

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DA MICROBACIA DO CÓRREGO RICO AVALIADA PELO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA E DE ESTADO TRÓFICO

HELEN L. H. T. ZANINI¹, LUIZ A. DO AMARAL², JOSÉ R. ZANINI³,
LUCIA H. S. TAVARES⁴

RESUMO: A avaliação do índice de qualidade da água (IQA) e do índice de estado trófico médio (IETm) pode subsidiar a formulação de planos de manejo e gestão de sistemas aquáticos. Neste trabalho, foi avaliada a qualidade da água da microbacia do Córrego Rico, que abastece a cidade de Jaboticabal (SP), utilizando o IQA e IETm. As amostragens de água foram realizadas entre setembro-2007 e agosto-2008, em três pontos: a) em uma das nascentes; b) após a Estação de Tratamento de Esgoto de Monte Alto, e c) na captação de água para abastecimento público de Jaboticabal. As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, DBO₅, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, resíduo total, ortofosfato, clorofila-*a* e *Escherichia coli*. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que: a) as atividades antrópicas às margens do Córrego Rico reduzem a qualidade de sua água, durante os diferentes períodos do ano; b) os valores médios de IQA nos três pontos analisados apresentaram relação direta com os valores médios de IETm, porém ocorreu maior discriminação da qualidade da água pelo IETm, identificando diferentes graus de trofia para os pontos e períodos de amostragens; c) o IQA apresentou melhor diferenciação da qualidade da água entre pontos no período seco e o IETm diferenciou melhor no período chuvoso; d) o processo de autodepuração e/ou a confluência do Córrego Tijuco com o Córrego Rico contribuem para melhor qualidade da água, tornando-a adequada ao abastecimento urbano após tratamento convencional.

PALAVRAS-CHAVE: bacia hidrográfica, eutrofização, microbiologia, variáveis físicas químicas.

WATER QUALITY OF RICO STREAM MICRO-BASIN EVALUATED BY WATER QUALITY INDEX AND TROPHIC STATE INDEX

ABSTRACT: The evaluation of water quality index (WQI) and mean trophic state index (mTSI) may be useful for management and administration projects of water systems. Quality of water from the stream Rico micro-basin that supplies the town of Jaboticabal - SP, Brazil, with fresh water has been evaluated, using WQI and mTSI. Collects were undertaken between September 2007 and August 2008, at three sites: a) one of the sources, b) after the Sewage Treatment Stations of Monte Alto city, and c) in the abstraction of water for public supply of Jaboticabal. It was analyzed the physical, chemical and microbiological variables of the water: temperature, pH, BOD₅, total nitrogen, total phosphorous, turbidity, total residue, dissolved oxygen, orthophosphate and chlorophyll-*a*. According to the results, it was concluded: (a) the anthropic activities developed in the neighborhood of the Rico Stream reduces the quality of the water during different times of the year; (b) the average values of WQI in three points analyzed showed a direct relationship with the average values of mTSI, but there was more discrimination of water quality by mTSI, identifying different trophic degrees for points and periods of sampling; (c) the WQI showed better differentiation of water quality in dry period and the mTSI showed better differentiations in the rainy season; (d) the natural depuration and the confluence of the Tijuco Stream with the Rico Stream contribute to better water quality, making it suitable for urban supply after conventional treatment.

KEYWORDS: hydrographic basin, eutrophization, microbiology, physical and chemical variables.

¹ Química, Doutorado em Microbiologia Agropecuária pela FCAV/UNESP, Zanini.helen@globo.com.

² Prof. Adjunto, Departamento Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP, lamaral@fcav.unesp.br.

³ Eng^o Agrônomo, Prof. Dr., Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP - Jaboticabal - SP.

⁴ Bióloga, Pesquisadora Livre-Docente, CAUNESP - Jaboticabal - SP.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 14-5-2009

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 28-5-2010

INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são frequentemente acompanhados de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e o desenvolvimento de qualquer comunidade (BUENO et al., 2005).

A utilização da água para determinado propósito não deve prejudicar os diversos usos possíveis, entre os quais figuram as atividades de consumo humano, produção agropecuária, recreativas e a preservação da diversidade biológica. Em consequência, é necessário monitorar os cursos hídricos, a fim de disponibilizar informações que permitam propor medidas de manejo para manter os ambientes aquáticos com qualidade ecológica (STRIEDER et al., 2003). Assim, para assegurar o gerenciamento sustentado dos recursos hídricos e seus múltiplos usos, a avaliação da qualidade da água numa bacia hidrográfica é de fundamental importância (STRIEDER et al., 2006).

Para a interpretação da qualidade das águas superficiais, é necessária a utilização de métodos simples. Para isso, o uso de índices de qualidade de água é uma alternativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê, para acompanhar, de forma resumida, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica ou ao longo do tempo (TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

O uso de indicadores físico-químicos da qualidade da água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam essas de origem antrópica ou natural (DONADIO et al., 2005).

Alterações no sistema aquático conduzem a prejuízos econômicos, que vão desde a redução da pesca até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água. Nesse aspecto, para caracterizar a qualidade da água, uma metodologia que pondera diversos parâmetros consiste no índice de qualidade da água (IQA), permitindo classificar os cursos d'água em classes ou níveis de qualidade (BILICH & LACERDA, 2005).

Utilizando o IQA, CARVALHO et al. (2000) avaliaram os impactos da atividade pecuária e agrícola na qualidade da água nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Feijão, na região oeste do Estado de São Paulo, verificando variação sazonal da qualidade da água, com melhores resultados no período chuvoso. Também utilizando o IQA para trinta pontos de abastecimento do Distrito Federal (Brasília), BILICH & LACERDA (2005) verificaram que o padrão de qualidade da água foi bom ao longo de dez anos de estudo, ocorrendo redução da qualidade no período de chuva, em função do intenso escoamento superficial. Resultados do IQA, em Ribeirão Correias (Franca – SP), foram contrários aos obtidos no Distrito Federal, com redução do IQA no período de estiagem, em função da menor vazão de água e concentração de poluentes (JACINTHO, 2006).

Na avaliação da qualidade da água da bacia do Rio Alegre (ES) em diferentes épocas do ano, ZONTA et al. (2004) concluíram que os pontos que apresentaram IQA inferior, foram aqueles localizados na saída das vilas e cidades.

Cada corpo d'água possui, até certo ponto, capacidade natural de receber poluentes, e essa capacidade de neutralização da matéria poluidora através dos processos de diluição, sedimentação e estabilização química é denominada autodepuração. Nos cursos d'água poluídos, ocorre transformação gradual dos componentes orgânicos em sais minerais e gás carbônico. O equilíbrio está diretamente relacionado à capacidade de o corpo d'água assimilar os lançamentos, não conflitando com sua utilização (COSTA et al., 2003).

Além do IQA, outros índices são utilizados, como o índice do estado trófico (IET), que tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito, relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento de infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2007).

Determinar o estado trófico é uma ação fundamental para obtenção de informações sobre o corpo de água, pois seu conhecimento permite descrever as relações bióticas e abióticas desse

ecossistema. A avaliação do estado trófico da água é muito importante para o manejo sustentável dos recursos hídricos (SILVA et al., 2006). Quanto aos nutrientes, tanto o fósforo como o nitrogênio são determinantes no processo de degradação da água, porém o fósforo é a principal causa do processo de eutrofização (PRADO & NOVO, 2006).

O Córrego Rico é a principal fonte de abastecimento público da cidade de Jaboticabal – SP, sendo relevante a importância dessa microbacia para a região, visto que os efeitos antrópicos neste sistema ocorrem de forma direta ou indireta, provavelmente em função do lançamento do efluente da estação de tratamento de esgoto doméstico do município de Monte Alto e de uma granja de suínos.

Assim, este estudo objetivou avaliar a qualidade da água em três pontos distintos do Córrego Rico, ao longo de um ano entre períodos de seca e de chuva, utilizando o IQA e IETm.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas de água foram realizadas quinzenalmente, ao longo de um ano (setembro de 2007 a agosto de 2008), em um trecho de 26,14 km, no Córrego Rico (Figura 1), entre as cidades de Monte Alto - SP e Jaboticabal - SP, compreendendo três pontos: CR1 - nascente, situada no município de Monte Alto (21°17'19" S e 48°31'59" W); CR2 - após o lançamento de efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) e de uma granja de suínos de Monte Alto (21°18'44" S e 48°26'57" W); CR3 - na captação de água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal - SAAEJ (21°18'37" S e 48°19'25" W), aproximadamente 200 m após a confluência do Córrego Rico com o Córrego Tijucu.

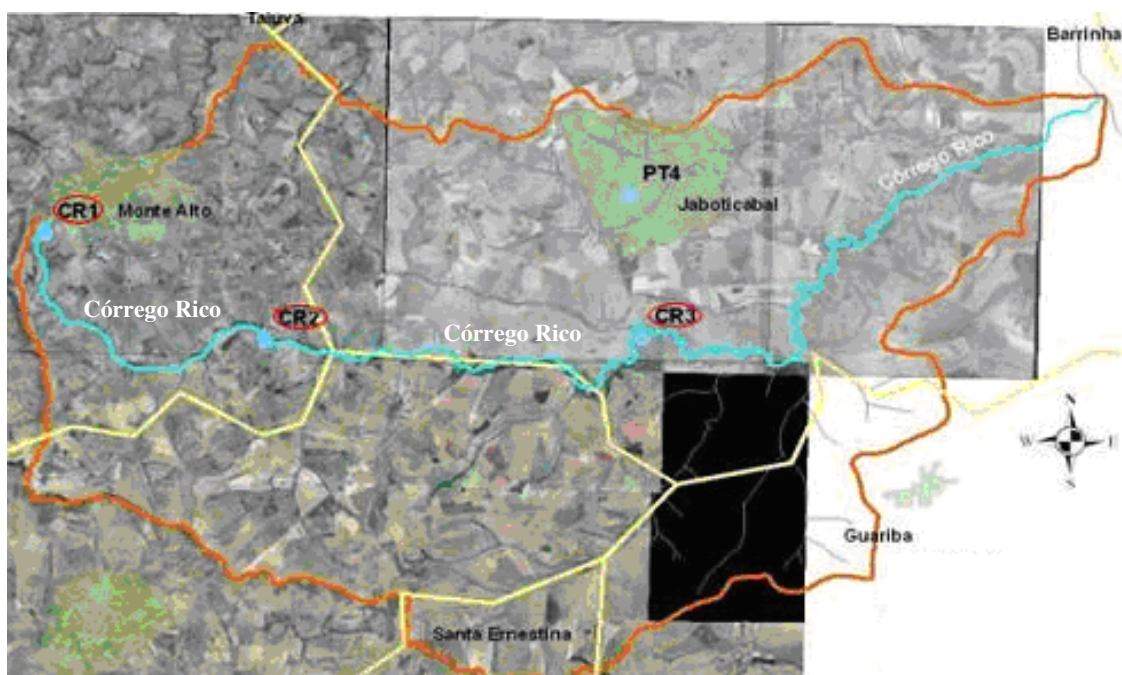


FIGURA 1. Mapa obtido por georreferenciamento, com indicação do Córrego Rico e dos pontos de coleta das amostras (CR1, CR2 e CR3). **Map obtained by geo-referencing, indicating the Rico Stream and points of sample collection (CR1, CR2 and CR3).**

Para avaliações da qualidade da água, foram utilizados o índice de qualidade de água (IQA) e o índice de estado trófico médio (IETm), de acordo com CETESB (2007) e TOLEDO JÚNIOR et al. (1983), respectivamente (equações 1 e 2).

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

em que,

IQA - índice de qualidade da água: um número entre 0 e 100;

q_i - qualidade do i -ésimo parâmetro: um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

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

n - número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

$$IETm = \frac{IET(PT) + IET(PO_4) + IET(CL)}{3} \quad (2)$$

em que,

IETm - índice de estado trófico médio;

IET (PT) - índice de estado trófico do fósforo total;

IET (PO₄) - índice de estado trófico do ortofosfato, e

IET (CL) - índice de estado trófico da clorofila.

As categorias de qualidade da água em função dos valores do IQA são: ótima ($79 < IQA \leq 100$); boa ($51 < IQA \leq 79$); regular ($36 < IQA \leq 51$); ruim ($19 < IQA \leq 36$) e péssima ($IQA \leq 19$). Para o IETm são classificados como: ultraoligotrófico ($IET \leq 47$); oligotrófico ($47 < IET \leq 52$); mesotrófico ($52 < IET \leq 59$); eutrófico ($59 < IET \leq 63$); supereutrófico ($63 < IET \leq 67$) e hipereutrófico ($IET > 67$) (CETESB, 2007; TOLEDO JÚNIOR et al., 1983).

O IQA foi calculado utilizando-se as variáveis: oxigênio dissolvido, *Escherichia coli*, pH, DBO₅, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total. O IETm foi calculado utilizando-se: fósforo total, ortofosfato e clorofila-*a*.

O oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água foram medidos nos locais de amostragens, com oxímetro YSI-55 e sonda Horiba U-10. As análises de fósforo total e ortofosfato foram realizadas segundo GOLTERMAN et al. (1978); a clorofila-*a* foi determinada segundo NUSH (1980); as análises de DBO₅, nitrogênio total, *Escherichia coli* e turbidez foram realizadas segundo APHA (1998), e os resíduos totais, segundo BOYD & TUCKER (1992).

As variáveis foram analisadas considerando-se dois fatores, pontos de coleta (CR1, CR2 e CR3) e períodos do ano: seca (junho a setembro) e chuva (dezembro a março), como também ao longo de um ano, utilizando o procedimento estatístico “two-way” ANOVA (DER & EVERITT, 2006). Os valores médios do IQA e IETm foram analisados pelo programa “Proc GLM (General Linear Model)” do SAS. O nível de significância dos testes utilizados foi $p < 0,05$. As precipitações dos períodos estudados estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Valores de precipitação (mm) para os meses de seca (junho a setembro) e chuva (dezembro a março). **Precipitation values (mm) for the dry months (June-September) and the rainy months (December-March).**

jun./2008	11,3	dez./2007	204,4
jul./2008	0,0	jan./2008	325,0
ago./2008	24,2	fev./2008	302,7
set./2007	0,4	mar./2008	108,4
Total	35,9	Total	940,5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se na classificação do IQA e do IETm para os doze meses de estudo, verificou-se que os comportamentos desses índices foram semelhantes em relação aos pontos de coleta. Assim, para todo o período de monitoramento, as águas do ponto CR1 apresentaram os melhores resultados de IQA (média anual de 75,9; classificando a água como de boa qualidade) e IETm (média anual de

44,0; classificando como ultraoligotrófico). No CR2 o IQA apresentou média anual de 56,9, classificando a água como de boa qualidade e o IETm apresentou média anual de 74,0, classificado como hipereutrófico e, finalmente, no ponto CR3 as águas apresentaram IQA com média anual de 67,0, classificando-as como de boa qualidade e IETm com média anual de 52,8, classificando como mesotrófico (Figura 2). Estes resultados estão coerentes com a localização dos pontos, pois o CR1 refere-se à região da nascente, local ainda preservado, enquanto o ponto CR2 pode ter sido influenciado por fontes pontuais de contaminação (Estação de Tratamento de Esgotos e granja de suínos) e no ponto CR3, após diluição e autodepuração ocorre melhor qualidade da água.

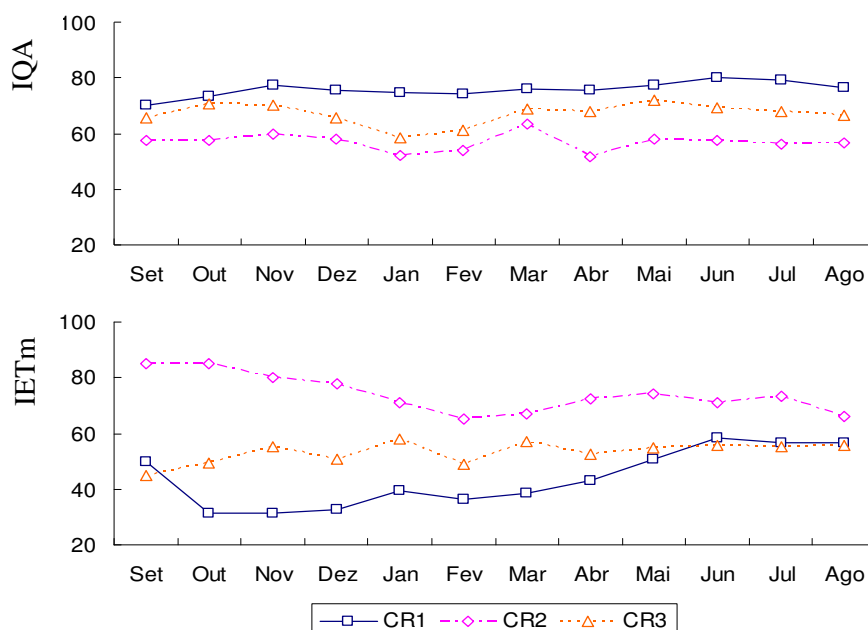


FIGURA 2. Médias mensais dos valores do Índice de Qualidade de Água (IQA) e do Índice de Estado Trófico médio (IETm) para os três pontos de coleta, entre setembro de 2007 e agosto de 2008. **Monthly average values of the Water Quality Index (WQI) and the medium Trophic State Index (mTSI) for the three points of collect, between September 2007 and August 2008.**

Neste estudo, de acordo com os resultados de IQA para a maior parte dos meses e pontos estudados, a qualidade da água foi boa, sendo ótima apenas para os meses de junho (79,9) e julho (79,4) em relação ao ponto CR1, obtendo os maiores valores durante todo o período estudado. No ponto CR2 foram obtidos os menores valores em relação à qualidade da água, sendo classificada como boa para todos os meses estudados, porém, para o mês de abril (51,8) a classificação foi próxima do limite entre boa ($> 51,0$) e regular ($\leq 51,0$). Para o ponto CR3, os valores do IQA foram intermediários aos outros pontos, sendo a água classificada como boa para todo o período estudado (Figura 2).

Os resultados obtidos de IQA, na presente pesquisa, são semelhantes aos apresentados pela CETESB (2001) para o Rio São José dos Dourados (67) no Estado de São Paulo. Neste estudo, a média de IQA ao longo do Córrego Rico, envolvendo os três pontos estudados, foi de 66,6, embora algumas variáveis como turbidez (janeiro), oxigênio dissolvido (outubro, janeiro e fevereiro), coliformes fecais (abril) e fósforo (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, março, abril, maio, junho e julho) ultrapassaram os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357-05 (BRASIL, 2005) para rio de classe 2 (Figura 3).

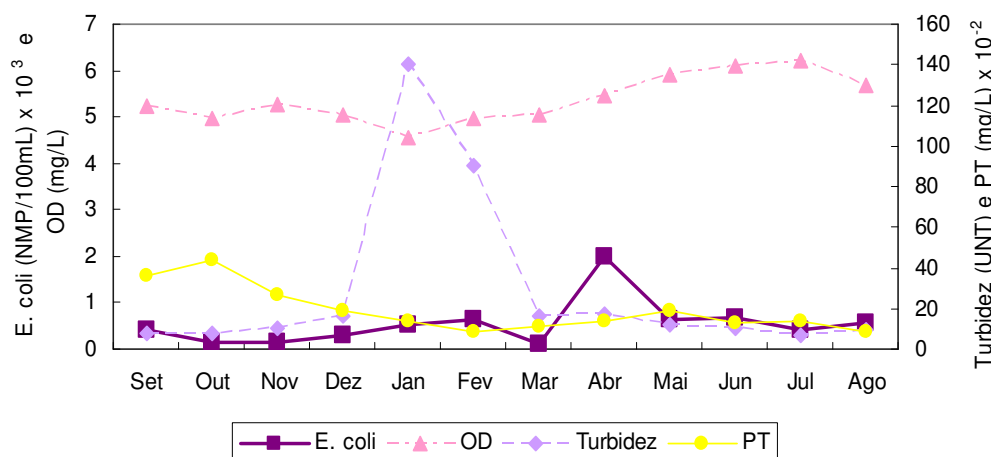


FIGURA 3. Valores médios das variáveis que fazem parte do IQA e do IETm e ultrapassaram os limites da Resolução CONAMA 357/05 para rio de classe 2. **Average values of the variables that constitute the WQI and mTSI and exceeded the limits of Resolution CONAMA 357/05 for river Class 2.**

Através dos resultados obtidos para as variáveis que compõem o IQA, em relação aos pontos amostrados, somente temperatura, turbidez, nitrogênio total e resíduo total não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Em relação aos períodos de coleta, os parâmetros *E. coli*, DBO₅, turbidez e fósforo total não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Considerando-se o IETm, observa-se que as variáveis PT e ortofosfato ($p < 0,01$) e clorofila-*a* ($p < 0,05$) apresentaram diferenças significativas em relação aos pontos de coleta, porém em relação aos períodos ocorreu o inverso ($p > 0,05$). Avaliando o IQA no rio Corumbataí (SP), FALQUETO (2008) obteve significância estatística para todas as variáveis e pontos amostrados.

TABELA 2. Resultados da ANOVA “two-way” para as variáveis do índice de qualidade de água (IQA) e do índice de estado trófico médio (IETm). **"Two-way" ANOVA results for the variables of water quality index (WQI) and medium trophic state index (mTSI).**

Variáveis e Índices	IQA			IETm		
	F _A	F _B	F _I	F _A	F _B	F _I
OD	<0,0001**	<0,0001**	0,0322	-	-	-
<i>E. coli</i>	0,0005**	0,3279 ^{NS}	0,2064	-	-	-
pH	<0,0001**	0,0091**	0,1071	-	-	-
DBO ₅	<0,0001**	0,5923 ^{NS}	0,0319	-	-	-
Temperatura	0,1796 ^{NS}	<0,0001**	0,0166	-	-	-
Nitrogênio total	0,0780 ^{NS}	0,0004**	0,4522	-	-	-
Turbidez	0,1927 ^{NS}	0,0618 ^{NS}	0,3390	-	-	-
Resíduo total	0,2877 ^{NS}	0,0038**	0,5890	-	-	-
Fósforo total	0,0072**	0,4285 ^{NS}	0,4635	0,0072**	0,4285 ^{NS}	0,4635
Ortofosfato	-	-	-	<0,0001**	0,0756 ^{NS}	0,2647
Clorofila- <i>a</i>	-	-	-	0,0134*	0,2671 ^{NS}	0,5884
Índices	0,0001**	0,2107 ^{NS}	0,5557	<0,0001**	0,0038**	0,069

- variáveis que não fazem parte do cálculo do índice; F_A - entre pontos; F_B - entre períodos; F_I - interação; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ^{NS} - não significativo.

Para o IQA, em relação às variáveis utilizadas, somente o OD e pH foram significativos ($p < 0,01$) entre períodos e pontos amostrados; *E. coli*, DBO₅ e fósforo total foram significativos ($p < 0,01$) entre pontos e não significativos ($p > 0,05$) entre períodos; temperatura, nitrogênio total e resíduo total foram significativos ($p < 0,01$) entre períodos e não significativos ($p > 0,05$) entre pontos e turbidez não significativa ($p > 0,05$) para períodos e pontos (Tabela 2).

Avaliando os valores médios dos índices utilizados entre períodos, observa-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para o IQA. Para o IETm, observou-se diferença significativa somente no CR1 ($p < 0,05$), ocorrendo melhor grau de trofia no período chuvoso (ultraoligotrófico), comparado ao período seco (mesotrófico), indicando que o aumento da vazão pelas chuvas reduziu a concentração de fósforo total, ortofosfato e clorofila-*a* na nascente (Tabela 3). Em relação aos pontos amostrados, ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) para o IQA na seca; na chuva somente para o ponto CR1. Para o IETm ocorreu o inverso, ou seja, diferença na chuva ($p < 0,05$) e na seca somente para o CR2, indicando o ponto com maior grau de trofia do sistema, devido à ação antrópica (Tabela 3). No período seco, a água do ponto CR1 foi classificada no grau mesotrófico, pois nesse período ocorre acentuada redução da vazão na nascente, como consequência da diminuição das chuvas nas áreas de infiltração da água no solo, que abastecem esse ponto, aumentando a concentração de ortofosfato na água.

Essas áreas de infiltração estão próximas ao ponto CR1, onde o solo é arenoso e são realizadas intensas adubações de culturas como cebola e cana-de-açúcar; para o CR3, devido a sua distância em relação ao ponto CR2, permitindo maior período para autodepuração e estando o Córrego Rico associado ao Córrego Tijuco, a redução da vazão é menor, mantendo o grau de trofia da água mesotrófico.

TABELA 3. Valores médios do índice de qualidade de água (IQA) e do índice de estado trófico médio (IETm) para os pontos amostrados (CR1; CR2 e CR3) e períodos (seca e chuva) ao longo do período estudado. **Average values of water quality index (WQI) and the medium trophic state index (mTSI) for the sampled points (CR1, CR2 and CR3) and the periods (drought and rain) during the studied period.**

Índice	Período	Pontos		
		CR1	CR2	CR3
IQA	Seca	76,55Aa	56,96Ab	67,34Ac
	Chuva	75,16Aa	56,80Ab	63,51Ab
IETm	Seca	55,36Aa	73,97Ab	52,82Aa
	Chuva	36,76Ba	70,31Ab	53,59Ac

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas ou minúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Mesmo havendo diferenças significativas ($p < 0,05$) do IQA entre pontos, todos os valores indicaram boa qualidade de água conforme classificação apresentada pela CETESB (CETESB, 2007), porém em janeiro, fevereiro e abril, os valores de IQA no ponto CR2 estiveram próximos do limite de qualidade regular ($\leq 51,0$). Embora o ponto CR2 receba maiores aportes pontuais, a água do mesmo foi classificada como de boa qualidade, devido ao efeito eclipse do IQA. O efeito eclipse resulta do processo de agregar diversas variáveis em um único número, podendo produzir atenuação do impacto negativo de uma ou mais variáveis frente ao comportamento estável das demais (SILVA & JARDIM, 2006).

Os resultados do IETm estão associados à poluição ao longo da microbacia e, também, à localização de cada ponto amostral, demonstrando correlação com o entorno do Córrego Rico e com o uso da terra nas propriedades ribeirinhas. Assim, embora o ponto CR2 receba forte poluição, no ponto CR3 ocorre significativa melhoria da qualidade da água devido ao processo de autodepuração e à influência do Córrego Tijuco no Córrego Rico.

Entre a montante e a jusante do lançamento do efluente da estação de tratamento de esgoto e do sistema de tratamento da granja de produção de suínos, ocorrem diferenças do IQA, o que também foi observado por TOLEDO & NICOLELLA (2002), que obtiveram diferenças do IQA para o Ribeirão Jardim a montante e à jusante da cidade de Guaira (SP). Nas bacias dos Rios Anta Gorda e Jirau (PR), a falta de manejo adequado dos dejetos de suínos contaminou toda a rede de drenagem (TOMAZONI et al., 2003).

Em períodos chuvosos, na microbacia hidrográfica do Córrego Rico, a quantidade de material suspenso aumenta acentuadamente a turbidez, havendo indícios de carreamento de fósforo e cloreto (LOPES et al., 2005). No presente estudo, o período chuvoso não afetou o IQA obtido, porém o IETm no ponto CR1 mudou de estado mesotrófico para ultraoligotrófico (Tabela 3).

Em outras microbacias, como Ribeirão da Onça e do Feijão (São Carlos - SP), foi constatada variação sazonal do IQA, sendo menor no verão, atribuída à precipitação pluvial, que aumentou o escoamento superficial no solo (CARVALHO et al., 2000). O mesmo foi observado para a bacia dos Rios Anta Gorda, Brinco e Jirau (sudoeste do Paraná) passando de classe 2 para classe 3 (TOMAZONI et al., 2003). No reservatório do Tanque Grande (Guarulhos - SP), a redução do IQA esteve associada aos períodos chuvosos, coincidindo com o aumento da concentração de coliformes (SAAD et al., 2007).

No Rio Pariquera-Açu (Vale Ribeira do Iguape - SP), a variação do estado trófico foi nítida, com aumento do grau de trofia da nascente à foz, evidenciando impactos no sistema aquático advindos das intervenções antrópicas (CUNHA & CALIJURI, 2007).

Em ampla avaliação das concentrações de nutrientes em 35 rios do Estado de São Paulo, não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações de fósforo na água nos períodos seco e chuvoso (LAMPARELLI, 2004). Na bacia do Ribeira do Iguape (SP), os teores de formas fosfatadas no rio aumentaram no período chuvoso, enquanto no Rio Pariquera-Açu não foi verificado padrão definido de variação sazonal de clorofila-*a* e formas fosfatadas (CUNHA et al., 2008).

Nesta pesquisa, pela análise do sistema aquático associado à ocupação da microbacia hidrográfica, verificou-se que a degradação da qualidade da água se deve às atividades agropecuárias, que interferem na cobertura da terra e também devido aos resíduos gerados pela população urbana, que se traduzem em fontes difusas e pontuais de poluição. Esses aspectos discutidos são semelhantes aos apontados por PRADO & NOVO (2006), que analisaram a relação do estado trófico com o potencial poluidor das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba/Capivari/Jundiaí e Tietê/Sorocaba. Dessa forma, fica evidenciada a importância da gestão dos recursos hídricos na bacia estudada.

CONCLUSÕES

As atividades antrópicas às margens do Córrego Rico reduziram a qualidade de sua água, durante todo o período estudado.

Os valores médios de IQA apresentaram relação direta com os valores médios de IETm, porém ocorreu maior discriminação da qualidade da água pelo IETm, identificando diferentes graus de trofia para os pontos e períodos de amostragem.

O período de seca influenciou na qualidade da água da nascente, demonstrada pelo Índice de Estado Trófico médio (IETm), classificando como mesotrófico.

O IQA foi mais apropriado para classificar a qualidade da água no período seco, evidenciando diferenças entre os três pontos, enquanto o IETm diferenciou melhor no período chuvoso, demonstrando diferenças nos graus de trofia entre todos os pontos.

Para os pontos CR2 e CR3, a autodepuração e/ou a confluência do Córrego Tijuco com o Córrego Rico contribuem para melhor qualidade da água, tornando-a adequada ao abastecimento

urbano após tratamento convencional, de acordo com a resolução 357 do CONAMA, para rios de classe 2.

REFERÊNCIAS

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for examination of water and wastewater*. New York, 1998. 824 p.

BILICH, M.R.; LACERDA, M.P.C. Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal por meio de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. *Anais...* p.2059-2.065.

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*. Alabama: Agricultural Experiment Station, 1992. 183 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá providências. Diário oficial da república Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de março de 2005. Seção 1, p. 58-63.

BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. Monitoramento de variáveis de qualidade de água no horto Ouro Verde - Conchal - SP. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, 2005.

CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, W.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. *Química Nova*, São Paulo, v.23, n.5, p.618-622, 2000.

CETESB. COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO E DEFESA DO MEIO AMBIENTE. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2000*. São Paulo, 2001. v.1, 214 p.

CETESB. COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO E DEFESA DO MEIO AMBIENTE. *Água: rios e reservatórios*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/indice.asp>>. Acesso em: 11 set. 2007.

COSTA, L.L.; CEBALLOS, B.S.O.; CELEIDE, M.B.S.; CAVALCANTI, M.L.F. Eficiência de wetlands construídos com dez dias de detenção hidráulica na remoção de colífangos e bacteriófagos. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. v.3, Paraíba, n.1, 2003. Disponível em: <<http://www.uepb.edu.br/eduep/rbct/sumarios/pdf/wetlands.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2007.

CUNHA, D.G.F.; CALIJURI, M.C. Variação do estado trófico de um rio tropical em curto período de tempo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 15., 2007, São Carlos. *Anais eletrônicos...*

CUNHA, D.G.F.; FALCO, P.B.; CALIJURI, M.C. Densidade fitoplanctônica e estado trófico dos Rios Canha e Pariquera-Açu, bacia hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v.3, n.2, p.90-104, 2008.

DER, G.; EVERITT, B.S. *A handbook of statistical analysis using SAS*. 2nd, Cary: Ed. 2006. 360 p.

DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; PAULA, R.C.de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

FALQUETO, M.A. *Avaliação do índice de qualidade da água (IQA) e dos elementos químicos nas águas e nos sedimentos do Rio Corumbataí - SP*. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1978. 213 p. (IBP Handbook, 8).
- JACINTHO, A.C.B. *Utilização do índice de qualidade da água no monitoramento do ribeirão Correias, município de Franca, Estado de São Paulo*. 2006. 98 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- LAMPARELLI, M.C. *Graus de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. 2004. 235 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- LOPES, L.G.; AMARAL, L.A.; HOJAIJ, A. Seleção de indicadores para gestão da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal - SP. In: ASSEMBLÉIA NACIONAL DE SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO, 1., 2005, Jaboticabal. 4 p.
- NUSH, E.A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Archives of Hydrobiology*, v.14, n.1, p.14-36, 1980.
- PRADO, R.B.; NOVO, E.M.L.M. *Análise espaço-temporal da relação do estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP) com o potencial poluidor da bacia hidrográfica*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/ePrint/sid.inpe.br/ePrint@80/2006>>. Acesso em:
- SAAD, A.R.; SEMENSATO JÚNIOR, D.L.; AYRES, F.M.; OLIVEIRA, P.E. Índice de qualidade da água do reservatório do Tanque Grande, município de Guarulhos - SP: 1990 - 2006. *Revista UnG - Geociências*, Guarulhos, v.6, n.1, p.118-133, 2007.
- SILVA, M.G.; GARCIA, C.A.B.; ALVES, J.P.H.; GARCIA, H.L. Qualidade da água da barragem Jacarecica I: estado trófico. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 1., 2006, Natal. *Anais...* 13 p.
- SILVA, G.S.; JARDIM, W.F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia - SP. *Química Nova*, São Paulo, v.29, n.4, p.689-694, 2006.
- STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; NEISS, U.G.; OLIVEIRA, M.Z. Avaliação dos efeitos de fontes de poluição pontual sobre os macroinvertebrados bentônicos no Arroio Peão, RS. In: RONCHI, L.H.; COELHO, O.G.W. *Tecnologia, diagnóstico e planejamento ambiental*. São Leopoldo: Unisinos, 2003. p.61-85.
- STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; STENERT, C.; SCHERER, R.T.; NEISS, U.G. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no Sul do Brasil. *Acta Biológica Leopoldensia*, Porto Alegre, v.28, n.1, p.17-24, 2006.
- TOLEDO JÚNIOR, A.P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processos de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 12., 1983, Camboriú. *Anais...* p.1-34.
- TOLEDO, L.G. de; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-186, 2002.
- TOMAZONI, J.C.; BITTENCOURT, A.V.L.; ROSA FILHO, E.F.; MANTOVANI, L.E. A qualidade da água das bacias dos Rios Anta Gorda, Brinco e Jirau - Sudoeste do Paraná. *Revista Técnica da Sanepar*, Curitiba, v.20, n.20, p.28-34, 2003.
- ZONTA, J.H.; BRAUN, H.; PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, E.F. Determinação do índice de qualidade das águas da bacia do Rio Alegre nas diferentes épocas do ano. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2004, São José dos Campos. *Anais...* p.480-482.