



Beatriz Durazzo Ruiz – CETESB – bruiz@sp.gov.br

Fábio Netto Moreno – CETESB – eqai_cetesb@sp.gov.br

Nelson Menegon Jr – CETESB – eqa_cetesb@sp.gov.br

Resumo

O monitoramento da qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul, inserido no programa de monitoramento dos rios paulistas da CETESB, realizado sistematicamente em pontos desde a captação de Santa Branca até a cidade de Queluz, aponta a evolução da qualidade das águas ao longo dos anos. O IQA – Índice de Qualidade das Águas, que engloba as principais variáveis de significado sanitário, como *Escherichia coli*, DBO e Oxigênio Dissolvido, é utilizado para avaliar as tendências de melhora ou piora da qualidade. Outro indicador utilizado pela CETESB, o ICTEM – Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgoto por município, pondera a situação de atual dos municípios em termos de coleta, tratamento e eficiência de remoção das ETEs. O cruzamento das informações de qualidade de água com os investimentos em saneamento na bacia do Rio Paraíba confirmam a melhora da qualidade da água vinculada ao aumento de coleta e tratamento de esgoto.

Palavras-Chave: Qualidade da água. IQA. ICTEM.

Introdução

A rede básica de amostragem da CETESB tem o objetivo de fornecer uma visão geral do nível de qualidade das águas dos rios e reservatórios do Estado de São Paulo e através do acompanhamento permanente dessa qualidade nos pontos selecionados, observar a evolução ao longo dos anos.

A rede básica teve início em 1974, com 47 pontos de amostragem, sendo 4 localizados no Rio Paraíba do Sul. Os resultados do monitoramento são publicados anualmente no Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo desde 1978.

Em 2012, foram monitorados 369 pontos, sendo 23 localizados na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 2 – Paraíba do Sul. Destes, 11 estão localizados ao longo do Rio Paraíba do Sul, descritos na Tabela 1.

Ponto	Município	Localização
PARB02050	Santa Branca	Captação de Santa Branca, no bairro Angola de Cima.
PARB02100		Ponte na rodovia SP-77, no trecho que liga Jacareí a Santa Branca.
PARB02200	Jacareí	Junto à captação do município de Jacareí
PARB02300	São José dos Campos	Ponte de acesso ao loteamento Urbanova, em São José dos Campos.
PARB02310		Na captação de São José dos Campos.
PARB02400	Caçapava	Ponte na rua do Porto, no trecho que liga Caçapava ao bairro Menino Jesus.
PARB02490	Tremembé	Na captação da SABESP em Taubaté que abastece Tremembé
PARB02530	Pindamonhangaba	Na captação da SABESP de Pindamonhangaba
PARB02600	Aparecida	Na captação de Aparecida
PARB02700	Lorena	Ponte na rodovia BR-459, no trecho que liga Lorena a Piquete.
PARB02900	Queluz	Ponte na cidade de Queluz.

Tabela 1 – Localização dos pontos de amostragem no Rio Paraíba do Sul – Fonte: CETESB, 2013

Diversas são as fontes de poluição das águas, das quais se destacam: efluentes domésticos e industriais e a carga difusa urbana e agrícola. As fontes estão associadas ao uso e ocupação do solo e possuem características próprias quanto aos poluentes que carregam. A rede básica possui frequência bimestral de coleta. São determinadas variáveis físicas, químicas, microbiológicas, ecotoxicológicas e hidrobiológicas.

Os esgotos domésticos são ricos em matéria orgânica biodegradável, nutrientes e bactérias. Coliformes Termotolerantes/*Escherichia coli* é um dos principais indicadores de lançamentos de esgotos sem tratamento nos corpos hídricos. A quantidade de matéria orgânica é estimada pela variável DBO. O oxigênio dissolvido é consumido para degradação da matéria orgânica, podendo chegar a zero. Os

nutrientes, nitrogênio e fósforo, em excesso, causam eutrofização dos corpos hídricos, ocasionando problemas de floração de algas e macrófitas aquáticas.

Com o intuito de facilitar a interpretação das informações de qualidade de água de forma abrangente e útil, para especialistas ou não, é fundamental a utilização de índices de qualidade. Desta forma, a CETESB, a partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas – IQA. Este índice vem sendo utilizado para avaliar a qualidade das águas do Estado.

Outros índices para fins específicos foram desenvolvidos, mas o IQA continua sendo adotado em todos os pontos de monitoramento, pois representa a qualidade de forma geral, englobando variáveis sanitárias que indicam a presença de esgotos domésticos nos corpos hídricos.

O aumento da porcentagem da população atendida pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos é fundamental para a melhoria da qualidade das águas. Em 2008, a Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental desenvolveu o Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios (ICTEM) para avaliar a situação sanitária dos municípios paulistas. Este índice é composto pela porcentagem de coleta e tratamento de esgoto e pela eficiência de remoção da carga de DBO nas estações de tratamento.

Este trabalho objetiva relacionar o aumento do tratamento de esgotos na bacia do Rio Paraíba do Sul, aferida pelos resultados do ICTEM com a melhoria na qualidade das águas do Rio Paraíba do Sul, observadas pela evolução do IQA.

Ressalta-se que a disponibilidade hídrica na região do Vale do Paraíba tem influência na qualidade da água tanto em função da intensidade de chuvas que carreiam materiais oriundos da drenagem da água da bacia quanto das regras operacionais dos reservatórios de cabeceira, que garantindo a vazão mínima do rio, evitam a perda da qualidade da água, bem como liberam maior volume de água de boa qualidade.

1 . Método

1.1 Índice de Qualidade da Água - IQA

A qualidade da água é verificada por meio do IQA, que é determinado em função de um processo multiplicativo entre nove variáveis:

- Oxigênio Dissolvido
- DBO
- pH
- Temperatura
- Coliformes Termotolerantes/
Escherichia coli
- Nitrogênio Total
- Fósforo Total
- Sólidos Totais
- Turbidez

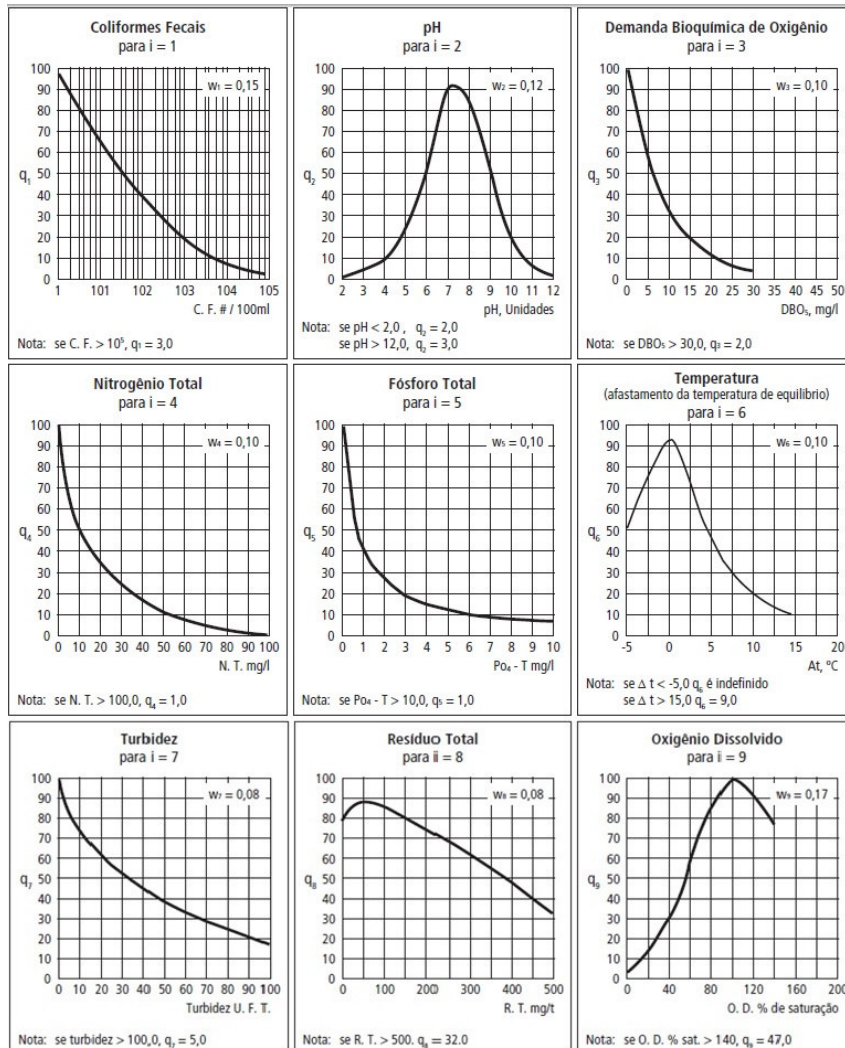
Para

se uma

um
As

pela

na



cada variável, desenvolveu-curva de qualidade e peso relativo. curvas adotadas CETESB são mostradas figura 1

Figura 1 – Curvas de qualidade das variáveis que compõem o IQA – Fonte: CETESB, 2013

O IQA é calculado pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade da i -ésimo variável, obtida da respectiva “curva média de variação de qualidade”

w_i : peso correspondente ao i -ésima variável, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade

n : número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A qualidade das águas brutas é classificada conforme figura 2

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Figura 2 – Categorias do IQA - Fonte: CETESB, 2013

1.2 Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios (ICTEM)

A situação sanitária dos municípios é avaliada ICTEM, que destaca o desempenho dos sistemas de tratamento de esgoto dos municípios.

O indicador foi formado por cinco elementos:

- a) Coleta;
- b) Existência e eficiência do sistema de tratamento do esgoto coletado;
- c) A efetiva remoção da carga orgânica em relação à carga potencial;
- d) A destinação adequada de lodos e resíduos gerados no tratamento;
- e) O não desenquadramento da classe do corpo receptor pelo efluente tratado e lançamento direto e indireto de esgotos não tratados.

O ICTEM é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{ICTEM} = 0,015C + 0,015T + 0,065E + D + Q$$

Sendo:

C = % da população urbana atendida por rede de coleta de esgotos;

T = % da população urbana com esgoto tratado;

E = Eficiência global de remoção de carga orgânica, que é: $(0,01C * 0,01T * 0,01N) * 100$;

N = % de remoção da carga orgânica pelas ETEs;

D = zero se destinação de lodos e resíduos de tratamento for inadequada e 0,2 se for adequada;

Q = zero se efluente desenquadrar a classe do corpo receptor ou existir lançamento direto ou indireto de esgotos não tratados. Será atribuído o valor de 0,3 se o efluente não desenquadrar a classe do corpo receptor.

Os dados das percentagens de população atendida pelos serviços de coleta e tratamento de esgotos são fornecidos pelos municípios ou pelas concessionárias. As eficiências são calculadas pelos resultados de DBO no efluente bruto e tratado ou, na ausência desses dados, são adotadas eficiências esperadas em função do tipo de tratamento.

Considera-se para o cálculo da carga orgânica potencial o consumo de 54 g de DBO por dia e por habitante da zona urbana. Através desta carga e dos índices de coleta,

tratamento e eficiência de remoção é obtida a carga remanescente, ou seja, a que será lançada nos corpos receptores.

2. Análise dos Resultados

A qualidade da água no Rio Paraíba do Sul é avaliada desde o início da rede básica da CETESB e os resultados do IQA anual no período de 2003 a 2012 são apresentados na Tabela 2

Nos últimos dez anos, o IQA apresentou qualidade entre boa e regular, sendo possível identificar uma melhor qualidade nos pontos iniciais, de Santa Branca a Jacareí, havendo um decréscimo na qualidade nos pontos a jusante, principalmente pela carência de tratamento de esgoto. A recuperação é observada após Caçapava, porém interrompida no município de Aparecida, recuperando a qualidade até a cidade de Queluz.

Código	Município	Média Anual do IQA									
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PARB02050	Santa Branca		72	72	69	72	75	78	76	72	69
PARB02100		74	73	72	73	73	76	77	75	72	72
PARB02200	Jacareí	65	62	69	66	67	68	69	66	67	66
PARB02300	São José dos Campos	53	44	51	57	55	55	60	61	55	59
PARB02310		52	53	57	58	59	60	61	65	59	59
PARB02400	Caçapava	48	46	52	54	53	51	52	52	54	54
PARB02490	Tremembé	55	58	60	58	57	57	56	63	59	58
PARB02530	Pindamonhangaba		55	57	54	53	53	58	61	57	59
PARB02600	Aparecida	48	44	46	54	49	48	49	57	50	51
PARB02700	Lorena	51	51	54	55	59	53	51	60	54	56
PARB02900	Queluz	59	58	64	61	66	59	60	59	60	63

Tabela 2 – Média Anual do IQA no Rio Paraíba do Sul no período de 2003 a 2012

A fim de quantificar o impacto do lançamento dos esgotos domésticos nos corpos hídricos do Estado de São Paulo, é apresentada na Figura 3 a evolução da carga anual remanescente de DBO.

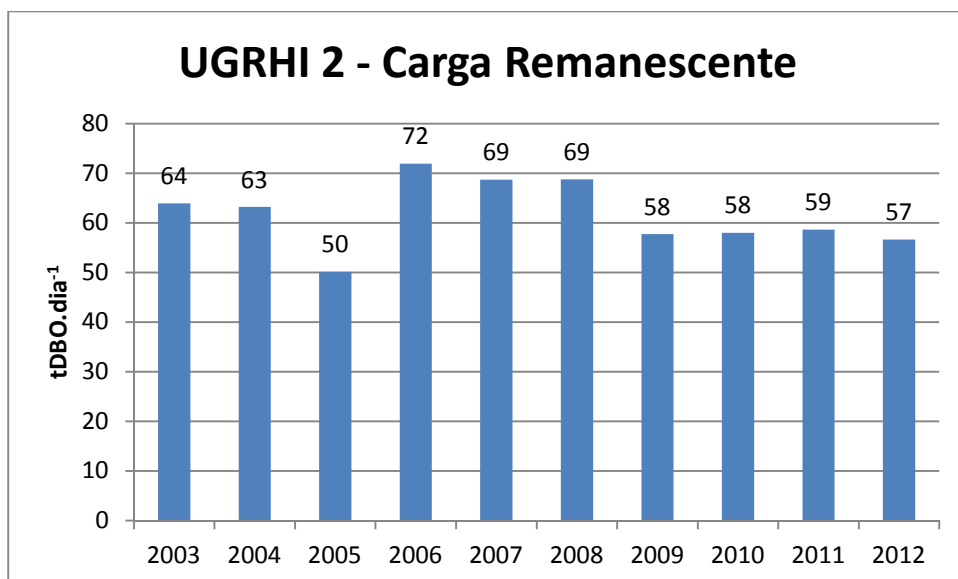


Figura 3 – Carga anual remanescente de DBO na UGRHI 2 – Paraíba do Sul no período de 2003 a 2012 – Fonte: CETESB, 2003 a 2012.

Observam-se as maiores cargas remanescente no período de 2006 a 2008 seguida das menores cargas a partir de 2009.

Município	ICTEM				
	2008	2009	2010	2011	2012
Aparecida	1,20	1,19	1,19	1,19	1,19
Arapeí	0,90	0,87	0,87	0,87	5,39
Areias	1,40	1,35	1,35	1,35	1,35
Bananal	9,50	9,46	9,46	9,46	9,46
Caçapava	8,20	8,36	8,38	8,35	9,91
Cachoeira Paulista	2,10	2,08	2,08	2,08	2,09
Canas	6,90	9,55	9,55	9,55	9,55
Cruzeiro	1,50	1,47	1,47	1,47	1,47
Cunha	2,00	1,96	1,96	1,96	1,96
Guararema	0,60	3,56	3,56	3,56	4,36
Guaratinguetá	2,80	2,75	2,75	2,75	2,75
Igaratá	4,00	4,09	4,17	6,15	5,78
Jacareí	3,30	3,16	3,16	2,80	3,05
Jambeiro	8,40	7,28	7,28	8,38	9,99
Lagoinha	9,90	10,00	10,00	10,00	10,00
Lavrinhas	0,80	0,78	0,78	0,78	0,89
Lorena	7,30	7,32	7,32	7,32	7,33
Monteiro Lobato	7,40	5,27	5,27	7,77	5,78
Natividade da Serra	7,80	7,78	7,78	7,78	5,19

Paraibuna	1,80	1,28	1,28	1,28	1,47
Pindamonhangaba	9,90	9,90	9,90	9,90	9,93
Piquete	1,10	1,14	1,14	1,14	1,14
Potim	2,30	2,28	2,28	2,11	2,11
Queluz	1,00	1,01	1,01	1,01	1,04
Redenção da Serra	6,50	6,64	6,64	6,88	6,88
Roseira	6,60	7,15	7,15	7,15	7,47
Santa Branca	2,00	1,72	1,72	1,51	1,67
Santa Isabel	1,20	1,17	1,17	1,17	1,17
São José do Barreiro	4,80	4,80	4,80	4,30	4,30
São José dos Campos	5,10	4,79	4,79	5,24	5,64
São Luís do Paraitinga	7,40	8,45	8,45	8,45	8,45
Silveiras	8,00	8,00	8,00	8,00	8,13
Taubaté	1,40	9,38	9,38	7,99	7,99
Tremembé	1,10	7,09	7,09	7,09	7,67

Tabela 3 – Evolução do ICTEM dos municípios da UGRHI 02 no período de 2008 a 2012

O ICTEM foi elaborado em 2008 e, a partir da evolução deste índice, conforme Tabela 3, é possível identificar os municípios que contribuíram para a redução da carga remanescente através da melhoria no sistema de tratamento. Destacam-se os municípios de Guararema, Taubaté e Tremembé. Porém, ainda é preciso melhorias nos sistemas de tratamento de alguns municípios, como em Aparecida, que ainda não apresenta tratamento de esgoto.

A melhora observada no ponto PARB 02300, em São José dos Campos é atribuída à melhora nos sistemas de tratamento de Guararema, Jacareí e do próprio município de São José dos Campos (CETESB, 2010)

3. Conclusão

O IQA é um índice de qualidade da água que engloba variáveis que representam o lançamento de esgotos domésticos nos corpos hídricos. O Rio

Paraíba apresenta qualidade regular e boa. O ICTEM, que avalia o sistema de tratamento dos municípios, demonstra uma melhora no sistema de tratamento da bacia do Rio Paraíba do Sul, mas ainda deficiente em alguns municípios.

A melhora da qualidade no ponto PARB 02300, localizado em São José dos Campos, é atribuída à melhora nos sistemas de tratamento dos municípios a montante, como Guararema e do próprio São José dos Campos.

A redução da carga remanescente é fundamental para melhoria da qualidade do Rio Paraíba da Sul. Ressalta-se que outros fatores também interferem na qualidade de suas águas, como regra operacional dos reservatórios de cabeceira e intensidade de chuvas.

4. Agradecimentos

À toda equipe da CETESB envolvida no programa de monitoramento da qualidade dos rios e reservatórios do Estado de São Paulo, em especial aos membros do Setor de Águas Interiores e à equipe da Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental que fornecem os dados de saneamento dos municípios paulistas.

5. Referências

CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2012. São Paulo, 2013.
(Série Relatórios).

CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2009. São Paulo, 2010.
(Série Relatórios).