

## Qualidade de água na microbacia do Coqueiro, noroeste do Estado de São Paulo

Renato Alberto Momesso Franco<sup>1</sup> & Fernando Braz Tangerino Hernandez<sup>2</sup>

Protocolo 09.2012 - Received: September 27, 2012 - Accepted: October 30, 2012

**Resumo:** As atividades humanas necessitam de recursos ambientais para sua sobrevivência, enquanto os diferentes tipos de uso da água produzem inúmeras pressões sobre os recursos hídricos. O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta aplicada ao estudo e à avaliação da qualidade da água. O objetivo do trabalho foi a avaliação espacial e temporal da qualidade da água baseado no IQA e fornecer informações para a gestão dos recursos hídricos da microbacia. A microbacia do córrego do Coqueiro localiza-se na região noroeste paulista, com área de 190 km<sup>2</sup>; ao longo do rio principal foram distribuídos cinco pontos de amostragem para a coleta de água, no período de março de 2009 a dezembro de 2010. Os valores de turbidez, sólidos totais, nitrogênio total e fósforo total influenciaram no cálculo do IQA. As diferenças nos valores de temperatura nos pontos analisados foram significativas entre o período seco e o chuvoso. As variáveis turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido e DBO<sub>5</sub> não apresentaram diferenças significativas entre o período seco e o chuvoso. As variáveis pH, nitrogênio total e fósforo total sinalizaram diferença significativa apenas em alguns pontos de amostragem.

**Palavras-chave:** córrego, índice de qualidade de água, bacia hidrográfica

## Water quality of Coqueiro stream watershed, northwest of São Paulo State

**Abstract:** Human activities need environmental resources for their survival and the different kinds of water use produces a countless pressure on water resources. The Water Quality Index (WQI) is a tool applied to the study and assessment of water quality. The objective of this study was evaluate spatial and temporal water quality based on the calculation of WQI and provide information for the management of water resources. The watershed of the Coqueiro stream is located in the north western part of the State of São Paulo, with an area of 190 km<sup>2</sup>; along the main river five sampling points were distributed for water collecting, from March 2009 to December 2010. The turbidity values, total solids, total nitrogen, total phosphorus influenced the calculation of WQI. Differences in temperature values at points analyzed were significant between the dry and rainy season. The turbidity values, total solids, dissolved oxygen and BDO<sub>5</sub> showed no significant difference between the dry and rainy season. The variables pH, total nitrogen and total phosphorus showed a significant difference only in some sampling points.

**Key words:** stream, water quality index, watershed

## Introdução

As atividades humanas carecem de recursos ambientais para promover sua sobrevivência e a água pode ser considerada o recurso mineral mais usado para atender às necessidades econômicas e sociais de uma região. Os diferentes tipos de uso da água e o aumento do número de usuários implicam em diferentes conhecimentos da qualidade e disponibilidade deste recurso.

Através de estudos limnológicos são possíveis as avaliações de qualidade e disponibilidade de água dos ecossistemas aquáticos, dois fatores fundamentais para manter a estabilidade ambiental e, além disto, atender às crescentes demandas das atividades econômicas. Com o desenvolvimento econômico e social, a diversificação dos usos múltiplos produziu inúmeras pressões sobre o ciclo hidrológico e as reservas de água superficiais e subterrâneas (Tundisi & Tundisi, 2011).

Com as informações quantificadas, é possível prever ações rápidas interdisciplinares no manejo da água em uma bacia hidrográfica e propor soluções aos tomadores de decisões sobre as condições dos recursos hídricos de uma região.

Existem diversas metodologias na determinação da qualidade de água, em que um dos métodos empregados é o Índice de Qualidade de Água (IQA) desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF/USA) que envolveu diversos pesquisadores em sua elaboração e definiram algumas variáveis importantes na determinação do índice (Brown & McClelland, 1974). Foram definidos parâmetros físicos, químicos e biológicos na avaliação e se atribuíram curvas de qualidade com valores ponderados em cada variável; os pesos foram determinados de acordo com a importância ambiental. No Brasil, o IQA teve início com os órgãos ambientais, principalmente o Estado de São Paulo, que divulga resultados através de relatórios técnicos informando as condições de qualidade da água dos corpos d'água. Com o tempo outros órgãos estaduais adotaram o IQA e adequaram o índice às condições tropicais.

No meio acadêmico o IQA passou a ser uma ferramenta nos estudos de qualidade de água como forma de se conhecer os efeitos produzidos pela ação humana em determinada bacia hidrográfica (Carvalho et al., 2004; Andrade et al., 2005; Cardoso & Marques, 2006; Pinheiro & Locatelli, 2006; Zonta et al., 2008; Cuelbas & Carvalho, 2009; Pinto et al., 2009; Poletto et al., 2010; Junior Rodrigues & Carvalho, 2010; Blume et al., 2010; Flauzino et al., 2010).

No noroeste paulista a microbacia do Coqueiro se caracteriza como região agrícola e dependente dos recursos hídricos, sendo a fruticultura irriga-

da com maior destaque econômico na região com a produção de citros e uva de mesa.

Esta região apresenta a maior taxa de evapotranspiração do Estado (Hernandez et al., 2003) e oito meses de deficiência hídrica no solo (abril a novembro) (Santos et al., 2010) motivo pelo qual o uso do sistemas de irrigação é fundamental para repor as necessidades hídricas e garantir a produtividade máxima das culturas. Entretanto, Barboza et al. (2011) ressaltam que a agricultura irrigada depende de informações da qualidade e disponibilidade da água para subsidiar os projetos de irrigação uma vez que a água de baixa qualidade pode oferecer risco aos sistemas de irrigação e gerar impactos econômicos, a longo prazo.

Além do uso da água para a irrigação, a microbacia do Coqueiro também é fonte de água para o consumo humano das populações de Palmeira d'Oeste e Marinópolis, estabelecendo o uso conflitivo da água; outro fator é a redução da qualidade e disponibilidade da água, ocasionadas pelo uso e ocupação do solo e práticas agrícolas inadequadas. O objetivo do trabalho foi a avaliação espacial e temporal da qualidade da água com base no IQA e fornecer informações para a gestão dos recursos hídricos da microbacia.

## Material e Métodos

A microbacia estudada se localiza entre os municípios de Jales, São Francisco, Dirce Reis, Urânia e Palmeira d'Oeste, no Estado de São Paulo, com área de 190 km<sup>2</sup>; o manancial é um afluente de margem direita do Rio São José dos Dourados, com 33,59 km de extensão da nascente até sua foz, considerado um córrego de terceira ordem; a densidade de drenagem da microbacia é de 1,35 km km<sup>-2</sup> (Figura 1).

O uso e a ocupação do solo são predominantemente agrícolas; ressalta-se que o uso em destaque é a pecuária, que ocupa uma área de 121,54 km<sup>2</sup> (63,66%) (Franco, 2012) e o maior município é Jales, com população estimada de 49 mil habitantes no ano de 2010 (SEADE, 2010). Na microbacia ocorrem a retirada e o tratamento da água superficial para o abastecimento público, sem que haja lançamento de efluentes de esgoto.

Os principais tipos de usuário da água na microbacia são: uso comunitário com 49,4%; irrigantes com 25,9% e pecuarista com 24,7% (DAEE, 2010).

Através do GPS (Global Positioning System) de navegação foram georreferenciados cinco pontos de amostragem para a coleta de água ao longo do leito principal; todas as informações de campo e análises laboratoriais foram armazenadas no banco de dados disponível em Sistema de Informação



Figura 1. Mapa de localização da microbacia do córrego do Coqueiro

Geográfica (SIG), através do software ArcGIS® 10. Para a visualização da distribuição espacial dos dados de IQA foram elaborados mapas temáticos com valores mínimos, máximos e médios de IQA, nos anos de 2009 e 2010.

As coletas ocorreram mensalmente de março de 2009 a dezembro de 2010, totalizando 110 amostras. Para coletar a água utilizaram-se garrafas de 2 L, que foram armazenadas em caixa térmica e, para a determinação do oxigênio dissolvido, foram utilizadas a garrafa coletora do tipo van Dorn e as análises feitas em laboratório.

As variáveis analisadas para o cálculo do IQA foram sólidos totais, temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, coliformes fecais e demanda bioquímica de oxigênio (APHA, 1998). A análise da qualidade química e física obedeceu à metodologia e aos equipamentos descritos na Tabela 1.

A partir da integração das nove variáveis, foi possível realizar o cálculo cujo resultado é um va-

lor numérico de fácil interpretação, obtido pelo produto ponderado da *i*-ésima variável de qualidade, um número entre 0 e 100, definido pela curva de variação da qualidade em função de sua concentração elevada ao peso (*p*) correspondente ao *i*-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído pela sua importância, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Pesos atribuídos ao Índice de Qualidade de Água (CETESB, 2005)

Variáveis	Pesos (W <sub>i</sub> )
Oxigênio dissolvido - OD (% OD Sat.)	0,17
Coliformes fecais (NMP 100mL <sup>-1</sup> )	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio - DBO (mg L <sup>-1</sup> )	0,10
Nitrogênio total (mg L <sup>-1</sup> )	0,10
Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )	0,10
Varição de temperatura (°C)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	0,08

O valor do IQA pode ser obtido pela seguinte equação, conforme descrito abaixo:

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

em que:

*q<sub>i</sub>* - variável *i*, obtida através da curva média específica de qualidade

*w<sub>i</sub>* - peso atribuído ao parâmetro

*n* - número de parâmetros

O cálculo de IQA foi realizado em planilha e a partir dos resultados foram definidas as Classes de qualidade, conforme a Tabela 3.

A classificação dos corpos d'água foi determinada através das Resoluções CONAMA n° 20/86 (Brasil, 1986) para análise de coliformes fecais, e CONAMA n° 357/2005 (Brasil, 2005), Classe 2 para as outras variáveis analisadas. Os dados

Tabela 1. Metodologia utilizada na análise do IQA

Variáveis	Métodos	Equipamentos	Referência
Nitrogênio total	Digestão do persulfato LR (mg L <sup>-1</sup> )	Reator de DQO e espectrofotômetro HACH DR/2700	APHA (1998)
Fósforo total	Método do Ácido Ascórbico (mg L <sup>-1</sup> )		
Sólidos totais	Gravimétrico (mg L <sup>-1</sup> )	Balança de precisão, estufa, dissecador e papel de filtro (poros de 28 μm)	APHA (1998)
Turbidez	Nefelométrico (NTU)	Turbidímetro 2020 La Motte	APHA (1998)
pH	Peagâmetro	Peagâmetro Q-400 A da Quimis	APHA (1998)
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Winkler Modificado (mg L <sup>-1</sup> )	Estufa de DBO, 5 dias com temperatura de 20 °C	APHA (1998)
Temperatura	Aferição (°C)	Termômetro digital	APHA (1998)
Coliformes fecais	NMP 100mL <sup>-1</sup>	Placa de meio de cultura e estufa 36 – 37 °C	APHA (1998)
Oxigênio dissolvido	Winkler Modificado, titulação (mg L <sup>-1</sup> )	Bureta e garrafas	APHA (1998)

**Tabela 3.** Classificação da qualidade da água em função do IQA (CETESB, 2005)

Níveis de qualidade	Intervalos de classe	Cor de referência
Ótima	79 < IQA ≤ 100	Azul
Boa	51 < IQA ≤ 79	Verde
Aceitável	36 < IQA ≤ 51	Amarela
Ruim	19 < IQA ≤ 36	Laranja
Péssima	IQA ≤ 19	Vermelha

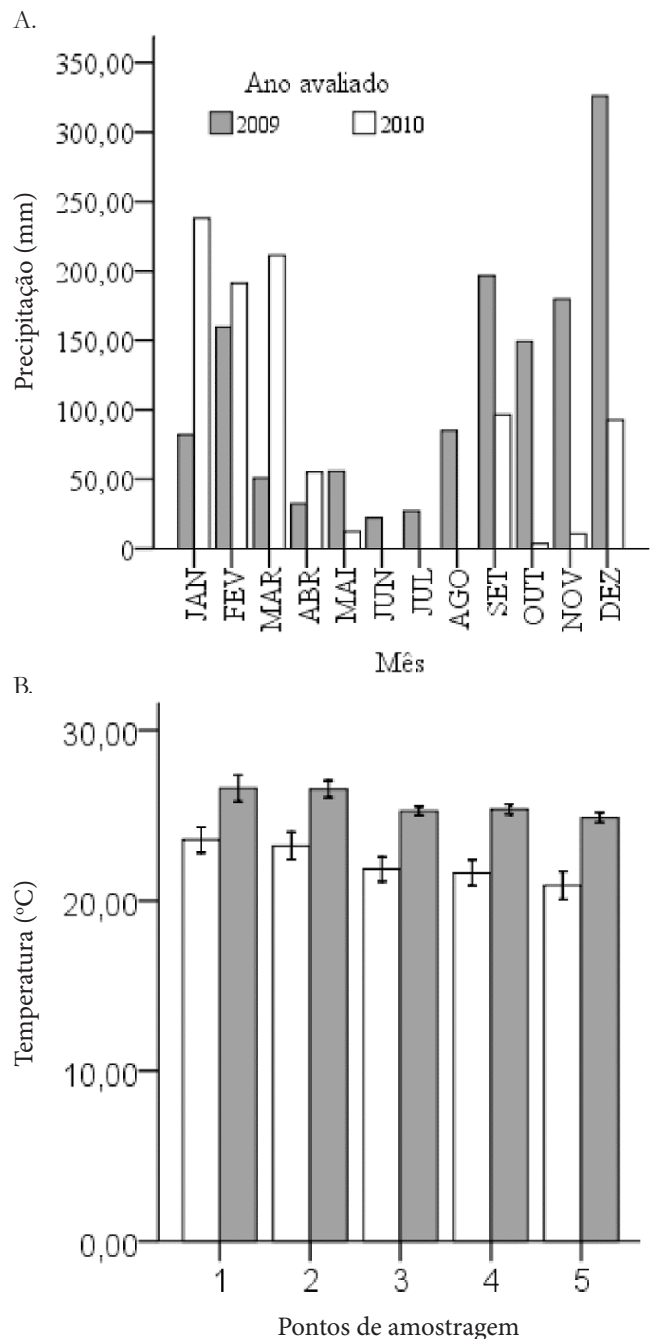
de qualidade de água foram distribuídos entre o período seco e o chuvoso, de acordo com o balanço hídrico climático da região de Marinópolis, SP, considerando-se a Capacidade de Água Disponível (CAD) de 40 mm, determinaram-se oito meses de deficiência hídrica no solo (abril a novembro) e com o excedente entre os meses de dezembro a março (Santos et al., 2010). A partir desta classificação foram calculados os valores médios das variáveis entre o período de 2009 a 2010 em cada ponto de amostragem avaliado e o erro padrão da média para se proceder a avaliação dos pontos de coleta. Adotou-se o critério de Gravetter & Wallnau (1995) para diferenciar estatisticamente os tratamentos, indicado pela ausência de sobreposição dos limites superior e inferior dos valores da média  $\pm$  erro padrão. Os valores de IQA foram apresentados em gráfico do tipo boxplot, que distribui os valores analisados em máximo (25%), mínimo (25%) e mediano (50%). As análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o software SPSS 17.0 for Windows (SPSS, 2010).

A precipitação no período de estudo foi obtida na Estação Agroclimatológica de Marinópolis, SP, operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira (UNESP, 2011). Para verificar diferenças estatísticas nos valores médios mensais de precipitação, adotou-se novamente o critério de não sobreposição dos limites superior e inferior dos erros padrão das médias (Gravetter & Wallnau, 1995).

A vazão foi medida em todos os pontos de coleta através do método do molinete, apresentando médias na microbacia de 0,48 e 0,75 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, nos anos 2009 e 2010, respectivamente. A vazão mínima em sete dias, com período de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ) para a microbacia de 190,0 km<sup>2</sup> e precipitação média de 1.111 mm (Santos et al., 2010) foi de 0,279 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (SIGRHI, 2010).

## Resultados e Discussão

A precipitação anual total nos anos de 2009 e 2010 foi de 1366 e 911 mm, respectivamente, e na Figura 2A encontra-se a distribuição mensal da precipitação, observando-se que em 2009 houve



Obs.: Barra de erro: +/-1 erro padrão

**Figura 2.** Valores médios de precipitação da região de Marinópolis (A) e temperatura da água (B) na microbacia do córrego do Coqueiro, no período de 2009 a 2010

precipitação em todos os meses e as maiores precipitações ocorreram no período chuvoso.

O mês de janeiro de 2010 foi superior em relação ao mesmo mês para o ano de 2009 enquanto nos meses de junho, julho e agosto não ocorreram precipitações (Figura 2A), não havendo, portanto, diferença significativa entre os valores médios de precipitação.

A diferença entre a temperatura média da água superficial entre o período seco e o chuvoso foi significativa em todos os pontos avaliados (Figura 2B). Os menores valores de temperatura ocorreram no ponto 5 devido à presença da mata ciliar, que pode ter favorecido a formação de um micro-

clima neste local. Observa-se que os maiores valores de temperatura ocorreram em locais que não apresentam mata ciliar, com redução da calha do córrego em razão do processo de assoreamento e com a diminuição no volume de água nos pontos amostrados. Almeida & Schwarzbald (2003) relatam que em locais que apresentam ausência de cobertura vegetal, redução da seção transversal e diminuição do volume de água podem apresentar valores superiores de temperatura da água, nesses locais.

Os valores de turbidez foram superiores no período chuvoso, com os pontos 1, 4 e 5 (Figura 3A) que apresentaram os maiores valores médios neste período; não houve diferença significativa entre o período seco e o chuvoso. Em 2006 e 2007, Franco & Hernandez (2009) obtiveram, avaliando a qualidade de água para irrigação na mesma microbacia, diferença significativa entre o período

chuvoso e o seco para os valores de turbidez entre os pontos de amostragem 3, 4 e 5 da microbacia.

Os valores de turbidez nos pontos 1, 4 e 5 ultrapassaram os valores permitidos de 100 NTU no período chuvoso, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/ 2005, Classe 2 (Brasil, 2005). Os elevados valores de turbidez no período chuvoso podem estar associados ao uso e à ocupação do solo, pois na microbacia restam apenas 2,06% de mata ciliar e 5,66% de fragmentos de mata (Franco, 2012). Para Silva et al. (2008) o uso e a ocupação do solo interferem na qualidade da água e a precipitação deve contribuir para a oscilação nos valores de turbidez no período chuvoso.

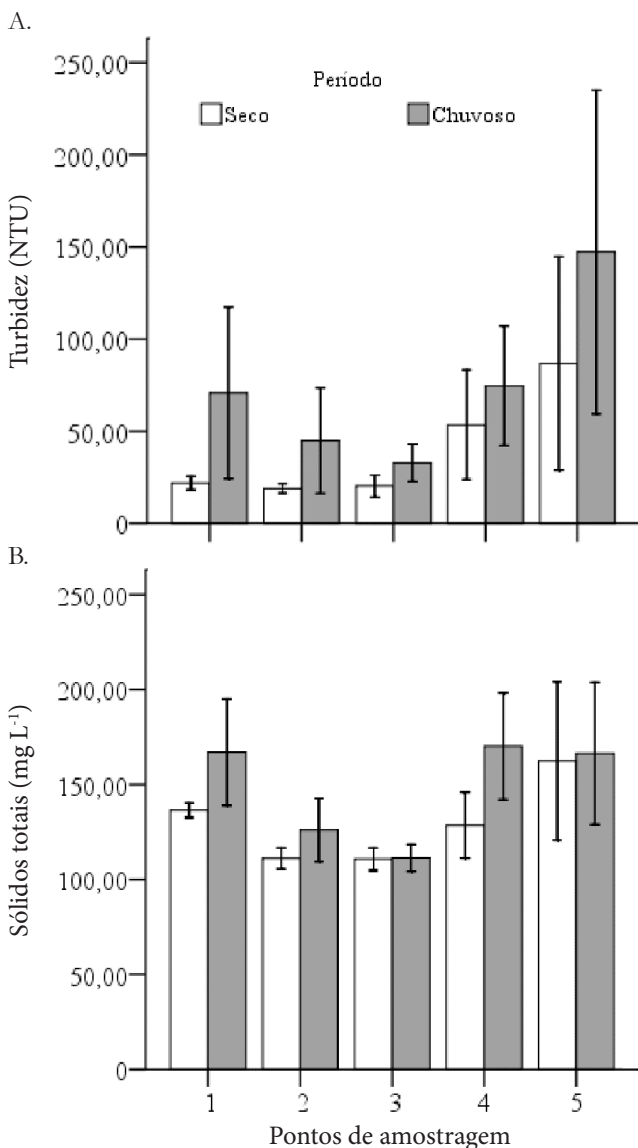
Na avaliação dos sólidos totais os valores médios foram superiores no período chuvoso e não houve diferença significativa entre os períodos seco e o chuvoso (Figura 3B).

Os pontos 1, 4 e 5 apresentam os valores médios superiores a 150 mg L<sup>-1</sup> de sólidos totais e os pontos de coleta 2 e 3 apresentaram valores inferiores em relação aos outros pontos de amostragem (Figura 3B). Estudos de qualidade de água para a irrigação na mesma microbacia detectaram valores de 365 mg L<sup>-1</sup> de sólidos suspensos em virtude da chuva ocorrida dias antes da coleta de água enquanto os maiores valores ocorreram no período chuvoso, principalmente nos pontos 4 e 5 que apresentaram valores médios significativos em relação aos períodos seco e chuvoso (Franco & Hernandez, 2009). Na mesma região noroeste, Poletto & Carvalho (2004) encontraram altos valores de sólidos totais no período chuvoso na microbacia do córrego do Ipê, na cidade de Ilha Solteira, SP.

O oxigênio dissolvido não apresentou diferença significativa entre o período chuvoso e o seco, porém os menores valores médios ocorreram no período chuvoso e atendem às exigências da Resolução CONAMA n° 357/2005 (Brasil, 2005) que determina valores acima de 5 mg L<sup>-1</sup> (Figura 4A).

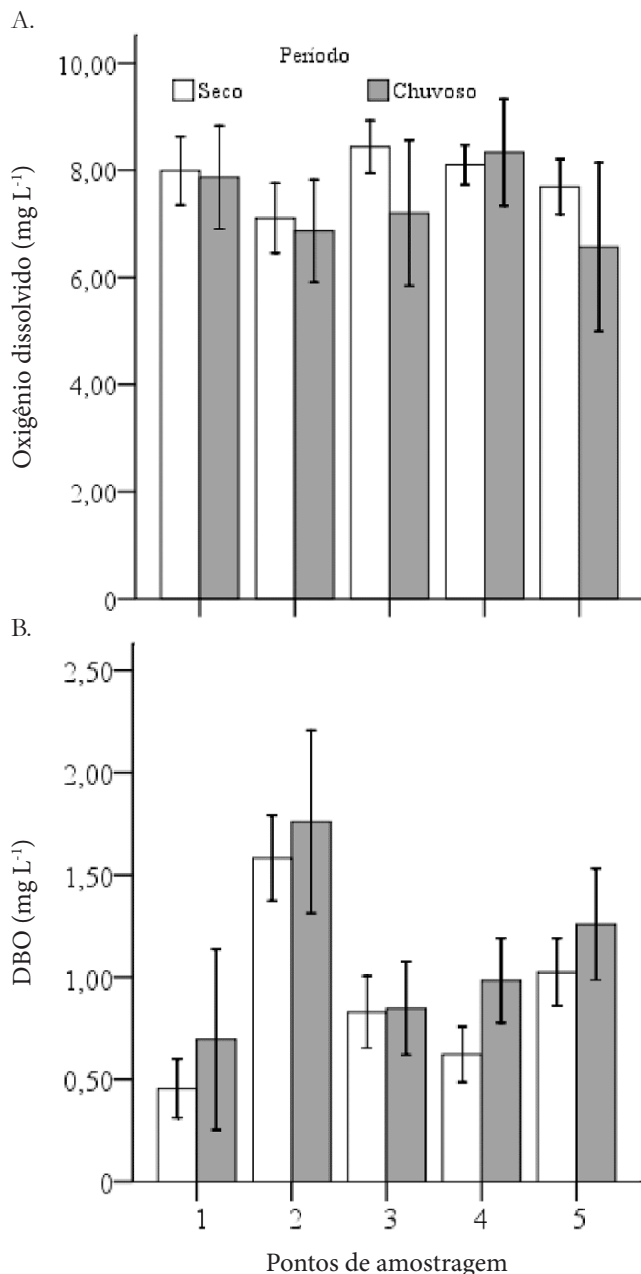
A demanda bioquímica de oxigênio apresentou diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso, no ponto 4; no ponto 2 foi o que apresentou os maiores valores médios em relação aos outros pontos de amostragem (Figura 4B) devido, provavelmente, à proximidade da cidade de São Francisco, em que pode haver lançamento clandestino de esgoto doméstico (fontes pontuais de contaminação) na região do ponto 2 de amostragem de água.

Os valores de DBO<sub>5,20</sub> neste período estão abaixo de 5 mg L<sup>-1</sup> DBO<sub>5,20</sub>, conforme a Resolução CONAMA n° 357/2005, Classe 2 (Brasil, 2005). O ponto 2 de amostragem apresenta valores su-



Obs.: Barra de erro: +/-1 erro padrão

**Figura 3.** Valores médios de turbidez (A) e sólidos totais (B) na microbacia do córrego do Coqueiro, no período de 2009 a 2010



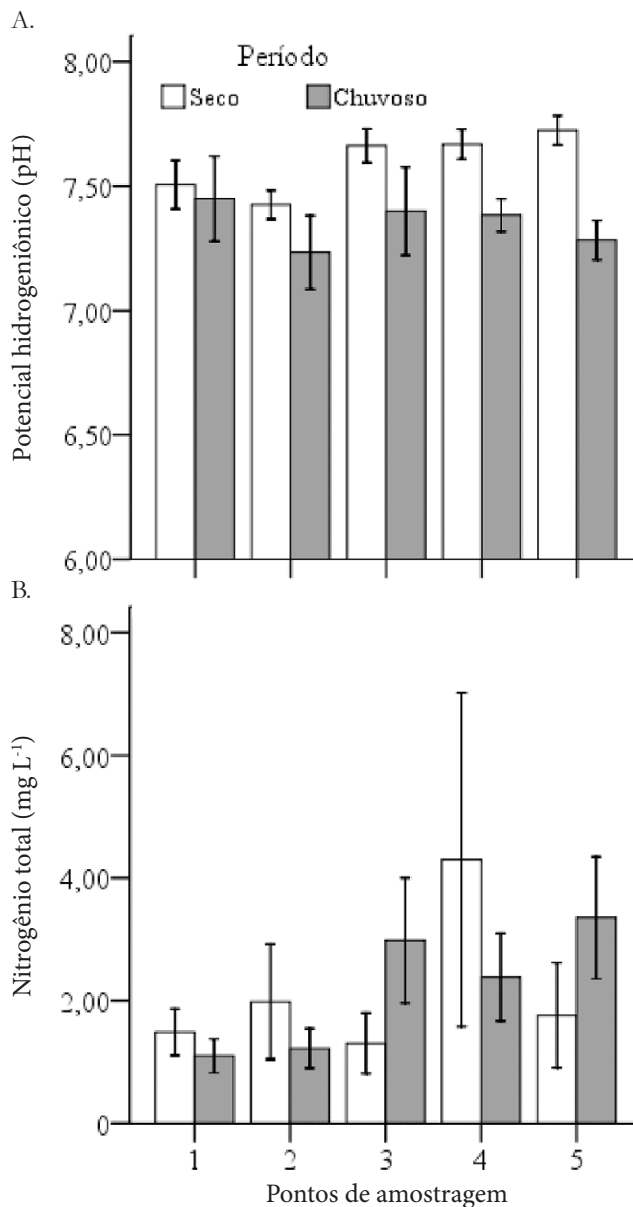
Obs.: Barra de erro: +/-1 erro padrão

**Figura 4.** Valores médios de oxigênio dissolvido (A) e demanda bioquímica de oxigênio - DBO (B) na microbacia do córrego do Coqueiro, no período de 2009 a 2010

periores em relação aos outros locais de amostragem, em virtude, da influência da urbanização presente neste ponto e da presença de pequenas propriedades que possuem pomares, hortas e criações e que representam 3,14% da área próxima a este ponto de amostragem.

Os valores de potencial hidrogeniônico (pH) nos pontos 3, 4 e 5 foram significativos em relação aos períodos seco e chuvoso, sendo os menores valores ocorridos no período chuvoso (Figura 5A). Os valores de pH estão na faixa estabelecida pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (Brasil, 2005), Classe 2, que determina valores entre 6 e 9.

O nitrogênio total foi significativo entre o período seco e o chuvoso, no ponto 3; nos outros pontos



Obs.: Barra de erro: +/-1 erro padrão

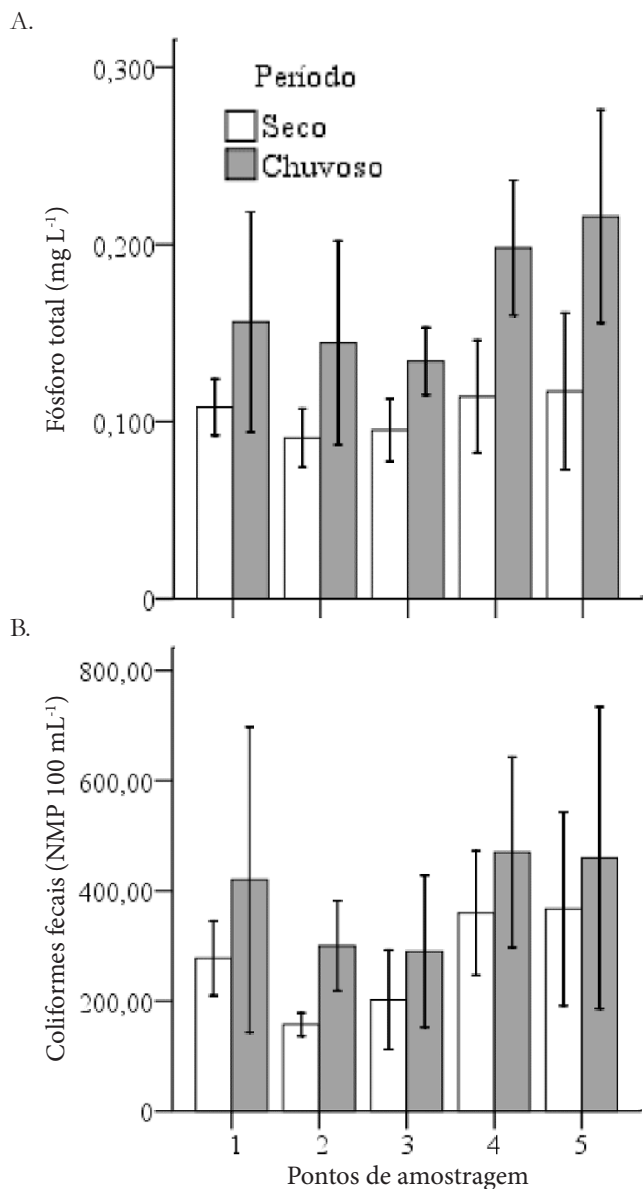
**Figura 5.** Valores médios de potencial hidrogeniônico (A) e nitrogênio total (B) na microbacia do córrego do Coqueiro, período de 2010 a 2011

analisados não houve diferença significativa. Os valores médios foram superiores no período seco, exceto nos pontos 3 e 5, em que os valores médios foram superiores no período chuvoso (Figura 5B).

A provável causa dos valores de nitrogênio nos pontos 2 e 4 no período seco é devida ao escoamento superficial ocorrido em dias de precipitação intensa, favorecendo a dispersão difusa dos fertilizantes aplicados na cultura de cana-de-açúcar e que representam o total de 525,91 ha na microbacia. Os valores médios estão acima do valor estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (Brasil, 2005) de nitrogênio total, que especifica valores abaixo de 2,0 mg L<sup>-1</sup>.

Os valores de fósforo total foram superiores no período chuvoso, em todos os pontos analisados,

enquanto nos pontos 3 e 4 houve diferença significativa entre os períodos analisados (Figura 6A).



Obs.: Barra de erro: +/-1 erro padrão

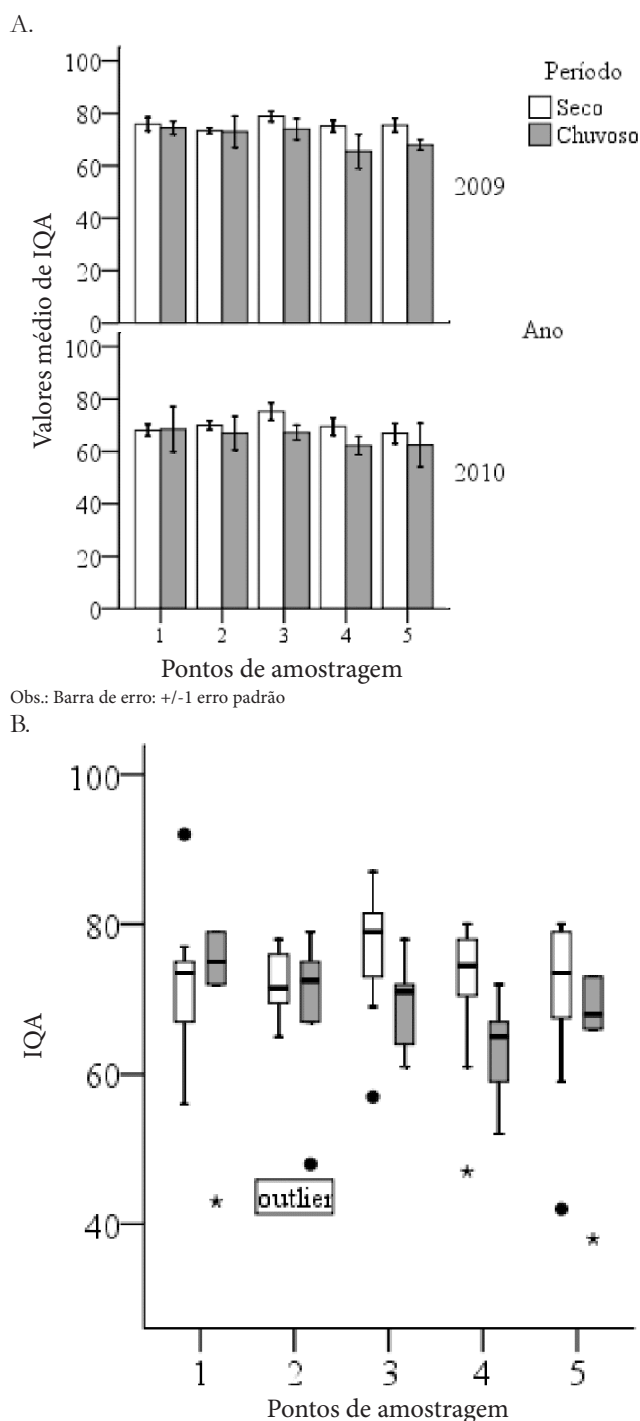
**Figura 6.** Valores médios de fósforo (A) e coliformes fecais (B) na microbacia do córrego do Coqueiro, no período de 2009 a 2010

A concentração de fósforo foi superior ao valor determinado para a Classe 2, Resolução CONAMA n° 357/2005 (Brasil, 2005) que especifica valores abaixo de 0,1 mg L<sup>-1</sup> para ambientes lóticos. É provável que a presença de fósforo total no período chuvoso seja proveniente do escoamento superficial ocasionado pela chuva, que arrasta determinados nutrientes presentes no solo.

A avaliação biológica mostrou que os valores médios de coliformes fecais foram superiores no período chuvoso e que apenas no ponto 2 houve diferença significativa entre o período seco e o chuvoso (Figura 6B). Os valores de coliformes fecais estão abaixo de 1000 NMP 100 mL<sup>-1</sup>, conforme estabelece a Resolução CONAMA n° 20/86 (Brasil, 1986).

As diferenças nos valores médios de IQA nos pontos 4 e 5 foram significativas entre o período seco e o chuvoso, no ano de 2009, não havendo diferença significativa (Figura 7A) nos demais pontos avaliados; já em 2010 apenas os pontos 3 e 4 apresentaram diferença significativa entre o período seco e o chuvoso, mas, em termos médios, houve perda de qualidade da água em 2010.

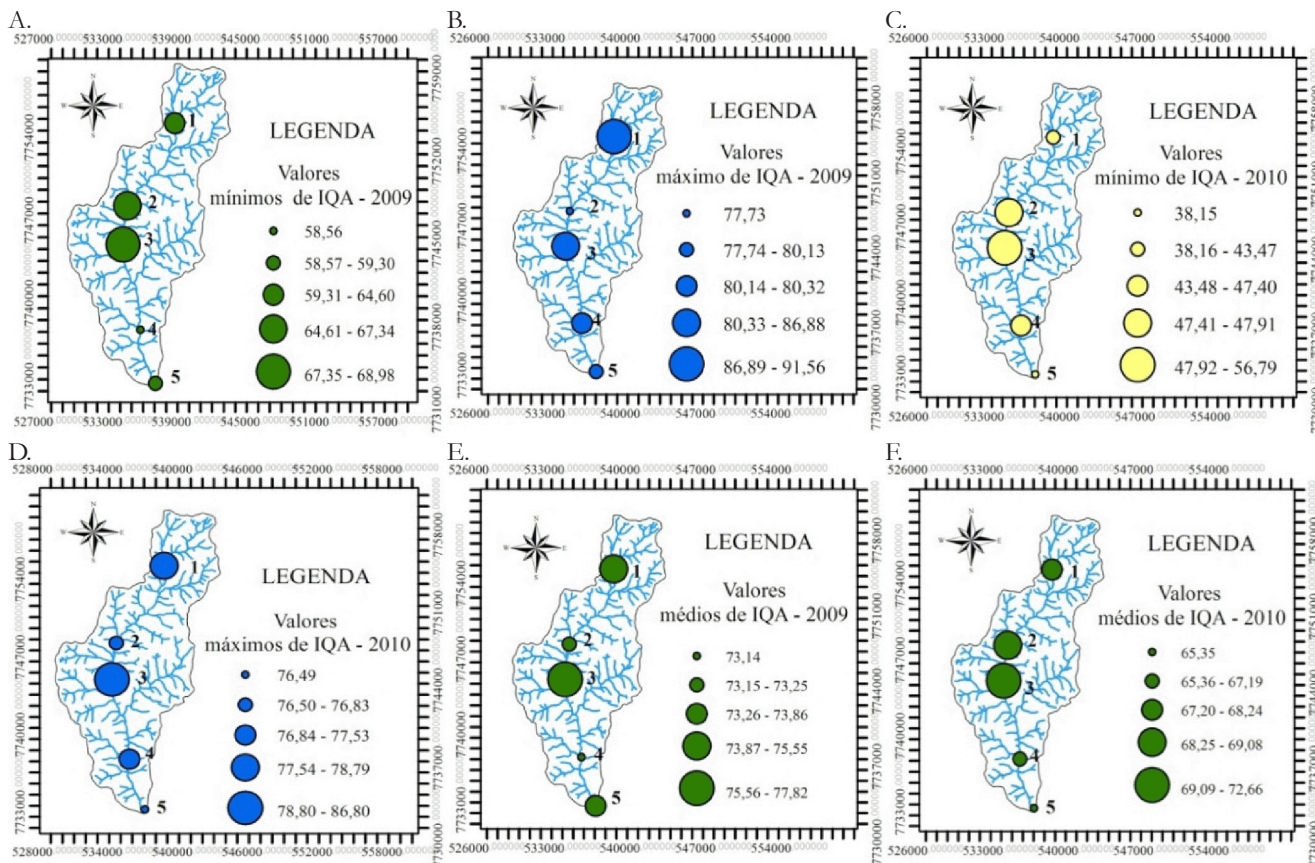
Para caracterização geral da microbacia foram calculadas as medianas do IQA (Figura 7B) nos dois anos de amostragem, com perda de quali-



Obs.: Barra de erro: +/-1 erro padrão

B.

**Figura 7.** Valores médios de índice de qualidade de água (IQA) (A) e distribuição dos valores de IQA (B) na microbacia do córrego do Coqueiro, no período de 2009 e 2010



**Figura 8.** Valores mínimos (A, C), máximos (B, D) e médios (E, F) de índice de qualidade de água IQA no período de 2009 e 2010, na microbacia do córrego do Coqueiro

dade no período chuvoso, exceto o ponto 1, mais próximo à nascente, que apresentou valores semelhantes aos períodos seco e chuvoso. Resultados semelhantes com redução nos valores de IQA no período chuvoso foram obtidos por diversos autores (Carvalho et al., 2000; Poletto & Carvalho, 2004; Pinheiro & Locatelli, 2006; Zanini et al., 2010).

O IQA analisado para toda a microbacia no ano de 2009 ficou entre o valor mínimo de 59 (qualidade boa) (Figura 8A) e máximo de 92 (qualidade ótima) (Figura 8B) e no ano de 2010 os valores ficaram entre 38 (qualidade aceitável) (Figura 8C) e 87 (qualidade ótima) (Figura 8D), mínimo e máximo, respectivamente.

Os valores médios de IQA na microbacia nos anos de 2009 e 2010 foram de 74 (Figura 8E) e 68 (Figura 8F), respectivamente; portanto, com perda de qualidade da água em uma microbacia de grande importância socioeconômica.

### Conclusões

Existe uma variação sazonal na qualidade de água haja visto que os maiores valores de IQA ocorreram no período seco e os menores no período chuvoso. No período avaliado houve redução nos valores de IQA com perda na qualidade

de água no ano de 2010, trazendo o alerta de que ações devem ser empreendidas para a preservação e melhoria da qualidade e disponibilidade da água na microbacia.

Os pontos de amostragem 1, 4 e 5 foram os que apresentaram os menores valores de IQA no período analisado e os pontos 3 e 4 apresentaram os maiores valores.

### Literatura Citada

- Almeida, M. A. B.; Schwarzbold, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.8, p.81-97, 2003.
- APHA - American Public Health Association; Water Work Association; Water Control Federation. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 20.ed. New York: United Book, 1998. 1298p.
- Andrade, E. M.; Palácio, H. A. Q.; Crisóstomo, L. A.; Souza, I. H.; Teixeira, A. S. Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará. *Revista Ciência Agrônômica*, v.36, p.135-142, 2005.
- Barboza, G. C.; Hernandez, F. B.T.; Franco, R. A. M. Análise dos riscos à sistemas de irrigação causados pela qualidade da água do córrego do Coqueiro - SP. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.5, p.24-36, 2011.



- Blume, K. K.; Macedo, J. C.; Meneguzzi, A.; Silva, L. B.; Quevedo, D. M.; Rodrigues, M. A. S. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biologia*, v.70, p.1185-1193, 2010.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n. 357 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, 2005, p.58-63.
- Brasil. Resolução CONAMA n° 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília-DF, 18 de junho de 1986, p.11-35.
- Brown, R. M.; McClelland, N. I. Up from chaos: the water quality index as an effective instrument in water quality management. Chelsea: National Sanitation Foundation. 1974. 27p.
- Cardoso, L. S.; Marques, D. M. L. M. Relações do índice de qualidade de água (IQA) com a variação temporal e espacial da comunidade zooplânctônica do Sistema Lagunar de Tramandaí (Litoral Norte do Rio Grande do Sul - RS Brasil). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.11, p.123-134, 2006.
- Carvalho, A. R.; Schlittler, F. H. M.; Tornisielo, W. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. *Química Nova*, v.23, p.618-622, 2000.
- Carvalho, C. F.; Ferreira, A. L.; Stapelfeldt, F. Qualidade das águas do ribeirão Ubá- MG. *Revista da Escola de Minas*, v.57, p.165-172, 2004.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2005. <http://www.cetesb.sp.gov.br>. 17 Nov. 2010.
- Cuelbas, L. P.; Carvalho, L. S. Avaliação da qualidade da água na microbacia do córrego Campestre no município de Lins (SP). *Holos Environment*, v.9, p.14, 2009.
- DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica. Outorgas. São Paulo: DAEE, 2010. <http://www.dae.sp.gov.br>. 12 Jul. 2011.
- Flauzino, F. S.; Silva, M. K. A.; Nishiyama, L.; Rosa, R. Geotecnologias aplicadas à gestão dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba no cerrado mineiro. *Sociedade & Natureza*, v.22, p.75-91, 2010.
- Franco, R. A. M. Indicadores ambientais e planejamento integrado dos recursos hídricos na microbacia do córrego do Coqueiro. Ilha Solteira: UNESP. 2012. 252p. Tese Doutorado
- Franco, R. A. M.; Hernandez, F. B. T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.772-780, 2009.
- Gravetter, F. J.; Wallnau, L. B. *Statistics for the behavioral sciences*. 2.ed. St. Paul: West Publishing, 1995. 429p.
- Hernandez, F. B. T.; Souza, S. A. V.; Zocoler, J. L.; Frizzone, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, Estado de São Paulo. *Engenharia Agrícola*, v.23, p.21-30, 2003.
- Junior Rodrigues, F.; Carvalho, L. S. Avaliação da qualidade das águas na microbacia hidrográfica dos córregos Gavanhery e Lambari no município de Getulina, SP. *Holos Environment*, v.10, p.180, 2010.
- Pinheiro, A.; Locatelli, N. D. Evoluções espaciais e temporais da qualidade das águas dos mananciais superficiais da bacia do Itajaí. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.11, p.71-77, 2006.
- Pinto, D. B. F.; Silva, A. M.; Mello, C. R.; Coelho, G. Qualidade da água no ribeirão Lavrinha na região alto rio Grande - MG, Brasil. *Revista Ciência Agro-tecnica*, v.33, p.1145-1152, 2009.
- Poleto, C.; Carvalho, L. S.; Tsunao, M. Avaliação da qualidade da água em uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). *Holos Environment*, v.10, p.95-109, 2010.
- Santos, G. O.; Hernandez, F. B. T.; Rosseti, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.4, p.142-149, 2010.
- SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Informações dos municípios paulistas. São Paulo: SEADE, 2010. <http://www.seade.sp.gov.br>. Jan. 2010.
- Silva, A. E. P.; Angelis, C. F.; Machado, L. A. T.; Waichaman, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazonica*, v.38, p.733-742, 2008.
- SIGRHI - Sistema de Informação para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE. 2011. <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/regnet.exe?lig=pdfp>>. 10 Jan. 2010.
- SPSS. SPSS for windows versions 17.0. <http://www.spss.com>. 10 Mar. 2010.
- Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M. Recursos hídricos no século XXI. São Paulo: Oficina de Texto. 2011. 327p.
- UNESP - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS. Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos - DEFERS. Área de Hidráulica e irrigação - AHI. Acesso à base diária: Marinópolis. <<http://clima.feis.unesp.br>>. 15 Jun 2011.
- Zanini, H. L. T.; Amaral, L. A.; Zanini, J. R.; Tavares, L. H. S. Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. *Engenharia Agrícola*, v.30, p.732-741, 2010.
- Zonta, J. H.; J. B. Zonta; Rodrigues, J. I. S.; Reis, E. F. Qualidade das águas do Rio Alegre, Espírito Santo. *Revista Ciência Agrônômica*, v.39, p.155-161, 2008.

