

A expansão urbana e o IQA como ferramentas de avaliações e análises da evolução da qualidade das águas do rio Cotia, região metropolitana de São Paulo, Brasil

Claudionor Alves da Santa Rosa

Faculdade de Tecnologia de São Paulo Victor Civita-FATEC

csrrosa@terra.com.br

Antonio Manoel dos Santos Oliveira e Antonio Roberto Saad

Universidade de Guarulhos-UnG

aooliveira@prof.ung.br; asaad@prof.ung.br

Recebido: 18/11/13 - revisado: 17/02/14 - aceito: 26/06/14

RESUMO

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a influência da expansão urbana na qualidade das águas do rio Cotia, município de Cotia, Estado de São Paulo, Brasil. Para constatar esta influência, realizou-se com o Índice de Qualidade da Água e seus parâmetros, tendências e oscilações estatísticas ao longo do período de estudo, utilizando regressão linear e polinomial e correlação comparativa com a expansão urbana. Concluiu-se que a expansão urbana, quando realizada sem critérios de ocupação e zoneamento preestabelecidos, gera impactos consideráveis e favorece a degradação da qualidade das águas dos rios ao modificar os ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, reduzindo a disponibilidade e a qualidade da água da bacia, onerando o tratamento e colocando em risco a saúde da população em geral.

Palavras Chave: *Expansão Urbana. Qualidade das Águas. Rio Cotia*

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é o maior e mais populoso aglomerado urbano do Brasil e um dos cinco maiores do mundo, composta por 39 municípios e com o maior parque industrial e mercado produtivo do país. No entanto, possui uma baixa disponibilidade hídrica, podendo entrar em colapso em curto prazo (RIBEIRO, 2011). Mais de 40% da água consumida nessa região é importada da bacia do rio Piracicaba, localizado ao norte da bacia do Alto Tietê (FUSP, 2009).

A RMSP enfrenta os limites de sustentabilidade dos ecossistemas locais, pois está perdendo as suas características de recurso natural renovável, uma vez que, metade da disponibilidade de água doce está seriamente comprometida por lixões e lançamento de esgoto, motivada pela ocupação antrópica irregular (SUGUIO, 2006). Não bastasse esse quadro, a empresa concessionária de captação, tratamento e distribuição de água, dos 70 m³ de água tratada por segundo na RMSP (SABESP, 2012), mais de 30% se perde em virtude dos vazamentos nas tubulações de distribuição e por ligações clandestinas (SILVA; PORTO, 2003; SUGUIO, 2006; LEITE, 2014) e a implantação de novos mananciais são custosos (WHATELY; DINIZ, 2009).

Na RMSP, a bacia do rio Cotia, localizado a Oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), sem uma efetiva política de planejamento urbano e ambiental, ao longo das últimas décadas, está perdendo significativa qualidade de suas águas, o que poderá causar efetiva redução de seu potencial hídrico, comprometendo o abastecimento de água para, aproximadamente, 4,3% da população da RMSP, ou seja, cerca de 860 mil pessoas (SANTA ROSA, 2013).

O manejo e a conservação de formas inadequadas das águas de uma bacia, além da possibilidade de trazer riscos à saúde pública, determinam os custos de seu tratamento (REIS, 2004), face às inúmeras substâncias lançadas nos cursos d'água, tornando o tratamento mais oneroso.

Práticas conservacionistas e o reflorestamento têm impacto positivo na melhoria da qualidade da água. Isso porque a qualidade da água é reflexo do uso e manejo do solo da bacia hidrográfica e será influenciada com ações que promovam sua proteção (PALANIAPPAN, 2011).

Diante dos fatos apresentados, esta pesquisa tem por objetivo avaliar a evolução do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e seus parâmetros de maior influência (senso CETESB), em três pontos de monitoramento do rio Cotia e respectivas tendências estatísticas ao longo do período de dados, comparadas à taxa de expansão urbana de sua bacia.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi direcionada para dissertações, teses, textos, artigos em periódicos, relatórios técnicos e mapas temáticos, USP, CETESB, SABESP, EMPLASA, IBGE e SEADE.

As análises relativas ao rio Cotia foram baseadas em três pontos de monitoramento. O primeiro 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 (ETA) do Baixo Cotia (Cotia Baixo) (Figura 1).

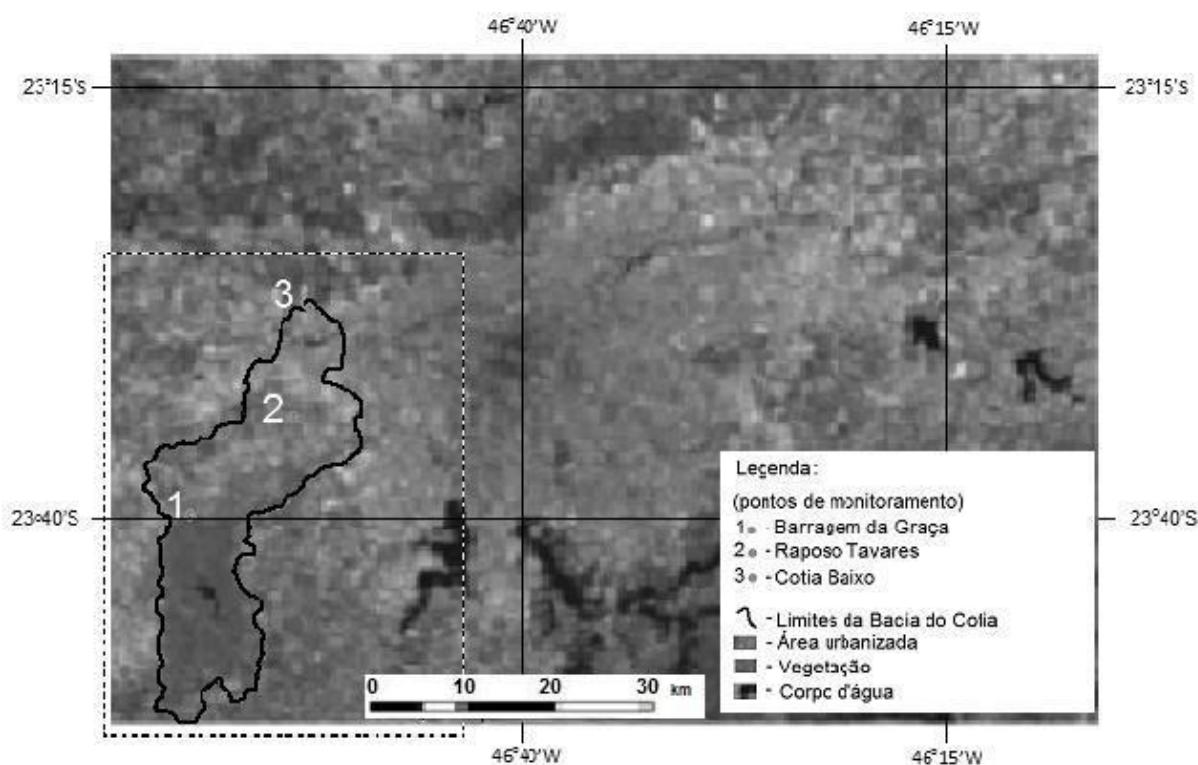


Figura 1 – RMSP: Pontos de monitoramento na Bacia Hidrográfica do rio Cotia. Fonte: CETESB (2011)

Os dados do IQA e seus parâmetros do rio Cotia constituem série histórica bastante extensa nos três pontos de monitoramento, contendo mais de 5000 dados. Da Barragem da Graça e da Rodovia Raposo Tavares, os dados são de 1978 a 2010 e do Cotia Baixo, são de 1982 a 2010, os quais foram utilizados dos meses ímpares (janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro) por apresentarem mais de 95% dos dados disponíveis.

Para o mapeamento e obtenção dos dados estatísticos da expansão urbana, foi utilizado o mapa temático Expansão da Área Urbanizada até 2002, em escala 1:100.000 da EMPLASA (2008).

Para análise dos dados de monitoramento foram utilizados três métodos de abordagem: o método experimental, o método estatístico e a estatística descritiva conforme Kurata et al. (1989). As séries temporais foram trabalhadas segundo Ferreira (2001), Reboita (2005) e Teixeira (2008). A supressão de variáveis irregulares, conforme Landim (2003). A regressão linear conforme Toledo e Ovalle (1985) e Teixeira (2008). A regressão polinomial conforme Soares, Leal e Bacurau (2013). A previsão e predição conforme Rubio (2012) e, análise da concavidade e pontos de inflexão, segundo Cunha et al. (1980).

O IQA e os parâmetros de maior influência (fósforo total, OD e coliformes termotolerantes) e a expansão urbana são correlacionados por meio de representação gráfica por pontos de monitoramento, conforme Santa Rosa (2013), e assim analisar se a variação de uma série pode explicar a variação das outras.

Os gráficos foram divididos em intervalos demarcados pelas intersecções entre a regressão polinomial e linear, por ponto de monitoramento, facilitando as observações e análises.

EVOLUÇÃO DO IQA POR PONTOS DE MONITORAMENTO

A evolução do IQA por pontos de monitoramento é apresentada na Figura 2.

Ponto Barragem da Graça

Analisando o ponto Barragem da Graça em relação à regressão linear, observa-se coeficiente angular negativo da reta do IQA, com destaque da passagem da classificação ótima para classificação boa a partir de meados de 2004 (início do intervalo 5).

Conforme Santa Rosa (2013), essa tendência de queda do IQA foi devido a parâmetros que, além de coeficiente angular positivo, alcançaram alta variação percentual no período: coliformes termotolerantes (491, 81%), sólidos totais (285,02%), DBO (81,04%) e nitrogênio total (40,44%). A queda só não foi maior uma vez que o fósforo total teve variação negativa (-17,06%) e o OD variação positiva (2,69%).

Quanto à regressão polinomial, se observa oscilações do IQA, com destaque no intervalo 5, a partir de meados de 2004, quando este passa da classificação ótima para boa, permanecendo nesta classificação até o final de 2009, recuperando-se em 2010.

A tendência de queda do IQA, tanto em relação à regressão linear como polinomial, neste ponto de monitoramento, é aparentemente contraditória, com o fato da bacia contribuinte do reservatório da Graça permanecer preservada. Entretanto, deve-se considerar que a implantação do reservatório constitui um desequilíbrio ecológico, pois a transferência dos resíduos

A expansão urbana e o iqa como ferramentas de avaliações e análises da evolução da qualidade das águas do rio Cotia, região metropolitana de São Paulo, Brasil

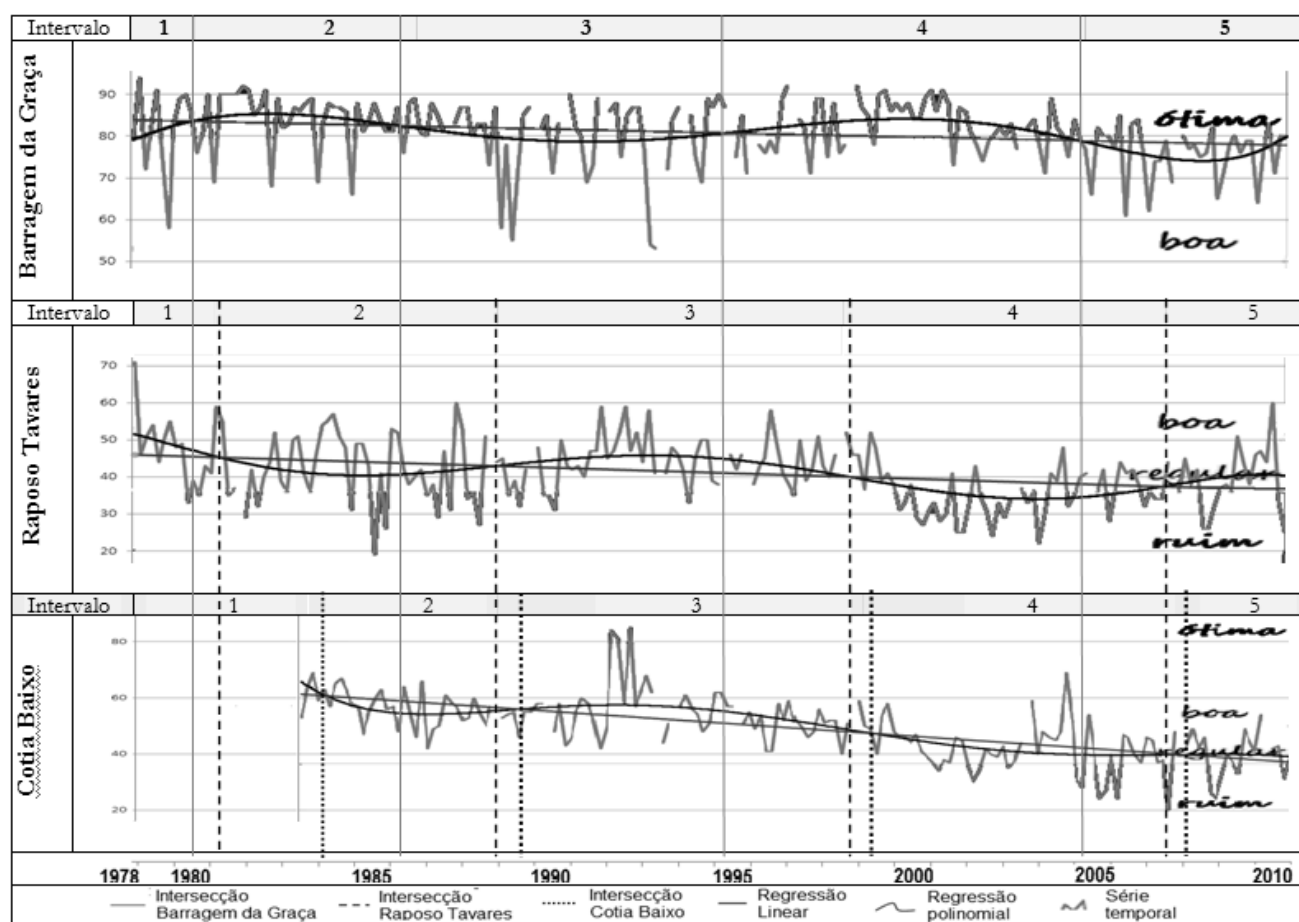


Figura 2 – Gráficos apresentando a evolução do IQA nos pontos de monitoramento do rio Cotia. Fonte: CETESB (1979 a 2011)

do metabolismo geofisiológico da bacia para o rio Cotia, estão sendo retidos pelo reservatório, pelo menos em parte.

Demarcados os intervalos do IQA, estes foram estendidos para os pontos à jusante à procura de similaridade e correlação comparativa entre as curvaturas locais, o que não foi encontrado, concluindo não haver correlação entre o ponto Barragem da Graça e os pontos à jusante.

Ponto Raposo Tavares

Analisando a regressão linear, observa-se que há coeficiente angular negativo para o IQA, estando em todo o período na classificação regular, aproximando-se da classificação ruim no final do ano de 2010 (intervalo 5).

Conforme Santa Rosa (2013), essa tendência de queda do IQA foi devido a parâmetros que, além de coeficiente angular positivo, alcançaram alta variação percentual no período: coliformes termotolerantes (276,78%) e fósforo total (175,54%), e devido ao OD, com coeficiente angular negativo (-49,88%).

Quanto à regressão polinomial, destaca-se a passagem da classificação regular para ruim a partir de meados do ano 2000, recuperando-se a partir de meados de 2006 (intervalo 4).

Demarcados os intervalos correspondentes ao ponto Raposo Tavares, estes foram estendidos para o ponto à jusante,

a procura de similaridade e correlação comparativa entre as curvaturas locais da regressão polinomial, o que foi encontrado.

Observam-se, além da similaridade entre as curvaturas locais, os demarcadores dos intervalos são próximos, a partir do intervalo 2 do ponto Cotia Baixo. Entretanto, observando o intervalo 1, assim como nos demais intervalos, a concavidade coincide, o que evidência semelhança de comportamento na evolução do IQA. Portanto, há correlação entre os pontos Raposo Tavares e Cotia Baixo.

Ponto de monitoramento Cotia Baixo

Neste ponto nota-se maior declividade linear decrescente do coeficiente angular da reta em relação ao ponto Raposo Tavares (Figura 2). A classificação cai de boa para regular em meados de 1994 (intervalo 3), aproximando-se da classificação ruim no final do ano de 2010 (intervalo 5).

Conforme Santa Rosa (2013), essa tendência de queda foi devido a parâmetros que, além de coeficiente angular positivo, alcançaram alta variação percentual: coliformes termotolerantes (1083,46%), fósforo total (191,11%) e nitrogênio total (154,34%); e, ao coeficiente angular negativo, no caso, o OD (-41,69%).

Quanto à regressão polinomial, ocorrem oscilações com concavidades locais mais suaves, porém com tendência de queda

mais acentuada em relação ao ponto à montante.

No ponto Raposo Tavares, no intervalo 5, há uma ligeira recuperação do IQA. Entretanto, neste mesmo intervalo, no ponto Cotia Baixo, não há essa recuperação e sim, horizontalidade da curva, o que indica maior índice de degradação das águas neste ponto.

RELAÇÕES DA EXPANSÃO URBANA COM O IQA E PARÂMETROS DE MAIOR INFLUÊNCIA

Esta relação não é apresentada quanto ao ponto de

monitoramento Barragem da Graça, uma vez que não há área urbana em seu entorno.

Ponto de monitoramento Raposo Tavares

A Figura 3 apresenta a taxa de expansão urbana comparada à evolução do IQA, do fósforo total, OD e coliformes termotolerantes das águas do rio Cotia no ponto Raposo Tavares.

No intervalo 2, a taxa de urbanização é crescente. O IQA, ao atingir valor crítico mínimo, fósforo total, com concavidade suave, atinge valor crítico máximo; OD e coliformes termotolerantes, ponto de inflexão.

Quanto ao intervalo 3, no início do ponto de inflexão horizontal da taxa de urbanização, as concavidades do IQA e

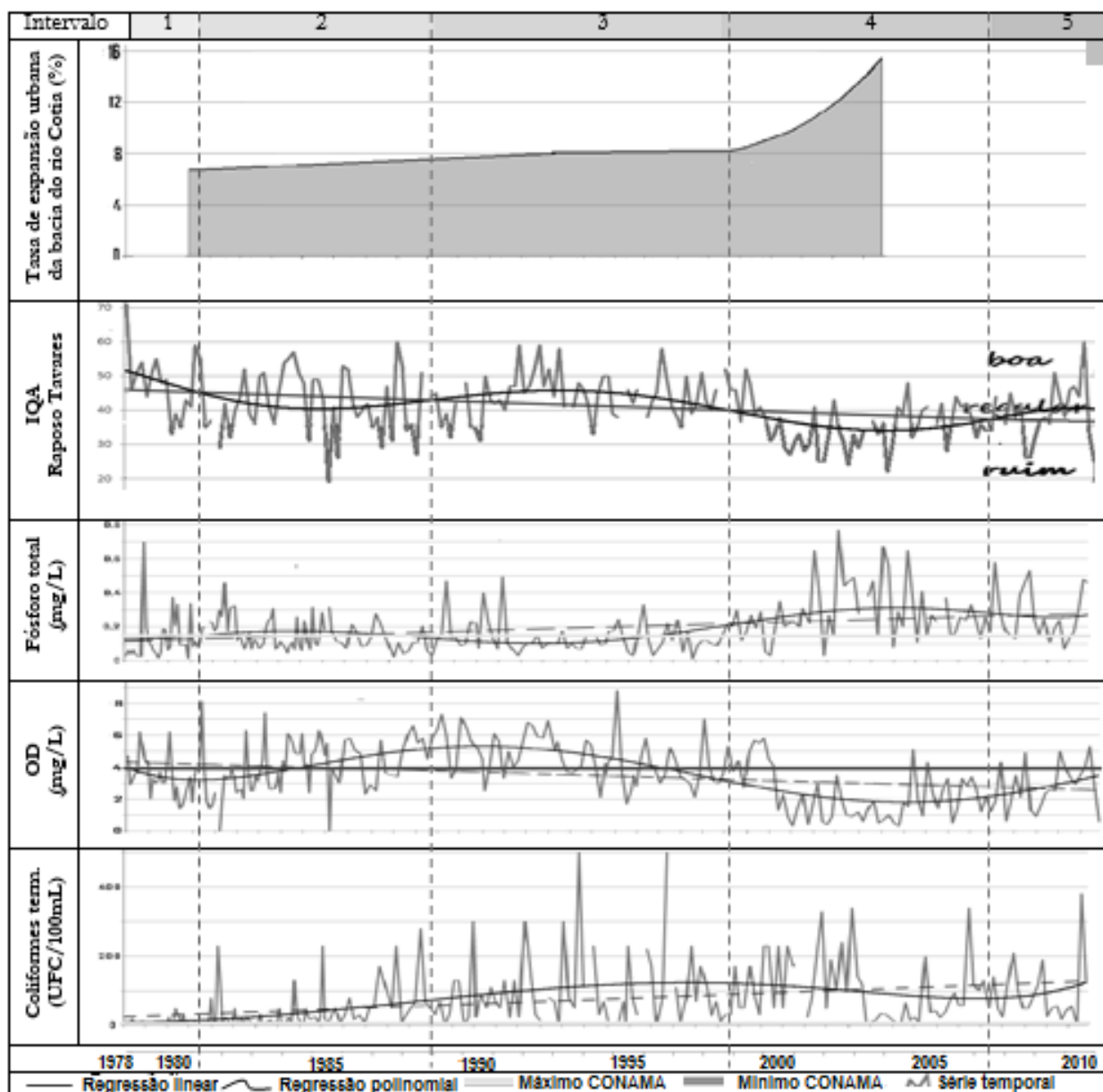


Figura 3 – Gráficos apresentando a evolução da taxa de urbanização à montante do ponto Raposo Tavares, comparando ao IQA, fósforo, OD e coliformes termotolerantes. Fonte: CETESB (1979 a 2011)

A expansão urbana e o iqa como ferramentas de avaliações e análises da evolução da qualidade das águas do rio Cotia, região metropolitana de São Paulo, Brasil

fósforo total atingem, respectivamente, valor crítico máximo e valor crítico mínimo. No eixo do ponto de inflexão horizontal, OD atinge seu ponto de inflexão e coliformes termotolerantes valor crítico máximo.

No intervalo 4, a taxa de urbanização, ao atingir em 2002 o extremo, IQA e OD alcançam valores críticos mínimos, fósforo total valor crítico máximo e, coliformes termotolerantes, ponto de inflexão.

Ponto de monitoramento Cotia Baixo

A Figura 4 apresenta a taxa de expansão urbana comparada à evolução do IQA, do fósforo total, OD e coliformes termotolerantes das águas do rio Cotia no ponto Cotia Baixo.

No intervalo 2, a expansão urbana e OD se encontram com concavidade para baixo; e, nos respectivos eixos, IQA atinge valor crítico mínimo, fósforo total e coliformes termotolerantes, pontos de inflexão.

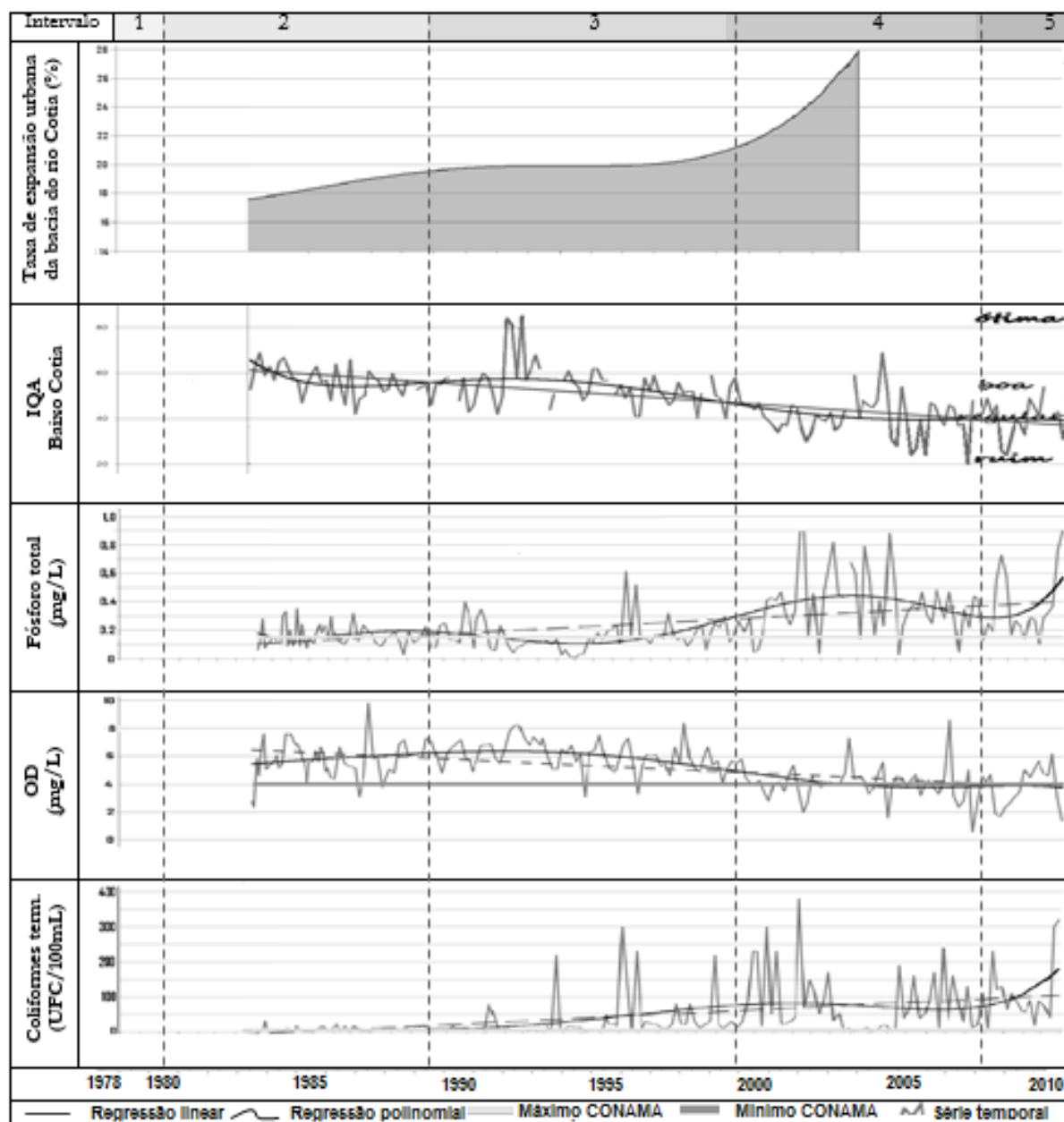


Figura 4 – Gráficos apresentando a evolução da taxa de urbanização à montante do ponto Cotia Baixo, comparando ao IQA, fósforo, OD e coliformes termotolerantes. Fonte: CETESB (1983 a 2011)

No intervalo 3, a taxa de expansão urbana está definida por ponto de inflexão horizontal. A curva deixa de ser curvatura côncava para baixo para adquirir curvatura côncava para cima. Uma transição que levou em torno de 7 anos, o que favoreceu o IQA, a concentração do OD e a queda do fósforo neste intervalo, uma vez que, ao se observar a partir do eixo do ponto de inflexão horizontal, as concavidades locais do IQA e OD atingem valores críticos máximos; fósforo total atinge valor crítico mínimo e coliformes termotolerantes, com curva suave, ponto de inflexão.

No intervalo 4, a taxa de urbanização encontra-se com concavidade para cima e ao alcançar valor máximo no ano de 2002, IQA e OD atingem valores críticos mínimos (com OD permanecendo abaixo do padrão CONAMA); fósforo total valor crítico máximo; e, coliformes termotolerantes, ponto de inflexão.

ANÁLISES E DISCUSSÕES

Ao analisar a regressão linear do IQA no ponto Barragem da Graça (Figura 2), observa-se queda ao longo do período, assim como nos demais pontos à jusante; entretanto, para este ponto, a queda é menor.

Portanto, na avaliação do rio Cotia como manancial, pelas tendências estatísticas do IQA, o ponto Barragem da Graça possui a água bruta com melhor qualidade e, conforme Santa Rosa (2013), um dos fatores que leva a este fato, é o seu entorno não possui área urbana, prevalecendo os condicionantes naturais na influência das concentrações dos parâmetros do IQA, favorecendo a qualidade de suas águas.

Observando a tendência da regressão linear e da regressão polinomial do IQA do ponto Raposo Tavares (Figura 2), indica queda da qualidade da água, o que vem a colaborar de forma negativa para com o ponto à jusante, o que contribui para onerar e comprometer o tratamento da água na ETA do Baixo Cotia. Caso este fato não seja revertido, inviabilizará o tratamento.

No ponto Raposo Tavares (Figura 3), a ação antrópica é destacada no intervalo 4, quando há aumento exponencial da taxa de expansão urbana, levando à queda do OD e aumento do fósforo total, impactando de forma negativa o IQA. E, de forma análoga, o mesmo fenômeno ocorre no ponto Cotia Baixo (Figura 4).

Conforme Santa Rosa (2013), os pontos Raposo Tavares e Cotia Baixo sofrem influência das atividades antrópicas em seu entorno, o que provoca mudanças nos comportamentos estatísticos dos ciclos biogeoquímicos e hidrológico, influenciando sobremaneira os parâmetros do IQA.

Com a poluição decorrente de diferentes fontes nos pontos Raposo Tavares e Cotia Baixo (SANTA ROSA, 2013), a qualidade da água para fins de abastecimento doméstico fica comprometida, podendo-se concluir, além de outros fatores, da falta de cobertura vegetal, não somente a ciliar e serrapilheira, mas em toda a bacia, pois contribuem para a conservação, recuperação e sustentabilidade dos sistemas ecológicos das bacias hidrográficas ao reter grande parte dos nutrientes, sedimentos e

detritos, evitando que as águas das chuvas os leve através da rede de drenagem aos cursos d'água por escoamento, contribuindo em manter as águas superficiais em condições aceitáveis para tratamento e distribuição. A influência da vegetação sobre a qualidade da água pode ser observada em vários trabalhos: Lima (1989) citado por Hinkel (2003), Andrade, Tavares e Coutinho (2003) e outros.

No entanto, o tratamento das águas com a gama de intervenções antrópicas e mudanças em seus ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, não é garantia de qualidade para consumo, conforme FESB (1971, 1972, 1973, 1975); e, o uso de produtos químicos em excesso, como o cloro, pode reagir com outros compostos e produzir substâncias impróprias à saúde humana, conforme Branco (1965) citado por Bittencourt (1966), Carneiro e Leite (2008) e Marmo, Santos e Bresaola Jr (2009).

CONCLUSÕES FINAIS

Com esta pesquisa, pode-se concluir:

O ponto Barragem da Graça possui a água bruta com melhor qualidade e, um dos fatores que favorece este fato, é o seu entorno não possui área urbana, prevalecendo os condicionantes naturais na influência das concentrações dos parâmetros do IQA, o que favorece a qualidade das águas;

A expansão urbana, quando realizada sem critérios de ocupação e zoneamento preestabelecidos, gera impactos consideráveis e favorece a degradação das águas dos rios (intervalos 2 e 4 das Figuras 3 e 4), alterando sua qualidade, tendo como principais fatores os lançamentos de poluentes e contaminantes e a retirada da cobertura vegetal; em especial, a ciliar e a serrapilheira, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas da água, o que compromete sua qualidade e quantidade para tratamento e distribuição à população;

A qualidade das águas dos pontos Raposo Tavares e Cotia Baixo, não favorecida com o crescimento da urbanização, está condicionada a programas de conservação do rio Cotia para abastecimento público;

Com a geração de dados da CETESB referente ao IQA e os dados da EMPLASA quanto à taxa de expansão urbana, é possível obter dados que podem subsidiar o planejamento urbano e contribuir no planejamento ambiental e conservação da qualidade das águas da bacia do rio Cotia, o que pode ser estendido a outras bacias.

RECOMENDAÇÕES

As conclusões alcançadas nesta pesquisa, especialmente quanto ao processo de degradação observado no rio Cotia à jusante da barragem da Graça, indicam a necessidade de se elaborar recomendações.

No sentido de interromper esse processo e recuperar as águas do rio Cotia, são feitas as recomendações a seguir:

1. Fiscalização mais rigorosa por parte dos órgãos

A expansão urbana e o iqa como ferramentas de avaliações e análises da evolução da qualidade das águas do rio Cotia, região metropolitana de São Paulo, Brasil

públicos no gerenciamento de problemas de ordem ambiental, uma vez que as concentrações de atividades econômicas, e cada vez mais contingentes populacionais, levaram a um crescimento da taxa de urbanização sem o efetivo planejamento urbano e ambiental, comprometendo a qualidade das águas do rio Cotia;

2. Acompanhamento do tratamento e despejos de resíduos líquidos industriais e domésticos nas águas do rio Cotia, pela CETESB e prefeituras locais, com maior frequência, objetivando a manutenção da qualidade do efluente industrial final, dentro dos padrões de lançamento da legislação brasileira e, se possível, com maior restrição do que a própria lei para resguardar um futuro melhor para as águas do rio Cotia;

3. Elaboração de um plano de gestão e manejo da bacia do rio Cotia, com planejamento urbano e ambiental, envolvendo um programa de despoluição do rio, com afastamento, coleta e tratamento de 100% dos resíduos líquidos e sólidos, seja doméstico ou industrial;

4. Incluir nesse Plano a Recuperação da Mata Ciliar, na área de APP, com a implantação de cobertura vegetal em toda sua extensão até a Reserva Florestal do Morro Grande, preservando a mata existente e recuperando as áreas desprotegidas;

5. Para a bacia do rio Cotia, com possibilidade de conservação e recuperação da qualidade da água, é interessante a criação de um plano de conservação e recuperação não somente das matas ciliares, bem como, um plano de recuperação ambiental para as áreas urbanizadas, criando meios para que as águas do rio Cotia voltem próximas ao seu estado natural;

6. Implantação de campanhas de educação ambiental para toda a população, especialmente nas redes escolares, conscientizando dos impactos negativos, decorrente do lançamento de resíduos sólidos e líquidos na bacia do rio Cotia.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, A. J. Aspectos higiênicos: Aspectos de qualidade. In: GUIMARÃES, Fausto Pereira. *Hidrobiologia*. Curitiba, PR: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Paraná e Organização Pan-Americana de Saúde, 1966. 313 p.

CARNEIRO, T. G.; LEITE, F. Cianobactérias e suas toxinas. *Revista Analytica*. São Paulo, SP. N. 32, p. 36 a 41, jan. 2008. Disponível em http://www.revistaanalityca.com.br/ed_anteriores/32/Art02.pdf. Acesso em 24/03/2011.

ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. *Informe*

Agropecuário, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 1978 / CETESB*. - São Paulo: CETESB, 1979. 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.
- _____. *Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo: 2001* / CETESB. - São Paulo: CETESB, 2011. 382 p.
- CUNHA, F. da et al. *Princípios da matemática aplicada*. São Paulo, SP: Os autores, 1980. 420 p.
- EMPLASA. EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO. *Expansão da Área Urbanizada até 2002*. São Paulo, SP: EMLASA. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DOS NEGOCIOS METROPOLITANOS, 2008. 1 carta, duas folhas. Escala 1:100.000. 2008.
- FERREIRA, T. A. E. *Mineração e Previsão de Séries Temporais*. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE: 2001. Disponível em www.cin.ufpe.br/~compint/aulas-IAS/kdd-012/TimeSeries.ppt. Acesso em 25/02/2013.
- FESB. FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO. *Relatório Convênio COMASP/FESB – Bacia do rio Cotia*. Período: maio/70-janeiro/71. 1971. 41 p.
- _____. *Relatório das condições sanitárias da Bacia do Rio Cotia - Convênio COMASP/FESB período: dezembro/71-janeiro/72*. 1972. 54 p.
- _____. *Relatório das condições sanitárias da Bacia do Rio Cotia - Convênio COMASP/FESB período: dezembro/72-janeiro/73*. 1973. 49 p.
- _____. *Relatório das condições sanitárias da Bacia do Rio Cotia - Convênio COMASP/FESB período: agosto/74-novembro/74*. 1975. 58 p.
- FUSP. FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE

- DE SÃO PAULO. *Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. Relatório Final. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: 2009. Volumes 1 a 4. São Paulo, SP, 2009. 934 p. Disponível em http://www.fabhat.org.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=55&Itemid=5. Acesso em 10/10/2012.
- HINKEL, R. Vegetação Ripária: Funções e Ecologia. In: Seminário de Hidrologia Florestal Zonas Ripárias, I, 2003, Alfredo Wagner, SC. Anais... Universidade Federal de Santa Catarina - Centro tecnológico Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. 2003. p. 40 - 48.
- KURATA, K. et al. *Estatística*: Notas de Aula e Exercícios. Faculdade de Tecnologia de São Paulo-FATEC-SP. São Paulo, SP, 1989. 56 p.
- LANDIM, P. M. B. *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo: Editoria UNESP, 2003. 254 p.
- LEITE, F. Sabesp desperdiça 31% de água, mas diz perder 24%. O Estado de São Paulo, São Paulo-SP. 18 de fevereiro de 2014. ESTADÃO/São Paulo. Disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,sabesp-desperdica-31-de-agua-mas-diz-perder-24,1131535,0.htm>. Acesso em 23/02/2014.
- MARMO, C. R.; SANTOS, B. V. A. P.; BRESAOLA JR, R. Formação de trihalometanos em águas contendo ácidos húmicos, tratadas com cloro livre na pré-oxidação. *Revista DAE*, São Paulo: SABESP. n. 179. p. 51-54, Jan. 2009.
- PALANIAPPAN, M. et al. Cuidando das Águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Agência Nacional de Águas (ANA). *Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente*. Pacific Institute. Brasília, DF: 2011. Disponível em http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando_das_aguas_final_baixa.pdf. Acesso em 09/11/2013.
- REBOITA, M. S. Introdução à Estatística Aplicada à Climatologia. Parte III - Análise de Séries Temporais. Universidade de São Paulo-USP: 2005. São Paulo, SP, 2005. 39 p. Disponível em <http://mirabeli.meteo.furg.br/aulas/Poligrafos/PoligrafoMichelleIII.pdf>. Acesso em 25/02/2013.
- REIS, L. V. S. *Cobertura Florestal e Custo do Tratamento de Águas em Bacias Hidrográficas de abastecimento Público: caso do manancial do município de Piracicaba*. 2004. 239f. (Tese de Doutorado - Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2004.
- RIBEIRO, W. C. Oferta e estresse hídrico na Região Metropolitana de São Paulo. *Estudos Avançados*, São Paulo, SP, .v..25 n.71 Jan./Apr. 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142011000100009&script=sci_arttext>. Acesso em 20/08/2011.
- RUBIO, A. L. *Administração de materiais: a logística na cadeia do fornecimento e dos estoques*. Pagina 10. Sorocaba, SP. 284 p. Disponível em <http://www.pagina10.com.br/downloads/4.pdf>. Acesso em 04/07/2012.
- SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Relatório de sustentabilidade*. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 2012. São Paulo, SP, 2012. 235 p. Disponível em http://site.sabesp.com.br/uploads/file/sociedade_meioamb/RS_2012.pdf. Acesso em 23/02/2014.
- SANTA ROSA, C. A. *Evolução da qualidade das águas do Rio Cotia DE 1970 a 2010, Região Metropolitana de São Paulo*, SP. 2013. 232 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Análise Geoambiental) - Universidade de Guarulhos, Centro de Pós-Graduação e Pesquisa. Guarulhos, SP. 2013.
- SILVA, R. T.; PORTO, M. F. A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. *Revista Estudos Avançados*. n. 17, n 47, Pag. 129 a 145, 2003. Disponível <http://www.scielo.br/pdf/ea/v17n47/a07v1747.pdf>. Acesso em 27/10/2013.
- SOARES, S. A. F.; LEAL, B.G.; BACURAU, R.M. *Biblioteca em C para Regressão Polinomial Utilizando o Método dos Mínimos Quadrados*. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Juazeiro, BA. Disponível em <http://download2.polytechnic.edu.na/pub4/sourceforge/r/re/regressao/regressao.pdf>. Acesso em 12/03/2013.
- SUGUIO, K. *Água*. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2006. 242 p.
- TOLEDO, G. L.; OVALLE, I. I. *Estatística Básica*. São Paulo, SP: Atlas, 1985. 460 p.
- TEIXEIRA, D. M. *Estatística descomplicada*. Brasília, DF: Vestcon, 2008. 234 p.
- WHATELY, M.; DINIZ, L. T.. *Água e esgoto na grande São Paulo: Situação atual, nova lei de saneamento e programas governamentais propostos*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009. ISBN 978-85-85994-63-1. Disponível em http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/10369.pdf. Acesso em 27/10/2013.

Urban Expansion and wqi as Tools to Evaluate and Analyze the Evolution of the Water Quality of Cotia River, Metropolitan Area of São Paulo, Brazil

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the influence of urban expansion on the quality of the Cotia River water, in the municipality of Cotia, State of São Paulo, Brazil. In order to verify this influence, the Water Quality Index and its parameters were used to look at statistical trends and fluctuations throughout the period of the study, using linear and polynomial regression and comparative correlation with urban expansion. It was concluded that when urban expansion occurs without pre-established criteria for occupation and zoning, it generates considerable impacts and favors the degradation of river water quality by modifying the biogeochemical and hydrological cycles, reducing the availability and quality of water in the basin, making treatment more expensive and placing the health of the population in general at risk.

Keywords: *Urban Expansion. Water Quality. Cotia River*