

AVALIAÇÃO DE UM ÍNDICE DINÂMICO DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO. UM ESTUDO DE CASO

Maria N. Marques¹

Química, Doutora, Bolsista de Pós - doutorado do Centro de Química e Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN.

Área de Atuação: Química Ambiental, Saneamento Ambiental.

Cargo Atual: Pesquisadora voluntária, Coordenadora de Projeto.

Luiz Fernando Daude

Engenheiro Civil

Cargo Atual: Diretor de Manutenção e Operação de água, esgoto e drenagem do SEMASA.

Área de Atuação: Manutenção e Operação responsável pela produção, reservação e distribuição de água potável, coleta e afastamento de esgotos sanitários, operação e manutenção de drenagem, incluindo piscinões, estações elevatórias, hidrometria, recomposição de pavimentos, etc., no município de Santo André.

Roseane M. G. L. de Souza

Engenheira, Esp Engenharia Ambiental, Esp Perícia e Auditoria Ambiental, engenheira da Secretaria de Estado da Saúde São Paulo da Divisão de Doenças Ocasionalmente pelo Meio Ambiente – DOMA, Área de Atuação: Saúde Ambiental, Cargo Atual: Engenheira

Marycel Elena Barbosa Cotrim

Química, Doutora, Pesquisadora do Centro de Química e Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN.

Cargo Atual: Responsável pelo Laboratório de Análises Químicas e Ambientais do IPEN.

Maria Aparecida F. Pires

Química, Doutora, Pesquisadora do Centro de Química e Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN.

Cargo Atual: Gerente do Centro de Química e Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

Área de Atuação: Química Ambiental, Saneamento Ambiental, Saúde Ambiental.

Endereço⁽¹⁾: Av. Prof. Lineu Prestes 2242, CQMA - Cidade Universitária – São Paulo - SP. - CEP: 05508.000 - Brasil. Tel: +55 (11) 3816-9342 Fax: +55 (11) 38169325 – e-mail: mmarques@ipen.br¹.

RESUMO

O Decreto Federal de nº 5440, de 04 de maio de 05, o qual estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Bem como da Portaria nº 518/04 que, no item VI do art. 9º da seção IV: incumbem aos responsáveis pela operação do sistema de água fornecer para todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída. Portanto, este trabalho teve como objetivo identificar, dentre os diversos índices de qualidade de água descritos na literatura, um índice dinâmico de qualidade de água para abastecimento, o qual será usado como uma ferramenta para simplificar o relatório de dados da qualidade de água.

PALAVRAS-CHAVE: índice de qualidade de água, abastecimento, avaliação de IQA.

INTRODUÇÃO

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo este que requer um número cada vez maior de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente apresenta-nos o desafio permanente de gerar indicadores e índices que tratem um número cada vez maior de informações, de forma sintética e acessível, para os tomadores de decisão (Vollenweider, 1989; Ashok et al, 2006; Harmancioglu, 1998).

O controle da qualidade de um produto ou de um bem, tem como objetivo fundamentalmente a qualidade de conformidade deste com normas e padrões pré-estabelecidos. As atividades de controle da qualidade apenas visam saber se o bem/produto se mantém com a qualidade desejada. Dessa forma o controle dinâmico de qualquer processo produtivo, ou mesmo da qualidade de um bem natural (no caso de um recurso hídrico), é o controle efetuado com o objetivo de instruir as decisões no sentido de manter o processo produtivo em condições de obter regularmente a qualidade desejada do produto (Kulcheski et al, 2004; Linder, 2005; Haase, 1993; Orea, 1998).

Uma forma de obter comparabilidade e representatividade dos resultados na amostragem para o monitoramento da qualidade da água (in natura, captada, produzida ou distribuída) com a possibilidade de demonstrar ou comunicar os padrões de qualidade do produto é a utilização de indicadores de qualidade da água. Geralmente um índice de qualidade de água agrupa três categorias amplas de variáveis: físicas, químicas e biológicas, cada uma destas contém um número significativo de variáveis.

Várias técnicas para elaboração de índice de qualidade de água têm sido usadas, sendo a mais empregada àquela desenvolvida pela *National Sanitation Foundation Institution*, que selecionou variáveis relevantes para avaliar a qualidade das águas e atribuiu, para cada uma delas, um peso relativo. Atualmente, são criados índices de qualidade de água específicos, para cada um dos diferentes usos da água, como por exemplo: índice para um corpo d'água lótico ou um corpo d'água lêntico, bem como aqueles feitos para a proteção da vida aquática, recreação de primeiro contato, consumo humano, e para áreas de águas salobras e de estuários, para pesca. Isto ocorre, pois estes índices apresentam fórmulas “engessadas” para o seu cálculo, aplicando pesos específicos para cada uma das variáveis, desta forma fica impossível de se calcular o índice quando não se mede uma das variáveis (Aguilera et al, 2001; Ahmed et al, 2004; Ângelo et al, 2000; CETESB, 2005; Facincani, 2001; Jiunn-Tzong, 1999; Jurate, 2006; Oliveira, 1994; Patrick et al, 2005; Pineda, 1987; Shioh-Mey et al, 2004; Shoji, 1996; Toledo, 2002; Tsegaye et al, 2006, Willian et al, 2006).

Realizou-se um levantamento bibliográfico sobre “índices de qualidade de água (IQA)” desenvolvidos e aplicados no âmbito Nacional e Internacional. Foi observado que a maioria dos índices são aplicados para avaliação dos corpos d'água.

Dentre os índices de qualidade de água para abastecimento estão os índices criados pela Companhia de Saneamento do Estado do Paraná (SANEPAR) que adota o índice de qualidade da água produzida - *Iqap*; e o Índice geral de qualidade de água distribuída (IGQA) desenvolvido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), que procura atender as exigências a serem atendidas por esta empresa para caracterização de sua água em conformidade com a legislação vigente, além dos aspectos qualitativo e quantitativo do monitoramento da água produzida (Aguilera et al, 2001; Ahmed et al, 2004; Ângelo et al, 2000; CETESB, 2005; Facincani, 2001; Jiunn-Tzong, 1999; Jurate, 2006; Oliveira, 1994; Patrick et al, 2005; Pineda, 1987; Shioh-Mey et al, 2004; Shoji, 1996; Toledo, 2002; Tsegaye et al, 2006, Willian et al, 2006).

Dentro deste contexto o índice desenvolvido pelo Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME*) é um dos mais versáteis, pois permite mudar as variáveis analisadas de acordo com o interesse do estudo e/ou do tipo de água ou corpo d'água avaliado (Ashok et al, 2006; Amir et al, 2005; Faisal et al, 2003).

OBJETIVO

Objetivo foi avaliar e identificar, dentre os diversos índices de qualidade de água descritos na literatura existentes, um índice ou indicador que pudesse atender tanto as necessidades de avaliação da qualidade das águas de mananciais, bem como as necessidades do controle da água destinada ao consumo humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

O índice desenvolvido pelo Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME*) baseia-se em medidas do espectro, da frequência e da amplitude dos valores que estão fora dos valores estipulados pelas normas nacionais: F_1 o número de variáveis que apresentaram valores fora dos padrões, (Espectro); F_2 a frequência com que valores das análises apresentam-se fora dos padrões, (frequência) e F_3 o quanto estes valores se distanciam dos valores padrão, (amplitude). Estes

são combinados para produzir um único valor (entre 0 e 100) que descreva a qualidade de água. A Figura 1 apresenta o modelo conceitual para o índice resultante dos três fatores calculados.

Ao contrário dos outros índices encontrados na literatura, esta formulação básica elege as componentes chaves para se obter a qualidade de água, além de ser facilmente calculada, é flexível e pode ser aplicado em várias situações.

Cálculo do índice (IQA-CCME)

Cada um dos fatores acima descritos deve fazer parte do índice, sendo que o cálculo do F1 e do F2 relativamente direto, e F3 requer algumas etapas adicionais:

F₁ (espectro) representa a porcentagem das variáveis que não se encontram dentro dos valores estipulados pelas normas nacionais ("variáveis falhas"), relativo ao número total das variáveis medidas:

$$F_1 = \left(\frac{\text{Número de variáveis falhas}}{\text{Total de variáveis medidas}} \right) \times 100 \quad (1)$$

O F2 (frequência) representa a porcentagem dos testes individuais que não se encontram dentro dos valores estipulados pelas normas nacionais ("testes falhos"):

$$F_2 = \left(\frac{\text{Número de testes falhos}}{\text{Total número de testes realizados}} \right) \times 100 \quad (2)$$

F3 (amplitude) representa o quanto os valores dos testes falhos estão fora valores estipulados pelas normas nacionais. F3 é calculado em três etapas.

i) O número de vezes que uma concentração individual é maior que o valor estipulado pelas normas nacionais, este será denominado "excluído" e expresso como segue:

$$\text{excluído}_i = \left(\frac{\text{Valor do Teste falho}_i}{\text{Valor estipulado pelas normas}_j} \right) - 1 \quad (3)$$

Para os casos em que o valor do teste não deve ser menor que o valor mínimo estipulado pelas normas nacionais:

$$\text{excluído}_i = \left(\frac{\text{Valor estipulado pelas normas}_j}{\text{Valor do Teste falho}_i} \right) - 1 \quad (4)$$

Para os casos em que o valor determinado no teste é igual a zero

$$\text{excluído}_i = \text{Valor estipulado pelas normas}_i \quad (5)$$

ii) O quanto os testes individuais, na coletividade, estão fora dos valores estipulados pelas normas nacionais é calculada somando os excluídos de cada teste falho individual e dividindo-se pelo número total dos testes realizados. Esta variável refere-se como a soma normalizada dos excluídos, ou o nse, sendo calculado como:

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excluído}_i}{\# \text{ de testes}} \quad (6)$$

iii) F3 é calculado então por uma função assintótica que escala a soma normalizada dos excluídos (nse) para obter uma escala entre 0 e 100.

$$F_3 = \left(\frac{nse}{0.01nse + 0.01} \right) \quad (7)$$

Uma vez que os fatores foram obtidos, o índice próprio pode ser calculado somando os três fatores como se fossem vetores. A soma dos quadrados de cada um desses fatores é igual ao quadrado do índice. Esta aproximação trata o índice como um espaço tridimensional definido por cada fator ao longo de uma linha central. Com este modelo, o índice muda na proporção direta às mudanças em todos os três fatores.

O Índice da Qualidade de Água (IQA):

$$IQA = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right) \quad (8)$$

O divisor 1,732 normaliza os valores resultantes para uma faixa entre 0 e 100, onde o zero representa a pior qualidade da água e o 100 representa a melhor qualidade da água. Uma vez que o valor foi determinado, a qualidade de água é expressa relacionando o a uma das seguintes categorias:

Excelente: (valor 95-100) - a qualidade de água é protegida com uma ausência, quase que total, de ameaça; condições muito perto dos níveis naturais ou em perfeito estado.

Bom: (valor 80-94) - a qualidade de água é protegida, mas com um grau menor de ameaça ou pouco afetado; as circunstâncias raramente se distanciam dos níveis naturais ou desejáveis.

Regular: (valor 65-79) - a qualidade de água geralmente é protegida, mas ameaçada ou danificada ocasionalmente; as circunstâncias às vezes se distanciam dos níveis naturais ou desejáveis.

Ruim: (valor 45-64) - a qualidade de água é ameaçada ou danificada freqüentemente; as circunstâncias freqüentemente se distanciam dos níveis naturais ou desejáveis.

Péssimo: (valor 0-44) - a qualidade de água quase sempre é ameaçada ou danificada; as circunstâncias geralmente se distanciam dos níveis naturais ou desejáveis.

Comparação do índice de qualidade de água escolhido o IQA-CCME com índices nacionais.

Para verificar se as classificações obtidas pelos cálculos do índice desenvolvido pelo Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente são próximas às classificações obtidas nos cálculos dos índices nacionais. Fez-se uma comparação com as classificações obtidas pelo índice de qualidade de água da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental IQA-CETESB e pelo Índice Geral de Qualidade de Água Distribuída desenvolvido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) IGQA-Sabesp (Facincani, 2001), utilizando-se as faixas das variáveis estabelecidas pelas normas nacionais, tais como a Portaria n° 518/04 e resolução CONAMA n°527/05 para águas doces de Classe 1 e 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação do IQA – CCME com o IQA da CETESB

A CETESB utiliza, desde 1975, o Índice de Qualidade das Águas – IQA, com vistas a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral, bem como para o gerenciamento ambiental das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Atualmente, para elaboração de índice de qualidade de água (IQA) a CETESB tem empregado o índice desenvolvido pela “*National Sanitation Foundation*” dos Estados Unidos que selecionou 9 variáveis relevantes para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público e atribui, para cada um deles, um peso relativo (CETESB, 2005).

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

O IQA utiliza um grupo de variáveis básicas, são elas: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez (CETESB, 2005).

Para a comparação do cálculo do IQA – CCME com o cálculo do IQA – CETESB utilizou-se as variáveis citadas acima com os valores de referência determinado pela resolução CONAMA nº527/05 para águas doces de Classe 1 e 2. Os valores utilizados foram os dados obtidos nas análises realizadas pela CETESB e publicadas no Relatório de águas interiores de 2005 para os pontos:

Código do ponto.	Local
RGDE02200	Represa Rio Grande - No Clube Prainha Tahiti Camping Náutica, na altura do Km 42 da rodovia SP-31
RGDE02900	Represa Rio Grande - Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP.
BILL02900	Represa Biliings - Próximo à barragem reguladora Biliings-Pedras (Summit Control)
BILL02500	Represa Biliings - No meio do corpo central, sob a ponte da rodovia dos Imigrantes.
BILL02100	Represa Biliings - No meio do corpo central, na direção do braço do Bororé.
GADE02900	Rio Grande - Ponte na Av. Santo André (SP-122), na entrada do município de Rio Grande da Serra.
PIRE02900	Ribeirão Pires - Ponte da Eletropaulo, na Av. Rotary, no bairro Estância Noblesse, quase às margens da Represa Biliings.

Aplicou-se “scores” para se fazer a comparação entre os índices, uma vez que os cálculos e as classificações dos índices são diferente e são variáveis qualitativas.

IQA-CCME	IQA-CETESB	SCORES
Excelente: (valor 95-100)	Ótima: 80-100	1
Bom: (valor 80-94)	Boa: 52-79	2
Regular: (valor 65-79)	Regular: 37-51	3
Ruim: (valor 45-64)	Ruim: 20-36	4
Péssimo: (valor 0-44)	Péssima: 0-19	5

A Tabela 1 apresenta as classificações obtidas para os dois índices utilizando as medidas dos pontos RGDE02900, BILL02900, RGDE02200, BILL02500, BILL02100, GADE02900 e PIRE02900, bem como os valores de “scores” referentes à classificação acima.

Tabela 1 Comparação entre os índices de qualidade da CETESB e CCME com os respectivos “scores” para os pontos: RGDE02900, BILL02900, RGDE02200, BILL02500, BILL02100, GADE02900 e PIRE02900 (continuação).

Classificações		SCORES	
IQA – CETESB	IQA – CCME	IQA – CETESB	IQA – CCME
72 Boa	81 Bom	2	2
83 Ótima	90 Bom	1	2
84 Ótima	82 Bom	1	2
83 Ótima	100 Excelente	1	1
73 Boa	83 Bom	2	3
79 Boa	77 Regular	2	1
77 Boa	100 Excelente	2	1
77 Boa	100 Excelente	2	1
84 Ótima	100 Excelente	1	1
77 Boa	100 Excelente	2	1
73 Boa	100 Excelente	2	1
80 Ótima	100 Excelente	1	1

Tabela 1 Comparação entre os índices de qualidade da CETESB e CCME com os respectivos “scores” para os pontos: RGDE02900, BILL02900, RGDE02200, BILL02500, BILL02100, GADE02900 e PIRE02900 (continuação).

Classificações		SCORES	
IQA – CETESB	IQA – CCME	IQA – CETESB	IQA – CCME
78 Boa	100 Excelente	2	1
69 Boa	82 Bom	2	2
89 Ótima	90 Bom	1	2
87 Ótima	91 Bom	1	2
88 Ótima	100 Excelente	1	1
86 Ótima	100 Excelente	1	1
77 Boa	81 Bom	2	2
83 Ótima	85 Bom	1	2
80 Ótima	88 Bom	1	2
67 Boa	81 Bom	2	2
85 Ótima	91 Bom	1	2
85 Ótima	100 Excelente	1	1
77 Boa	91 Bom	1	1
66 Boa	80 Bom	2	2
77 Boa	85 Bom	2	2
65 Boa	79 Regular	2	3
79 Boa	77 Regular	2	3
76 Boa	90 Bom	2	2
66 Boa	81 Bom	2	2
72 Boa	86 Bom	2	2
59 Boa	66 Regular	2	3
70 boa	75 Regular	2	3
45 Regular	75 Regular	3	3
54 Boa	81 Bom	2	2
64 Boa	91 Bom	2	2
50 Regular	70 Regular	3	3
55 Boa	81 Bom	2	2
47 Regular	67 Regular	3	3
53 Boa	76 Regular	2	3
36 Ruim	51 Ruim	4	4
28 Ruim	35 Péssimo	4	5
27 Ruim	28 Péssimo	4	5
21 Ruim	28 Péssimo	4	5
30 Ruim	35 Péssimo	4	5
26 Ruim	30 Péssimo	4	5
28 Ruim	30 Péssimo	4	5

Os resultados mostram que de 48 índices calculados 23 obtiveram a mesma classificação nos dois índices, 19 obtiveram uma classificação mais restritiva no IQA-CCME que no IQA-CETESB e seis obtiveram uma classificação mais restritiva no IQA-CETESB (boa) que no IQA-CCME (excelente).

Embora, as classificações tenham apresentado algumas diferenças nos dois índices, estas são pequenas variando somente um grau na escala de um índice para outro. De maneira geral, pode-se avaliar que os índices não apresentaram grandes divergências entre as suas classificações.

Para se certificar se as classificações dos índices apresentavam classificações parecidas aplicou-se os valores de “scores” e com estes fez-se um teste T-Student para populações independentes, utilizando o programa Origem 0.6.

Independent t-Test on Plan2 col(C) and col(D):

Data	Mean	Variance	N
C	2,0625	0,95346	48
D	2,33333	1,58865	48

t = 1,17686

p = 0,24222

At the 0,05 level,

the two means are NOT significantly different.

O resultado do teste mostrou que as médias não apresentaram uma diferença significativa, com um p-value = 0,24, aceitando-se a hipótese nula, de que os dois índices apresentam classificações iguais.

Comparação do IQA – CCME com o IGQA – Sabesp

O Índice geral de qualidade de água distribuída (IGQA) desenvolvido pela Sabesp, procura atender as exigências a serem atendidas por esta empresa para caracterização de sua água em conformidade com a legislação vigente, além dos aspectos qualitativo e quantitativo do monitoramento da água produzida. Este trabalho foi baseado, entre outros princípios, na avaliação objetiva, através de levantamento junto às Unidades de Negócios da Sabesp, dos índices de qualidade da água (IQA) empregados pelas Vice-Presidências da empresa, quanto aos aspectos estatísticos, e sanitários (Facincani, 2001).

As variáveis analisadas e controladas aplicadas a esse índice são: coliformes, cloro residual livre, cor, turbidez, pH, ferro total, alumínio, flúor, cromo, total, cádmio, chumbo e trihalometanos (THM).

Para a comparação do cálculo do IQA – CCME com cálculo do IGQA utilizou-se as variáveis citadas acima com os valores de referência determinado pela Portaria n° 518/04. Os valores utilizados foram os dados obtidos nas análises de amostras de água tratada, realizadas nos laboratórios do IPEN e da SEMASA.

Aplicou-se “scores” para se fazer a comparação entre os índices, uma vez que os cálculos e as classificações dos índices são diferente e são variáveis qualitativas.

IQA-CCME	IGQA-SABESP	SCORES
Excelente: (valor 95-100)	>94 Ótima	1
Bom: (valor 80-94)	>79 Boa	2
Regular: (valor 65-79)	>64 Aceitável	3
Ruim: (valor 45-64)	>49 Insatisfatória	4
Péssimo: (valor 0-44)	<=49 Imprópria	5

A Tabela 2 apresenta as classificações obtidas para os dois índices utilizando as medidas das análises das amostras de água tratada da SEMASA, bem como os valores de “scores” referentes à classificação acima.

Tabela 2 Comparação entre os índices de qualidade de água IGQA e CCME com os respectivos “scores”.

DATAS	Classificação		Classificação		SCORE	
	IGQA-SABESP	Ótima	IQA-CCME	Excelente	IGQA	IQA-CCME
8/6/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
14/7/2005	98,3	Ótima	100,0	Excelente	1	1
18/7/2005	100,0	Ótima	94,8	Excelente	1	1
21/7/2005	100,0	Ótima	94,8	Excelente	1	1
25/7/2005	98,3	Ótima	94,8	Excelente	1	1
28/7/2005	96,6	Ótima	97,5	Excelente	1	1
1/8/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
4/8/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
9/8/2005	98,3	Ótima	100,0	Excelente	1	1
11/8/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
15/8/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
18/8/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
22/8/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
25/8/2005	98,3	Ótima	100,0	Excelente	1	1
30/8/2005	98,3	Ótima	100,0	Excelente	1	1
8/9/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
13/9/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
22/9/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
28/9/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
4/10/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
11/10/2005	98,3	Ótima	100,0	Excelente	1	1
18/10/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
25/10/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
1/11/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
8/11/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
17/11/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
22/11/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
30/11/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
6/12/2005	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
6/1/2006	98,3	Ótima	100,0	Excelente	1	1
15/2/2006	98,3	Ótima	94,8	Excelente	1	1
7/3/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
18/4/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
19/5/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
29/6/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
12/7/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
9/8/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
25/9/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
26/10/2006	98,3	Ótima	100,0	Excelente	1	1
20/11/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1
13/12/2006	100,0	Ótima	100,0	Excelente	1	1

Os resultados mostram que de 41 índices calculados todos obtiveram a mesma classificação nos dois índices, mostrando que os índices não apresentam diferenças entre as classificações.

CONCLUSÃO

O IQA-CCME apresentou coerência nos valores calculados quando comparado com índices de qualidade de água, nacionais, já “consagrados” como o IQA – CETESB e o IGQA - Sabesp.

O sistema de cálculo pode ser aplicado tanto para água de mananciais como água tratada. Pois o índice de qualidade do CCME é um índice versátil que permite a mudança das variáveis, de acordo com o tipo de água avaliado. Pode-se ainda associar um sistema de cor à classificação do índice, como o adotado pela CETESB, para facilitar a associação do consumidor à qualidade da água.

A avaliação da qualidade da água mostrou que o tratamento realizado na ETA de Guarará pela SEMASA é eficiente, pois nos dois índices a qualidade da água obteve o conceito máximo (ótima e Excelente) para todas as amostras analisada.

AGRADECIMENTOS

Fapesp pelo financiamento do projeto PIPE nº 04/02506-0 e bolsa nº 04/16088-5 e a SEMASA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUILERA, P. A.; CASTRO, H.; RESCIA, A.; SCHMITS, M.F. methodological development of an index of coastal water quality: application in a tourist area. **Environmental Management**. v. 27, n. 2, p. 295-301, 2001.
2. AHMED SAID, DAVID K. STEVENS, GERALD SEHLKE. An Innovative index for evaluating water quality in streams. **Environmental Management**. v. 34, n. 3, p. 406-414, 2004.
3. AMIR ALI KHAN, ANNETTE TOBIN, RENÉE PATERSON, HASEEN KHAN and RICHARD WARREN. Application of CCME procedures for deriving site-specific water quality guidelines for the CCME water quality index. **Water Qual. Res. J. Canada**. v. 40, n. 4, p. 448-456, 2005.
4. ANGELO G. SOLIMINI, PAOLO GULIA, MONICA MANFRINOTTI and GIANMARIA CARCHINI. Performance of different biotic indices and sampling methods in assessing water quality in the lowland stretch of the Tiber River. **Hydrobiologia**. v. 422/423, p. 197-208, 2000.
5. ASHOK LUMB, DOUG HALLIWELL and TRIBENI SHARMA. Application of CCME water quality index to monitor water quality: A case of the Mackenzie river basin, Canada. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 113, p. 411-429, 2006.
6. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 518 de 25/03/ 2004**. Disponível em: <<http://www.aguanet.com.br>>. Acesso em 2007.
7. BRASIL. CASA CIVIL. **Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005**. Disponível em: <<http://www.aguanet.com.br>>. Acesso em 2007.
8. BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução do nº 357, de 17/03/2005**. Disponível em: <<http://www.aguanet.com.br>>. Acesso em 2007.
9. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de águas interiores do Estado de São Paulo de 2005**. <<http://www.cetesb.sp.gov.Br/Agua>>. ”download” – Acesso em: jun 2006
10. COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. **Journal of Environmental Management**, v.21, p.161-179, 1985.
11. FACINCANI, V.R. et al. Metodología para caracterização da qualidade da água distribuída na região metropolitana de São Paulo.- - RMSP. **Rer. bras. pesqui. desenvolv.** V. 3, p. 113-120, n.2, 2001.
12. FAISAL KHAN, TAHIR HUSAIN and ASHOK LUMB. Water quality evaluation and trend analysis in selected watersheds of Atlantic region of Canada. **Environmental Monitoring and assessment**. v. 88, p. 221-242, 2003.
13. HAASE, J.; POSSOLI, S. Estudo da utilização da técnica de análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade de água: comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, RS. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.6, p.245-255, 1993.
14. HAASE, J.; KRIEGER, J.A.; POSSOLI, S. Estudo da viabilidade do uso da técnica fatorial como um instrumento na interpretação de qualidade das águas da bacia hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. **Ciência e Cultura**, v.41, p.576-582, 1989.

15. HARMANCIOGLU, N.B.; OZKUL, S.A.; ALPASLAN, M.N. Water monitoring and network design. In: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N. (Ed.) **Environmental data management**. The Hague: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.61-100. (Water Science Technology Library, 27).
16. JIUNN-TZONG WU. A generic index of diatom assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. **Hydrobiologia**. v. 397, p. 79- 87, 1999.
17. JURATE VIRKUTYTE, MIKA SILLANPÄÄ. Chemical evaluation of potable water in Eastern Qinghai Province, China: Human health aspects. **Environment International**. v. 32, p. 80-86, 2006.
18. KULCHESKI, E; GIONGO, E M.; PATULSKI, C.T.; MERCER, A.R.; STRAPSSON, E.L.; CHIARELLO, C. Controle Dinâmico da qualidade da água. <www.sanepar.com.br/sanepar/v16/control_qualidade.html>. Acesso em 05/03/2004.
19. LINDNER, N.; FRANK, B. Do rio que você suja, vem água que você bebe. Semana da água, Cartilha educativa e informativa, Blumenau, SC, Comitê do Itajaí, 71p. 2005).
20. OLIVEIRA, S. (Coord.) **Relatório de qualidade ambiental no Estado de São Paulo – 1993**. São Paulo: CETESB, 1994. 50p. (Série Relatórios).
21. OREA, D.G. **Evaluación de impacto ambiental**. Madrid: Editorial Agrícola Española, 1998. 260p.
22. PATRICK DEBELS, RICARDO FIGUEROA, ROBERTO URRUTIA, RICARDO BARRA and XAVIER NIELL. Evaluation of water quality in the Chillán River (central Chile) using physicochemical parameters and a modified water quality index. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 110, p. 301-322, 2005.
23. PINEDA, M.D.; SCHÄFER, A. Adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Cultura**, v.39, p.198-206, 1987.
24. SHIOW-MEY LIOU, SHANG-LIEN LO and SHAN-HSIEN WANG. A generalized water quality index for Taiwan. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 96, P. 35-52, 2004.
25. SHOJI, H.; YAMANOTO, T.; NAKAMURA, T. Factor analysis on stream pollution of the Yodo River systems. **Air and Water Pollution**, v.10, p.291-299, 1966.
26. TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan/mar. 2002.
27. T. TSEGAYE, D. SHEPPARD, K. R. ISLAM, A. JOHNSON, W. TADESSE, A. ATALAY and L. MARZEN. Development of chemical index as a measure of in-stream water quality in response to land-use and land-cover changes. **Water, Air, and Soil Pollution**. v. 174, p. 161-179, 2006.
28. VOLLENWEIDER, R.A.; JORGENSEN, S.E. **Guidelines of Lake Management**. 1989. International Lake Environment Committee Foundation. 199p.
29. WILLIAM OCAMPO-DUQUE, NÚRIA FERRÉ-HUGUET, JOSÉ L. DOMINGO, MARTA SCHUHMACHER. Assessing water quality in river with fuzzy inference systems: A case study. **Environment International**, v. 32, p. 733-742, 2006.