



**UNESP**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

“Julio de Mesquita Filho”

Departamento de Química/FC



*Elieni Guedes Pinheiro*

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA QUALIDADE DA  
ÁGUA DE TRÊS CÓRREGOS TRIBUTÁRIOS DO RIO BAURU:  
RESPOSTAS AO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE  
NASCENTES**

**BAURU - SP**

**2013**

*Elieni Guedes Pinheiro*

**VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA QUALIDADE DA  
ÁGUA DE TRÊS CÓRREGOS TRIBUTÁRIOS DO RIO BAURU:  
RESPOSTAS AO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DE  
NASCENTES**

Monografia de Conclusão de Curso apresentada ao Departamento de Química, da Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como requisito para conclusão do curso de licenciatura em Química.

*Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra Jandira Liria Biscalquini Talamoni*

**Bauru – SP**

**2013**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Parte alta da bacia do rio Bauru ocupada pela cidade de mesmo nome (Fonte: Paper Final, PIURIS, 2010).....	06
<b>Figura 2</b> - Córrego Água Comprida (P12 - Sambódromo), tributário do rio Bauru, onde há entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ” .....	19
<b>Figura 3</b> - Córrego Água Comprida (P12 - Sambódromo), tributário do rio Bauru, onde há entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ” .....	19
<b>Figura 4</b> - Córrego Água Comprida (P13 - Horto Florestal), tributário do rio Bauru: entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ” .....	19
<b>Figura 5</b> - Córrego Água Comprida (P13 - Horto Florestal), tributário do rio Bauru: entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ” .....	19
<b>Figura 6</b> - Córrego Vargem Limpa (P14 – Mary Dotta/Pte Av. Rizil Eid Gebara), tributário do rio Bauru: entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ” .....	20
<b>Figura 7</b> - Córrego Vargem Limpa (P15 - antes de chegar no rio Bauru), tributário do rio Bauru: entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ”.....	20
<b>Figura 8</b> - Córrego Vargem Limpa (P15 - antes de chegar no rio Bauru), tributário do rio Bauru: entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ” .....	20
<b>Figura 9</b> - Córrego Ribeirão Vargem Limpa (P16 - Jardim Botânico), tributário do rio Bauru: não há entrada de esgoto “ <i>in natura</i> ” (água limpa).....	20

**Figura 10** - Ribeirão Vargem Limpa (P17 ), tributário do rio Bauru: entrada de esgoto “*in natura*” ..... 21

**Figura 11** - Ribeirão Vargem Limpa (P17 ), tributário do rio Bauru: entrada de esgoto “*in natura*” .....21

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> - Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego Água Comprida, no <b>P12</b> (sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.....	27
<b>Tabela 02</b> - Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego Água Comprida, no <b>P13</b> (sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.....	28
<b>Tabela 03</b> - Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego da Vargem Limpa, <b>P14</b> (com interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.....	29
<b>Tabela 04</b> - Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego da Vargem Limpa, <b>P15</b> (sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.....	30
<b>Tabela 05</b> - Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Ribeirão Vargem Limpa, <b>P16</b> (nascente), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.....	31
<b>Tabela 06</b> - Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Ribeirão Vargem Limpa, <b>P17</b> (com interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.....	32
<b>Tabela 07</b> - Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no córrego Água Comprida, <b>P20</b> (trecho entre dois segmentos do córrego, sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.....	33
<b>Tabela 08</b> - Médias obtidas e Médias do trabalho de Dalberto (2007) referente ao <b>P12</b> .....	35
<b>Tabela 09</b> - Médias obtidas e Médias do trabalho de Dalberto (2007) referente ao <b>P13</b> .....	36

<b>Tabela 10</b> - Médias obtidas e Médias do trabalho de Dalberto (2007) referente ao <b>P14</b> .....	37
<b>Tabela 11</b> - Médias obtidas e Médias do trabalho de Dalberto r(2007) eferente ao <b>P15</b> .....	38
<b>Tabela12</b> - Médias obtidas e Médias do trabalho de Dalberto (2007) referente ao <b>P16</b> .....	39
<b>Tabela 13</b> - Médias obtidas e Médias do trabalho de Dalberto (2007) referente ao <b>P17</b> .....	40

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	09
<b>3. VARIÁVEIS ANALISADAS</b> .....	09
3.1 Oxigenio Dissolvido.....	10
3.2 pH.....	11
3.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio .....	12
3.4 Demanda Química de Oxigênio (DQO) .....	13
3.5 Condutividade Elétrica .....	14
3.6 Tubidez .....	15
3.7 Nitrato.....	15
3.8 Nitrito .....	16
3.9 Amônia.....	17
3.10 Nitrogênio Kjeldahl Total .....	18
3.11 Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) .....	18
3.12 Fosforo Total .....	19
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	20
4.1 Metodologia de Coleta.....	24
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	45

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## RESUMO

Este trabalho objetivou analisar a qualidade da água de três córregos tributários do rio Bauru, levando em conta a poluição causada por produtos orgânicos e industriais que vinham sendo descartados nos mesmos e as eventuais melhorias conseqüentes das medidas paliativas assumidas pelo DAE-Bauru, mediante a instalação de interceptores - coletores de águas residuárias - ao longo daqueles corpos de água, até que a Estação de Tratamento de Esgotos do município seja construída e se dê início ao seu funcionamento. O monitoramento destes corpos de água - durante o período de estiagem e de cheias - proposto nesta pesquisa, incluiu investigações sobre as variáveis químicas e físicas de amostras das águas, obtidas mensalmente em 7 pontos de coleta, localizados a montante e a jusante dos pontos de instalação dos emissários, ao longo dos córregos. As amostras de água foram posteriormente analisadas para fossem obtidas informações sobre a eficácia da instalação dos interceptores com relação ao processo de recuperação da saúde dos corpos aquáticos em questão. Os resultados obtidos mostraram que, de um modo geral, as águas de todos os sistemas estudados ainda sofrem impactos, até porque ainda há aquelas que recebem o esgoto descartado "*in natura*". No entanto, como já era esperado, nos pontos de coleta localizados em segmentos dos córregos nos quais os emissários já foram instalados, o impacto ambiental é menor. Mediante a comparação dos resultados obtidos das análises das características físicas e químicas das águas dos sistemas estudados – realizadas durante esta investigação - com aqueles obtidos nos mesmos corpos de água, em 2007, pudemos observar melhorias da água em alguns dos pontos de coleta.

**Palavras-chave:** Poluição; Monitoramento; Microbacias hidrográficas; Águas residuárias.

***"Nossa tarefa deveria ser nos libertarmos... aumentando o  
nosso círculo de compaixão para envolver todas as  
criaturas viventes, toda a natureza e sua beleza."***

*Albert Einstein*

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível. Dedico-o à minha família, por sempre ter estado ao meu lado; pelo apoio, carinho e suporte em todas as dificuldades surgidas ao longo dessa jornada. Também o dedico aos amigos com os quais convivi durante estes cinco anos e dos quais sempre me lembrarei com muito carinho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, que me guiou e me guardou por esses cinco anos, me deu força e esperança para concluir o Curso de Química.

Agradeço aos meus pais, que me apoiaram nas horas difíceis, principalmente ao meu pai, Devaldir Pinheiro da Silva, que me auxiliou nas amostragens para a realização deste trabalho.

Agradeço à minha irmã, Elisangela G. Pinheiro, que me acompanhou na última coleta, bem como à minha mãe, Shirley G. Pinheiro e ao meu irmão, Eliel G. Pinheiro, pelo apoio e compreensão. Agradeçam aos meus avós pela constante lição de vida.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, Sr. Gilberto Castilho e à Marcia Sanae Watanabe, que me orientaram nas análises realizadas no laboratório.

Agradeço à minha orientadora, Prof. Dra. Jandira Liria Biscalquini Talamoni, pela orientação, dedicação, paciência e pela oportunidade da realização deste estudo.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação, compartilhando os seus conhecimentos e enriquecendo a minha vida acadêmica.

Agradeço às minha colegas de curso e de disciplinas durante os cinco anos da graduação: Francielle, Débora, Bruna, Regina, Renata, Kamila, Nágila e Marcella. Obrigada pelos momentos de estudos, brincadeiras e cumplicidade. Obrigada pelos sorrisos e abraços que fizeram com que esses cinco anos se tornassem inesquecíveis.

## INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais vêm se tornando cada vez mais frequentes, principalmente devido ao crescimento da população humana, das atividades industriais e dos modos de produção e consumo, que contribuem para a poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Atualmente existe, em todo o mundo, uma grande preocupação com a água, não só por causa de sua escassez já visivelmente presente em algumas regiões, mas devido aos processos constantes de poluição, cujas principais fontes são os efluentes domésticos e industriais dispostos nos corpos de água sem prévio e devido tratamento.

Os especialistas estimam em 1.386.000 de Km<sup>3</sup> o volume de água existente no planeta, o qual tem permanecido praticamente constante nos últimos 500 milhões de anos (REBOUÇAS, 2002). Desse total, 97,5% estão presentes como água salgada, nos mares e oceanos. Dos 2,5% restantes, aproximadamente 69% são águas doces que se encontram congeladas nas geleiras e calotas polares, ou seja, 99,22 % de toda a água do Planeta estão presentes nos mares (água salgada) ou no estado sólido (gelo) e, portanto, não prontamente disponíveis para o consumo. Assim, restam apenas 0,78% (cerca de 11.000.000 Km<sup>3</sup>) disponíveis para uso direto, embora ainda condicionados às condições existentes para o ciclo hidrológico e ao grau de degradação (poluição) a que está submetida esta água.

Recentemente foi estimado que a humanidade consome, principalmente na agricultura, aproximadamente um quinto da água que escoar para os mares e as previsões indicam que esta fração deverá triplicar até 2025. Também é preciso considerar que o aporte de água é altamente variável, tanto temporal quanto espacialmente, portanto, sua disponibilidade é localmente característica e nem sempre é a ideal. Por estes e por outros motivos, se até o ano 2000 somente 10% da população mundial vivia sob condições de falta ou escassez de água, a expectativa é que esta porcentagem aumente para 38% em 2025 (COLIN BAIRD; MICHAEL CANN, 2011).

Levando em conta as condições existentes no Brasil, que se caracteriza por apresentar abundante e variável pluviosidade, sabe-se que em mais de 90% do seu território este regime de chuvas se apresenta variável, com valores entre 1.000 e mais de 3.000 mm/ano. No entanto, neste, que é um dos países mais ricos em água

doce do planeta, muitas cidades enfrentam crises de abastecimento, como é o caso daquelas localizadas na Região Norte, embora ali estejam presentes cerca de 80% das descargas de água dos rios do Brasil.

Do fato deste país ser dotado de uma vasta e densa rede de drenagem que nunca seca - em mais de 90% do seu território - decorre a ideia de abundância que leva a população a assumir uma cultura de desperdício de água e a considerar como luxo o tratamento prévio do esgoto a ser lançado nos rios. Entretanto, de acordo com Rebouças (2002), a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que para cada dólar investido em saneamento básico tem-se uma redução de quatro a cinco dólares em despesas hospitalares.

No Brasil, os dados do último censo (IBGE, 2000) mostraram que 81,2% (138.000.000) de uma população de quase 170 milhões de pessoas vivem em regiões urbanas, onde 64% das empresas de água sequer coletam o esgoto doméstico produzido e 110 milhões de brasileiros não têm o seu esgoto tratado. Os mais pobres desse grupo - em torno de 11.000.000 - não têm nem mesmo acesso à água limpa para beber. Enquanto isso, os índices de perdas totais da água tratada e injetada nas redes de distribuição das cidades variam de 40% a 60%, contra os 5% a 15% registrados nos países desenvolvidos.

É preciso lembrar que 40 milhões de brasileiros sequer recebem água regularmente, vivendo sob um penoso regime de rodízio de fornecimento de água. Ainda, quando estas pessoas têm acesso à água, nem sempre podem confiar na qualidade desta que chega às suas torneiras.

Diante desta realidade, é altamente preocupante a falta de atenção por parte das autoridades constituídas – Executivo, Legislativo, Judiciário – ou dos partidos políticos.

### **Medidas de Preservação**

O Direito Internacional ainda não dispõe de uma convenção ou tratado abrangente sobre a preservação e o uso racional da água, e as iniciativas relevantes nesse sentido se concentram no Fórum Mundial da Água, que ocorre a cada triênio. Embora este não seja um evento oficial da Organização das Nações Unidas (ONU), reúne representantes de governos, organizações internacionais, organizações não

governamentais (ONGs), instituições financeiras e indústrias, além de cientistas, especialistas em assuntos hídricos, empresários e acadêmicos.

O “Rascunho Zero”, produzido durante a Rio+20 e intitulado “o futuro que queremos”, reconhece a necessidade do estabelecimento de metas para o gerenciamento dos recursos hídricos, inclusive para a redução da poluição da água por fontes domésticas, industriais e agrícolas, bem como para a promoção da eficiência hídrica, o tratamento e o reuso de águas servidas. (NUCLEO DE ESTUDO E PESQUISA, 2012).

De acordo com Freitas (1999), para preservar e garantir o acesso aos corpos hídricos, o Brasil terá que promover uma gestão eficiente, buscando a definição do marco regulatório e da capacidade suporte de cada bacia. Para isso, é necessário o conhecimento das necessidades dos diversos usuários, bem como da capacidade de oferta e de renovação das fontes naturais.

No Brasil, a implementação de políticas públicas referentes aos recursos hídricos de domínio da União está concentrada na Agência Nacional de Águas (ANA), que conduz vários programas e dos quais se destacam (Fonte: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)):

a) *PRODES* – Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas: criado em março/2001 e também conhecido como “programa de compra de esgoto tratado”. Trata-se de uma iniciativa inovadora, que não financia obras ou equipamentos, mas paga pelos resultados alcançados, ou seja, pelo esgoto efetivamente tratado. É um estímulo financeiro, por parte da União, na forma de pagamento pelo esgoto tratado, aos Prestadores de Serviço de Saneamento que investirem na implantação e operação de estações de tratamento de esgoto, desde que cumpridos os termos previstos em contrato.

b) *Produtor de Água* - Objetiva reduzir a erosão e o assoreamento dos mananciais nas áreas rurais. É um programa de adesão voluntária, que visa apoiar, técnica e financeiramente, a execução de ações de conservação da água e do solo, seja pela construção de terraços e bacias de infiltração, pela readequação de estradas vicinais, pela recuperação e proteção de nascentes, pelo reflorestamento de áreas de proteção permanente e reserva legal e pelo saneamento ambiental, entre outros. O Programa prevê a concessão de incentivo (como uma compensação financeira) aos produtores rurais que contribuírem para a proteção e recuperação de mananciais, assim beneficiando a bacia e a população. Prevê a implantação parcial

ou total das ações e práticas conservacionistas, e os valores concedidos são calculados em função dos resultados: abatimento da erosão e da sedimentação, redução da poluição difusa e aumento da infiltração de água no solo.

c) *Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA)* – Tem a meta geral de oferecer à sociedade conhecimentos sobre a qualidade das águas superficiais brasileiras, visando subsidiar a tomada de decisões na definição de políticas públicas voltadas para a recuperação da qualidade das águas. Surgiu a partir da constatação de existência de lacunas geográficas e temporais no monitoramento de qualidade da água no Brasil, da falta de padronização e de informações sobre a realização das coletas e análises laboratoriais, e da divulgação insuficiente de informações para a população e para os tomadores de decisões, o que gerava uma série de dificuldades para que fosse feita uma efetiva análise da evolução da qualidade das águas e elaboração de um diagnóstico nacional.

No entanto, é óbvio que estes Programas não serão eficazes se não houver mudanças, ou seja, se não for superada a inércia dos políticos e administradores ou a ideia de que só há solução para os problemas de escassez da água mediante o aumento da sua oferta, possibilitado pela construção de obras extraordinárias.

Também, é preciso levar em conta que a contribuição por parte dos usuários, no sentido de assumirem um comprometimento responsável com respeito à utilização deste bem comum, evitando desperdícios e auxiliando na preservação dos mananciais, representa uma importante medida e que, neste caso, ações específicas de Educação Ambiental são imprescindíveis.

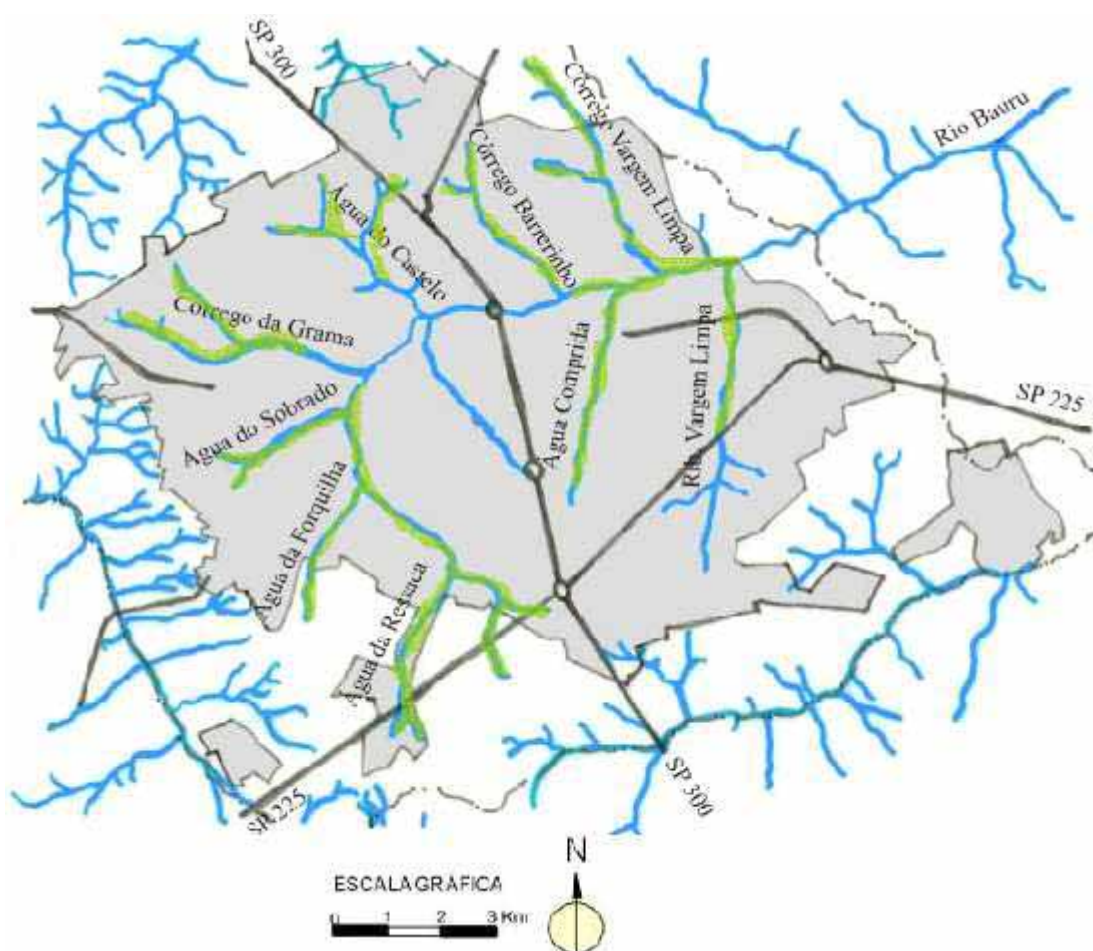
### **Os mananciais e as águas residuárias no município de Bauru (SP)**

O município de Bauru, fundado pela lei 428, de 1º de Agosto de 1896, apresenta uma área total de 702 km<sup>2</sup> e uma população de 343.937 habitantes; localizado na região central do Estado de São Paulo, seu território está contido na área de duas grandes bacias hidrográficas: a Tietê-Batalha e a Tietê-Jacaré. A primeira abriga o Rio Batalha e seus afluentes, abrangendo cerca de 74,3 % da área total do município e possuindo característica tipicamente rural, enquanto a segunda, à qual pertence a bacia hidrográfica constituída pelo Rio Bauru e seus afluentes, abrange 25,7 % da área total, sendo tipicamente urbana (ABES- RIO BAURU, 2001)

Assim que se iniciou o processo de ocupação humana em Bauru, há 117 anos, as pessoas ocuparam as áreas localizadas às margens do rio Bauru e, atualmente, toda a cidade se encontra dentro da área dessa bacia hidrográfica, lançando naquele corpo de água quase todo o esgoto gerado no município, sem que este passe por qualquer tratamento prévio. Após drenar a área do município, as águas do rio Bauru adentram a área do município de Pederneiras, fazendo seu percurso em meio a propriedades rurais e chegando, ao rio Tietê, extremamente contaminadas e apresentando blocos de espuma.

A nascente do rio Bauru está localizada na antiga Fazenda Fortaleza, rescém-loteada (Bairro Lago Sul), onde o corpo de água recebe a denominação de Água da Ressaca; na zona sul da cidade essas águas se encontram com as do córrego Água da Forquilha, originando assim o denominado rio Bauru que tem como tributários os seguintes córregos: Água da Ressaca, Água da Forquilha, Água do Sobrado, Córrego da Grama, Água do Castelo, Barreirinho, Vargem Limpa, Ribeirão das Flores e Ribeirão Vargem Limpa (Figura 1).

Figura 1 – Parte alta da bacia do rio Bauru ocupada pela cidade de mesmo nome



Fonte: Paper Final, PIURIS, 2010.

As áreas cobertas por essas sub-bacias são: Água da Ressaca, com 2.279,6 ha; Água da Forquilha - 784,40 ha; Água do Sobrado, com 667 ha; da Grama - 1.208,20 ha; Água do Castelo, com 1.093,20 ha; Barreirinho - 493,40 ha e Vargem Limpa, com 1.135 ha; todas elas na margem esquerda do rio Bauru. Na margem direita estão as sub-bacias dos córregos da Água Comprida, com 875,30 ha e do Ribeirão da Vargem Limpa, com 1.386,00 ha.

Segundo o Instituto Ambiental Vidágua, as águas destes tributários chegam ao rio Bauru trazendo uma média de 1.000 litros de esgoto *in natura* por segundo, portanto, comprometendo a qualidade de suas águas e trazendo prejuízos à saúde da população que instalada nas proximidades, principalmente àquelas comunidades que ocupam os fundos de vale destes córregos tributários, também poluídos pela recepção do esgoto gerado pelas mesmas. Não é surpreendente que cerca de 30 mil pessoas por ano sejam hospitalizadas no município, em decorrência de doenças gastro-intestinais.

Pode-se ler no *site* do Departamento de Água e Esgoto – DAE ([www.daebauru.sp.gov.br](http://www.daebauru.sp.gov.br)) que um esforço por parte do Ministério Público e de diversas representações de instituições levou a Prefeitura Municipal de Bauru a assinar um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), comprometendo-se a tratar o esgoto dentro de um prazo máximo de 4 anos. O Relatório Ambiental Preliminar (RAP) já foi executado e apresentado à Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SMA) que, inclusive, já concedeu a licença prévia para a realização do empreendimento. O anteprojeto licenciado aponta como um local alternativo mais adequado para a instalação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) a área marginal ao Rio Bauru, localizada próximo ao município de Pederneiras, na confluência com o córrego Vargem Limpa.

Lê-se, ainda, que a tecnologia escolhida - e apresentada em audiências públicas - foi o Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), seguido de filtros biológicos submersos. A técnica se caracteriza por ser um processo de tratamento em reatores anaeróbicos de manta de lodo. O sistema de afastamento de esgoto incluirá a construção de 54 Km de interceptores e coletores-tronco ao longo dos cursos d' água, com diâmetros variáveis entre 150 a 2.000 mm.

Trata-se de uma obra prioritária ao desenvolvimento sustentável do município de Bauru, que deve ser concluída no menor tempo possível, visando buscar e garantir qualidade de vida à população.

O novo TAC do esgoto reconhece e elenca as obras já realizadas pelo Departamento de Água e Esgoto (DAE), ou seja, a parte das redes de interceptores que já foi executada nos córregos: Vargem Limpa (1.161,81m); Barreirinho (6.632,00m); Água do Castelo (5.185,47m); da Grama (10.041,53m), incluindo os seus afluentes em cinco trechos distintos; Água do Sobrado (5.394,80m); Água da Forquilha (2.279,50m); Água da Ressaca (11.808,06m); Ribeirão Vargem Limpa (2.035,00m); Água Comprida (3.004,32m); Guadalajara (2.946,62m); Ribeirão das Flores (3.847,70m) e Rio Bauru (4.481,48m).

Também foram construídas, segundo o TAC, a Estação Elevatória de Esgoto do Núcleo Fortunato Rocha Lima, que entrou em operação em 1996; a Estação Elevatória de Esgoto dos bairros Leão XIII e parte do Santa Cândida estão em operação desde 2000; a Estação Elevatória de Esgoto do Núcleo Habitacional Granja Cecília, que entrou em operação também em 2000; a Estação Elevatória de Esgoto do Jardim Vitória, em operação desde 2006; os córregos Monte Belo e Pau D'Alho, com 1.330,00 m de interceptores para a condução do esgoto até a ETE Candeia.

A expectativa é que a construção de interceptores nas margens dos riachos, com o objetivo de conduzi-los até às grandes ETE's, onde serão tratados para que as águas límpidas sejam devolvidas aos rios, também resulte na despoluição destes córregos durante o processo de construção de cada quilômetro de interceptores.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

O objetivo deste estudo foi verificar se houve alguma melhoria na qualidade das águas dos córregos tributários do rio Bauru, após terem sido instalados, às margens destes, os interceptores coletores do esgoto gerado pela população dos diferentes bairros cujas áreas são percorridas por aqueles afluentes, e nos quais as águas residuárias eram, anteriormente, despejadas diretamente e *in natura*. Para tal intento, foram realizadas análises físicas e químicas das águas dos tributários do rio Bauru, da margem direita (córregos da Água Comprida e da Vargem Limpa; ribeirão Vargem Limpa), visando comparar tais resultados com aqueles obtidos anteriormente por Dalberto (2007), quando este processo de instalação dos interceptores ainda não havia sido iniciado nas margens daqueles corpos de água.

### **2.2 Específicos:**

Analisar as variáveis físicas e químicas das águas dos córregos Vargem Limpa e Água Comprida: temperatura, turbidez, sólidos totais dissolvidos, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, nitrato, nitrito, amônia, nitrogênio Kjeldahl total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fosfato e fósforo total.

### **3. VARIÁVEIS ANALISADAS**

Um estudo limnológico exige, no mínimo, o conhecimento dos parâmetros referentes às variáveis físicas e químicas que caracterizam as águas de um sistema lótico ou lêntico.

Assim, visando conhecer a qualidade das águas de alguns dos córregos tributários do rio Bauru, foram realizadas amostragens das mesmas durante os períodos considerados - para a região - como sendo de estiagem e de chuvas ou cheia. As técnicas e os equipamentos empregados nesta pesquisa de qualidade da água visaram atender às necessidades de conhecimentos específicos das características ambientais dos corpos de água em questão, tendo sido levados em conta a viabilidade de acesso aos pontos de amostragem e os recursos disponíveis para a realização do trabalho.

Para conhecer a qualidade da água, as variáveis físicas e químicas consideradas mais importantes, sendo, portanto, as mais comumente estudadas estão listadas a seguir.

#### **3.1 Oxigenio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido (OD) pode ser determinado por meio do método clássico de Winkler ou então ser medido com auxílio de um oxímetro (potenciômetro e eletrodo específico) previamente calibrado, sendo importante anotar a temperatura em que se encontra a água no momento em que faz as medidas. No momento da coleta da amostra, a água deve preencher completamente a garrafa coletora, evitando-se a formação de bolhas para que não se dissolva mais oxigênio, proveniente do ar, na mesma. Segundo Von Sperling (2005), o OD é de essencial importância para os organismos aeróbios e, também, para a estabilização da matéria orgânica pelas bactérias que, para tal, usam o oxigênio a ponto de poderem causar a diminuição de sua concentração no meio e, eventualmente, levar à morte muitos organismos aquáticos estritamente aeróbios. Em caso de reduções extremas de OD na água podem ser geradas condições anaeróbias, as quais se mostram associadas ao mau odor decorrente da produção de gases resultantes da respiração anaeróbica. Os peixes, por exemplo, requerem de 10% a 60% de saturação de OD, dependendo da espécie, para sobreviver. A importância do OD não se reduz apenas

à sobrevivência dos seres aquáticos; nos corpos de água que recebem águas residuárias, ricas em matéria orgânica, por exemplo, a presença de OD é necessária para permitir a oxidação biológica desta, assim prevenindo a produção daqueles odores desagradáveis, decorrentes da decomposição anaeróbica da matéria orgânica, que comprometem os usos múltiplos da água, especialmente como fonte de água potável ou meio de recreação.

A presença de OD no meio aquático pode ocorrer de forma natural ou antropogênica. A primeira resulta da dissolução de oxigênio atmosférico na água, dependente da temperatura desta e da pressão atmosférica local que, por sua vez, está associada à altitude local. Nas águas eutrofizadas o OD provém principalmente da produção fotossintética, por parte dos organismos produtores primários. A origem antropogênica do OD está associada à aeração artificial da superfície do sistema aquático por meio de aeradores, por exemplo.

Os parâmetros de OD são muito utilizados no controle operacional de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), bem como na caracterização de corpos d'água (MADUREIRA, 2012).

### **3.2 pH**

O pH é uma das variáveis comuns mais importantes no contexto da química da água. No campo do tratamento para abastecimento de água, o pH intervém na coagulação química, no controle da corrosão, no abrandamento e desinfecção. Do ponto de vista analítico, o pH é um dos parâmetros mais importantes na determinação da maioria das espécies químicas de interesse - tanto da análise de águas potáveis como na análise de águas residuárias - apresentando relações fundamentais com a acidez e a alcalinidade da água.

A determinação do pH é feita eletrometricamente, com a utilização de um potenciômetro e eletrodos. O princípio da medição eletrométrica do pH é a determinação da atividade iônica do hidrogênio, utilizando o eletrodo padrão de hidrogênio.

O padrão de potabilidade em vigor no Brasil preconiza uma faixa de pH entre 6,5 e 8,5 para a água. No âmbito do tratamento de águas residuárias por meio de processos químicos ou biológicos, o pH deve ser mantido em faixas adequadas ao desenvolvimento das reações químicas ou bioquímicas que caracterizam tais

processos. No tratamento de lodos de ETEs, especificamente através da digestão anaeróbia, o pH se constitui um dos principais fatores de controle do processo.

Em lagoas e reservatórios de estabilização de esgotos o aumento do pH, como consequência da fotossíntese de algas, desempenha importante papel na eliminação de organismos patogênicos.

Assim, percebe-se que da mesma maneira que o pH próximo do neutro se mostra importante para a sobrevivência e manutenção dos seres vivos, afetando o desenvolvimento dos mesmos, estes também podem causar alterações desta variável nos sistemas aquáticos por meio da fotossíntese, por exemplo. Para que os produtores primários realizem a fotossíntese, devem absorver o  $\text{CO}_2$  dissolvido na água e, conseqüentemente, a possibilidade de produção de ácido carbônico no meio aquático - cuja natural dissociação causaria a acidificação destas águas - é reduzida. O contrário se dá quando há limitação para que ocorra a fotossíntese, por exemplo, em ausência ou escassez de luz.

### **3.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio**

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um parâmetro que retrata a quantidade de oxigênio requerido para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. É uma indicação indireta, portanto, da quantidade de carbono orgânico biodegradável (VON SPERLING, 2005). A DBOu (demanda última de oxigênio) é a DBO referente à completa estabilização de toda a matéria orgânica, o que pode requerer um período de até 20 dias ou mais, considerando o esgoto doméstico, para ocorrer. Para evitar testes tão demorados, padronizou-se a  $\text{DBO}_5^{20}$  para uso em laboratório, ou seja, a DBO medida com 5 dias de incubação a  $20^\circ\text{C}$ .

Estimar a fração biodegradável, a taxa de degradação do despejo, a taxa de consumo de oxigênio em função do tempo e a quantidade aproximada de oxigênio requerida para estabilizar a matéria orgânica presente na água estão entre as principais vantagens do teste de DBO e, em se tratando de esgoto, este é muito importante, especialmente para o controle de eficiência das ETEs, tanto nos tratamentos biológicos (aeróbios e anaeróbios) como nos físico-químicos.

### 3.4 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO se refere à quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica de uma amostra, por meio de um agente químico oxidante, como o dicromato de potássio, por exemplo. Sabe-se que o poder de oxidação deste é maior do que o resultante da ação de microrganismos, exceto em raríssimos casos, como os de hidrocarbonetos aromáticos e piridina.

Os valores da DQO normalmente são maiores que os de  $DBO_{5,20}$ , e o teste realizado para a sua determinação ocorre em um prazo menor que cinco dias. O aumento da concentração de DQO em um corpo d'água deve-se, principalmente, à ocorrência de despejos de origem industrial.

Trata-se de um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais; é muito útil quando utilizado conjuntamente com a DBO, quando se quer conhecer a biodegradabilidade dos despejos. Desta forma, os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO e, como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar do valor da DQO, mais biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações  $DQO/DBO_{5,20}$  de até 3/1, por exemplo. Valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso deste tipo de tratamento, já que neste caso a fração biodegradável é reduzida e que se tem, ainda, o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico exercido pela fração não biodegradável sobre os microrganismos.

A DQO tem demonstrado ser um parâmetro bastante eficiente no controle de sistemas de tratamentos anaeróbios de esgotos sanitários e de efluentes industriais. Após o impulso que estes sistemas de tratamento tiveram em seus desenvolvimentos a partir da década de 1970, quando novos modelos de reatores foram criados e muitos estudos foram conduzidos, observa-se o uso prioritário da DQO para o controle das cargas aplicadas e das eficiências obtidas. A DBO, nestes casos, tem sido utilizada apenas como parâmetro secundário, ou seja, mais no sentido de se verificar o atendimento à legislação, uma vez que esta - tanto a federal quanto a do Estado de São Paulo - não inclui a DQO.

Outro uso importante que se faz da DQO é para a previsão das diluições das amostras na análise de DBO. Como o valor da DQO é superior e o resultado pode

ser obtido no mesmo dia da coleta, essa variável poderá ser utilizada para balizar as diluições da amostra, visando à posterior análise da DBO. No entanto, deve-se observar que a relação DQO/DBO<sub>5,20</sub> é diferente para os diversos efluentes e que, para um mesmo efluente, a relação altera-se em função do tratamento, especialmente o biológico. Desta forma, um efluente bruto que apresente relação DQO/DBO<sub>5,20</sub> igual a 3/1, poderá, por exemplo, apresentar relação da ordem de 10/1 após ter passado pelo tratamento biológico, uma vez que este é que atua em maior extensão sobre a DBO<sub>5,20</sub>. (CETESB)

### 3.5 Condutividade Elétrica

A Condutividade elétrica é a medida da habilidade que tem uma solução aquosa para conduzir uma corrente elétrica devido à presença de íons. Essa propriedade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água e também com a temperatura, bem como com a mobilidade e valência dos íons presentes e com as concentrações - real e relativa - de cada um destes. Devido a isso, os dados de condutividade elétrica devem ser acompanhados de medidas da temperatura na qual foram obtidos.

Esta variável pode ser expressa por diferentes unidades e, principalmente, por seus múltiplos. No Sistema Internacional de Unidades (S.I.) é reportada como *Siemens* por metro (S/m). Entretanto, em medições realizadas em amostras de água, utiliza-se preferencialmente *microSiemens* por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou *miliSiemens* por centímetro (mS/cm). Para reportar dados de condutividade elétrica em unidades S.I., segue-se a relação  $1\text{mS}/\text{cm} = 10\ \mu\text{S}/\text{cm}$ . (CETESB)

### 3.6 Turbidez

A medida da dificuldade que um feixe de luz encontra para atravessar certa quantidade de água é chamada de Turbidez. Esta é causada pela presença - quantidade e qualidade - de material sólido em suspensão na água (silte, argila, coloides, matéria orgânica, etc.) e é medida com auxílio do turbidímetro, comparando-se o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o espalhamento de um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão

padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez. Os valores são expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU).

A cor da água interfere negativamente na medida da turbidez, devido à sua propriedade de absorver a luz. A turbidez de uma amostra deve ser determinada no próprio dia da coleta, caso contrário a amostra deverá ser armazenada no escuro, por um período máximo de 24 h. (CETESB)

### **3.7 Nitrato**

O nitrato ocorre naturalmente em águas subterrâneas, mas a sua presença em concentrações elevadas é, geralmente, resultante da atividade antrópica. Dentre elas se destacam, principalmente, a aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos e o uso de sistemas de saneamento *in situ*. As substâncias nitrogenadas dos fertilizantes e dos resíduos orgânicos são transformadas e oxidadas por reações químicas e biológicas e o resultado é a presença de nitrato no solo. Sendo o nitrato extremamente solúvel na água, move-se com facilidade e contamina a água subterrânea (BARBOSA, 2005).

De acordo com Pinto (2006) citado por Daniel (2008), a molécula nitrogênio-nitrato ( $N-NO_3$ ) é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Trata-se da fase oxidada no ciclo do nitrogênio e é geralmente encontrada em concentrações maiores nos estágios finais da oxidação biológica. Em geral as águas naturais contêm nitratos em solução, enquanto as que recebem esgotos apresentam compostos mais complexos ou menos oxidados, tais como compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos, denunciando a ocorrência de poluição recente.

Os resultados de análise que mostram altas concentrações de nitrato indicam que a matéria orgânica em contato com a água encontra-se totalmente decomposta, pois o nitrato ( $NO_3$ ) é o último estágio da oxidação do nitrogênio. Embora esse fato não signifique que a água esteja isenta de outros contaminantes.

### **3.8 Nitrito**

A determinação de nitrito é um assunto importante, uma vez que este é um aditivo alimentício muito usado na conservação de carnes e na cura de embutidos.

No entanto, o nitrito também é um agente poluidor de águas naturais, onde comumente está presente devido à decomposição de matéria orgânica nitrogenada.

O nitrito é a base conjugada do ácido nitroso, um ácido fraco, e sua concentração em águas naturais é raramente superior a 0,1 mg/L. Entretanto, por ser adicionado à água usada em processos industriais como inibidor da corrosão, pode estar presente no esgoto. Por outro lado, sendo um produto da redução do nitrato, estará frequentemente presente em sistemas nos quais o íon nitrato atue como um oxidante.

Desta forma, um aumento da concentração do nitrato - carregado pela lixiviação do solo de propriedades agrícolas para cursos d'água – por exemplo, vem causando preocupações do ponto de vista ecológico, visto que neste caso as principais fontes artificiais de nitrato são os dejetos animais e o nitrato de amônio não absorvido dos fertilizantes.

O excesso de nitrito em águas representa um potencial risco para a saúde, pois pode causar a meta-hemoglobinemia (“síndrome do bebê-azul”) em recém-nascidos e mesmo em adultos com particular deficiência enzimática. A quantidade de nitrito deve também ser controlada devido à possível formação de nitrosaminas carcinogênicas, decorrentes da sua reação com aminas secundárias presentes no estômago de mamíferos.

### **3.9 Amônia**

A amônia está naturalmente presente nos corpos d'água, como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos do solo e da água, como resultado da excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por micro-organismos ou por trocas gasosas com a atmosfera. A amônia também é um constituinte comum no esgoto sanitário, sendo resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados.

Nas soluções aquosas, a amônia pode se apresentar sob as formas ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) ou não-ionizada ( $\text{NH}_3$ ), ambas intercambiáveis, cuja soma de concentrações constitui a amônia total ou nitrogênio amoniacal total. O equilíbrio entre estas diferentes espécies de amônia depende das características físicas e químicas dos corpos d'água e, segundo Erickson (1985), embora alguma toxicidade possa ser

atribuída à amônia ionizada, a forma não-ionizada é reconhecidamente a espécie mais tóxica.

O comportamento tóxico das diferentes parcelas de amônia, particularmente da forma não-ionizada, também depende das condições do meio aquático. Embora as concentrações da espécie  $\text{NH}_3$  cresçam em função dos aumentos de pH e temperatura, sua toxicidade diminui (ERICKSON, 1985).

### **3.10 Nitrogênio Kjeldahl Total**

O nitrogênio pode ser encontrado na água como nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio, ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecer nitrito e nitrato, ao contrário, significa que as descargas de esgoto se encontram distantes. Nas zonas de autodepuração natural de rios distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

### **3.11 Fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Nos sistemas de tratamento de efluentes em lagoas, a ocorrência de fósforo está na forma de íons fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e, apesar deste elemento ficar retido facilmente na superfície e sub-superfície do solo, devido a mudanças químicas e adsorção, ainda pode ser um poluidor das águas subterrâneas, quando é lixiviado e permanece livre na solução do solo (CANTER *et al.*, 1987).

Aubos e fertilizantes usados na agricultura contêm alta concentração de fósforo (fosfatos  $\text{PO}_4^{3-}$ ) que, sendo a forma absorvida pelas plantas e algas aquáticas, é considerado o principal agente responsável pela eutrofização do corpo de água e as conseqüentes florações algais que neste podem ocorrer, em função da alta disponibilidade deste nutriente essencial. Em alguns casos, em decorrência destas florações, toda a superfície da água se apresenta recoberta por algas – filamentosas ou não – o que promove a posterior desoxigenação dos corpos aquáticos, pois, impossibilitando a penetração de luz, essa massa algal impede que

a fotossíntese ocorra nas zonas inferiores e, portanto, provoca a redução da produção fotossintética de oxigênio e causa, conseqüentemente, a morte dos organismos aeróbios, animais e vegetais. A decomposição de toda esta matéria orgânica morta aumenta o consumo do já escasso oxigênio ali existente, agravando o processo de desoxigenação das águas.

### **3.12 Fosforo Total**

A presença do fósforo em águas naturais decorre, principalmente, das descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó, empregados domesticamente em larga escala, constituem sua principal fonte.

Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios apresentam fósforo em quantidades excessivas.

As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais, onde este pode se apresentar sob três formas diferentes: os fosfatos orgânicos - presentes nas moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo; os ortofosfatos - representados pelos radicais que se combinam com os cátions, formando sais inorgânicos nas águas; os polifosfatos ou fosfatos condensados e os polímeros de ortofosfatos - que não são muito importantes nos estudos de controle de qualidade das águas porque sofrem hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB).

O ortofosfato é a forma absorvida pelos produtores primários para o suprimento de suas necessidades relacionadas à síntese de moléculas orgânicas fosfatadas essenciais, tais como a Adenosina Trifosfato - ATP, por exemplo. Também é o principal fator limitante para a vida aquática e, sendo assim, seu excesso é considerado como o principal responsável pelo processo de eutrofização das águas, cujas conseqüências, a médio e longo prazo, podem ser altamente prejudiciais à saúde do sistema aquático.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa foram analisadas as águas dos córregos tributários do rio Bauru, descritos no Quadro 1, a saber: Córrego da Água Comprida (pontos 12 e 13); Córrego Vargem Limpa (pontos 14 e 15) ; Ribeirão Vargem Limpa (pontos 16 e 17) e Água Comprida (ponto 20). O Ponto 12 (P12) representa um trecho do córrego Água Comprida no qual ainda não foram implantados os interceptores e está localizado nas proximidades da nascente; fica situado antes do ponto 13 (P13), no qual também não foram implantados interceptores. O ponto 20 (P20) - Água Comprida - foi selecionado pelo fato de não ter, ainda, os interceptores instalados às suas margens e estar localizado entre dois trechos do mesmo corpo de água que já apresentam estes interceptores. No Córrego Vargem Limpa, o ponto 14 (P14) já possui interceptores, enquanto o ponto 15 (P15) ainda não. O ponto 16 (P16) está localizado bem próximo à nascente do Ribeirão Vargem Limpa e o ponto 17 (P17) é um trecho em que foram implantados interceptores e onde deverá ocorrer a futura instalação da ETE Vargem Limpa.

As figuras 2 a 11 mostram as vistas gerais destes pontos de amostragem.

Nas amostras de água foram determinadas *in situ* as variáveis: pH, temperatura (TEMP), condutividade elétrica (COND) e oxigênio dissolvido (OD). A turbidez (TUR) e as concentrações de nitrato ( $\text{NO}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), amônia ( $\text{NH}_3$ ), sólidos totais dissolvidos (STD), fósforo total (P total), fosfato ( $\text{PO}_4$ ) e nitrogênio Kjeldahl total (NKT), assim como a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO) foram realizadas no Laboratório de Águas Residuárias da FEB-UNESP-Bauru/DAE-Bauru e no Laboratório de Química da Universidade de São Paulo – São Carlos, com auxílio do Prof. Dr. Mário Sérgio Galhiane.

Foram adotadas as técnicas de coleta e de análise propostas em APHA (2005).

Quadro 1 – Caracterização dos córregos tributários do rio Bauru, objetos deste estudo.

CÓRREGOS	PONTOS de COLETA LOCALIZAÇÃO	Com (+) ou sem (-) Interceptores	BAIRROS ABRANGIDOS PELA BACIA
Água Comprida	<p><b>P12</b> – Próximo ao Sambódromo: recebe esgoto <i>in natura</i>.</p> <p><b>P13</b> – Horto Florestal: recebe esgoto <i>in natura</i>.</p>	<p>(-)</p> <p>(-)</p>	<p>Cecap, Bom Samaritano, Rosas do Sul, São Jorge, Flamboyant, Galvão, Alvorada, Olímpio, Tavano, Perroca, Guedes de Azevedo, Dona Sarah, Santo Antonio, Chácara das Flores, Luiggy, Brunhari, Planalto, Infante Dom Henrique, Regina, Cidade Universitária, Aviação, Camélias, Cardia, Monlevade, Carolina, Coralina, Colonial, Contorno, Cruzeiro do Sul, Engler, Geisel, Guadalajara, Marambá, Nicéia, Odete, Paulistano, Redentor, Samburá, Santos Dumont.</p>
Vargem Limpa	<p><b>P14</b> – Mary Dotta (ponte): não recebe esgoto <i>in natura</i>.</p> <p><b>P15</b> – Antes de chegar ao rio Bauru: recebe esgoto <i>in natura</i>.</p>	(+)	<p>Quinta Bela Olinda, Mary Dotta, Pq. Giansante, Isaura P. Garmes, Chácara S. João.</p> <p>Jardim Chapadão e Jardim. Mendonça.</p>
Ribeirão Vargem Limpa	<p><b>P16</b> – Jardim Botânico: não recebe esgoto.</p> <p><b>P 17-</b> não recebe esgoto <i>in natura</i>.</p>	<p>(nascente)</p> <p>(+)</p>	<p>Aimorés, Bairro dos Tangarás, Bauru Country Club, Distrito Industrial, Distrito Industrial II, José Regino, Julio Nóbrega, Manchester, Nova Bauru, Otávio Rasi, Pastor Arlindo, Paulista, Santa Teresinha, Orquídeas, Ferradura Mirim.</p>
Água Comprida	<b>P20</b> – Av. Cruzeiro do Sul: recebe esgoto <i>in natura</i> .	(-) entre dois trechos (+)	<p>Cecap, Bom Samaritano, Rosas do Sul, São Jorge, Flamboyant, Galvão, Alvorada, Olímpio, Tavano, Perroca, Guedes de Azevedo, Dona Sarah, Santo Antonio, Chácara das Flores, Luiggy, Brunhari, Planalto, Infante Dom Henrique, Regina, Cidade Universitária, Aviação, Camélias, Cardia, Monlevade, Carolina, Coralina, Colonial, Contorno, Cruzeiro do Sul, Engler, Geisel, Guadalajara, Marambá, Nicéia, Odete, Paulistano, Redentor, Samburá, Santos Dumont.</p>

Figuras 2 e 3 – Ponto 12 Córrego Água Comprida



Fonte: Autora.

Figuras 4 e 5 – Ponto 13 Córrego Água Comprida



Fonte: Autora.

Figura 6 – Ponto 14 Córrego da Vargem Limpa



Fonte: Autora.

Figuras 7 e 8 – Ponto 15 Córrego da Vargem Limpa



Fonte: Autora.

Figura 9 – Ponto 16 Ribeirão Vargem Limpa



Fonte: Autora.

Figuras 10 e 11 – Ponto 17 Ribeirão Vargem Limpa



Fonte: Autora.

#### 4.1 Metodologia de Coleta e Análises realizadas

Foram coletadas amostras mensais no período de setembro de 2012 a março de 2013, sempre por volta de 8h30, estendendo-se até aproximadamente às 11:00 horas, em cada um dos pontos de coleta já relacionados. Um total de 7 amostras foram coletadas e analisadas neste estudo. O período de coleta incluiu o final da época de seca e o período de cheia na região. As amostras de água foram coletadas na subsuperfície da coluna de água, com auxílio de um coletor de inox de 500 mL de capacidade e acondicionadas em frascos de polietileno devidamente identificados. Estas foram levadas ao laboratório, para a posterior análise das variáveis físicas e químicas. As amostras destinadas às análises das formas nitrogenadas e fosfatadas - realizadas nos laboratórios da USP- São Carlos - foram mantidas congeladas até o momento da análise.

As variáveis analisadas, bem como as metodologias e equipamentos utilizados nas mesmas estão listados no Quadro 2, apresentado a seguir.

Quadro 2 – Variáveis físicas e químicas analisadas segundo as metodologias descritas no Standard Methods (EATON et al., 2005) e equipamentos utilizados, nos córregos tributários do rio Bauru.

VARIÁVEIS	EQUIPAMENTOS
pH <i>in situ</i> pHâmetro digital	Medidor Orion – Mod. 310
Temperatura (°C)	Termômetro de Hg
Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Condutivímetro - Medidor Orion - Mod 115
Turbidez (NTU)	Turbidímetro – Mod. 2100N - HACH
Oxigênio Dissolvido (mg/L) <i>in situ</i>	Medidor de OD Orion - Mod 810
DBO (mg/L)	Equipamento para DBO - Mod DBO Trak-Hach
DQO (mg/L)	Equipamento para DQO - Mod DBO Hach
NO <sub>3</sub> (mg/L)	Pillow de Nitriver 3 Método DR/2500
NO <sub>2</sub> (mg/L)	Pillow de Nitriver 3 Metodo DR/2500

NH <sub>3</sub> (mg/L)	Medidor iônico Orion - Mod 720A
PO <sub>4</sub> (mg/L)	Medidor Hach DR/2500 - Mod 8178

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo estão apresentados os resultados obtidos durante o período em que foi realizado este estudo.

Os sete pontos de amostragem foram estabelecidos em função da presença ou ausência de esgoto *in natura* nos corpos de água, principal causa do grave e evidente impacto ambiental instalado naqueles ambientes.

Assim, as amostragens foram realizadas em pontos localizados a montante dos interceptores (onde, teoricamente, a água já estaria livre de contaminação) e a jusante destes (água ainda poluída/contaminada), instalados com o objetivo de coletar e conduzir o esgoto ao longo dos córregos para então, ainda que temporariamente, descartá-lo em um segmento destes distante da região das nascentes e o mais próximo possível da sua foz (deságue no rio Bauru).

Obviamente, o objetivo desta implantação de interceptores foi, a princípio, a recuperação das nascentes dos córregos tributários do rio Bauru, mas também visou à condução destas águas residuárias e, inclusive, à futura condução daquelas que atualmente vêm sendo descartadas no rio Bauru, até à Estação de Tratamento de Esgoto do município, cuja construção está prevista para 2016.

A realização das coletas durante os meses de setembro de 2012 a março de 2013 visou à obtenção de dados coletados, teoricamente, no final do período de estiagem (setembro) e durante o período de chuvas (novembro a março).

Os resultados obtidos das medidas feitas *in situ*, ou seja, temperatura do ar e da água, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido (OD), e das análises realizadas em laboratório: sólidos totais dissolvidos (STD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de oxigênio (DQO), Nitrato ( $\text{NO}_3$ ), Nitrito ( $\text{NO}_2$ ), Amônia ( $\text{NH}_3$ ), Fósforo Total (PT) e Fosfato Inorgânico ( $\text{PO}_4$ ) estão reunidos nas tabelas 01 a 07, apresentadas a seguir.

Pode-se observar nas tabelas 01 a 07, apresentadas a seguir, que para cada cada parâmetro e cada ponto de coleta estão apresentados os resultados médios (negro), mínimos (em azul) e máximos (em vermelho) obtidos.

Tabela 01 – Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego Água Comprida, no P12 (sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013

	2012			2013		Médias
Datas	20/09	22/11	24/01	21/02	21/03	-
Horário Coleta	10:45	10:25	10:20	-	10:30	-
Temp. Ar (°C)	22,00	28,00	28,00	-	23,00	25,25
Temp. Agua (°C)	22,90	24,20	25,80	-	24,30	24,30
Chuva últimas 24h	Sim	Não	Não	-	Sim	-
OD (mg/L)	5,11	4,30	4,05	-	6,90	5,09
pH	6,25	6,55	6,85	-	6,10	6,44
Turbidez (NTU)	27,9	25,6	34,6	-	79,6	41,93
Condutiv. (µS/cm)	282,5	245,8	308,0	-	246,4	270,68
STD (mg/L)	138,0	119,0	151,0	-	121,0	132,25
DBO (mg/L)	15,40	13,30	13,30	-	11,30	13,33
NO3 (mg/L)	2,00	2,40	1,90	-	1,80	2,03
NO2 (mg/L)	0,10	0,10	0,09	-	ND	0,10
NH3 (mg/L)	0,20	0,80	0,20	-	0,15	0,34
DQO (mg/L)	52,50	41,20	52,55	-	28,3	43,64
P total (mg/L)	0,080	0,080	0,038	-	0,085	0,071
PO4 (mg/L)	2,00	2,00	1,00	-	1,00	1,50

**Observações:** no dia 20/09/2012 ocorreu a primeira chuva, após 63 dias de estiagem; no dia 21/02/2013 não foi possível amostrar no ponto 12 em função da dificuldade de acesso ao mesmo, decorrente do crescimento intenso da mata no entorno.

Tabela 02 – Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego Água Comprida, no P13 (sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.

Dadas	2012			2013		Médias
	20/09	22/11/2012	24/01	21/02	21/03	
Horário Coleta	09:35	09:20	09:20	09:20	09:15	-
Temp. Ar (°C)	22,00	27,00	27,00	28,00	24,00	25,0
Temp. Água (°C)	22,60	23,70	24,30	25,70	23,00	23,4
Chuva últimas 24h	Sim	Não	Não	Sim	Sim	-
OD (mg/L)	3,70	2,05	3,10	3,50	6,50	3,8
pH	6,50	6,76	6,72	5,85	6,75	6,7
Turbidez (NTU)	462,0	25,7	57,9	88,2	404,00	237,4
Condut. (µS/cm)	492,0	457,00	472,00	550,0	399,00	455,0
STD (mg/L)	241,0	224,00	231,00	269,0	196,00	223,0
DBO (mg/L)	10,20	13,20	14,20	9,90	9,40	11,8
NO3 (mg/L)	6,48	3,00	6,10	6,48	7,35	5,7
NO2 (mg/L)	0,42	0,35	0,40	0,30	0,26	0,4
NH3 (mg/L)	3,08	0,20	3,08	0,17	2,03	2,1
DQO (mg/L)	34,35	41,00	34,35	34,35	35,70	36,4
P total (mg/L)	0,095	0,085	0,025	0,017	0,102	0,1
PO4 (mg/L)	4,00	5,00	2,00	1,00	3,00	3,5

Tabela 03 – Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego da Vargem Limpa, P14 (com interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.

	2012		2013			Médias
<b>Datas</b>	<b>20/09</b>	<b>22/11</b>	<b>24/01</b>	<b>21/02</b>	<b>21/03</b>	-
<b>Horário Coleta</b>	10:00	09:50	09:45	09:45	09:45	-
<b>Temp. Ar (°C)</b>	23,0	29,0	28,0	28,0	26,00	26,5
<b>Temp. Água (°C)</b>	21,8	23,5	25,0	24,2	23,00	23,3
<b>Chuva últimas 24h</b>	Sim	Não	Não	Sim	Sim	-
<b>OD (mg/L)</b>	4,05	5,10	6,35	5,71	6,85	5,6
<b>pH</b>	6,10	5,95	6,15	5,25	5,65	6,0
<b>Turbidez (NTU)</b>	54,20	14,60	17,40	20,20	59,0	36,3
<b>Condut. (µS/cm)</b>	196,00	85,40	86,30	88,00	62,2	107,5
<b>STD (mg/L)</b>	96,00	42,00	42,00	43,00	30,0	52,5
<b>DBO (mg/L)</b>	13,30	13,30	8,10	25,70	10,80	11,4
<b>NO3 (mg/L)</b>	2,87	1,90	5,80	5,30	8,23	4,7
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,34	0,22	0,32	0,30	1,15	0,5
<b>NH3 (mg/L)</b>	0,20	0,10	0,20	0,20	0,15	0,2
<b>DQO (mg/L)</b>	11,20	40,40	11,20	11,20	18,40	20,3
<b>P total (mg/L)</b>	0,200	0,120	0,180	0,320	0,120	0,2
<b>PO4 (mg/L)</b>	2,00	5,00	1,00	3,00	2,00	2,5

Tabela 04 – Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Córrego da Vargem Limpa, P15 (sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.

	2012		2013		Médias	
<b>Datas</b>	<b>20/09</b>	<b>22/11</b>	<b>24/01</b>	<b>21/02</b>	<b>21/03</b>	-
<b>Horário Coleta</b>	09:50	09:35	09:32	09:34	09:30	-
<b>Temp. Ar (°C)</b>	23,0	27,0	27,0	27,0	24,0	25,3
<b>Temp. Água (°C)</b>	21,8	23,4	24,0	24,3	22,5	22,9
<b>Chuva últimas 24h</b>	Sim	Não	Não	Sim	Sim	-
<b>OD (mg/L)</b>	4,05	4,35	6,25	5,05	7,20	5,5
<b>pH</b>	6,10	6,10	5,50	5,50	6,15	6,0
<b>Turbidez (NTU)</b>	54,20	11,40	15,20	20,60	127,0	52,0
<b>condut. (µS/cm)</b>	196,0	124,3	122,1	132,6	98,00	135,1
<b>STD (mg/L)</b>	96,0	61,0	60,0	65,0	48,0	66,3
<b>DBO (mg/L)</b>	12,10	13,20	8,4	22,4	14,20	10,1
<b>NO3 (mg/L)</b>	3,25	2,40	3,18	3,25	4,18	3,3
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,26	0,35	0,26	0,35	0,40	0,3
<b>NH3 (mg/L)</b>	0,25	0,18	0,25	0,18	0,10	0,2
<b>DQO (mg/L)</b>	45,30	41,30	41,3	41,3	38,27	40,5
<b>P total (mg/L)</b>	0,070	0,050	0,030	0,014	0,040	0,0
<b>PO4 (mg/L)</b>	2,00	1,00	4,00	2,00	1,00	2,0

Tabela 05 – Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Ribeirão Vargem Limpa, **P16** (nascente), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.

	2012		2013			Médias
<b>Datas</b>	<b>20/09</b>	<b>22/11</b>	<b>24/01</b>	<b>21/02</b>	<b>21/03</b>	-
<b>Horário Coleta</b>	08:45	08:37	08:30	08:27	08:20	-
<b>Temp. Ar (°C)</b>	20,0	25,0	22,0	25,0	20,0	21,8
<b>Temp. Água (°C)</b>	21,3	21,5	22,3	22,3	21,0	21,5
<b>Chuva últimas 24h</b>	Sim	Não	Não	Sim	Sim	-
<b>OD (mg/L)</b>	6,10	5,90	6,50	5,70	6,30	6,2
<b>pH</b>	5,65	6,02	5,92	4,95	5,25	5,7
<b>Turbidez (NTU)</b>	14,40	5,87	10,20	12,10	35,60	16,5
<b>Condut. (µS/cm)</b>	33,00	43,10	41,20	64,10	24,23	35,4
<b>STD (mg/L)</b>	16,0	21,0	20,0	31,0	12,0	17,3
<b>DBO (mg/L)</b>	12,40	14,00	13,10	12,40	10,50	12,5
<b>NO3 (mg/L)</b>	2,27	1,90	1,45	0,94	2,82	2,1
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,41	0,20	0,41	0,18	0,38	0,4
<b>NH3 (mg/L)</b>	1,07	0,30	1,07	0,35	0,42	0,7
<b>DQO (mg/L)</b>	41,80	47,18	42,00	42,00	26,39	39,3
<b>P total (mg/L)</b>	0,220	0,080	0,060	0,044	0,128	0,1
<b>PO4 (mg/L)</b>	2,00	3,00	1,00	4,00	4,00	2,5

Tabela 06 – Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Ribeirão Vargem Limpa, P17 (com interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.

	2012		2013		Médias	
<b>Datas</b>	20/09	22/11	24/01	21/02	21/03	-
<b>Hora da Coleta</b>	09:20	09:10	09:00	09:00	08:55	-
<b>Temp. Ar (°C)</b>	22,0	25,0	24,0	28,0	22,0	23,3
<b>Temp. Água (°C)</b>	21,7	22,8	23,6	24,5	21,8	22,5
<b>Chuva últimas 24h</b>	Sim	Não	Não	Sim	Sim	-
<b>OD (mg/L)</b>	5,21	4,50	5,15	4,30	7,00	5,5
<b>pH</b>	5,99	6,71	6,41	4,95	6,45	6,4
<b>Turbidez (NTU)</b>	36,3	18,3	15,2	17,90	47,3	29,3
<b>Condut. (µS/cm)</b>	538,0	365,0	349,0	372,0	194,5	279,5
<b>STD (mg/L)</b>	263,0	179,0	171,0	182,0	95,0	177,0
<b>DBO (mg/L)</b>	12,0	12,0	25,0	19,0	22,0	17,8
<b>NO3 (mg/L)</b>	4,35	3,40	7,80	12,71	26,20	10,4
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,44	0,18	0,22	0,18	0,93	0,4
<b>NH3 (mg/L)</b>	1,98	1,00	1,98	3,15	4,90	2,5
<b>DQO (mg/L)</b>	41,80	40,40	41,80	41,80	37,20	40,3
<b>P total (mg/L)</b>	0,100	0,080	0,300	0,028	0,085	0,1
<b>PO4 (mg/L)</b>	2,00	4,80	0,90	0,90	4,00	2,9

Tabela 07 – Resultados médios, mínimos (azul) e máximos (vermelho) obtidos no Água Comprida, P20 (trecho entre dois segmentos do córrego, sem interceptores), durante o período de setembro de 2012 a março de 2013.

	2012		2013		Médias	
<b>Datas</b>	<b>20/09</b>	<b>22/11</b>	<b>24/01</b>	<b>21/02</b>	<b>21/03</b>	-
<b>Horário Coleta</b>	10:25	10:10	10:10	10:00	10:05	-
<b>Temp. Ar (°C)</b>	23,0	28,0	29,0	30,0	27,0	26,8
<b>Temp. Água (°C)</b>	23,6	24,7	26,6	27,4	24,3	24,8
<b>Chuva 24h</b>	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	-
<b>OD (mg/L)</b>	4,04	1,65	3,48	1,98	6,20	3,8
<b>pH</b>	6,66	6,65	6,80	5,98	6,70	6,7
<b>Turbidez (NTU)</b>	465,0	38,7	150,0	89,6	403,0	264,2
<b>Condut. (µS/cm)</b>	470,0	508,0	529,0	536,0	446,0	488,3
<b>STD (mg/L)</b>	230,0	249,0	259,0	262,0	219,0	239,3
<b>DBO (mg/L)</b>	12,0	20,0	9,3	10,3	17,0	14,6
<b>NO3 (mg/L)</b>	6,54	3,40	6,40	5,17	5,58	6,2
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,40	0,38	0,40	0,40	0,19	0,3
<b>NH3 (mg/L)</b>	2,17	3,20	2,17	9,40	1,19	2,2
<b>DQO (mg/L)</b>	41,4	67,0	41,4	41,4	21,1	42,7
<b>P total (mg/L)</b>	0,120	0,200	0,100	0,013	0,037	0,1
<b>PO4 (mg/L)</b>	3,00	4,80	2	1,3	0,90	2,7

Verifica-se que as diferenças entre as médias da temperatura do ar e das amostras são relativamente pequenas, e que estas últimas sempre apresentaram valores médios mais baixos que os obtidos para o ar, resultantes muito provavelmente do alto calor específico da água, em função do qual esta perde ou

ganha gradativamente o calor, resfriando-se ou aquecendo-se de forma lenta durante a noite e o dia, respectivamente.

Segundo Branco (1978), nos ambientes aquáticos continentais lóticos (rios) ou lênticos (lagos e águas represadas), a temperatura é um importante fator ecológico. Esta variável exerce influência direta sobre os vários tipos de organismos aquáticos, afetando-lhes o metabolismo, uma vez que o aumento de temperatura pode duplicar ou até triplicar a velocidade das reações metabólicas (Q<sub>10</sub>). Também é preciso considerar a relação existente entre a temperatura da água e o teor de gases nela dissolvidos, o que conseqüentemente influencia a dinâmica do sistema aquático. Assim, as variações de temperatura não somente estão relacionadas ao consumo e produção de oxigênio e gás carbônico, mas ao teor de carbonatos e, conseqüentemente, às variações de pH da água, entre outros.

Do alto calor específico da água decorre que tais variações, dessa forma amenizadas, exercem menor influência sobre os organismos aquáticos e, conseqüentemente, também afetam em menor grau os processos de produção e consumo de gases envolvidos na manutenção do equilíbrio dos corpos de água.

Também é possível observar que as maiores temperaturas médias, do ar e da água, ocorreram nos pontos 14 e 20 nos quais as amostragens foram realizadas mais tardiamente (entre as 09h45 e 10h25), quando o ângulo de inclinação dos raios luminosos incidentes sobre a superfície da água estava atenuado e, portanto, ocorriam menos perdas de radiação por reflexão (ESTEVEZ, 1998).

Observa-se que nos dias 20 de setembro, 21 de fevereiro e 21 de março obteve-se um maior índice de Turbidez em todos os pontos, associado ao maior índice de chuvas, em decorrência do carreamento de sedimentos das margens pela enxurrada para dentro do corpo aquático, fazendo com que a mistura deste material inorgânico e orgânico cause aumento da Turbidez em um curto período de tempo, comprometendo a transparência da água e, assim, dificultando a penetração dos feixes de luz.

Comparando-se as médias obtidas neste estudo com os resultados obtidos por Dalberto (2007), apresentados no ANEXO 1, nos foi possível construir as tabelas (08 a 13), apresentadas a seguir.

Tabela 08 – Médias obtidas neste estudo e Médias obtidas no trabalho de Dalberto (2007), referentes ao P12

<b>Ponto 12</b>	<b>Médias Obtidas</b>	<b>Dalberto (2007)</b>
<b>Temp. Ar (°C)</b>	25,25	19,75
<b>Temp. Água (°C)</b>	24,3	19,32
<b>Chuva últimas 24h</b>	-	-
<b>OD (mg/L)</b>	5,09	2,26
<b>pH</b>	6,44	7,33
<b>Turbidez (NTU)</b>	41,93	34,13
<b>Condut. (µS/cm)</b>	270,68	229,48
<b>STD (mg/L)</b>	132,25	-
<b>DBO (mg/L)</b>	13,33	89,57
<b>NO3 (mg/L)</b>	2,03	2,77
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,1	0,083
<b>NH3 (mg/L)</b>	0,34	8,88
<b>DQO (mg/L)</b>	43,64	173,57
<b>P total (mg/L)</b>	0,071	-
<b>PO4 (mg/L)</b>	1,5	4,57

Tabela 09 – Médias obtidas e Médias obtidas no trabalho de Dalberto (2007), referentes ao **P13**

<b>Ponto 13</b>	<b>Médias Obtidas</b>	<b>Dalberto (2007)</b>
Temp. Ar (°C)	25	25,58
Temp. Água (°C)	23,4	23,5
Chuva últimas 24h	-	-
OD (mg/L)	3,8	1,51
pH	6,7	7,54
Turbidez (NTU)	237,4	64,65
Condut. (µS/cm)	455	410
STD (mg/L)	223	-
DBO (mg/L)	11,8	182,43
NO3 (mg/L)	5,7	35,9
NO2 (mg/L)	0,4	0,162
NH3 (mg/L)	2,1	18,01
DQO (mg/L)	36,4	332,71
P total (mg/L)	0,1	-
PO4 (mg/L)	3,5	12,97

Tabela 10 – Médias obtidas neste estudo e Médias obtidas no trabalho de Dalberto (2007), referentes ao P14

<b>Ponto 14</b>	<b>Médias Obtidas</b>	<b>Dalberto (2007)</b>
Temp. Ar (°C)	26,5	22,51
Temp. Água (°C)	23,3	20,14
Chuva últimas 24h	-	-
OD (mg/L)	5,6	2,88
pH	6	7,35
Turbidez (NTU)	36,3	43,14
Condut. (µS/cm)	107,5	106,41
STD (mg/L)	52,5	-
DBO (mg/L)	11,4	27,86
NO3 (mg/L)	4,7	5,99
NO2 (mg/L)	0,5	0,075
NH3 (mg/L)	0,2	3,07
DQO (mg/L)	20,3	59,14
P total (mg/L)	0,2	-
PO4 (mg/L)	2,5	2,32

Tabela 11 – Médias obtidas neste estudo e Médias obtidas no trabalho de Dalberto (2007), referentes ao **P15**

<b>Ponto 15</b>	<b>Médias Obtidas</b>	<b>Dalberto (2007)</b>
<b>Temp. Ar (°C)</b>	25,3	25,07
<b>Temp. Água (°C)</b>	22,9	20,17
<b>Chuva últimas 24h</b>	-	-
<b>OD (mg/L)</b>	5,5	2,29
<b>pH</b>	6	7,25
<b>Turbidez (NTU)</b>	52	39,75
<b>Condut. (µS/cm)</b>	135,1	183,58
<b>STD (mg/L)</b>	66,3	-
<b>DBO (mg/L)</b>	10,1	86,72
<b>NO3 (mg/L)</b>	3,3	5,0
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,3	0,045
<b>NH3 (mg/L)</b>	0,2	4,55
<b>DQO (mg/L)</b>	40,5	166,43
<b>P total (mg/L)</b>	0,1	-
<b>PO4 (mg/L)</b>	2,0	4,11

Tabela 12 – Médias obtidas neste estudo e Médias obtidas no trabalho de Dalberto (2007), referentes ao P16

<b>Ponto 16</b>	<b>Médias Obtidas</b>	<b>Dalberto (2007)</b>
<b>Temp. Ar (°C)</b>	21,8	18,85
<b>Temp. Água (°C)</b>	21,5	17,62
<b>Chuva últimas 24h</b>	-	-
<b>OD (mg/L)</b>	6,2	4,6
<b>pH</b>	5,7	7,23
<b>Turbidez (NTU)</b>	16,5	17,74
<b>Condut. (µS/cm)</b>	35,4	31,44
<b>STD (mg/L)</b>	17,3	-
<b>DBO (mg/L)</b>	12,5	4,62
<b>NO3 (mg/L)</b>	2,1	1,34
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,4	0,019
<b>NH3 (mg/L)</b>	0,7	1,36
<b>DQO (mg/L)</b>	39,3	4,26
<b>P total (mg/L)</b>	0,1	-
<b>PO4 (mg/L)</b>	2,5	2,05

Tabela 13 – Médias obtidas neste estudo e Médias obtidas no trabalho de Dalberto (2007), referentes ao P17

<b>Ponto 17</b>	<b>Médias Obtidas</b>	<b>Dalberto (2007)</b>
<b>Temp. Ar (°C)</b>	23,3	25,91
<b>Temp. Água (°C)</b>	22,5	22,72
<b>Chuva últimas 24h</b>	-	-
<b>OD (mg/L)</b>	5,5	2,13
<b>pH</b>	6,4	7,79
<b>Turbidez (NTU)</b>	29,3	57,87
<b>Condut. (µS/cm)</b>	279,5	701,14
<b>STD (mg/L)</b>	177	-
<b>DBO (mg/L)</b>	17,8	218,0
<b>NO3 (mg/L)</b>	10,4	42,34
<b>NO2 (mg/L)</b>	0,4	0,047
<b>NH3 (mg/L)</b>	2,5	6,48
<b>DQO (mg/L)</b>	40,3	420,28
<b>P total (mg/L)</b>	0,1	-
<b>PO4 (mg/L)</b>	2,9	4,79

Observa-se que as médias das temperaturas do ar e das amostras de água coletadas no P12 - Córrego Água Comprida - foram de 19,75 °C e 19,32 °C, respectivamente. Neste estudo, as médias obtidas foram de 25,5 e 24,3 °C, respectivamente, ou seja mostraram uma diferença de 4,5 °C - a mais - nos últimos anos, considerando-se que, segundo Dalberto (2007), suas coletas ocorreram entre as 9h e as 16h. Também são notáveis as diferenças observadas com relação às concentrações de oxigênio dissolvido, que aumentaram de 2,26 mg/L (DALBERTO, 2007) para 5,09 mg/L (neste estudo), bem como aquelas relativas ao pH, que diminuiu de 7,33 (DALBERTO, 2007) para 6,44 (este estudo).

Acredita-se que tais diferenças possam também estar associadas à temperatura, pois é conhecido o efeito que esta variável exerce sobre os processos biológicos, alterando a velocidade das reações bioquímicas, afetando as reações químicas que ocorrem na água e, também, influenciando a solubilidade dos gases e acentuando a sensação de sabor e odor da água, ocasionalmente presentes (PINTO, 1998).

De acordo com Branco (1978), a quantidade de oxigênio disponível em um rio ou lago sofre - como já foi mencionado - grandes reduções em função da introdução de matéria orgânica no sistema aquático, sendo particularmente pobres desse gás as águas que recebem forte contribuição de esgotos.

Analisando os parâmetros médios, do P12, obtidos para a condutividade elétrica da água, observou-se um aumento de 229,48  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (DALBERTO, 2007) para 270,68  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (neste estudo). Segundo Esteves (1998), este fato também pode estar associado ao aumento da temperatura. No entanto, não se pode esquecer que os parâmetros obtidos para esta variável estão intimamente associados à concentração de íons dissolvidos na água, dos quais os mais diretamente envolvidos são os denominados macronutrientes, a saber: cálcio, magnésio, carbonato e potássio, dentre outros. A concentração de íons, por sua vez, pode ser resultante dos processos de degradação ou remineralização da matéria orgânica - por parte dos organismos decompositores - ou, ainda, da oxidação química da mesma.

Com relação à turbidez média da água, observada no P12, também houve um pequeno aumento de 34,13 NTU para 41,93 NTU. As principais causas da turbidez da água são a presença de materiais sólidos (silte, argila, sílica, coloides), matéria orgânica finamente dividida e organismos microscópicos (algas e zooplâncton) em suspensão.

Assim como ocorreu no P12, nos outros pontos de coleta também foi possível notar uma aparente e relativa melhoria do ponto de vista da saúde dos ambientes aquáticos em questão com respeito à concentração de oxigênio dissolvido, já que em todos os pontos de amostragem pode-se observar um aumento desta. Esta é uma das mais importantes variáveis para se inferir sobre o grau de poluição orgânica de um rio e observou-se que, mesmo nos pontos onde ainda não foram implantados interceptores, houve registro de aumento do oxigênio dissolvido, quando se compara os resultados obtidos no presente estudo com os obtidos em 2007, por Dalberto.

Para o pH, no entanto, observou-se uma diminuição em todos os pontos de coleta, indicando aumento de acidez das águas daqueles córregos, de 2007 para 2012. Tal fato provavelmente esteja associado à ocorrência de chuvas, visto que o pH das águas pluviais é sempre levemente ácido. Estas águas carregam consigo componentes da atmosfera, como o próprio CO<sub>2</sub>, por exemplo, que ao se dissolver na água produz o ácido carbônico - um ácido fraco, com um pH de aproximadamente 5,6 - tornando-a um pouco ácida.

Como se pode observar no Quadro 3, apresentado a seguir, a ocorrência de precipitação pluviométrica durante o período em que este estudo foi conduzido foi alta, totalizando mm naqueles sete meses.

Quadro 3 – Ocorrência de chuvas entre janeiro de 2011 a março de 2013 (Fonte: IPMet-UNESP)



Precipitação Acumulada Mensal (mm)												
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2011	496.1	173.7	144.5	89.2	31.5	45.7	7.9	40.4	3.0	209.3	135.9	207.5
2012	262.1	81.8	177.0	192.3	83.8	197.6	11.4	0.0	94.7	51.8	138.2	121.9
2013	272.5	134.6	185.7									

Temperatura Média Mensal (°C)												
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2011	25.5	25.6	23.3	23.1	19.5	17.8	20.1	21.0	22.3	23.1	22.8	24.6
2012	23.5	25.9	24.5	23.3	19.3	18.5	18.9	21.1	22.8	25.3	24.2	26.3
2013	23.9	24.8	23.7									

Considerando os dados de pluviosidade acumulada mensal, de setembro de 2001 a março de 2012, e as temperaturas médias mensais registradas para estes mesmos meses, pode-se realmente caracterizar o período de amostragem como sendo de cheia, segundo a proposta de Gausson (DAJOZ, 2007). Pode-se observar que as maiores precipitações acumuladas ocorreram justamente nos meses de novembro de 2012 a março de 2013. Em agosto de 2012 não houve registro de ocorrência de chuvas, e esta começa a ser registrada em setembro, quando foi feita a primeira coleta.

Desde então só houve aumento de chuvas a cada mês, o que teoricamente poderia explicar a redução do pH das águas dos córregos. Também não se pode desconsiderar que as chuvas carregam materiais para dentro dos corpos de água e que, muitos destes, orgânicos, serão decompostos aerobicamente, com consequente aumento da produção de CO<sub>2</sub>. Este, por sua vez, poderá se acumular na água, em função da alta concentração de materiais em suspensão nela presentes – inclusive inorgânicos – responsáveis pela limitação da penetração de luz na coluna de água e, conseqüentemente, pela redução da fotossíntese, aumentando assim a possibilidade de produção de ácido carbônico no sistema.

No Córrego Água Comprida houve dois pontos de coleta - P12 e P13 – estando este último localizado mais à frente do P12. Em ambos ainda ocorre o lançamento de esgoto *in natura*, pois ainda não possuem os interceptores. Observa-se, assim, que no P13 foram obtidos resultados condizentes com um maior índice de poluição, o que parece ser pertinente, já que há uma somatória de despejos orgânicos ao longo deste curso do córrego. Para o oxigênio dissolvido, no P12, a média obtida foi de 5,09 mg/L, enquanto no P13 esta foi de 3,8 mg/L.

Para a turbidez também foi registrado um aumento de 41,93 NTU para 237,4 NTU, do P12 para o P13. Esses parâmetros nos mostram o aumento do nível de poluição que ocorre durante o percurso do rio, pelo fato deste ainda receber águas residuárias.

No Córrego Vargem Limpa, que já possui os interceptores, foram feitas coletas nos P14 e P15. Observa-se que não há muita diferença entre os parâmetros das análises realizadas nos dois pontos. Por exemplo, a concentração de oxigênio dissolvido obtida no P14 foi de 5,6 mg/L e no P15 foi de 5,5 mg/L, enquanto para a condutividade elétrica observa-se apenas um pequeno aumento de 107,5 uS/cm para 135,1 uS/cm. Nenhum dos parâmetros obtidos para as demais variáveis apresentou valores aumentados, que nos permitissem inferir a ocorrência de poluição daquelas águas por esgoto.

O P 20, no córrego Água Comprida, está localizado em um trecho deste corpo de água que fica próximo à Avenida Cruzeiro do Sul, ainda ocorre o lançamento de esgoto *in natura* e, portanto, não é de se estranhar que nas amostras ali coletadas tenham sido obtidos parâmetros como condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez indicativos de um maior nível de poluição do que os registrados nos P14 e P17, trechos do mesmo córrego nos quais os interceptores já foram instalados.

Assim pode-se dizer que a construção dos interceptores pelo DAE tem atenuado a degradação dos corpos de água beneficiados, embora não se possa afirmar que os mesmos estejam totalmente despoluídos, pois ainda há muito lixo gerado pela população que vive ao redor dos mesmos e que, infelizmente, continuam sendo depositados naqueles corpos de água.

Com relação ao esgoto, entretanto, nota-se que nos córregos em que este não está mais sendo despejado, se pode obter resultados desejáveis com respeito à recuperação da qualidade das águas.

Com respeito aos resultados de DBO, DQO, nitrato, nitrito, TKN, fósforo total e fosfato, obtidos neste estudo mediante as análises realizadas no Laboratório de Química da Universidade de São Paulo – São Carlos, infelizmente estes não puderam ser aqui discutidos, pois não se mostraram coerentes com os resultados mensalmente obtidos para estas mesmas variáveis, nas análises realizadas pelo Laboratório de Águas Residuárias da FEB-UNESP-Bauru/DAE-Bauru. Estas são análises que fazem parte da rotina deste laboratório e acreditamos que, mesmo que diferentes metodologias e equipamentos de análise tenham sido utilizados para as mesmas, com relação àqueles utilizados no laboratório da USP, resultados tão incoerentes não poderiam ser obtidos.

Os resultados obtidos neste estudo, portanto, se mostraram muito diferentes daqueles esperados e, portanto, também não foi possível compará-los e discuti-los com relação aos resultados obtidos por DALBERTO (2007), frustrando, em parte, os objetivos desta pesquisa.

## 6. CONCLUSÃO

Diante do exposto, e após consultar A literatura acerca dos resultados obtidos – considerando, ainda, as limitações do presente estudo - verificou-se que por meio da comparação dos valores médios obtidos para as variáveis analisadas neste estudo e daquele realizado há cinco anos, por Dalberto (2007), que os córregos e ribeirões aqui estudados, aparentemente, se encontram em um processo – ainda que inicial - de despoluição, em decorrência das primeiras ações associadas à futura construção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), visto que com a implantação dos interceptores já foi possível observar alguns resultados animadores.

Assim, somos levados a pensar que o término da instalação dos interceptores poderá permitir que a saúde destes córregos e ribeirões venha a ser recuperada, processo que só será realmente efetivado após a construção da ETE, quando todas as águas residuárias geradas pela população do município, uma vez devidamente coletadas, serão adequadamente conduzidas e devidamente tratadas, antes de serem descartadas nos corpos de água receptores dos efluentes daquela ETE.

No entanto, é preciso considerar que além da atuação política é preciso buscar a garantia da atuação consciente por parte da comunidade, que é extremamente importante, pois se não houver boa vontade e ação no sentido de preservar as matas ciliares e respeitar a vida aquática, o lixo continuará sendo depositado nos corpos de água e estes continuarão recebendo descargas clandestinas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Acesso à Informação. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/acessoainformacao/default.aspx>>. Acesso em: 31/05/2013

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21 st. Ed. (2005).

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4ªed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844p.

BRANCO, Samuel Murgel. **Hidrobiologia Aplicada À engenharia Sanitária**. 2. ed. São Paulo, CETESB, 1978. 620p.

BARBOSA, Cátia Fernandes. **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. 2005.

CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, **Secretaria de Estado do Meio Ambiente Água Brasil**, Estado de São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em: 15/08/2014

CORREIA, Aislan; BARROS, Erick; SILVA, Jadiael; RAMALHO, Jamilson. Análise da turbidez da água em diferentes estados de tratamento. **Anais VIII ERMAC - 8o Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional - 20-22 de Novembro de 2008**

DALBERTO, Jacqueline. **Monitoramento da qualidade da água dos córregos tributários do rio Bauru: Barreirinho, Água comprida, Vargem Limpa e Ribeirão Vargem Limpa**. Monografia de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química da UNESP-Bauru, 2007 72p.

DANIEL, Mariely Helena Barbosa. **Caracterização do perfil do nitrato na água para consumo humano do município de Natal-RN no ano de 2007**. Monografia (especialização) - Universidade de Brasília, 2008.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE BAURU – DAE BAURU. Disponível: [www.daebauru.sp.gov.br](http://www.daebauru.sp.gov.br) Acesso em: 03/06/2013

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2ªed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

FALCÃO, E.; MACHADO, G. C. M.; MACHADO, L. T. **Rios urbanos, impactos e qualidade paisagística: os casos das cidades de Bauru e Jahu**. PAPER FINAL, Pluris 2010.

MADUREIRA, Luiz. **Determinação de Oxigênio Dissolvido em Água pelo Método de Winkler (modificado)**. Disponível em: <<http://www.qmc.ufsc.br/analitica/2012-1/qmc/qmc-exp-2/det-OD-rev-2011-2.pdf>> Acesso em: 03/06/2013

MARQUES, Gabriela; OLIVEIRA, Danni; MORESCO, Inês. A tipologia pluviométrica de Bauru/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 8 – Vol. 10 – JAN/JUN 2012

MOURA, Luiz Henrique Amorim; BOAVENTURA, Geraldo Resende; PINELLI, Marcelo Pedrosa. A qualidade da água como indicador de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama, Distrito Federal. **Química Nova**, Vol. 33, N. 1, p. 97-103, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BAURU. **Água em Bauru**. Bauru, 2007. Disponível em: <[www.bauru.sp.gov.br/prefeitura](http://www.bauru.sp.gov.br/prefeitura)> Acesso em 14/03/2013. Acesso em: 02/06/2013

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C. et al. (orgs.) **Águas Doces no Brasil** – Capital Ecológico, Uso e Conservação. São Paulo: Escrituras, 2002. 2ª Ed. Revisada e ampliada.

VIDÁGUA Instituto Ambiental. Portal verde. **Água**. Disponível: <http://www.vidagua.org.br/conteudo/17> Acesso em: 12/11/2013

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

ANEXO A – Dados obtidos no estudo realizado por Dalberto (2007)

Valores mínimo, máximo e médio obtidos para o ponto 12, durante o período de estudo nos córregos do rio Bauru.

<i>PONTO 12</i>	<i>MINIMA</i>	<i>MAXIMA</i>	<i>MEDIAS</i>
Temperatura AR	13,0	25,5	19,75
Temperatura Amostra	17,5	22,3	19,32
PH	6,96	7,70	7,33
Condutividade $\mu\text{s/cm}$	122,0	340,0	229,48
Turbidez N.T.U.	26,4	44,9	34,13
Dureza T. mg/L	42,0	108,0	60,0
Alcalinidade T. mg/L	48,0	100,0	82,85
O.D. mg/L	1,04	3,41	2,26
DBO mg/L	27,0	150,0	89,57
DQO mg/L	59,0	254,0	173,57
$\text{NO}_3^-$	1,44	5,41	2,77
$\text{NO}_2^-$	0,007	0,361	0,083
$\text{NH}_3$	4,06	18,40	8,88
$\text{PO}_4^{3-}$	1,36	6,91	4,57
Cd	0,001	0,001	0,001
Cu	0,002	0,008	0,036
Pb	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND

ND- NADA DETECTADO

ANEXO B – Valores mínimo, máximo e médio obtidos para o ponto 13, durante o período de estudo nos córregos do rio Bauru.

<i>PONTO 13</i>	<i>MINIMAS</i>	<i>MAXIMAS</i>	<i>MEDIAS</i>
Temperatura AR	19,0	32,5	25,58
Temperatura Amostra	18,7	27,5	23,50
PH	7,26	7,78	7,54
Condutividade $\mu\text{s/cm}$	276,0	484,0	410,0
Turbidez N.T.U.	44,8	85,0	64,65
Dureza T. mg/L	48,0	106,0	69,14
Alcalinidade T. mg/L	112,0	184,0	149,71
O.D. mg/L	0,98	2,71	1,51
DBO mg/L	69,0	280,0	182,43
DQO mg/L	161,0	549,0	332,71
$\text{NO}_3^-$	1,96	176,0	35,90
$\text{NO}_2^-$	0,004	0,814	0,162
$\text{NH}_3$	11,6	24,5	18,01
$\text{PO}_4^{3-}$	3,58	37,86	12,97
Cd	0,001	0,001	0,001
Cu	0,016	0,043	0,025
Pb	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND

ND- NADA DETECTADO

ANEXO C – Valores mínimo, máximo e médio obtidos para o ponto 14, durante o período de estudo nos córregos do rio Bauru.

<i>PONTO 14</i>	<i>MINIMAS</i>	<i>MAXIMAS</i>	<i>MEDIAS</i>
Temperatura AR	15,0	27,0	22,51
Temperatura Amostra	17,7	24,1	20,14
PH	7,11	7,75	7,35
Condutividade $\mu\text{s/cm}$	68,2	139,7	106,41
Turbidez N.T.U.	14,0	132,0	43,14
Dureza T. mg/L	28,0	52,0	37,71
Alcalinidade T. mg/L	32,0	56,0	45,14
O.D. mg/L	2,32	3,52	2,88
DBO mg/L	13,0	57,0	27,86
DQO mg/L	28,0	119,0	59,14
$\text{NO}_3^-$	2,24	17,3	5,99
$\text{NO}_2^-$	0,046	0,154	0,075
$\text{NH}_3$	0,029	6,02	3,07
$\text{PO}_4^{3-}$	0,54	2,88	2,32
Cd	0,001	0,001	0,001
Cu	ND	ND	ND
Pb	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND

ND- NADA DETECTADO

ANEXO D – Valores mínimo, máximo e médio obtidos para o ponto 15, durante o período de estudo nos córregos do rio Bauru.

<i>PONTO 15</i>	<i>MINIMAS</i>	<i>MAXIMAS</i>	<i>MEDIAS</i>
Temperatura AR	17,0	30,0	25,07
Temperatura Amostra	17,3	24,9	20,17
PH	7,07	7,40	7,25
Condutividade $\mu\text{s/cm}$	49,7	244,0	183,58
Turbidez N.T.U.	13,7	75,4	39,75
Dureza T. mg/L	8,0	46,0	40,0
Alcalinidade T. mg/L	20,0	96,0	72,0
O.D. mg/L	1,41	3,98	2,29
DBO mg/L	2,0	245,0	86,72
DQO mg/L	5,0	389,0	166,43
$\text{NO}_3^-$	0,429	20,3	5,0
$\text{NO}_2^-$	0,0124	0,158	0,045
$\text{NH}_3$	0,179	11,2	4,55
$\text{PO}_4^{3-}$	0,91	5,89	4,11
Cd	0,001	0,002	0,0015
Cu	ND	ND	ND
Pb	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND

ND- NADA DETECTADO

ANEXO E – Valores mínimo, máximo e médio obtidos para o ponto 16, durante o período de estudo nos córregos do rio Bauru.

<i>PONTO 16</i>	<i>MINIMAS</i>	<i>MAXIMAS</i>	<i>MEDIAS</i>
Temperatura AR	13,0	24,0	18,85
Temperatura Amostra	14,7	19,0	17,62
PH	6,98	7,63	7,23
Condutividade $\mu\text{s/cm}$	23,4	49,7	31,44
Turbidez N.T.U.	7,5	38,9	17,74
Dureza T. mg/L	8,0	28,0	16,57
Alcalinidade T. mg/L	8,0	20,0	14,85
O.D. mg/L	3,15	5,89	4,60
DBO mg/L	2,0	11,0	4,26
DQO mg/L	5,0	19,0	10,0
$\text{NO}_3^-$	0,318	3,21	1,34
$\text{NO}_2^-$	0,003	0,05	0,019
$\text{NH}_3$	0,179	3,65	1,36
$\text{PO}_4$	1,24	2,99	2,05
Cd	0,001	0,001	0,001
Cu	0,001	0,0045	0,0045
Pb	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND

ND- NADA DETECTADO

ANEXO F – Valores mínimo, máximo e médio obtidos para o ponto 17, durante o período de estudo nos córregos do rio Bauru.

<i>PONTO 17</i>	<i>MINIMAS</i>	<i>MAXIMAS</i>	<i>MEDIAS</i>
Temperatura AR	19,0	32,0	25,91
Temperatura Amostra	26,0	18,5	22,72
PH	6,24	10,95	7,79
Condutividade $\mu\text{s/cm}$	272,0	1870,0	701,14
Turbidez N.T.U.	33,5	114,9	57,87
Dureza T. mg/L	40,0	116,0	73,72
Alcalinidade T. mg/L	64,0	368,0	144,57
O.D. mg/L	1,64	3,28	2,13
DBO mg/L	76,0	360,0	218,0
DQO mg/L	170,0	863,0	420,28
$\text{NO}_3^-$	2,19	202,0	42,34
$\text{NO}_2^-$	0,0131	0,089	0,047
$\text{NH}_3$	3,90	10,6	6,48
$\text{PO}_4^{3-}$	0,65	7,75	4,79
Cd	0,001	0,001	0,001
Cu	0,0001	0,006	0,006
Pb	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND

ND- NADA DETECTADO