem sido recomendada a utilização conjunta dos dados de concentrações do fósforo e do nitrogênio.

n) Têm ganhado importância os indicadores relativos ao desempenho do tratamento de esgotos em termos de conformidade dos parâmetros de qualidade dos efluentes após o tratamento (% de poluição eliminada). Esse aspecto tem sido mais enfocado do que o monitoramento dos volumes de esgotos produzidos ou tratados. Por outro lado, em um país com vastas lacunas de atendimento dos serviços de saneamento básico, os indicadores que levem em conta os esgotos produzidos são particularmente importantes no monitoramento do desempenho das políticas de tratamento de esgotos. Nesse caso, seria mais relevante considerar o *volume de esgotos tratados em relação ao volume de esgotos produzidos* do que o *volume de esgotos tratados em relação ao volume de esgotos coletados*. Entretanto, os indicadores passam a depender de dados estimados e pouco precisos.

o) É preciso salientar que a conformidade legal dos efluentes, após o tratamento, é um aspecto distinto da eficiência do sistema de tratamento considerando-se as relações custo-benefício. Considerando que um sistema de tratamento integra *rede coletora + interceptores + estações de tratamento*, uma ETE pode ser eficiente e tecnicamente adequada em termos de conformidade do tratamento, mas o sistema como um todo pode ser ineficiente no que se refere ao volume de esgotos coletados ou interceptados em relação ao volume produzido no município. Nesse caso, a carência de rede coletora ou de interceptores baixa a eficiência do sistema.

p) Para os indicadores sobre disposição e tratamento de lixo, é mais relevante a consideração dos *volumes tratados ou adequadamente dispostos em relação ao volume de lixo produzido*, e não ao *volume de lixo coletado*, já que uma parcela significativa da população não é atendida pelo serviço de coleta. Apesar de sinalizarem as respostas do poder público no setor de saneamento, estes indicadores padecerão, entretanto, dos problemas de dependência de estimativas. Ainda em relação aos indicadores sobre lixo, estes têm, geralmente, o problema de não especificarem a origem ou o grau de toxicidade dos resíduos.

q) Apesar da relativa complexidade de análise, os indicadores relativos à morfologia dos cursos d'água são importantes para sinalizarem as pressões antrópicas e o nível de artificialização de ambientes hídricos. Estes indicadores podem ser baseados no grau de sinuosidade dos cursos d'água e têm sido propostos principalmente por estudos de geomorfologia fluvial (Reineck & Singh, 1980).

CONCLUSÕES

Os indicadores são, por suas qualidades, instrumentos de auxílio ao processo decisório na gestão ambiental. Beneficiando-se da modernização dos sistemas de gestão da água de diferentes países, à partir dos anos 90, e das iniciativas de organismos internacionais, os indicadores têm sido objeto de programas que envolvem a busca da operacionalização e da difusão de idéias sobre a gestão sustentável dos recursos naturais. Nesse sentido, os indicadores devem ser coerentes com os princípios de sustentabilidade requeridos pela gestão descentralizada e participativa e pela transparência no processo decisório.

A água é um elemento vital e finito que concerne toda a sociedade. Desse modo, os processos de formulação e utilização de indicadores são de interesse geral. Por outro lado, a gestão da água tem uma forte conotação política, e os interesses envolvidos nos processos decisórios determinam a escolha e a utilização de indicadores. Um processo de avaliação da importância e relevância de indicadores para uma certa realidade não garante a efetiva operacionalização desses indicadores.

Outro fator condicionante da utilização de indicadores é a definição dos sistemas de coleta de dados. Interesses organizados podem determinar a disponibilização de dados e, por consequência, a viabilidade da utilização de indicadores. O município ainda se apresenta como a unidade mais operacional de gestão e monitoramento de dados ambientais no Brasil. Por outro lado, as estações hidrometeorológicas e os poços subterrâneos fornecem dados em escalas pontuais que devem, não raro, ser regionalizados para atender aos objetivos de trabalhos e projetos em escala de bacias ou outras unidades territoriais.

Em um país continental como o Brasil, a subsidiariedade nas iniciativas de monitoramento de dados é uma das chaves para a operacionalização dos CBH. Tomando por base os resultados do painel Delphi (tabelas 4, 5 e 6), o monitoramento de dados sócio-econômicos por organismos federais e estaduais (incluindo os dados de saneamento) não pode prescindir da contribuição dos atores locais nos processos de coleta de dados. A operacionalização dos CBH depende dessa integração institucional e informacional. Na estrutura do SNGRH, os CBH são os organismos mais indicados para a vigilância da qualidade e da eficácia das ações de monitoramento nas bacias. O setor de saneamento básico é um bom exemplo da necessidade de coo-

peração informacional entre os organismos de bacia e as unidades políticas territoriais.

Os Governos Federal e estaduais têm feito contínuos esforços para a expansão das redes de coleta de dados hidrometeorológicos, mas as lacunas e os vazios espaciais de dados são evidentes. Mesmo sabendo-se da importância estratégica das estações hidrológicas para os setores de energia, irrigação e saneamento básico, a modernização da gestão da água, no país, depende de uma gama mais variada de dados e indicadores para a viabilização da gestão descentralizada e participativa.

Devemos, no entanto, considerar que a realidade econômica nacional e a complexidade e dinamismo de um processo de gestão da água, prejudicam as políticas de monitoramento. Grande extensão continental, carência de recursos financeiros e humanos, dentre outros, dificultam a formação de uma sociedade em rede (“sociedade da informação”). A futura estruturação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos é um fator-chave da estruturação e integração dessa sociedade.

Dois grupos tradicionais de indicadores se firmaram durante o século XX como os pilares das políticas públicas relativas às águas no Brasil:

- a) Os indicadores de *disponibilidade hídrica*: respondem principalmente às prioridades dos setores de energia, de irrigação e de abastecimento público. Os eixos de análise passam por cálculos de balanços hídricos (relações disponibilidades x demandas).
- b) Os indicadores de *qualidade da água*: respondem às prioridades do setor de saúde pública, principalmente quanto à potabilidade da água. Nesse caso, o controle das doenças de veiculação hídrica (um dos aspectos mais valorizados do painel Delphi) é um fator chave, fato associado aos níveis de atendimento público dos serviços de abastecimento de água e saneamento básico. Os indicadores são principalmente normativos, demonstrando a conformidade da água em relação às exigências regulamentares.

Essas categorias de indicadores representam os "paradigmas" de gestão dominantes no século XX, em nível mundial (Barraqué, 2001): 1) *Aumento contínuo da oferta de água em quantidade* (indicadores de disponibilidade de água); 2) *Aumento contínuo da oferta de água em qualidade* (indicadores de qualidade da água). Em alguns países esses dois paradigmas ocorreram em fases distintas, mas no Brasil ambos ocorrem simultaneamente. Atualmente, o aumento da oferta quantitativa de água é acompanhado da necessidade do aumento da oferta de água em qualidade, no contexto da priorização do aumento das taxas de atendimento dos serviços de saneamento básico.

O dimensionamento e o aumento dos estoques hídricos em quantidade e qualidade foi evidenciado no painel como a linha mestra da valorização dos indicadores no Brasil. Entre os 17 indicadores mais valorizados, encontramos:

- a) 2 indicadores de disponibilidade hídrica (dimensionamento de estoques hídricos);
- b) 4 indicadores de qualidade da água;
- c) 6 indicadores de impactos (pressões) humanos sobre a disponibilidade e/ou qualidade da água;
- d) 4 indicadores de desempenho do atendimento público de água e saneamento básico;
- e) 1 indicador de qualidade do meio ambiente.

Esses indicadores refletem os eixos prioritários de gestão da água no país, segundo o grupo consultado. Talvez por sua própria metodologia, os resultados não permitem uma clara identificação dos reflexos do recente processo de modernização da gestão da água no país. Os avanços associados aos princípios estabelecidos na Lei 9.433/97 não foram destacados, como a gestão da demanda da água, a proteção dos meios aquáticos e a avaliação dos resultados do processo de gestão participativa (CBH). Talvez, parte dos especialistas tenha demonstrado que a modernização da gestão da água nos moldes da Lei 9.433/97 depende, antes de tudo, de avanços nos setores de melhoria da qualidade da água e de expansão no atendimento dos serviços de saneamento básico. Nesse sentido, o Brasil não está no mesmo estágio da França (*era do controle da demanda da água*).

Algumas questões importantes para a avaliação da viabilidade do SNGRH não foram respondidas por meio do painel, como a sobrevivência financeira da estrutura participativa:

- a) Qual é o nível de viabilidade financeira dos CBH, considerando-se o equilíbrio entre receitas (cobrança) e despesas (investimentos)?
- b) A partir de quando, e até que ponto, os organismos de bacia poderão "sobreviver" sem as subvenções públicas?
- c) O princípio usuário-pagador pode ser realmente aplicado de acordo com a justa tarifação para o recobrimento completo dos custos econômico/financeiros?

Para se responder a tais questões, é preciso saber quais são os custos anuais dos investimentos, qual é a capacidade de pagamento dos contribuintes, quais são os

valores justos e suportáveis na prática (valores éticos) e finalmente, quem vai pagar estes custos que incluem as obras urgentes em redes e estações de tratamento de esgotos. Por enquanto, indicadores que respondam a tais questões não são ainda monitorados no país, e não podem servir como instrumentos de auxílio ao processo decisório nos CBH. Os indicadores poderiam sinalizar, por exemplo:

- a capacidade de auto-sustentação financeira dos CBH (% das despesas necessárias que são recobertas pelas receitas/ano);
- o nível de dependência financeira do CBH, em relação a subvenções ou empréstimos (% das despesas/ano);
- o peso do valor da cobrança na renda média familiar (%), indicando a capacidade de pagamento e o comprometimento da renda familiar.
- o valor médio da disposição da população à pagar pela cobrança na respectiva bacia (R\$ por faixa de ganhos econômicos da população);
- a distância entre os valores reais da cobrança e os valores necessários ao total recobrimento dos custos de controle e recuperação do estado das águas após seu uso (%/ano). O indicador mediria a distância entre a teoria e a prática na aplicação do princípio usuário-pagador. Resta-nos refletir se será realmente possível obter tais informações algum dia!

Outra lacuna de informações que esteve praticamente ausente do painel refere-se aos indicadores sobre outorgas, fundamentados nas relações entre disponibilidades e demandas hídricas. Além dos objetivos de planificação e justificativa das outorgas, estas informações são importantes para a resolução de conflitos entre usuários. Não podemos esquecer que, pelo menos em parte, a ausência destas questões no painel pode estar associada a certos condicionantes metodológicos. Em uma pesquisa de opinião, as opções sugeridas no início do processo tendem a ser mais valorizadas do que as sugestões espontâneas de outros especialistas (2ª etapa do painel). Ademais, muitos especialistas não têm experiência de pesquisa com indicadores, e acabam tendendo a valorizar as informações que mais conhecem: indicadores já estabelecidos na literatura ou referentes a questões tradicionalmente consensuais. A temática dos indicadores na gestão da água, ainda não é comum no país.

Foi significativa a presença dos indicadores de desempenho dos serviços de águas e esgotos entre os mais valorizados. Este fato valoriza o Diagnóstico Nacional de Serviços de Água e Esgotos (SEDU-IPEA, 2000) e reflete as tendências internacionais de controle da qualidade dos serviços públicos. Ficou evidenciada a valorização das informações sobre o desempenho do tratamento de esgotos, do atendimento urbano de coleta de esgotos e do sistema de coleta e disposição de lixo.

Esses resultados refletem o atual momento do país, no qual a "urgência" de abastecimento da população pelos serviços de água e saneamento básico são acompanhados

pela "urgência" do controle do desempenho técnico dos serviços. Em relação a esses últimos, a legislação brasileira obriga os operadores a divulgarem relatórios mensais aos organismos de controle da saúde pública (Portaria 36/GM do Ministério da Saúde).

Essas duas categorias de indicadores são importantes para o debate sobre as vantagens comparativas entre os operadores autônomos municipais e as empresas estatais. A esta discussão se soma a delicada questão da pertinência e dos benefícios do processo de privatização dos serviços de água e esgotos. Sem informações sobre desempenho técnico e econômico é difícil entrar nos méritos levantados pelos diferentes gestores.

Se os indicadores de abastecimento público de água e coleta de esgotos foram bem valorizados no painel (% de população atendida), sua pertinência pode ser questionada em países em desenvolvimento, como o Brasil, nos quais as diferenças sócio-econômicas regionais são significativas. Estes indicadores não concernem importantes questões como o volume de perdas representado pelos volumes de água não faturados. A taxa de conexão da população, também ausente no painel, deve estar associada ao índice de acesso à água potável, o qual é mais relevante em certas regiões do país. Como o setor de saneamento básico beneficia-se das economias de escala relativas à densidade populacional ("efeitos de rede"), as zonas de população menos densa e/ou mais pobre podem não ser financeiramente vantajosas para investimentos e expansão de sistemas. Como consequência, nas zonas desfavorecidas o acesso à água pode ser realizado via soluções alternativas paralelas, como fontes, rios, poços, coleta de águas pluviais ou mercados locais da água. Mesmo que esses problemas sejam cada vez mais restritos no Brasil, tais indicadores podem auxiliar a reconhecer e planificar os casos de abastecimento paralelo necessário na ausência de soluções públicas alternativas. Podem, então, auxiliar a legalização e a regulação destas soluções considerando-se os riscos de saúde pública e de corrupção e/ou manipulação de mercados locais da água.

Em países como o Brasil, as diferenças espaciais e sociais exigem a adoção de indicadores específicos que sinalizem as respostas do poder público e dos operadores dos serviços públicos às prioridades de gestão, pois caso contrário, os indicadores sobre o abastecimento da população e sobre o desempenho dos operadores podem auxiliar a esconder uma realidade nada favorável.

Os resultados do painel (tendências de pensamento sobre indicadores e temas de gestão da água no Brasil) devem ser analisados à luz da necessidade da definição prévia de objetivos de gestão e de um processo político planificado e estruturado. Caso contrário, as iniciativas tendem a se multiplicar de forma fragmentada, sub-utilizando recursos humanos e financeiros. A aplicação efetiva de uma política da água deve referenciar o desenvolvimento de um sistema nacional de indicadores para a gestão da água.

Se a adoção de indicadores no SNGRH depende de condicionantes e motivações políticas específicas, então os processos de definição e aplicação das políticas da água deveriam também ser avaliados no sentido de se verificar sua conformidade com os princípios éticos de sustentabilidade. Entretanto, a utilização de indicadores neste caso esbarra em um obstáculo: os indicadores são ineficazes na mensuração de aspectos cognitivos e subjetivos como os critérios éticos de "justiça e equidade"⁵.

Mesmo que o processo de formulação de políticas públicas não seja eficientemente avaliado, o nível de evolução de seus objetivos pode e deve ser monitorado ao longo do tempo. Mesmo assim, somente a capacitação técnica dos decisores (formação/educação/conscientização) e o adequado equilíbrio de forças nos colegiados decisórios podem reduzir os conhecidos riscos de inadequada manipulação de informações por interesses locais.

AGRADECIMENTOS

A todos os especialistas que participaram do painel Delphi e que, portanto, demonstraram elevado comprometimento com a iniciativa.

À CAPES e à FINEP (Projeto REHIDRO, subgrupo 4 - Gestão das Águas) pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

- ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental). *Indicadores de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano – Relatório da Oficina de Trabalho*. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XX, Rio de Janeiro, 1999. *Relatório.....* Rio de Janeiro: FUNASA, maio de 1999.13 p.
- ALMEIDA, J. R. ; TERTULIANO, M. F. Diagnose dos Sistemas Ambientais: Métodos e Indicadores. In: In: CUNHA, S. B. ; GUERRA, * J. T. (org.) *Avaliação e Perícia Ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pp. 116-171, 1999.
- BARRAQUE, B. *Ni trop, ni trop peu : la demande en eau potable et la durabilité des services publics entre New York, Paris et New Delhi*. SEMINAIRE SOCIAL SUSTAINABILITY OF TECHNOLOGICAL NETWORKS...New York , intervention revue et traduite en français. 2001. 12 p.
- BARTH, F. T. A Cobrança como Suporte Financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos. THAME, A. C. de M. (org.). *A Cobrança pelo Uso da Água*. São Paulo: IQUAL, 2.000. 256 p.
- BOLLMANN, Harry Alberto; MARQUES, David da Motta. Bases para a Estruturação de Indicadores de Qualidade de Águas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre: vol. 5, n. 1, jan/mar. 2.000, 37-60.
- CORREIA, F. N. (coord.). *Water 21 – Towards Sustainable European Water Management: Appraisal of Current Water Policies and Required Action*. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Final report, 1999. 27 p.
- COSGROVE, W. J. ; RIJSBERMAN, F. R. *World Water Vision - Making Water Everybody's Business*. London: Earthscan Publications Ltd., World Water Council, 2.000. 108 p.
- DOMINGUES, E.; RIBEIRO, G. V. *Indicadores Ambientais no Sudoeste da Amazônia – uma experiência piloto*. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, 1997. 32 p.
- EPA - Environmental Protection Agency. *Index of Leading Environmental Indicators*. www.pacificresearch.org/issues/enviro/99index/min.html. 1999.
- FJP – IPEA . *Condições de Vida nos Municípios de Minas Gerais; 1970-1980-1991*. Belo Horizonte, 1996. 243 p.
- FJP (Fundação João Pinheiro) – IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas) – PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). *Desenvolvimento Humano e Condições de Vida – Região Metropolitana de Belo Horizonte 1980-1991*. Belo Horizonte, 1998
- HAMILTON, K. *Policy-Driven Indicators for Sustainable Development*. Mediterranean Blue Plan Environmental Performance Indicators workshop. Damasco, World Bank, 1996.
- HILTZ, S.R. and TUROFF, M._*The Network Nation: Human Communication via Computer*. New York: Addison-Wesley, 1978.
- IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas)–FJP (Fundação João Pinheiro)–PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). *Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros*. Brasília: Coleção Desenvolvimento Humano, 1998.140 p.
- IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas) – FJP (Fundação João Pinheiro) –IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)– PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). “*Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*”. CD-ROM.. Brasilia: 1998.
- JOHNSSON, F. M. F. *La Nouvelle Politique de l'eau au Brésil: Forces et enjeux d'une transformation vers une gestion intégrée*. *Tiers Monde*. Paris: Presses Universitaires de France, Institut d'étude du développement économique et social, tome XLII, pp. 403-425, 2001.
- LUDLOW, J. *Delphi Inquiries and Knowledge Utilization*. In: Linstone, H. A., Turoff, M. (eds.). *The Delphi Method – Techniques and Applications*. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1975. 620 p.
- McKAUGHAN, S. E. *Guia Metodológico para o Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: Projeto BRA 93/036, Plano Nacional de Combate à Desertificação, 119 p., 1998.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *MONITORE – Programa Nacional de Monitoramento Ambiental Integrado; Reuniões Temáticas*. Brasília: Secretaria de Coordenação

⁵A sustentabilidade é aqui concebida como integrando as dimensões ecológica, econômica e ética (Correia, 1999).

- dos Assuntos do Meio Ambiente , Versão Preliminar, março/1997. 48 p.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). *Environmental Indicators*. Paris: OECD, 1994.
- OTT, W. R. *Environmental Indices: Theory and Practice*. Ann Arbor Science Publishers, Ann. Arbor, Mich., 1978.
- PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). *Relatório do Desenvolvimento Humano 2.000*. Tradução Alexandre Abreu, Eduardo Ferreira Sarmento; Jorge Ma-deira e Maria Natércia Estêvão. Lisboa: Trinova Editora, 2.000. 290 p.
- REINECK, H. E.; SINGH, I. B. *Depositional Sedimentary Environments*. New York: Springer Verlag, 1980, 549 p.
- SAWYER, D. *Índice de Pressão Antropica: Uma Proposta Metodologica*. Brasilia: ISP, 1997, versão 1.4.
- SEDU (Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, da Presidência da Republica) ; IPEA (Instituto de Pesquisa Económica Aplicada). *Diagnóstico dos Serviços de água e esgotos 1999*. Brasilia : SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), 2000. 156 p.
- TOMMASI, L. R. *Estudo de Impacto Ambiental*. São Paulo: CETESB, 1994, 355 p.
- UFMG. *Biodiversidade, população e economia – uma região de Mata Atlântica*. João Antônio de Paula (org.). Belo Horizonte: Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional – CEDEPLAC. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, 1997. 671 p.
- UNITED NATIONS Comission on Sustainable Development (UNCSD) & UNITED NATIONS Department for Economic and Social Information and Policy Analysis (DESIPA) . *Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies*. New York: Division for Sustainable Development; Department for Policy Coordination and Sustainable Development, 1996. 428 p.
- UNITED NATIONS Population Information Network (POPIN). Site oficial... <http://www.fsu.edu/>. 1999.
- WORLD BANK. *Environmental Indicators - An Overview of Selected Initiatives at the World Bank*. <http://srdis.ciensin.org>. Washington: Environment Department, 12/08/2000. 13 p.

Indicators as Potential Water Management Instruments in the New Legal and Institutional Context of Brazil – Results of a panel of specialists

ABSTRACT

The recent water management methods “modernization” movement in Brazil, which resulted in the consolidation of the National Organization of Water Resources Management, currently presents the great challenge of establishing the new legal and institutional situation. This challenge includes the implementation of the management principles established by bill 9433/97, amongst which decentralized and participatory management. National reality raises some obstacles to accomplish these goals, such as the lack of data and information to make the work of the Basin committees easier. It is on this issue that indicators are important tools to aid decision-making in water management, improving the understanding and communication of the real situation. This paper summarizes the views of a group of 51 Brazilian water specialists, with data obtained using the Delphi technique. The results show the most and least valued indicators (among the 64 indicators evaluated on a local and national level) and the general opinion regarding the main courses of action in water management in the country. In the current transition stage of strengthening the new national management bases, participatory procedures such as the specialists’ panel are important ways to identify priorities and gaps of information in the country.

Key-words: indicators; water management instruments; Delphi technique.

Anexo 1 - Lista Completa dos Indicadores Avaliados no Painel Delphi

- a) **Indicadores de Desenvolvimento Humano:** IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal); ICV (Índice de Condições de Vida); IDH - Longevidade (dimensão Longevidade do IDH; valores entre 0 e 1); IDH-Educação (0 a 1); IDH Renda (0 a 1); Renda média per capita (R\$/hab); Rendimento familiar médio mensal per capita (R\$/hab.); PIB per capita (R\$/hab.).
- b) **Indicadores de Pressão sobre as águas e ambientes aquáticos:** Densidade populacional total, urbana, rural (hab/km²); População ocupada por setor de atividade, em relação à população economicamente ativa (%); Índice de urbanização (%); Índice de lançamento de matéria orgânica nas águas (DBO/hab/dia); Índice de captação de água para abastecimento urbano (m³/hab.); Índice de consumo de água de abastecimento público (m³/hab servido); Índice de captação de água para irrigação (m³/ha); Vazão captada para abastecimento público rural (m³/hab); Vazões mínimas de bombeamento de água subterrânea (m³/km²/ano ou m²/hab/ano); Vazões médias de bombeamento de água subterrânea (m³/km²/ano ou m²/hab/ano); Vazões médias de bombeamento de água subterrânea no período de estiagem (m³/km² ou m²/hab); Índice de exploração dos estoques hídricos (%/ano); Índice de utilização de P na agricultura (kg/hab ou kg/ha); Índice de áreas agrícolas (% de área ocupada por cada tipo de uso); Índice de área irrigada (% do total); Índice de Produção agrícola (per capita/ano e por ha/ano); Índice de produção industrial (ton/hab/ano); Índice de densidade de drenagem urbana (km/km²).
- c) **Indicadores de Estado do Meio Ambiente:** Precipitação média de longo termo (mm); Índice de cobertura vegetal natural (%); Área de unidades de conservação de uso direto e indireto (Km²; %); Coeficiente de escoamento superf. (%); Índice de conformidade das comunidades bentônicas, em relação a valores de referência (% de amostras por espécie); Índice de conformidade das comunidades plantônicas, em relação a valores de referência (% de amostras por espécie); Índice de conformidade das plantas aquáticas, em relação a valores de referência (% de conformidade, por espécie); Índice de conformidade de populações de peixes, em relação a valores de referência (% de conformidade, por espécie).
- d) **Indicadores de Estado Qualitativo da Água:** Taxa de conformidade da água segundo o OD (% de amostras); Taxa de conformidade da água em relação à DBO (% de amostras); Taxa de conformidade da água em relação ao P total (% de amostras); Taxa de conformidade da água em relação à Clorofila-a (% de amostras); IQA águas superficiais (% de conformidade); IQA águas subterrâneas (% de conformidade); Índice de toxicidade de águas superficiais (% de conformidade); Índice de toxicidade de águas subterrâneas (% de conformidade); Índice Trófico (associando transparência da água, concentrações de clorofila-a e P total).
- e) **Indicadores de Estado Quantitativo da Água:** Vazões mínimas de x dias consecutivos e x anos de recorrência (l/s/km²; m³/hab/ano); Vazões máximas médias de longo termo, de x anos de recorrência (m³/km²; m²/hab/ano); Vazões médias anuais de longo termo (m³/km²; m³/hab); Vazões médias de longo termo do trimestre mais chuvoso (m³/km²; m²/hab/ano); Vazões médias de longo termo do trimestre menos chuvoso (m³/km²; m²/hab/ano); Curvas de Permanência de vazões (freqüência com que ocorrem vazões iguais ou superiores aos valores de uma série temporal); Índice de conformidade com o enquadramento (% da extensão de cursos d'água conforme); Índice vazões subterrâneas de longo termo (m³/km²; m³/hab).
- f) **Indicadores de Resposta:** Índice de abastecimento urbano de água via rede geral (% pop.); Índice de atendimento rural de água via rede ou poços (% pop); Índice de atendimento urbano de coleta de esgotos (% pop.); Índice de pop. rural atendida por coleta de esgotos (%); Índice de coleta de esgotos em relação à água consumida (%); Índice de pop. urbana servida por fossas sépticas (%); Índice de pop. rural servida por fossas sépticas (%); Índice de tratamento de esgotos coletados (%); Índice de tratamento de esgotos em relação ao vol. de água consumida (%); Índice de pop. urbana atendida por coleta de lixo (%); Índice de pop. rural atendida por coleta de lixo (%); Índice de lixo corretamente disposto (% do volume coletado, disposto em aterros sanitários); Índice de Perdas de água no sistema de abastecimento (% do volume produzido); Índice de pop. atendida por rede pluvial (%); Índice de Cobertura de Drenagem Urbana (% de área).

Anexo 2 - Participantes do painel Delphi (vínculos profissionais referentes à data da participação no painel)

Ana Rosa Baganha Barp - CT/UFPA; Antônio Carlos Zuffo - Depto. Recursos hídricos/Faculdade de Eng. UNICAMP; Antônio César Leal - Depto Geografia FCT/Unesp Presidente Prudente/SP; Antônio Domingues Benetti - Depto Obras Hidráulicas - IPH/UFRS; Arnaldo Augusto Setti - Assessor e consultor da OMM,UNESCO e PNUD; Augusto César Pompeo - Depto Eng. Sanitária e Ambiental - Centro Tecnológico - UFSC; Beat Frank - Univ. Regional de Blumenau - Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA; Carlos Augusto de L. Chernicharo - Depart. Eng. Sanitária e Ambiental - UFMG; Carlos Nobuyoshi Ide - Depto Hidráulica e Transportes / CCET - UFMS; Dalto Brochi - Consórcio Piracicaba-Capivari-Jundiaí (Americana/SP) e Secretário executivo da REBOB; Eduardo Von Sperling - Depart. Eng. Sanitária e Ambiental - UFMG; Eloísa Domingues - IBGE/Dept Recursos Naturais e Estudos Ambientais -RJ; Emilia Rutkowski - Depto. Saneamento e Ambiente - UNICAMP; Ernani Ciríaco de Miranda - Secret. Especial de Desenvolv. Urbano da Presidência da República; Eugenio M. Cánepa - Fundação de Ciência e Tecnologia do RS - CIENTEC; Fazal

H. Chaudrhys - Depart. de Hidráulica e Saneamento, Escola de Eng.de São Carlos, USP; **Francisco Carlos Castro Lahóz** - Consórcio Intermunicipal dos Rios Piracicaba/Capivari/Jundiaí-Piracicaba/SP; **Gertjan Berndt Beekman** - Coordenador de Operações - Agência de Cooperação Técnica /IICA (Interamerican Institute for Cooperation on Agriculture); **Gilberto Valente Canali** - Consultor na área de recursos hídricos; **Hidelly Rizzo** - Assessora para assuntos internacionais, Gabinete da Secret. de Recursos Hídricos; **Jander Duarte Campos** - Consultor da UNESCO para o Projeto de Gerenciamento dos Recursos Hídricos da bacia do Paraíba do Sul; **João Batista Dias de Paiva** - Depart. Eng. Hidráulica e Ambiental - UFC; **José Carlos de Araújo** - Depart. de Eng. Hidráulica e Ambiental - Centro de Tecnologia/UFC; **José Nilson B. Campos** - Prof. Depto de Eng. Hidráulica e Ambiental/UFC-; **Leila Nunes Menegasse** - Depart. de Geologia, UFMG; **Leo Heller** - Depto Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA/UFMG; **Luiz Roberto Moretti** - DAEE/SP; Secretário-executivo do CBH Piracicaba/ Capivari/Jundiaí; Prof. Escola de Eng. de Piracicaba; **Marcelo Pereira de Souza** - Escola de Eng. de São Carlos, Depto de Hidráulica e Saneamento; **Márcia Cristina Marcelino Romanelli** - Fundação Estadual do Meio Ambiente de MG - FEAM; **Marco Antônio de Souza** - Depto de Eng. Civil e Ambiental, UnB; Harry Bollman; Depto de Eng. Civil da PUC/PR; **Marcos Antônio Correntino da Cunha** - CPRM - Goiânia; **Marcos Callisto** - Depto Biologia Geral, UFMG; **Marcos Von Sperling** - Depart. Eng. Sanitária e Ambiental - DESA - UFMG; **Maria Lígia Cassol Pinto** - UNIJUÍ - RS; **Maria de Lourdes Pereira dos Santos** - Cia Vale do Rio Doce /BH-MG; **Maria Manuela Moreira** - Assessora da Secret. de Recursos Hídricos; **Mauro da Cunha Naguettini** - Depto. Eng. Hidráulica e Recursos Hídricos - UFMG; **Miriam Rita Moro Mine** - Depto de Hidráulica - UFPR; **Mônica Porto** - Escola Politécnica, Depto de Eng. Hidráulica e Sanitária, USP; **Nabil J. Eid** - Depto.Eng. Civil e Ambiental / FT /UnB; **Néstior Aldo Campana** - Depto Eng. Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, UnB; **Nilo de Oliveira Nascimento** - Depto. Eng. Hidráulica e Recursos Hídricos - UFMG; **Oscar de Moraes Cordeiro Neto** - Depto de Eng. Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, UnB; **Ozório José de Menezes Fonseca** - Consultor ambiental , Manaus/AM; **Paulo Roberto Ferreira Carneiro** - Laboratório de Hidrologia/Programa de Eng. Civil, COPPE/UFRJ; **Robson Sarmento** - UFES - Centro Tecnológico -Dept de Hidráulica e Saneamento ; **Rosa Maria Formiga Johnson** - UFRJ/ COPPE/ Laboratório de Hidrologia; **Sérgio Leal** – Mestrado em Tecnologias Ambientais, UFMS; **Suzana Maria Gico Lima Montenegro** - Depto. de Eng. Civil - UFPE ; **Wilfried Teuber** - Ministério de Meio Ambiente da Alemanha e coord. do Projeto PLANÁGUA SEMAD/GTZ de cooperação técnica Brasil-Alemanha.