



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

MONITORAMENTO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) E SEUS PARÂMETROS POR SÉRIES TEMPORAIS, TENDO COMO ESTUDO A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COTIA, SÃO PAULO, BRASIL.

Claudionor Alves da SANTA ROSA^{1}; Antônio Manoel dos Santos OLIVEIRA²; Antônio Roberto SAAD³*

¹ Faculdade de Tecnologia Victor Civita-FATEC (csrrosa@terra.com.br); ^{2,3} Universidade de Guarulhos-UnG (aoliveira@prof.ung.br; asaad@prof.ung.br)

RESUMO

As atividades humanas exercem influência relevante nas modificações dos ciclos naturais, influenciando na quantidade, na qualidade e na disponibilidade das águas superficiais para tratamento e distribuição à população, pois suprimem os componentes essenciais para manutenção de suas funções ecológicas, perturbadas pelo excesso de matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias, comprometendo a saúde humana e os ecossistemas aquáticos. Este trabalho tem por objetivo apresentar o procedimento estatístico como ferramenta de monitoramento do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e de seus parâmetros. Concluiu-se que a ferramenta demonstra as alterações na qualidade da água bruta ao longo do tempo, a viabilidade de seu tratamento, a influência dos parâmetros do IQA em sua composição, assim como o prognóstico de sua qualidade no futuro.

Palavras chaves: Qualidade das Águas, Índice de Qualidade das Águas, Poluição das Águas

ABSTRACT

Human activities exert significant influence over the changes of natural cycles, influencing the quantity, quality and availability of surface water for treatment and distribution to the population as suppress the essential components for maintaining ecological functions, disturbed by excess organic matter, microorganisms and other substances affecting human health and aquatic ecosystems. This paper aims to present the statistical procedure as a monitoring tool of the Water Quality Index (AQI) and its parameters. It was concluded that the tool shows the changes over time, the influence of IQA parameters in its composition, as well as the prognosis of their quality in the future.

Key words: Quality of Water, the Water Quality Index, water pollution

INTRODUÇÃO

O procedimento estatístico é uma ferramenta que tem por objetivo fornecer informações para um diagnóstico corretivo e prognóstico preventivo, auxiliando em processos e medidas presentes e futuras, contribuindo com a implantação de programas para melhoria de processos, ao realizar estudos sobre o comportamento de uma população de amostras em relação a um determinado fenômeno.

O procedimento estatístico pode ser utilizado como uma ferramenta na avaliação ambiental dos rios e reservatórios, na tomada de decisões administrativas, ambiental e de saúde pública por parte do poder público local ou mesmo regional, pelos comitês de bacias e até mesmo por empresas privadas que tenham a concessão de exploração dos recursos hídricos.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

O rio Cotia localiza-se na bacia hidrográfica de mesmo nome com sua área aproximada de 250 km² (FESB, 1972), a oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Brasil, com dois sistemas de tratamento de água: o Alto Cotia e o Baixo Cotia. Convencionou-se designar por bacia do Alto Cotia à área drenada pelo rio Cotia à montante do reservatório das Graças; e por bacia do Baixo Cotia, à área drenada pelo mesmo rio entre este reservatório e a confluência com o rio Tietê, em seu traçado original (CETESB; DAEE, 1980).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de qualidade das águas do rio Cotia é uma coleção de dados realizados e disponibilizados pela CETESB desde o ano de 1978, quando passou a considerar a análise da qualidade das águas superficiais com base no Índice de Qualidade das Águas (IQA), fundamentado em índice desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos da América do Norte, cujos parâmetros adotados são: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrogênio total, pH, turbidez, temperatura da água, sólidos totais e coliformes termotolerantes.

As análises relativas ao rio Cotia constituem série histórica bastante extensa em três pontos de monitoramento, contendo mais de 6.000 dados. O primeiro ponto localiza-se na captação da Estação de Tratamento de Água do Alto Cotia (Barragem da Graça), o segundo a jusante da ponte sobre o rio Cotia, na Rodovia Raposo Tavares (Raposo Tavares) e o terceiro no canal de captação de água da Estação de Tratamento de Água do Baixo Cotia (Cotia Baixo) (Figura 1).

Dos pontos Barragem da Graça e Raposo Tavares, há dados do IQA e de seus parâmetros a partir 1978 e, de Cotia Baixo, os dados são a partir de 1982. Foram utilizados os dados do IQA e seus parâmetros, referentes aos meses ímpares por apresentar mais de 92% dos dados disponíveis.

Para análise de dados, foram utilizados: a estatística descritiva conforme Kurata et al. (1989); a supressão de valores extremos conforme Fonseca e Martins (1982) e Landim (2003).

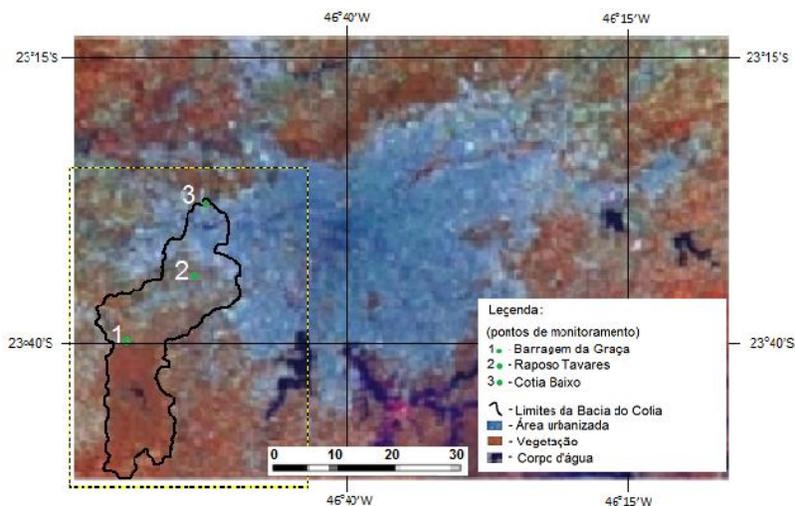


Figura 1 – RMSP: Pontos de monitoramento na bacia hidrográfica do rio Cotia.

Fonte: CETESB (2011).

As séries temporais foram analisadas por meio de regressão polinomial e linear. Os Gráficos foram divididos em intervalos demarcados pelas intersecções entre estas para facilitar as observações e análises.

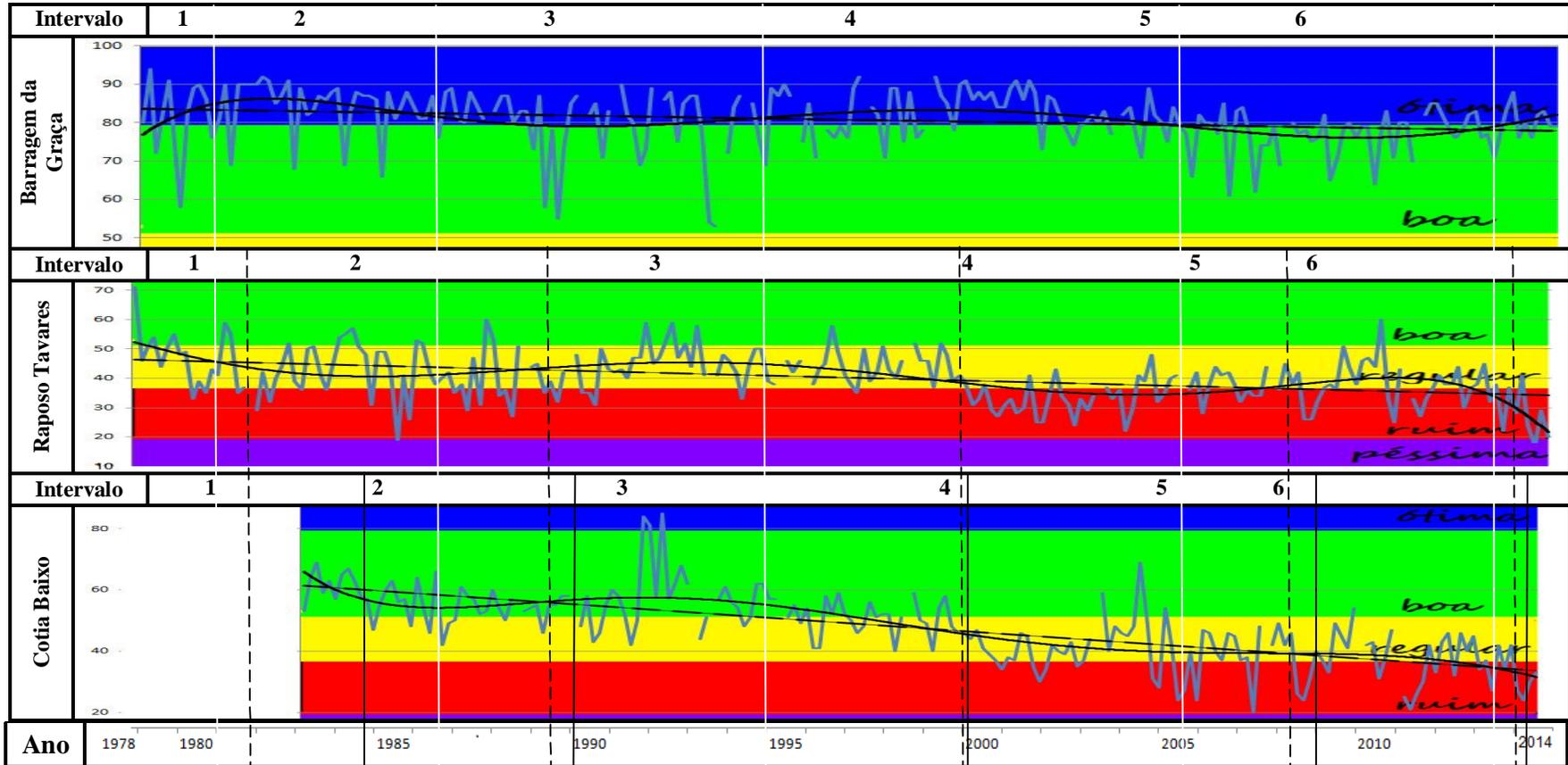
ANÁLISE E RESULTADOS

Conforme o Gráfico da Figura 2, do ponto Barragem da Graça, demarcados os intervalos correspondentes, estes foram estendidos ao ponto à jusante, à procura de similaridade côncava, o que não foi encontrado. Portanto, não havendo correlação gráfica com os pontos à jusante. Porém, estendendo os intervalos correspondentes do ponto Raposo Tavares para o ponto Cotia Baixo, há aproximação destes intervalos, coincidindo, inclusive a concavidade. Portanto, há uma forte correlação entre os pontos Cotia Baixo e Raposo Tavares.

Avaliando a regressão linear pode-se observar: a) a regressão linear no ponto Raposo Tavares se encontra, em sua maior parte, na classificação ótima do IQA, vindo a cair para a classificação boa em meados de 2008; b) do mesmo modo, porém na classificação regular, ocorre com o ponto Raposo Tavares, entrando para a classificação ruim em meados de 2009; c) quanto ao ponto Cotia Baixo, este se divide entre as classificações: boa até meados de 1994, regular até meados de 2012 e, após este ano, entra na classificação ruim.

Para analisar os aspectos analisados, foi aplicada a regressão linear para o IQA e seus parâmetros, obtendo-se as variações percentuais para os períodos de 1978 a 2010, conforme Santa Rosa (2013) e para o período entre 1978 e 2014 (Tabela 1).

Figura 2 – Evolução do IQA nos pontos de monitoramento do rio Cotia



Legenda: — intersecção das regressões lineares e polinomiais dos IQA's [Série temporal] regressão polinomial [regressão linear]

Fonte: CETESB (1979 a 2015). Dados trabalhados pelos autores

Tabela 1 – Variações percentuais do IQA e seus parâmetros, por ponto de monitoramento

Variáveis	Variação durante o período de monitoramento (%)					
	Barragem da Graça		Raposo Tavares		Cotia Baixo	
	1978-2010*	1978-2014	1978-2010*	1978-2014	1982-2010*	1982-2014
Temperatura da água (°C)	1,88	1,89	(6,37)	(4,53)	(3,23)	(0,74)
Turbidez (UNT)	15,46	29,38	(32,45)	(11,08)	(57,19)	(17,90)
Sólidos Totais (mg/L)	285,02	434,82	15,99	22,87	34,06	37,25
pH (U.pH)	6,27	8,80	6,10	8,20	7,79	8,25
OD (mg/L)	2,69	7,00	(49,88)	(53,90)	(41,69)	(43,88)
DBO (mg/L)	81,04	75,32	(47,56)	(35,71)	630,90	762,43
Fósforo Total (mg/L)	(17,06)	(35,57)	175,54	394,10	191,11	503,85
Nitrogênio Total (mg/L)	40,44	0,72	21,74	12,73	154,34	134,94
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	491,81	437,80	276,78	401,58	1083,46	626,40
IQA	(7,17)	(6,85)	(20,55)	(26,21)	(39,17)	(45,10)

*Fonte: Santa Rosa (2013) e CETESB (1978 a 2015), () variação negativa. Dados trabalhados pelos autores.

Analisando os períodos de estudo na Tabela 1, destaca-se: crescimento na variação percentual da turbidez e dos sólidos totais em todos os pontos; variação percentual positiva significativa do OD no ponto Barragem da Graça e, de forma inversa, nos pontos à jusante; decréscimo na variação percentual do DBO no ponto Barragem da Graça e crescimento nos pontos à jusante; a variação percentual do fósforo total cresceu consideravelmente nos pontos Raposo Tavares e Cotia Baixo, decrescendo no ponto Barragem da Graça; decréscimo na variação percentual do nitrogênio total e coliformes termotolerantes em todos os pontos; e, decréscimo na variação percentual do IQA em todos os pontos de monitoramento, com leve alta no ponto Barragem da Graça.

CONCLUSÃO

O comportamento similar das regressões dos pontos Raposo Tavares e Cotia Baixo, na Figura 2, indicam correlação entre ambos, portanto, o IQA das águas que passam no ponto Raposo Tavares deve influenciar o IQA no ponto Cotia Baixo, demonstrado pela correlação.

Comparando a variação percentual entre os períodos de estudo, o decréscimo do IQA nos pontos Raposo Tavares e Cotia Baixo, se deve ao crescimento dos parâmetros: turbidez, sólidos totais, DBO e fósforo total e decréscimo na concentração do OD. As variações desses parâmetros se devem, além da correlação entre ambos os pontos, estão associados a processos bioquímicos de degradação de matéria orgânica, o que indica sua presença acima dos índices naturais, proveniente de ações antrópicas, normalmente lançamento de efluentes e resíduos, domésticos ou industriais no corpo d'água, conforme sugere Branco (1969), Azevedo Netto (1975) e Sperling (2007), o que altera significativamente os ciclos biogeoquímicos nas águas do rio Cotia, levando à poluição e contaminação de suas águas. Porém, no ponto Barragem da Graça, observa-se decréscimo do percentual de DBO e crescimento significativo da variação percentual do OD e leve elevação do IQA, o que indica melhora nas águas do sistema Alto Cotia.

O IQA é uma ferramenta vital na análise do monitoramento da água bruta local e regional e programas de proteção e políticas públicas, pois faz uma avaliação da qualidade das águas para tratamento, demonstrada e observada na série histórica por correlação linear: as águas do rio Cotia entram na classificação ruim a partir de meados do ano de 2011; ou seja, ruim para tratamento a partir deste ano.

A análise aponta para medidas corretivas como: 1) Fiscalização mais rigorosa por parte dos órgãos públicos no gerenciamento de problemas de ordem ambiental que levam à poluição e contaminação das águas na bacia hidrográfica do rio Cotia; 2) Despoluição do rio Cotia, com afastamento, coleta e tratamento de 100% dos resíduos líquidos e sólidos, seja doméstico ou industrial para que as águas do Baixo Cotia voltem próximas ao seu estado anterior a 1994; e medidas preventivas: 1) Elaboração de um plano de gestão ambiental e urbano, incluindo a recuperação da mata ciliar, com implantação de área de APP, preservando a mata existente e recuperando as áreas degradadas em toda a extensão do rio Cotia; 2) Criação de um plano de recuperação urbano e ambiental para as áreas urbanizadas; e 3) Implantação de campanhas de educação ambiental em todos os setores da sociedade nos municípios que fazem parte da bacia.

REFERÊNCIAS

a) Livro

FONSECA, Jairo Simon da., MARTINS, Gilberto de Andrade. *Curso de Estatística*. 3ª Ed., São Paulo, SP: Atlas, 1982. 286 fs.

KURATA, Katsuyoshi et al. *Estatística: Notas de Aula e Exercícios*. Faculdade de Tecnologia de São Paulo-FATEC-SP. São Paulo, SP, 1989. 56 f.

LANDIM, Paulo Milton Barbosa. (2003). *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo, SP: Editoria UNESP. 254 f.

SPERLING, Marcos Von. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte, MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 247 p.

b) Capítulo de livro

BRANCO, Samuel Murgel. Características Naturais da água – conceito de padrões de qualidade e potabilidade. In: FESB-FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO. **Água: Qualidade, Padrões de Potabilidade e Poluição**. São Paulo, SP: FESB-FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO/CETESB – DIVISÃO DE TREATAMENTO; 1969. p. 39 a 54.

c) Artigo em revista

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. Poluição e desenvolvimento. *Revista DAE – Sabesp*. São Paulo, SP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, São Paulo, SP, v.35, n.101, p. 9-57, s.d., 1975.

d) Monografia

SANTA ROSA, Claudionor Alves da. (2013). *Evolução da qualidade das águas do Rio Cotia de 1970 a 2010, Região Metropolitana de São Paulo, SP*. 232 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado

em Análise Geoambiental) – Universidade de Guarulhos, Centro de Pós-Graduação e Pesquisa. Guarulhos, SP.

e) Relatório

CETESB. Centro Tecnológico de Saneamento Básico & DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. *Qualidade das Águas do Rio Cotia: 1979* / CETESB/DAEE. São Paulo: CETESB/DAEE. 1980. 110 p.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (1979). *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1978* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 219 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1979* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1980. 247 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1980* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1981. 250 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1981* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1982. 260 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1982* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1983. 168 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1983* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1984. 134 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1984* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1985. 125 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1985* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1986. 134 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1986* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1987. 153 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1987* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1988. 163 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1988* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1989. 170 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1989* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1990. 184 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1990* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1991. 153 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1991* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1992. 163 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1992* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1993. 249 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1993* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1994. 225 p.

_____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1994* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1995. 269 p.

- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1995* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1996. 286 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1996* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1997. 371 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1997* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1998. 287 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1998* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 1999. 290 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1999* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2000. 260 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2000* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2001. 350 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2001* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2002. 382 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2002* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2003. 265 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2003* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2004. 266 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2004* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2005. 300 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2005* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2006. 485 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2006* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2007. 327 p.
- _____. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2007* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2008. 310. P.
- _____. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: 2008* [recurso eletrônico] / CETESB - São Paulo: CETESB. 2009. 535 p.
- _____. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: 2009* [recurso eletrônico] / CETESB - São Paulo: CETESB. 2010. 310 p.
- _____. *Qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2010* / CETESB. - São Paulo: CETESB. 2011. 342 p.
- _____. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: 2011* [recurso eletrônico] / CETESB - São Paulo: CETESB. 2012. 354 p.
- _____. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: 2012* [recurso eletrônico] / CETESB - São Paulo: CETESB. 2013. 443 p.
- _____. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: 2013* [recurso eletrônico] / CETESB - São Paulo: CETESB. 2014. 410 p.
- _____. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: 2014* [recurso eletrônico] / CETESB - São Paulo: CETESB. 2015. 404 p.
- FESB. Fomento Estadual de Saneamento Básico. (1972). *Relatório das condições sanitárias da Bacia do Rio Cotia* - Convênio COMASP/FESB período: dezembro/71-janeiro/72. 54 p.