

**AVALIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL NO CÓRREGO DO CINTRA (BOTUCATU-SP)  
FRENTE AOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA – UM ESTUDO DE CASO**

**IVALDE BELLUTA<sup>1</sup>, ALAOR APARECIDO ALMEIDA <sup>2</sup>, JOSÉ CARLOS COELHO<sup>3</sup>, ARIANE BRUDER DO NASCIMENTO<sup>4</sup> & ASSUNTA MARIA MARQUES DA SILVA<sup>5</sup>**

**RESUMO:** Os objetivos do presente estudo foram: avaliar os impactos provocados pela descarga de efluente tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto – ETE (SABESP) em Botucatu – SP, no Córrego do Cintra (P<sub>2</sub>), detectando qualitativa e quantitativamente as possíveis fontes de contaminação pontual e difusa; propor medidas de conservação do solo nas suas várias aplicações e relacioná-los aos riscos à saúde humana e ao meio ambiente. As coletas de amostras de água foram bimensais durante os meses de Junho/2005 e Maio/2006, as quais, foram analisadas para determinação de parâmetros físico-químicos (pH e condutividade elétrica-CE) e defensivos agrícolas (carbamatos, piretróides, fosforados, clorados). O valor da CE no P<sub>2</sub> foi acima de 100µS.cm<sup>-1</sup>, o pH próximo da neutralidade no P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, alcalino no P<sub>4</sub> a P<sub>7</sub>, condições essas indicativas de ambiente impactado. Entre os defensivos agrícolas, os Piretróides foram encontrados com concentrações na ordem de 5,5 vezes o índice máximo permitido pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) em águas para consumo humano e a presença de clorados em várias coletas nos pontos 2, 4 e 8. Propostas de remediação ambiental com mecanismos corretivos nos principais focos geradores de poluição (P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>) devem ser viabilizados, tais como: recomposição da mata ciliar em áreas agrícolas e de pastagens, além da utilização de sistemas conservacionistas, como medidas para mitigar o escoamento de defensivos agrícolas e restabelecer a qualidade de água no Córrego do Cintra, para a dessedentação de animais e recreação nas cachoeiras (P<sub>8</sub>) sem causar danos à saúde dos frequentadores.

**Palavras-chave:** Microbacia, áreas agrícolas, antropogênico, mata ciliar, conservação do solo

---

<sup>1</sup> Departamento de Química e Bioquímica – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Botucatu – São Paulo. Distrito de Rubião Júnior, S/Nº, CEP: 18.618-000. E-mail: [ibelluta@fca.unesp.br](mailto:ibelluta@fca.unesp.br), Fone: (014) 3811-6255

<sup>2</sup> Centro de Assistência Toxicológica – CEATOX – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Botucatu – São Paulo. Distrito de Rubião Júnior, S/Nº, CEP: 18.618-000. E-mail: [alaor@ibb.unesp.br](mailto:alaor@ibb.unesp.br), Fone: (014) 3811-6034

<sup>3</sup> Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu – São Paulo. Rua José Aparecido Almeida, 1780, CEP: 18.610-307. E-mail: [jccoelho@fca.unesp.br](mailto:jccoelho@fca.unesp.br), Fone- Fax: (014) 3811-7266

<sup>4</sup> Departamento de Microbiologia e Imunologia – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – São Paulo. Distrito de Rubião Júnior, S/N, CEP: 18.618-000. E-mail: [arianeoli@yahoo.com.br](mailto:arianeoli@yahoo.com.br), Fone: (014) 38116058

<sup>5</sup> Departamento de Química e Bioquímica – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Botucatu – São Paulo. Distrito de Rubião Júnior, S/Nº, CEP: 18.618-000 E-mail: [ammsilva@ibb.unesp.br](mailto:ammsilva@ibb.unesp.br), Fone: (014) 3811-6255

## TEMPORAL AND SPATIAL EVALUATION OF CINTRA STREAM (BOTUCATU, SÃO PAULO STATE, BRAZIL) RELATIVE TO PESTICIDES AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF WATER QUALITY – A CASE STUDY

**SUMMARY:** *The objectives of this study were to evaluate the impacts caused by the discharge of effluent treated by the Wastewater Treatment Plant (WTP) - SABESP in Botucatu-SP at Cintra Stream (S<sub>2</sub>); qualitatively and quantitatively detect the possible local and diffuse contamination sources in Cintra Stream; and suggest soil conservation measures and their several applications correlated to environmental and human health risks. Samplings were done every two months from June/2005 to May/2006, which were analyzed for the determination of data on physicochemical parameters (pH and electrical conductivity – EC) and pesticides (carbamates, pyrethroids, phosphorates, chlorates). EC value was higher than 100 µS/cm at S<sub>2</sub>, and pH was close to normality at S<sub>1</sub> and S<sub>2</sub> and alkaline from S<sub>4</sub> to S<sub>7</sub> – conditions indicative of impacted environment. Among pesticides, pyrethroids were detected at concentrations of approximately 5.5-fold higher than the maximum index allowed by the Edict of the Ministry of Health (MH) in waters for human consumption, and chlorines were detected in several samplings at S<sub>2</sub>, S<sub>4</sub>, and S<sub>8</sub>. Proposals for environmental remediation using corrective mechanisms at the main pollution sources (S<sub>1</sub> and S<sub>2</sub>), including restoration of riparian forest in agricultural and pasture areas in addition to the use of conservation systems, can mitigate pesticide flow and reestablish water quality in Cintra Stream for animal consumption and recreation in waterfalls (S<sub>8</sub>) with no harm to the health of users.*

**Keywords:** *Microwatershed, agricultural areas, anthropic activity, riparian forest, soil conservation.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os defensivos agrícolas são utilizados na agricultura brasileira para o controle de diversos tipos de pragas e sua aplicação indiscriminada pelos agricultores pode resultar em graves problemas de contaminação do solo e da água, uma vez que os defensivos agrícolas são transferidos para a água (águas superficiais) principalmente, através dos processos de escoamento superficial (*runoff*) e lixiviação (águas subterrâneas).

As atividades agrícolas realizadas no Brasil são dependentes de defensivos agrícolas e demandam estudos do impacto desses produtos no ambiente. Seu uso no controle de pragas e doenças de diversos cultivos existentes nos estados brasileiros, colocam o país entre os maiores usuários desses produtos, con-

forme informações do Programa de análise de resíduos de defensivos agrícolas em alimentos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O Relatório desse programa, publicado em 2007, ressalta que o Brasil consumiu cerca de US\$ 5,4 bilhões desses produtos no ano anterior e aparece com o 2º maior consumidor (BRASIL, 2008). Já em 2008, a ANDEF (Associação Nacional de Defesa Vegetal), anuncia que o Brasil liderou o ranking mundial de consumo de agrotóxico de US\$ 7,1 bilhões, ante US\$ 6,6 bilhões do segundo colocado, os Estados Unidos (PACHECO, 2010).

Dentre os defensivos agrícolas, os clorados, são compostos sintéticos com proibição de uso pela Portaria nº 329 do Ministério da Agricultura - (BRASIL, 1985), devido seus efeitos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. Em ecossistemas aquáticos, os clorados são bioacumulados nos tecidos de espécies aquáticas por sua baixa hidrossolubilidade e em algumas espécies pode ocorrer também a biomagnificação que é a bioacumulação progressiva de substâncias persistentes que ocorrem ao longo da cadeia alimentar (BAIRD, 2002).

Os fosforados foram os primeiros a substituir os clorados por sua biodegradabilidade. Nos estudos de Das et al. (2005), os carbamatos e os fosforados não apresentam nenhum efeito residual no solo devido a rápida degradação microbiana dos resíduos e seus metabólitos. Os piretróides são compostos sintéticos de curta persistência no meio ambiente, alta atividade para insetos e baixa toxicidade para mamíferos e não há registro de acumulação em seres vivos (OVIEDO et al., 2003).

Segundo Pessoa et al. (2006) apud Guerra et al. (1999), as características próprias do local em que os produtos são aplicados possibilitam avaliar a tendência natural de transporte dos defensivos agrícolas, subsidiando informações imprescindíveis ao planejamento ambiental local. As avaliações dessas tendências devem priorizar aspectos que possibilitem visualizar sua interrelação com outros fatores do ambiente. Entre esses, citam-se os aspectos geológicos, pedológicos e de uso e ocupação de solos já existentes como essenciais para caracterizar, avaliar e efetuar prognósticos de áreas agrícolas. Como exemplo, Judová e Janský (2005) mostraram o efeito do uso indiscriminado de agrotóxicos em áreas rurais na República Tcheca (país membro da União Comum Européia). A diminuição do escoamento de águas superficiais com essas substâncias pode ser alcançada com a adoção de medidas apropriadas às condições do solo e à demanda da agricultura, bem como, com o controle de erosão através de plantio de floresta na mata ciliar, fazendo com que o escoamento de água com matéria orgânica não atinjam o leito do rio.

A preocupação com a contaminação de ambientes aquáticos aumenta, principalmente, quando a água é usada para o consumo humano. A Comunidade Econômica Européia estabeleceu 0,0001 mg.L<sup>-1</sup> a concentração máxima admissível de qualquer defensivo agrícola em águas destinadas para consumo humano (BRASIL, 2004). A Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos e a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceram níveis máximos para defensivos agrícolas individuais em água destinada ao consumo humano, baseados em estudos toxicológicos e epidemiológicos (DORES e FREIRE, 2001; OMS, 1995). No Brasil, a portaria nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONA-

MA (2005), estabelece limites máximos de contaminantes em águas dependendo do seu destino, sendo que, entre estes, estão alguns inseticidas fosforados, clorados e carbamatos. No entanto, estas legislações não contemplam a maioria dos defensivos agrícolas em uso atualmente, como por exemplo, os piretróides (CONTE,1999). A resolução nº 518 de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) é a única a estabelecer limites para piretróides na ordem de  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  em águas destinadas ao consumo humano.

O município de Botucatu está localizado na região centro-sul do Estado de São Paulo, a 230 km da capital. O Córrego do Cintra, afluente do Rio Tietê (SOUZA et al., 2003), nasce no Jardim Botânico, dentro do Campus da Unesp de Rubião Junior. O trecho entre a nascente (P<sub>1</sub>) até as cachoeiras (P<sub>8</sub>) localizadas no Parque Ecológico Pavuna, sofre influências do sistema de tratamento de esgoto por lagoas de estabilização (P<sub>2</sub>), provenientes da população do Distrito de Rubião Junior, das Unidades do Campus da Unesp e de áreas desprovidas de matas ciliares, com agricultura, pastos, pomares e dessedentação de animais (P<sub>3</sub> a P<sub>7</sub>).

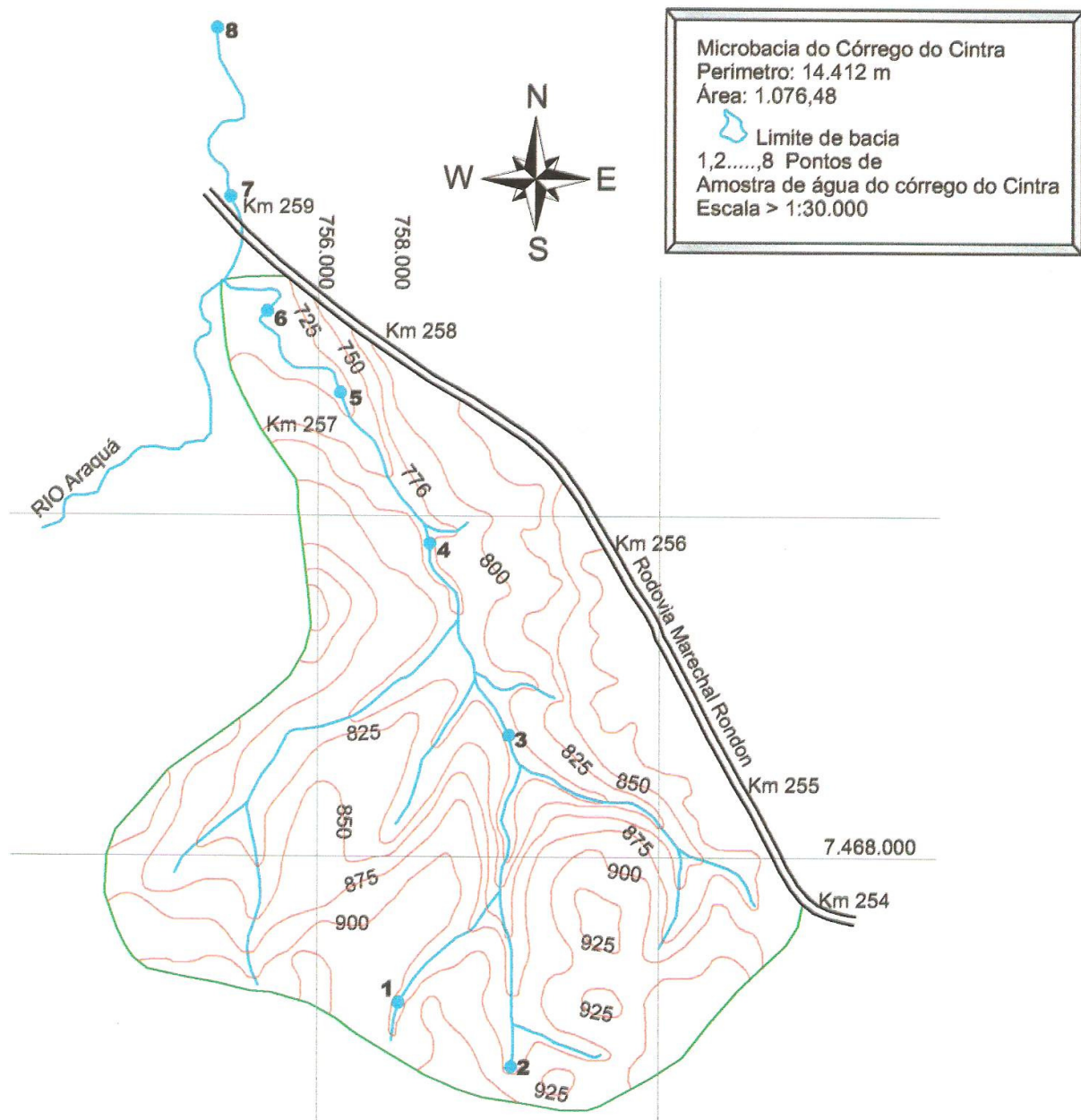
O Córrego do Cintra tem importante papel na vida da população ribeirinha, cujas águas são utilizadas pelos animais domésticos e para irrigação na agricultura familiar. O turismo local atrai grande quantidade de turistas de Botucatu e região nos finais de semana para recreação nas cachoeiras. Com a contaminação dessas águas, o córrego poderá contribuir para a eutrofização (aumento de nitrogênio e fósforo e conseqüente diminuição do oxigênio da água) do Rio Tietê além de causar sérios danos à flora e fauna aquática e à saúde das pessoas e animais que as utilizam.

Assim os objetivos do presente estudo foram: avaliar os impactos provocados pela descarga de efluente tratado (P<sub>2</sub>); detectar qualitativa e quantitativamente, as possíveis fontes de contaminação pontual e difusa no Córrego do Cintra; propor medidas de conservação do solo nas suas várias aplicações e relacioná-los aos riscos à saúde humana e ao meio ambiente em termos de potabilidade, lazer, uso e ocupação do solo desta microbacia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Química e Bioquímica e as análises de defensivos agrícolas no Laboratório de Toxicologia da Unidade Auxiliar do Centro de Assistência Toxicológica (CEATOX), ambos localizados no Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, UNESP Campus de Botucatu.

Foi analisada estrategicamente a água de 8 pontos diferentes ao longo do Córrego do Cintra, sendo que 6 pontos de coleta (P<sub>1</sub> e P<sub>6</sub>) estão dentro da microbacia do Córrego do Cintra e 2 pontos (P<sub>7</sub> e P<sub>8</sub>) estão a jusante da foz (Figura 1).



**Figura 1** – Microbacia do Córrego do Cintra

Os critérios para a escolha destes pontos foram as contribuições das sub-bacias de drenagem dos principais afluentes no Córrego do Cintra, em relação às ações antrópicas da população urbana e/ou rural, além de suas condições físicas e facilidade de acesso (Tabela 1).

**Tabela 1** - Descrição dos pontos de coletas na região estudada.

| <b>Locais</b>  | <b>Localização</b>                           | <b>Distância da nascente (m)</b> | <b>Altitude (m)</b> | <b>Área natural</b> | <b>Área de plantio</b> | <b>Conservação do solo</b>         |
|----------------|--|----------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------------------|
| P <sub>1</sub> | A jusante da nascente                        | 225                              | 851                 | Ausente             | Jardinagem             | Ausente                            |
| P <sub>2</sub> | A jusante da lagoa de estabilização          | 616                              | 832                 | Ausente             | Reflorestamento        | Terraçamento                       |
| P <sub>3</sub> | A montante do bairro Vista Alegre            | 2.061                            | 785                 | Presente            | Agricultura e pomares  | Plantio em nível                   |
| P <sub>4</sub> | A jusante do Bairro Vista Alegre             | 3.305                            | 763                 | Ausente             | Agricultura e Pastagem | Terraçamento                       |
| P <sub>5</sub> | Loteamento Boa Esperança                     | 4327                             | 757                 | Ausente             | Agricultura e Pastagem | Terraçamento                       |
| P <sub>6</sub> | Próximo a Rod. Marechal. Rondon km 258       | 5102                             | 741                 | Ausente             | Agricultura e Pastagem | Terraceamento, Canais escoadouros. |
| P <sub>7</sub> | Próximo a Rod. Marechal Rondon km 259        | 6098                             | 734                 | Ausente             | Agricultura e Pastagem | Terraceamento, Canais escoadouros  |
| P <sub>8</sub> | Área de Proteção Ambiental (APA) Médio Tietê | 7.280                            | 616                 | Presente            | Ausente                | Mata exuberante                    |

Os pontos 2, 4 e 8 foram escolhidos para a análise de defensivos agrícolas, de acordo com a área de influência. O P<sub>2</sub> foi escolhido devido à presença de efluente tratado da ETE-SABESP e ao possível uso das substâncias no controle de pragas, nas dependências do Campus e no seu entorno; o P<sub>4</sub> devido à proximidade (a jusante) do bairro Vista Alegre, presença de áreas cultivadas no seu entorno e ausência de mata ciliar; o P<sub>8</sub>, apesar de ser área de APA (Área de Proteção Ambiental), criada pelo Decreto estadual nº 20.960, de 8 de Junho de 1983 (BRASIL, 1983), pode ter influência das áreas agropastoris localizadas a montante (Figura 1).

A área da Microbacia Hidrográfica do Córrego do Cintra compreende o total de 1.076,48 hectares, sendo que, a área de pastagem ocupa a maior parte da microbacia, seguido de mata ciliar (Tabela 2). Importantes culturas de subsistência são realizadas nesta região como pequenas lavouras de hortaliças, milho, pomares e plantações de eucalipto, cana-de-açúcar, mandioca e alfafa. Os P<sub>7</sub> e P<sub>8</sub> estão localizadas em áreas adjacentes à microbacia do Córrego do Cintra e inseridos no Perímetro Botucatu que envolve a área localizada na Serra de Botucatu, no reverso da Cuesta Basáltica entre os Rios Tietê e Paranapanema (BRASIL, 1983)

**Tabela 2** - Descrição da Ocupação do Solo e medidas das áreas ocupadas na região estudada.

| OCUPAÇÃO DO SOLO    | ÁREA DE OCUPAÇÃO (Ha) | (%)   |
|---------------------|-----------------------|-------|
| Pastagem            | 586,1383              | 54,45 |
| Mata ciliar         | 155,6534              | 14,46 |
| Lavouras            | 142,24                | 13,21 |
| Área urbanizada I   | 94,3068               | 8,76  |
| Área urbanizada II  | 41,4989               | 3,86  |
| Reflorestamento     | 39,021                | 3,62  |
| Área urbanizada III | 17,6216               | 1,64  |
|                     |                       |       |

Dados obtidos através do Sistema de Planimetria Digitalizada (SILVA et al., 1993).

As coletas foram realizadas por um período de 12 meses (de Junho/2005 a Maio/2006), com periodicidade bimestral. Cada coleta foi realizada com pelo menos 5 dias de estiagem visando eliminar o efeito de diluição e não comprometer a condição natural do ambiente.

As determinações dos parâmetros Físico-Químicos de qualidade de água foram realizadas de acordo com a metodologia de Golterman et al. (1991) e Greenberg et al. (2005). A medida do pH, foi realizada através do uso de um pHmetro Quimis (Quimis Aparelhos Científicos Ltda), modelo Q 400 M2 com eletrodo de vidro combinado. A Condutividade Elétrica (CE), cuja unidade é  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (micro Siemens por centímetro), foi determinada utilizando um condutivímetro Digimed (Digimed: Instrumentos de Laboratórios).

As amostras de água para análise de defensivos agrícolas foram coletadas em vidro âmbar com capacidade de 1L a profundidade de 30 a 40 cm. As amostras foram devidamente identificadas e mantidas a 4°C. Após as coletas, as amostras eram armazenadas em caixas de isopor contendo gelo e encaminhadas ao laboratório onde seriam analisadas.

Para as análises qualitativas dos defensivos agrícolas (Carbamatos, fosforados e clorados) nas amostras de água do Córrego do Cintra, foi utilizada a Técnica Cromatográfica – CCD (sílica gel G). Para a técnica CCD, utilizou-se cromatoplaças na fase estacionária de sílica gel G, ativada a 110°C e fase móvel n-hexano/éter etílico, com soluções padrão de inseticidas clorados - Aldrin, DDT, Dieldrin e  $\delta$ HCH e revelador Rodamina  $\beta$  (sol. 0,25% etanol). Para os padrões de fosforados – Diazinon, Malation e Clorpirifos, foi usado como revelador o cloreto de paládio. Os padrões para carbamatos foram: Carbofuran, Aldicarb e Carbaril, e como revelador também foi utilizado o cloreto de paládio ou Rodamina  $\beta$  e posterior nebulização com  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a 10% (MORAES et al., 1991; BRITO FILHO, 1983).

A análise dos inseticidas Piretróides foi determinada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), em cromatógrafo mod. CG 480 C (CG Analítica Ltda) com detector ultravioleta ( $\lambda = 266$ ).

A presença de piretróides nas amostras foi comparada às curvas padrão dos princípios ativos - Cipermetrina e Deltametrina. As medidas quantitativas foram determinadas pela técnica padrão e pelas medidas de áreas dos picos dos cromatogramas (BISSACOT; VASSILIEF, 1997). Com o objetivo de verificar o comportamento das variáveis físico-químicas (CE e pH) nos locais, foram realizadas análises de variância seguidas do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância e os gráficos apresentam o sumário dos dados obtidos na forma de caixas e sua dispersão e assimetria são do tipo Box-Whisker-plot (ZAR, 1999).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o tratamento estatístico por pontos (Tabela 3), os valores médios de pH diferiram significativamente nas 6 coletas realizadas nos pontos 1 e 2 (7,1 e 6,9) com relação aos demais pontos. Da mesma forma, o Boxplot (Figura 2) ilustra o comportamento desta variável, cuja mediana apresenta caráter neutro e difere dos demais valores médios de pH. Isto ocorre possivelmente, devido a maior concentração de matéria orgânica em decomposição nestes pontos. Segundo Nuvolari et al., 2003, a degradação da matéria orgânica no corpo d'água promove a geração de  $\text{CO}_2$  e formação de ácido carbônico, alterando o pH do meio.

Os pontos localizados nas áreas entre  $P_3$  e  $P_7$  apresentaram valores médios de pH que variaram de 7,7 a 7,8 não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 3), devido a reações químicas alcalinas que ocorrem no percurso do córrego, possivelmente por apresentar nestas áreas influência agrícola e pastagem.

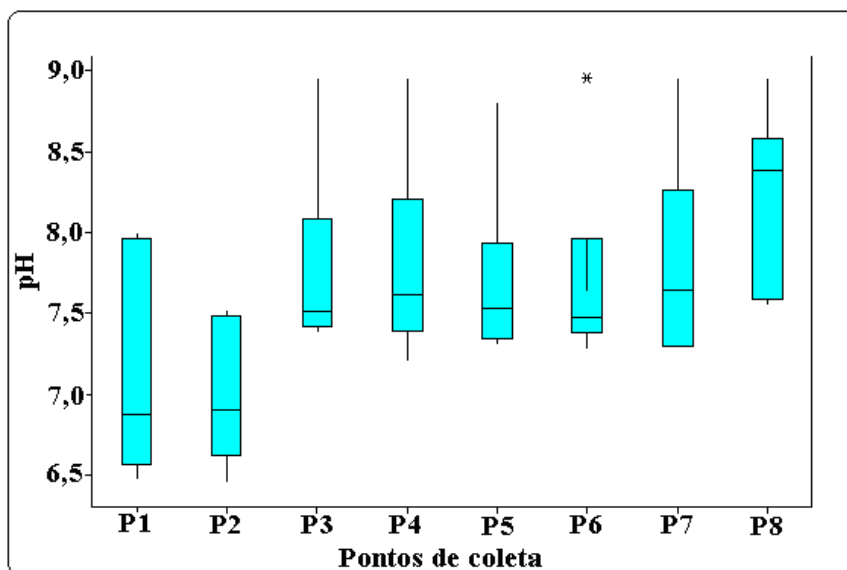


**Tabela 3** - Resultados do Teste de Tukey para as variáveis: pH e Condutividade Elétrica

|    | Variáveis      |                 |                 |                  |                 |                |                |                |        |
|----|----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
|    | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub>  | P <sub>3</sub>  | P <sub>4</sub>   | P <sub>5</sub>  | P <sub>6</sub> | P <sub>7</sub> | P <sub>8</sub> | v. "P" |
| pH | 7,1±0,7<br>B   | 6,9±0,4<br>B    | 7,8±0,6<br>AB   | 7,8±0,6<br>AB    | 7,7±0,6<br>AB   | 7,7±0,6<br>AB  | 7,8±0,6<br>AB  | 8,2±0,5<br>A   | 0,021  |
| CE | 78,2±40,4<br>C | 175,6±37,2<br>A | 121,4±10,5<br>B | 101,9±14,8<br>BC | 94,1±10,8<br>BC | 86,4±4,8<br>BC | 80,6±2,8<br>C  | 77,9±3,2<br>C  | <0,001 |

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

É observada também na Tabela 3, a média anual do pH alcalino no P<sub>8</sub> (8,2) cuja variação foi significativa e que, apesar de não variar estatisticamente, ocorreu uma variação significativa observado no Boxplot (Figura 2). O local das coletas, neste ponto, está localizado na base da cachoeira, com repesamento de água (ambiente lântico), onde possivelmente acumulam espécies alcalinas carregadas ao longo do córrego, principalmente originadas de áreas agricultáveis (calagem, defensivos agrícolas e outros agroquímicos) localizadas a montante dos pontos 4 e 7.

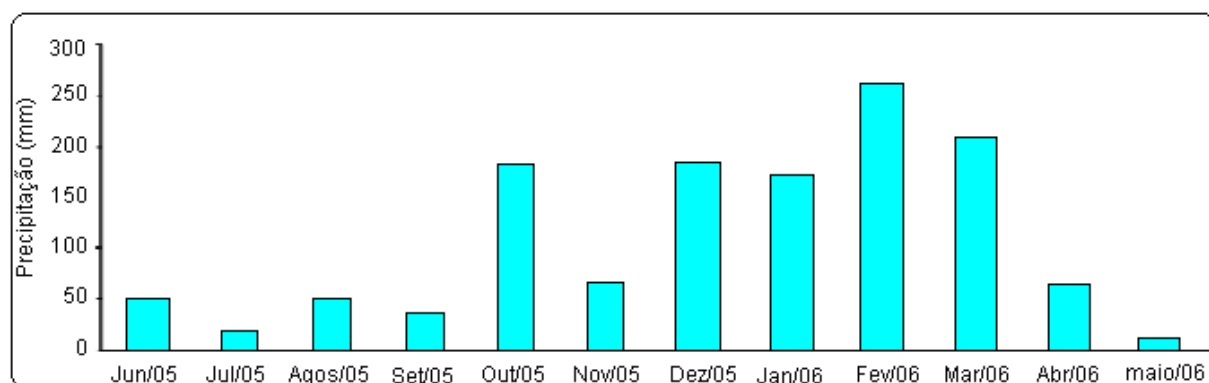
**Figura 2** - Medidas do pH da nascente à foz na região estudada.

Observa-se na Figura 2 as variações de pH ocorridas ao longo do córrego e uma medida discrepante (P<sub>6</sub>) em relação ao comportamento dos demais valores (*outlier*).

Um outro aspecto a ser considerado é a localização do P<sub>8</sub> por ser uma região diferenciada e apresentar mata exuberante, considerada APA (Tabela 1). Neste ponto, o aumento do pH pode ter ocorrido devido a localização na Cuesta Basáltica (APA), onde o córrego encontra-se correndo sobre lajedos de

basaltos. Segundo Araujo et al. (2002), o solo original no município de Botucatu é o basalto metáfiro e provavelmente diabásico (eruptivas basálticas), mas Segundo Leinz e Amaral (1980), os termos ácidos, básicos ou neutro das rochas, nada tem a ver com os respectivos caracteres químicos. Por outro lado, Press et al. (2006), afirmam que as rochas sofrem um processo muito lento de intemperismo químico ou alteração química seguida de intemperismo físico, cujas partículas formadas devido a desagregação mecânica tornam o ambiente alterado quimicamente. Nas rochas basálticas, por exemplo, os silicatos presentes são meteorizados na presença de água por hidrólise, tornando-se mais alcalinos.

Os dados Pluviométricos obtidos no período de estudo são representados na Figura 3, onde se pode observar que os totais de Outubro e Dezembro/2005 e de Janeiro, Fevereiro e Março de 2006 superaram 150 mm de chuva. Apesar dos dados pluviométricos, os resultados dos parâmetros medidos não foram influenciados significativamente mesmo nos períodos de elevado índice (Out/05 a Mar/06) devido ao período de 5 dias de estiagem que antecederam as coletas.



**Figura 3** - Índice pluviométrico. Dados do Depto. R. Naturais/C. Ambientais - FCA UNESP - Botucatu.

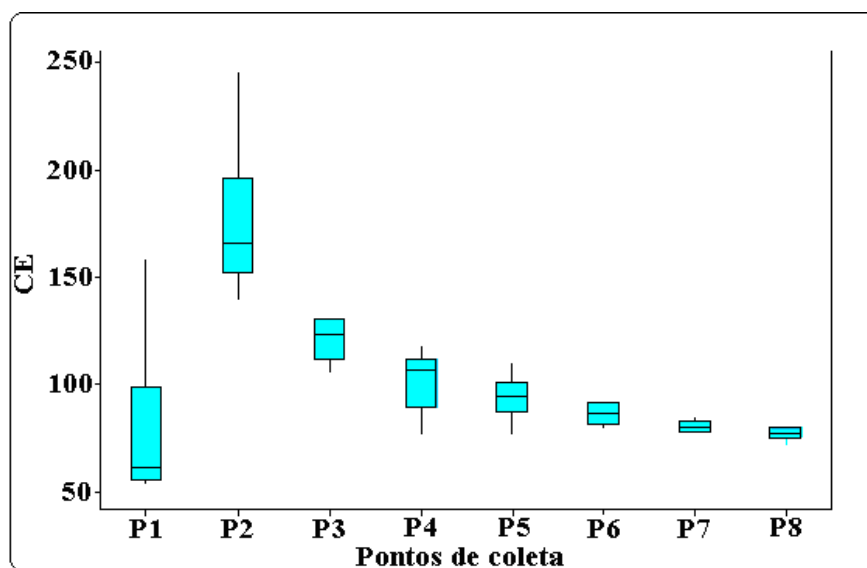
Marques et al. (2007) observaram a diminuição do pH e a presença de defensivos nas amostras de água de escoamento superficial na Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira, SP, em períodos chuvosos com a pluviosidade superior a 300 mm, demonstrando o efeito da lixiviação de defensivos agrícolas. No caso de água de irrigação, Bassoi (2005) afirma que a água que esco desse processo também tem qualidade inferior àquela captada, haja visto que o carreamento de solo, de fertilizantes e defensivos agrícolas, altera a qualidade da água do manancial. A pluviosidade também ocasiona provável efeito de diluição dos ácidos orgânicos liberados pelo trecho do solo alagadiço para dentro do ribeirão (CARVALHO et al. 2000; MORETO; NOGUEIRA, 2003). Contudo, no presente estudo, os índices pluviométricos foram inferiores a 262,7 mm de chuva e, apesar da variação do pH no córrego, as medidas não excederam os limites entre 6 e 9, estabelecidos pela Resolução nº 357 do CONAMA (2005).

A CE pode ser relacionada com o índice pluviométrico. Em períodos de baixo índice de pluviosidade ocorreu aumento nas concentrações de sais e nos períodos de maior ocorrência de chuvas ocorreu efeito de diluição destes no corpo de água (CETESB, 2007a). Psilovikos et al. (2006) verificaram que,

normalmente, os baixos valores da CE coincidiram com os elevados níveis de água do rio Nestos (Bulgária), devido ao efeito de diluição.

Observou-se, no presente estudo, que a partir do P<sub>2</sub> (ETE – SABESP) a CE tende a diminuir gradativamente, devido à entrada das águas de rios tributários a montante (Figura 1) e que somente nos pontos 2 a 4 (Tabela 3), os valores médios anuais de CE superaram 100  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ , valor esse indicativo de ambiente impactado (CETESB, 2007b). Estudos realizados por Gralhóz e Nogueira (2006), no mesmo córrego, mostraram que a CE reduziu drasticamente no sentido nascente-foz em 2000, após a implantação da ETE-SABESP. Observou-se também neste estudo que tanto no 1º quanto no 2º período, no inverno (baixa pluviosidade) a CE se elevou consideravelmente e no verão ocorreu o inverso, devido ao efeito de diluição dos sais dissolvidos.

A Figura 4 ilustra as características de cada ponto de coleta frente os resultados apresentados na Tabela 3. É observado claramente o efeito de diluição dos sais dissolvidos, gerados pela mineralização da matéria orgânica presente nos pontos 1 e 2 com suas respectivas diminuições graduais à medida que se afastam desses focos de contaminação.



**Figura 4** – Medidas da Condutividade elétrica ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) da nascente à foz na região estudada.

Na Tabela 3, o P<sub>2</sub> apresentou a maior média (175,6  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ), o que representa sério comprometimento na qualidade de água. No âmbito geral, com exceção dos pontos 2 e 3, houve uma aparente similaridade para a CE em todos os pontos, pois não variaram estatisticamente. O P<sub>3</sub> teve média inferior ao P<sub>2</sub>, porém, ainda considerada elevada, e diferiu também dos pontos seguintes; à medida que se distanciaram desse ponto, os rios tributários situados a montante (Figura 1), contribuíram para o efeito de diluição da carga orgânica e, conseqüentemente, para a redução dos valores. Os pontos 1, 5, 6, 7 e 8 foram os que apresentaram as menores médias.

Paumgarten (1993) e Peres e Moreira (2007) avaliaram riscos e estimaram a probabilidade que os defensivos agrícolas têm de produzir efeitos adversos no indivíduo em condições particulares de exposição. O processo fornece dados para decisões e ações no sentido de reduzir ou eliminar os riscos e consistem em identificação do perigo, avaliação da exposição, avaliação dose-resposta e caracterização do risco. No Córrego do Cintra, estes compostos foram analisados nos pontos 2, 4 e 8, estrategicamente escolhidos em função das áreas de influência no seu entorno, para avaliar os possíveis riscos à saúde e promover ações para minimizar seus efeitos.

A distribuição das várias culturas mostradas na Tabela 2, influenciou sensivelmente nos resultados encontrados no presente estudo, pois os defensivos agrícolas estavam presentes nestas áreas. Como resultados das análises realizadas, as amostras coletadas em P<sub>2</sub> (Tabela 4) foram detectados clorados nas duas primeiras coletas (Jun/05 e Set/05) e Piretróides (Cipermetrina) somente na última coleta (Maio/2006) com teor de 0,001mg.L<sup>-1</sup>. Nestas coletas, o índice pluviométrico (Figura 3) foi de 51,2 mm, 35,1 mm e 8,7 mm de chuva, respectivamente, e mesmo com estes baixos valores totais de chuva, os defensivos agrícolas foram detectados. A detecção desses compostos em P<sub>2</sub> pode ter ocorrido em função da grande área de abrangência no seu entorno. Dentre eles, o Distrito de Rubião Junior que possui uma população de 3.420 habitantes, segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2008), onde o uso de Piretróides, por exemplo, é muito comum como repelente de insetos em domicílios, podendo ser destinado de forma inadequada juntamente com o esgoto gerado e destinado às lagoas de tratamento biológico. Nas áreas adjacentes ao Campus da Unesp e em áreas situadas à jusante da estação de tratamento biológico, existem áreas de agricultura onde, provavelmente, é utilizado defensivos agrícolas. Já no Campus da Unesp, as empresas prestadoras de serviços ou os próprios servidores obedecem a portaria nº 9 do Centro de Vigilância Sanitária - CVS (2008), devidamente registrados no Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), para o controle de insetos, roedores e de outros animais nocivos à saúde no interior de instalações, em edifícios públicos ou coletivos, etc., bem como a manipulação e aplicação de desinfetantes domissanitários (inseticidas, rodenticidas e repelentes).

**Tabela 4** - Determinações de defensivos agrícolas realizadas nas 6 coletas no P<sub>2</sub>

| Perímetro | clorados          | fosforados        | Carbamatos        | Piretróides                          |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Data      | Teste Qualitativo | Teste Qualitativo | Teste Qualitativo | Teste Quantitativo                   |
| Jun/05    | Positivo          | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |
| Set/05    | Positivo          | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |
| Nov/05    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |
| Jan/06    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |
| Mar/06    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |
| Maio/06   | N.D.              | N.D.              | N.D.              | 0,001mg.L <sup>-1</sup> Cipermetrina |

No P<sub>4</sub> (Tabela 5), assim como no P<sub>2</sub>, os clorados foram detectados nas mesmas datas de coleta (Jun/06 e Set/05) e, considerando serem extremamente persistentes e de difícil degradabilidade, podem ser encontrados no meio ambiente e estar presentes no sistema de tratamento biológicos por lagoas, sendo gradualmente liberados para o Córrego do Cintra. Assim, os clorados detectados (P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub> e P<sub>8</sub>), podem ser devido apenas ao uso antes da sua proibição (BRASIL, 1985). Além disso, a Resolução nº 357 do CONAMA (2005) apresenta limites máximo permitido para estes compostos, sendo assim, não é proibido por lei a sua detecção em águas brutas.

Os Piretróides (Cipermetrina e Deltametrina) no P<sub>4</sub>, foram encontrados em teores que variaram de 0,003 a 0,11mg.L<sup>-1</sup> (Jun., Set. e Nov/05). Novamente, verificou-se baixa pluviosidade, na ordem de 51,2 mm, 35,1 mm e 63,8 mm de chuva, neste período (Figura 3). Neste caso, considerando as características dos locais em termos de uso e ocupação do solo e a localização a jusante do bairro Vista Alegre (Tabela 1), estão presentes áreas de diversas culturas como hortaliças, cana-de-açúcar, alfafa, milho e pomares. Com a baixa pluviosidade mensal, infere-se que neste ponto ocorreram possíveis pontos de irrigação, em áreas de plantio nas proximidades do córrego, levando à contaminação de suas águas por esses compostos.

**Tabela 5** - Determinações de defensivos agrícolas realizadas nas 6 coletas no P<sub>4</sub>

| Parâmetros | clorados          | fosforados        | Carbamatos        | Piretróides                          |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Data       | Teste Qualitativo | Teste Qualitativo | Teste Qualitativo | Teste Quantitativo                   |
| Jun/05     | Positivo          | N.D.              | N.D.              | 0,003mg.L <sup>-1</sup> Cipermetrina |
| Set/05     | Positivo          | N.D.              | N.D.              | 0,11mg.L <sup>-1</sup> Cipermetrina  |
| Nov/05     | N.D.              | N.D.              | N.D.              | 0,004mg.L <sup>-1</sup> Deltametrina |
| Jan/06     | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |
| Mar/06     | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |
| Mai/06     | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.                                 |

Já para o P<sub>8</sub> (Tabela 6), detectou-se somente a presença de defensivo agrícola clorado em nov/2005, sendo que sua presença seria justificada pelas áreas desflorestadas a montante nos pontos 5, 6 e 7 com atividade agropastoril. O P<sub>8</sub> está inserido em Área de Proteção Ambiental (APA) (Tabela 1), com exuberante vegetação e acesso restrito no seu entorno, com pouca possibilidade de contaminação no local. A precipitação no período também se apresentou baixa, com 63,8 mm de chuva, permitindo inferir também a irrigação e o escoamento das águas no córrego (Figura 3).

**Tabela 6** - Determinações de defensivos agrícolas realizadas nas 6 coletas no P<sub>8</sub>

| Parâmetro | clorados          | fosforados        | Carbamatos        | Piretróides        |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Data      | Teste Qualitativo | Teste Qualitativo | Teste Qualitativo | Teste Quantitativo |
| Jun/05    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.               |
| Set/05    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.               |
| Nov/05    | Positivo          | N.D.              | N.D.              | N.D.               |
| Jan/06    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.               |
| Mar/06    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.               |
| Mai/06    | N.D.              | N.D.              | N.D.              | N.D.               |

A pluviosidade baixa nos períodos de coleta, no presente estudo, é diferente dos estudos de Marques et al. (2007) que observaram, em períodos de chuva, a tendência de aumento das concentrações de defensivos agrícolas em rios, devido à maior lixiviação do solo pelas águas pluviais. Segundo Celeste e Cárceres (1988), em geral nas áreas agricultáveis com presença de rios, fatores como o tamanho da partícula do sedimento e a porcentagem de matéria orgânica apresentam influência direta na concentração de compostos agrícolas. Nos córregos e ribeirões, os sedimentos são constantemente “lavados” e o processo de sedimentação é menor, enquanto em lagos ou reservatórios esse processo é mais favorecido. Dependendo das características físico-químicas, o resíduo destes compostos pode tanto se ligar ao material particulado em suspensão, como se depositar no sedimento de fundo ou ser absorvido por organismos, podendo ainda serem acumulados (TOMITA e BEYRUTH, 2002).

A Resolução nº 357 do CONAMA (2005) não estabelece limites máximos permitidos para os piretróides em águas de rios, mas a Portaria nº 518 do MS (BRASIL, 2004) apresenta limite de 0,020mg.L<sup>-1</sup> para as águas de consumo humano. Para efeito de comparação dos resultados obtidos, as concentrações dos Piretróides nos pontos estudados variaram de 0,001 a 0,11mg.L<sup>-1</sup>, ou seja, 5,5 vezes mais elevadas em águas do Córrego do Cintra, comparando-o com o índice para as águas de consumo humano.

Gaspar et al. (2005) avaliaram o risco de defensivos agrícolas aplicados no município de Arari (MA). Através de análise qualitativa, detectaram a presença de resíduos de Piretróides e clorados em cerca de 20% das amostras de águas superficiais analisadas e, embora o método de detecção empregado tenha sido qualitativo, causou grande preocupação. Nos estudos de Veiga et al. (2006), 70% das 135 amostras coletadas apresentaram contaminação por fosforados e carbamatos em águas superficiais e subterrâneas, o que colocaria a saúde da população local em risco.

No presente estudo, entre todos os defensivos agrícolas, somente clorados (qualitativo) e piretróides (quantitativo) foram detectados. Segundo a CETESB (2007b), os fosforados, além de apresentarem

vida curta no ambiente, são muito difíceis de serem detectados na água. Já os carbamatos possuem rápida degradação, dependendo das condições físicas e microbiológicas do meio ambiente (PARREIRA et al., 2001). Além dos focos de contaminação por esgoto detectados no P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, identificados pelos parâmetros físico-químicos, os defensivos agrícolas detectados nos P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub> e P<sub>8</sub> sofreram influências da agricultura local (hortaliças, pomares, milho, mandioca, cana-de açúcar), cujos defensivos agrícolas mais utilizados são o malation (organofosforado) e o deltametrina (piretróide). Como o objetivo do estudo foi localizar o foco de contaminação e detectar presença destes compostos na água do córrego, um futuro estudo poderá ser realizado com a finalidade de detectar os mesmos e outros compostos quantitativamente, além de identificar as fontes de contaminação no Córrego do Cintra.

#### 4 CONCLUSÕES

Os parâmetros de qualidade de água analisados no presente estudo revelam alterações de origem antrópica no Córrego do Cintra. Dentre as mais representativas podemos citar:

- A jusante da Estação de Tratamento de Esgoto (P<sub>2</sub>), apresentou médias anuais superiores a 100µScm<sup>-1</sup> para a CE, valor esse indicativo de ambiente impactado;
- O pH da água nos pontos 1 e 2 estava próximo da neutralidade caracterizando presença de esgoto e nos pontos 3 a 7, elevou-se gradativamente, denotando a presença de espécies alcalinas (Calagem, defensivos agrícolas e outros agroquímicos) oriundas de áreas agrícolas ou até mesmo influência do tipo de solo (basalto);
- Apesar da proibição do uso de clorados no Brasil desde 1985, foram detectados clorados nos pontos 2, 4 e 8 em várias coletas. Isso ocorreu devido à persistência do produto no meio ambiente agrícola e, através do escoamento superficial, atingiu o sistema ETE (SABESP) e o córrego;
- Foram encontrados no P<sub>4</sub> concentrações de piretróides na ordem de 5,5 vezes mais elevados comparados aos valores máximos permitidos para água potável pelo Ministério da Saúde. Devido a fácil degradabilidade e eficiência como defensivo agrícola e repelentes de insetos, os piretróides são utilizados com muita frequência no meio agrícola e pelos ribeirinhos.

Assim, os pontos considerados críticos foram identificados no presente estudo e medidas para minimizar o impacto no Córrego do Cintra são necessários. Portanto, a reintegração do efluente bruto no sistema tronco da ETE no P<sub>1</sub> e o maior rigor no monitoramento dos efluentes tratados (P<sub>2</sub>) são extremamente necessários para diminuir seus efeitos no córrego. Para as fontes difusas (P<sub>3</sub> a P<sub>7</sub>), a utilização de práticas mecânicas e vegetativas, como a recomposição da mata ciliar na extensão do córrego, reflorestamento, terraços em nível para conter possíveis erosões, uso e ocupação do solo com educação continuada

junto aos agricultores, através da implantação de sistema agroecológico e estímulo à práticas conservacionistas implicarão na melhor qualidade da água do córrego para toda a população ribeirinha, para a dessedentação de animais e recreação nas cachoeiras (P<sub>8</sub>), sem causar danos à saúde dos frequentadores.

## 5 REFERÊNCIAS

ARAÚJO JUNIOR, A. A. et al. Diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do Rio Capivara – Botucatu (SP), visando o uso racional do solo. **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 2. 106 – 121, 2002.

BASSOI, K. L. Poluição das águas. In: PHILIPPI JÚNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F. **Educação ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: Manole, 2005. cap. 7, p. 175-194.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.

BISSACOT, D. Z.; VASSILIEFF, H. P. L. C. Determination of flumethrin, deltamethrin, cypermethrin, and cyhalothrin residues in the milk and blood of lactating dairy cows. **Journal of Analytical Toxicology**, Gainesville, v. 21, p. 398-405, 1997.

BRASIL. Decreto 20.960, de 8 de junho de 1983. Declara área de proteção ambiental a regiões situadas em diversos municípios, dentre os quais Corumbataí, Botucatu e Tejupá. **Diário Oficial da União**, São Paulo, 8 jul. 1983. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/20960.htm>>. Acesso em: 18 març. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Proíbe, em todo território nacional, a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos agrotóxicos organoclorados, destinados à agropecuária, dentre outros. Portaria do Ministério da Agricultura n. 329, de 2 de setembro de 1985. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 3 set. 1985. Disponível em <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/329\\_85.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/329_85.htm)>. Acesso em: 30 Jul. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 25 Març. 2004. Disponível em: <<http://www.agrolab.com.br/agua.htm#LEGISLAÇÃO>>. Acesso em 15 mar. 2009.



BRASIL. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Programa de análise de resíduos agrotóxicos em alimentos – PARA. Relatório de atividades de 2001 – 2007. Brasília DF, 2008. Disponível. <<http://www.portal.anvisa.gov.br.htm>>. Acesso em 17 mar. 2010.

BRITO FILHO, D. Praguicidas: organoclorados, organofosforados e carbamatos. In: \_\_\_\_\_. **Toxicologia humana**. Curitiba: Itaipu, 1983. p. 241-291.

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

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de afluentes e dá outras providências. Resolução CONAMA n. 357, de 17 março de 2005. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 18 març. 2005 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acesso em 23 Dez. 2009.

CELESTE, M. F.; CÁCERES, O. Resíduos de praguicidas organoclorados no sedimento da represa do Ribeirão do Lobo (broa) – São Carlos, SP. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 40, n. 9, p. 900-905, 1988.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Variáveis de qualidade de água**. São Paulo, 2007a. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 3 fev. 2007.

\_\_\_\_\_. **Significado sanitário**: parâmetros de qualidade. São Paulo, 2007b. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/parametros.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2007.

CONTE, M. L. **Aspectos quantitativos e qualitativos das águas da Bacia Experimental do Rio Pardo, região de Botucatu, SP**. 1999. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura)– Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

CENTRO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Norma técnica para empresas prestadoras de serviço em controle de vetores e pragas urbanas**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.asseio.com.br/asseio/legislacao/asp>>. Acesso em 22 ago 2009.

DAS, A. C. et al. Comparative study on the dissipation and microbial metabolism of organophosphate and carbamate insecticides in orchaqualf and fluvaquent soils of West Bengal. **Chemosphere**, Oxford, v. 58, p. 579-584, 2005.

DORES, E. F. G. C, FREIRE, E. M. D. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas: estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso: análise preliminar. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 27-36, 2001.

GASPAR, S. M. F. S. et al. Avaliação de risco de pesticidas aplicadas no município de Arari, Maranhão, Brasil: base para programa de controle ambiental do Rio Mearim. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 15, p. 43-54, 2005.

GRALHÓZ, G.; NOGUEIRA, M. G. **Eutrofização e contaminação crônica de um riacho de Cuesta (Córrego do Cintra) e avaliação do sistema de tratamento de esgotos**. Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle. São Carlos: Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental; Academia Brasileira de Ciências; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2006. p. 119-140.

GOLTERMAN, H. L; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 3rd ed. Oxford: Blackwell Scientific, 1991. 2178 p.

GREENBERG, A. E. et al. (Eds.). **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington, DC: American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 2005. 1368 p.

GUERRA A. J. T.; SILVA A. S; BOTELHO R. G. M.(Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população**. Rio de Janeiro, ano. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/contagem2007/default.shtm>>. Acesso em: 21 ago. 2008.

JUDOVÁ, P.; JANSKÝ, B. Water quality in rural areas of the Czech Republic: key study Slapanka River catchment. **Limnologia**, Jena, v. 35, p. 160-168, 2005.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. São Paulo: Nacional, 1980. 397 p.

MARQUES, M. N.; COTRIM, B. M.; PIRES, M. A. F. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1171-1178, 2007.

MORAES, E. C. F. et al. Inseticidas organoclorados. In: \_\_\_\_\_. **Manual de toxicologia analítica**. São Paulo: Roca, 1991. p. 98-99.

MORETTO, E. M.; NOGUEIRA, M. G. Physical and chemical characteristics of Lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita Reservoir (São Paulo – Brasil). **Acta Limnológica Brasileira**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 27-39, 2003.

NUVOLARI, A. et al.. **As diversas opções de tratamento do esgoto sanitário**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 520 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guias para la calidad del agua potable v. 1: recomendaciones**. 2. ed. Genebra, 1995. 205 p.

OVIEDO, M. T. P.; TOLEDO, M. C. F.; VICENTE, E. Resíduos de agrotóxicos piretróides em hortaliças. **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 13, p. 9-18, 2003.

PACHECO, P. Brasil lidera uso mundial de agrotóxicos. **O Estado de São Paulo**. SP, 22 mar. 2010. <[http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20090807/not\\_imp414820,0.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20090807/not_imp414820,0.php)>. Acesso em: 23 mar. 2010.

PARREIRA, F. V. et al. Avaliação da presença de pesticidas n-metilcarbamatos e seus produtos de degradação nas águas da região de Pará de Minas (MG) Brasil. **Pesticidas: ecotoxicologia e meio ambiente**, Curitiba, v. 11, p. 77-92, 2001.

PAUMGARTTEN, F. J. R. Risk assessment for chemical substances: the link between toxicology and public health. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 439-447, 1993.

PERES, F.; MOREIRA, C. J. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 5612-5621, 2007. Suplemento.

PESSOA M. C. P. Y et al. Vulnerabilidade natural das grandes bacias hidrográficas brasileiras à tendência de contaminação de águas por agrotóxicos em função dos tipos dos solos predominantes. **Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 16, p. 39-52, 2006.

PRESS, F. et al. Para entender a Terra. 4. ed. Porto Alegre.: Bookman, 2006. 656 p.

PSILOVIKOS, A.; MARGONI, S.; PSILOVIKOS, A. Simulation and trend analysis of the water quality monitoring daily data in Nestos river delta: contribution to the sustainable management and results for the years 2000-2002. **Environmental Monitoring and Assessment**, Netherlands, v. 116, p. 543-562, 2006.

SILVA, C. M.; CATÂNEO, A.; CARDOSO, L. G. Sistema de planímetro digitalizado. In: ANAIS DA JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES, 1993, Botucatu. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1993. v.1, p. 217-217.

SOUZA, A. J. et al. Aspectos físicos do município de Botucatu – SP. **Revista Ciência Geográfica**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 54-75, 2003.

TOMITA, R. Y.; BEYRUTH, Z. Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 135-142, 2002.

VEIGA, M. M. et al. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudoeste do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, p. 2391–2399, 2006.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.