

## **AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM CORPO RECEPTOR ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

*Tsunao Matsumoto<sup>1</sup> & Liliane Lazzari Albertin<sup>2\*</sup>*

**Resumo** – Neste artigo foi analisada a qualidade da água do Córrego Marinheiro, localizado no município de Votuporanga, noroeste do Estado de São Paulo, antes e após a implantação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE). A avaliação foi feita através do cálculo do Índice de Qualidade de Águas (IQA) a partir de dados obtidos em campo em seis pontos de monitoramento, com coletas mensais. Foi avaliado o período de um ano antes da implantação da ETE, quando o córrego ainda recebia o esgoto *in natura*, e um ano após a entrada em operação da ETE. O estudo mostrou que o Córrego Marinheiro tem se recuperado com relação à qualidade da água. O efluente da ETE, por ela não ter atingido a maturação, ainda influencia na qualidade a jusante do lançamento. Uma vez que a ETE atinja a plenitude de eficiência operacional, o IQA a jusante do lançamento tende a passar de ruim a regular e posteriormente para bom.

**Palavras-Chave** – Índice de Qualidade de Águas, autodepuração, estações de monitoramento.

## **EVALUATION OF WATER QUALITY OF A BODY RECEIVER BEFORE AND AFTER IMPLEMENTATION OF WASTEWATER TREATMENT PLANT**

**Abstract** – In this article we analyzed the water quality of the Córrego Marinheiro, located in Votuporanga, northwest of São Paulo, before and after the implementation of a wastewater treatment plant (WWTP). The evaluation was done by calculating the Water Quality Index (AQI) from data obtained in the field in six monitoring points with monthly collections. It was assessed during the period of one year before the implementation of WWTP, when the stream was still receiving the raw sewage, and one year after the entry into operation of the WWTP. The study showed that the Córrego Marinheiro has recovered with respect to water quality. The effluent of the WWTP, because it had not reached maturity, still influences acting downstream of the release. Since WWTP reaches the full operational efficiency, the IQA downstream of the release tends to go bad to regulate and then to good.

**Keywords** – Water Quality Index, depuration, monitoring stations.

### **INTRODUÇÃO**

No XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, realizado no período de 27 de novembro a 01 de dezembro de 2011, em Maceió, AL, Matsumoto *et al.* (2011) analisaram a qualidade da água do Córrego Marinheiro, localizado no município de Votuporanga, noroeste do Estado de São Paulo, através da avaliação do Índice de Qualidade de Águas (IQA). Este curso-d'água recebia o esgoto *in natura* de toda a cidade, que possui cerca de 85.000 habitantes, de acordo com o Censo

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Avenida Brasil, 56. Ilha Solteira, SP. CEP: 15385-000. Fone: (18) 3743-1125. E-mail: tsunao@dec.feis.unesp.br.

<sup>2</sup> Professora Doutora do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Avenida Brasil, 56. Ilha Solteira, SP. CEP: 15385-000. Fone: (18) 3743-1204. E-mail: liliane@dec.feis.unesp.br.

\* Autor Correspondente

Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). De acordo com os autores, a qualidade da água do Córrego Marinheiro era prejudicada com o lançamento *in natura* do efluente doméstico de Votuporanga. Após esse lançamento, a qualidade tendia a melhorar, porém o rio em todo o seu trecho apresentou classificação ruim ou bem próxima dela. Ficou evidenciado no estudo que é de primordial importância a manutenção das características da água através de ações voltadas à preservação dos recursos hídricos na sua forma natural, tal como o tratamento dos esgotos.

Para solucionar essa situação e diminuir as cargas poluentes lançadas no córrego, o município encarregou a Superintendência de Água e Esgoto de Votuporanga (SAEV), atualmente denominada de SAEV Ambiental, a implantação de um sistema de tratamento dos esgotos gerados na cidade.

A autarquia responsável pelos sistemas de águas e esgotos do município tem como meta tratar 100% dos esgotos coletados por meio de sistema de lagoas de estabilização, com lagoas anaeróbias seguidas de lagoas facultativas precedidos por tratamento físico por gradeamento e caixas de areia mecanizadas.

A vazão média de recebimento prevista na ETE é de no máximo 370 L/s de esgotos e a mínima de 240 L/s. No entanto, o sistema implantado está projetado para tratar até 605 L/s de esgotos, correspondente a vazão de esgotos que seria gerada por uma população equivalente de 130 mil habitantes.

A ETE entrou em operação em 11 de novembro de 2011. O efluente da estação é encaminhado ao Córrego Marinheiro, o qual é caracterizado como Classe 4 pelo Decreto 10.755 de novembro de 1977, por meio de emissário em tubos de concreto.

Desta forma, através da análise do IQA, este trabalho avalia a qualidade da água do Córrego Marinheiro após o início da operação da ETE, comparando com os dados coletados quando o lançamento era ainda feito *in natura*.

O estudo mostra que o início das operações da ETE de Votuporanga tem contribuído na recuperação da qualidade do Córrego Marinheiro nos pontos a montante do lançamento dos efluentes da ETE. Quando a ETE atingir a plenitude de eficiência operacional, o IQA a jusante do lançamento tende a passar de ruim a regular e posteriormente para bom.

## **METODOLOGIA**

### **Monitoramento da qualidade da água do Córrego Marinheiro**

A cidade de Votuporanga tem sua sede localizada na sub-bacia do Ribeirão do Marinheiro, uma dentre as doze sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 – UGRHI 15), localizada na região noroeste do Estado de São Paulo.

O projeto de monitoramento das águas do Córrego Marinheiro foi realizado em duas fases. Na Primeira Fase foram realizadas 12 coletas mensais antes da entrada em funcionamento da ETE, no período de maio de 2009 a maio de 2010. Na segunda fase também foram realizadas coletas mensais, sendo duas coletas de controle antes da entrada em funcionamento da ETE (junho e novembro de 2011) e dez coletas após a entrada em funcionamento da mesma (dezembro de 2011 a setembro de 2012).

Para a realização do monitoramento foram escolhidos seis pontos (estações de coleta) ao longo do Córrego Marinheiro, os quais estão relacionados nas Tabelas 1 e 2. Na Segunda Fase foi

acrescido a estação de coleta denominado de Ponto 7 e eliminado o Ponto 4. As demais estações de coleta permaneceram no monitoramento, mas com denominações alteradas, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Estações de monitoramento de qualidade de água do Córrego do Marinheiro – Primeira Fase

Estação de monitoramento	Nomenclatura	Coordenadas da Estação e Altitude	Descrição
Ponto 1	M	20°22'40,10"S 50°00'08,09"W 436m	Montante lançamento in natura do esgoto doméstico de Votuporanga.
Ponto 2	J-50 m	20°22'36,90"S 50°00'20,94"W 433m	50 metros a jusante do lançamento in natura
Ponto 3	J-1000 m	20°22'19,45"S 50°00'37,39"W 432m	1000 metros a jusante do lançamento in natura
Ponto 4	J-5000 m	20°21'05,80"S 50°01'55,22"W 424m	5000 metros a jusante do lançamento in natura
Ponto 5	J-7000 m	20°20'16,71"S 50°02'52,12"W 419m	7000 metros a jusante do lançamento in natura. Último ponto a montante do local de recebimento do efluente da futura ETE.
Ponto 6	J-9000 m	20°20'09,29"S 50°03'15,70"W 418m	9000 m a jusante do lançamento in natura. Jusante do local de recebimento do efluente da futura ETE.

Tabela 2 – Estações de monitoramento de qualidade de água do Córrego do Marinheiro – Segunda Fase

Estação de monitoramento	Nomenclatura	Coordenadas da Estação e Altitude	Descrição
Ponto 1	M-7300 m	20°22'40,10"S 50°00'08,09"W 436m	7300 m a montante do lançamento dos efluentes da ETE.
Ponto 2	M-7000 m	20°22'36,90"S 50°00'20,94"W 433m	7000 m a montante do lançamento dos efluentes da ETE.
Ponto 3	M-5900 m	20°22'19,45"S 50°00'37,39"W 432m	5900 m a montante do lançamento dos efluentes da ETE.
Ponto 5	M-1900 m	20°20'16,71"S 50°02'52,12"W 419m	1900 m a montante do lançamento dos efluentes da ETE.
Ponto 6	J-100 m	20°20'09,29"S 50°03'15,70"W 418m	100 m a jusante do lançamento dos efluentes da ETE.
Ponto 7	J-1200 m	20°19'50,75"S 50°03'36,03"W 415m	1200 m a jusante do lançamento dos efluentes da ETE.

As coletas de água foram realizadas por amostragem subsuperficial e acondicionadas em garrafas plásticas descartáveis, refrigeradas em caixa térmica até o momento da análise. As amostras eram diretamente dirigidas ao Laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP. As análises eram iniciadas logo após a chegada das amostras.

A metodologia de ensaios laboratoriais utilizada seguiu os procedimentos indicados pelo Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Durante o período de monitoramento foram analisados 5 dos 9 parâmetros do IQA no Laboratório de Saneamento, sendo eles: DBO, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais, oxigênio dissolvido. Três parâmetros (pH, temperatura e turbidez) foram medidos *in loco* pela equipe de campo e um parâmetro bacteriológico (*E. coli* ou Coliformes fecais ou termotolerantes) foi analisado pela SAEV Ambiental.

### **Análise de dados fluviométricos**

Para a análise dos dados fluviométricos foi definida a área de drenagem de cada ponto de monitoramento para o cálculo da curva de permanência e vazão  $Q_{7,10}$ .

As áreas de drenagem foram obtidas através da topografia do terreno e calculadas no software AutoCad. A curva de permanência e a vazão  $Q_{7,10}$  foram obtidas na Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo (SigRH, 2013).

## **RESULTADOS**

### **Dados de vazão do curso-d'água**

Os resultados do levantamento das áreas de contribuições e das vazões  $Q_{7,10}$  para cada ponto de amostragem estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 3 – Área de drenagem e vazões mínimas das estações de monitoramento

Estação de Monitoramento	Nomenclatura	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)
Ponto 1	M / M-7300m	65,9	0,100
Ponto 2	J-50 m / M-7000 m	85,2	0,129
Ponto 3	J-1000 m / M-5900 m	96,2	0,145
Ponto 4	J-5000 m	118,4	0,178
Ponto 5	J-7000 m / M-1900 m	130,1	0,195
Ponto 6	J-9000 m / J-100 m	146,6	0,220
Ponto 7	J-1200 m	148,9	0,224

### **Resultados do monitoramento de qualidade da água da Primeira Fase**

A Figura 1 mostra os valores calculados do IQA obtidos em cada ponto de monitoramento e em cada coleta durante a Primeira Fase.

Com exceção das coletas 10 e 12, realizadas nos meses de março e maio, o Ponto 1, localizado a aproximadamente 300 m a montante do local de lançamento *in natura* do esgoto, apresentou IQA dentro do limite bom em toda a Primeira Fase de monitoramento. Este foi o único ponto de monitoramento que apresentou esta classificação.

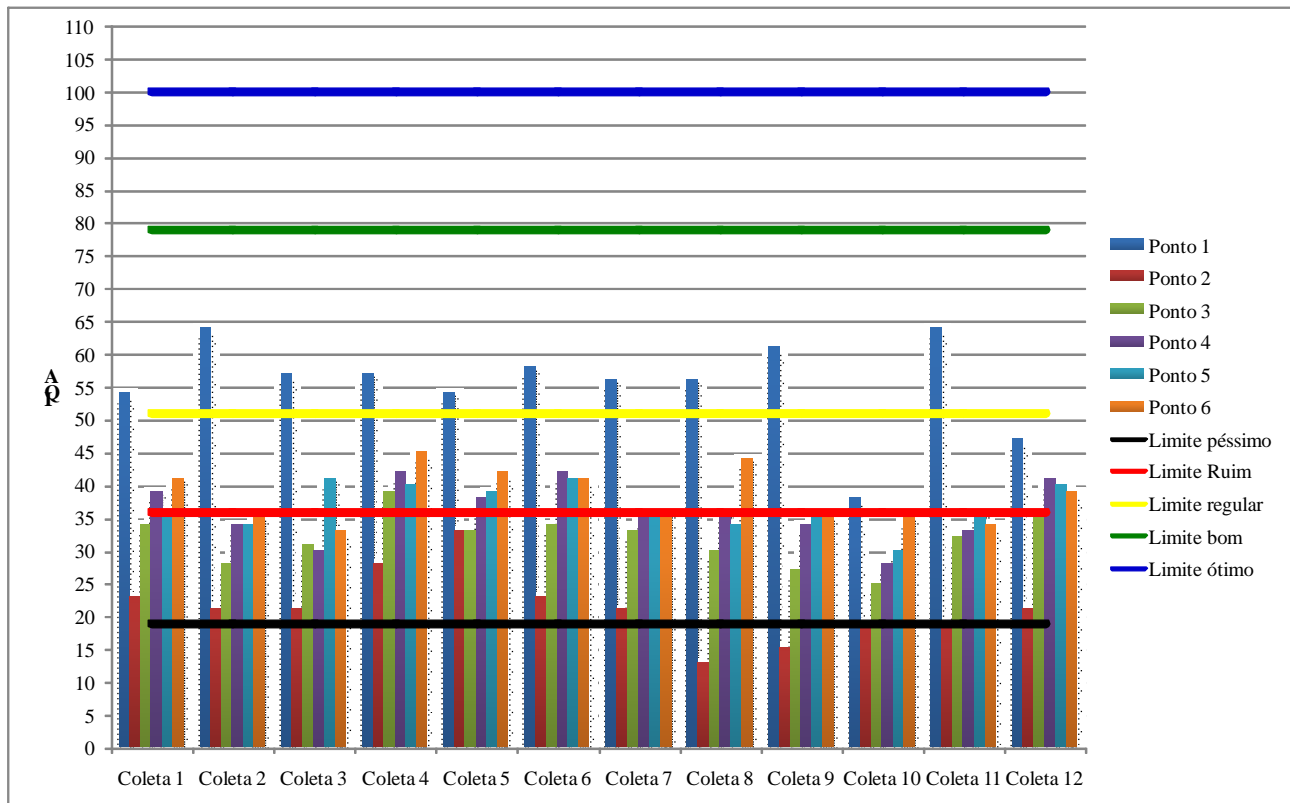


Figura 1 – Valores do IQA obtidos na Primeira Fase de monitoramento

O Ponto 2 apresentou oito resultados dentro do limite ruim e quatro dentro do limite péssimo. Estes últimos ocorreram nos meses de fevereiro, março e abril de 2010. Matsumoto *et al.* (2011) citam que nesses meses foram encontradas concentrações de OD abaixo de 2,0mg/L, valor inferior ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357 para curso-d'água Classe 4.

Em quase toda a sua totalidade, o IQA do Ponto 3, segundo ponto a jusante do lançamento *in natura*, apresentou classificação ruim (exceção da coleta 4). Essa estação também registrou concentrações de OD abaixo de 2,0 mg/L (MATSUMOTO *et al.*, 2011).

Observa-se que a partir do Ponto 4, o Córrego Marinheiro começa a ter uma melhora na qualidade da água, parte devido ao processo de autodepuração e parte pelo aporte de vazão dos tributários, favorecendo a diluição. Mesmo assim, os valores do IQA não ultrapassaram o limite de classificação do índice regular, permanecendo boa parte do período como ruim e, às vezes, atingindo o grau péssimo.

Para conter essa situação, a SAEV Ambiental tem redobrado esforços para melhoria da qualidade dos corpos-d'água do entorno do núcleo urbano e investido pesadamente na implantação de coletores troncos e interceptores de esgoto sanitário e na construção da ETE para controlar a degradação causada pelo lançamento de esgotos *in natura*.

### Resultados do monitoramento de qualidade da água da Segunda Fase

A Segunda Fase foi iniciada em junho de 2011, com uma análise de controle (Coleta 1) antecedendo o início de operação da ETE prevista para julho daquele ano, mas devido a vários imprevistos, não foi possível a entrada em operação na data prevista. Efetivamente, a ETE entrou em operação em 11 de novembro de 2011. Antes desta data foi realizada outra amostragem (Coleta 2) para verificar o IQA imediatamente antes do início das operações da ETE.

Após duas amostras de controle e uma amostra um mês após a entrada em operação da ETE (Coleta 3), o Ponto 4 foi abortado e substituído pelo Ponto 7. Desta forma, somente os resultados das três primeiras coletas foram realizadas nos mesmos pontos de amostragens da Primeira Fase.

A Figura 2 mostra os valores calculados do IQA obtidos em cada ponto de monitoramento de cada coleta mensal realizada durante a Segunda Fase.

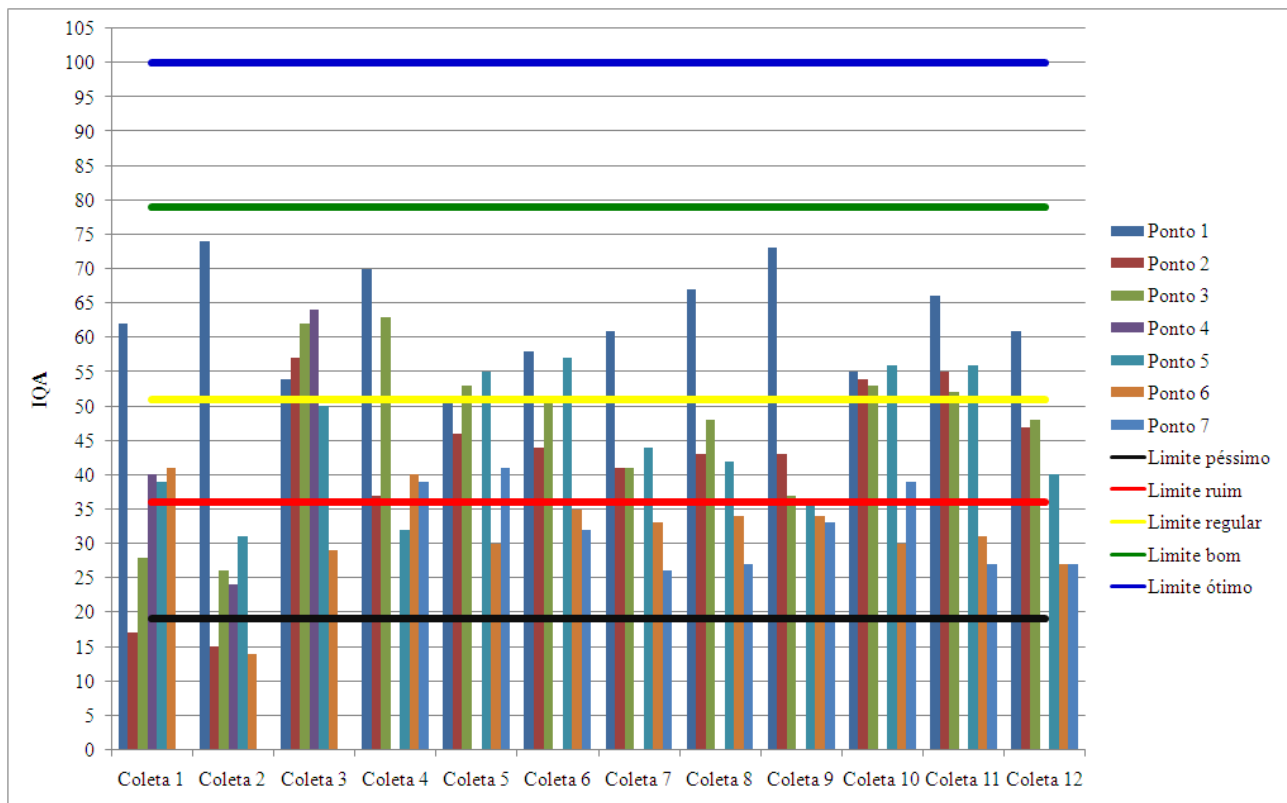


Figura 2 – Valores do IQA obtidos na Segunda Fase de monitoramento

O Ponto 1 apresentou IQA dentro do limite bom. Ele foi o único ponto de monitoramento que apresentou essa classificação nas duas fases de monitoramento.

O Ponto 2 apresentou os dois resultados iniciais em estado péssimo, lembrando que nessas duas primeiras coletas a ETE ainda não estava em funcionamento. Quando iniciado o seu funcionamento, este ponto passou a permanecer entre bom e regular. O longo tempo de lançamento *in natura* do esgoto deve ter contribuído para acumular matéria orgânica no fundo do seu leito.

De uma forma geral, são observadas melhorias significativas no IQA dos pontos de monitoramento localizados a montante do lançamento da ETE (Ponto 1 ao Ponto 5).

Por outro lado, os pontos a jusante do lançamento do efluente tratado (Ponto 6 e Ponto 7) apresentaram valores de IQA baixo, indicando que a ETE ainda não está em regime pleno de operação. Os resultados apresentados mostraram que a ETE necessita de maturação do sistema de tratamento, equilíbrio e adequação da qualidade do efluente lançado.

Uma vez a ETE atingindo a maturação adequada e a adaptação dos microorganismos aos esgotos recebidos, terá a melhora na eficiência de tratamento, favorecendo a autodepuração do corpo d'água e, desta forma, a qualidade das águas do Córrego Marinheiro tende a melhorar.



Nas coletas da Segunda Fase não foi registrado OD abaixo de 4,0 mg/L em nenhum ponto de monitoramento. Há presença de nutrientes (nitrogênio e fósforo) no efluente tratado. Este aporte de nutrientes poderá contribuir na queda da qualidade da água e acarretar a eutrofização do corpo receptor.

Nesta fase, não foram registrados valores dos parâmetros monitorados inferiores ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para curso-d'água Classe 3.

A Figura 3 apresenta a média dos valores obtidos de IQA para os pontos de monitoramento durante a Primeira e Segunda Fase de observação.

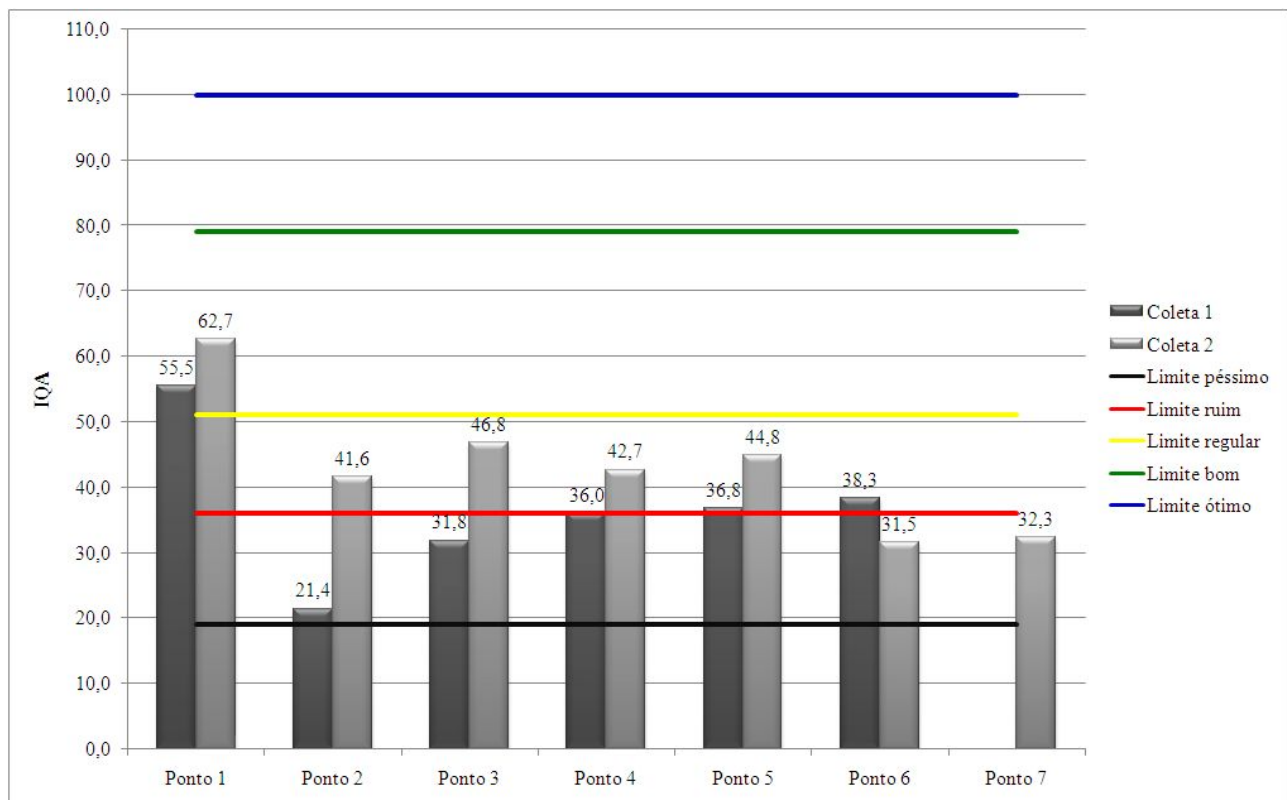


Figura 3 – Comparação entre os valores médios do IQA das duas fases de monitoramento

O lançamento in natura (Primeira Fase) era feito entre os pontos de monitoramento 1 e 2. Nota-se que a qualidade da água do Córrego Marinheiro foi prejudicada com esse lançamento.

Com a ETE em funcionamento (Segunda Fase), o lançamento do efluente é feito após o Ponto 5 de monitoramento.

Observa-se que a qualidade da água do Córrego Marinheiro tem mudado de aspecto. O lançamento do efluente da ETE de Votuporanga, por não ter atingido a maturação, ainda influencia na qualidade a jusante do lançamento. O IQA nos pontos a jusante do lançamento apresentam qualidade ruim devido ao pouco tempo de funcionamento da ETE de Votuporanga. Após a entrada em regime pleno de tratamento, a qualidade tende a melhorar.

Comparativamente, o Córrego Marinheiro tem melhorado em termos de IQA nos pontos a montante do lançamento dos efluentes tratados na ETE. Uma vez cessado o lançamento dos esgotos in natura, em pouco tempo o córrego apresentou melhora no IQA nos pontos de monitoramento.

Com a melhora na eficiência de tratamento da ETE, principalmente na redução da concentração da DBO no efluente lançado, espera-se uma melhora na qualidade da água.

## CONCLUSÕES

O monitoramento do Córrego Marinheiro tem mostrado a mudança na qualidade das águas entre a Primeira e Segunda Fase do monitoramento, quando analisada pela ótica do IQA.

O IQA médio nos pontos monitorados na Primeira Fase mostrava a queda abrupta na qualidade da água do Córrego Marinheiro logo após o lançamento do esgoto *in natura* e apresentava uma lenta recuperação ao longo do trecho monitorado. A qualidade da água estava comprometida ao longo de pelo menos 7,0 km a jusante do lançamento.

Na Segunda Fase, os pontos afetados registrados na Primeira Fase começaram a se recuperar, voltando ao IQA regular em quase a sua totalidade das coletas. Os pontos mais críticos passaram a ser os dois pontos de coleta a jusante do lançamento, merecendo maior atenção a esse respeito. Por outro lado, pelo comportamento demonstrado nos demais pontos de coleta, é possível observar que evitando o lançamento de poluentes num corpo-d'água é possível a recuperação da qualidade ao longo do tempo.

Para ter certeza do bom funcionamento da ETE, o monitoramento do corpo receptor deve ser continuado para detecção de anomalias operacionais da ETE e também pela busca de melhor eficiência de tratamento, qualidade das águas e preservação do meio ambiente.

Enfatiza-se que o procedimento mais importante deve ser o monitoramento diário das condições de tratamento da ETE para melhorar e manter a qualidade do efluente tratado dentro dos padrões recomendados pelos órgãos competentes e também contribuir na preservação do meio ambiente.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Serviço de Água e Esgoto de Votuporanga (SAEV Ambiental) pela utilização dos dados.

## BIBLIOGRAFIA

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

IBGE, 20013. Cidades @. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 30 abr. 2013.

MATSUMOTO, T.; ALBERTIN, L. L.; GEROMEL, C. (2011). Avaliação da qualidade da água do Córrego do Marinheiro, Votuporanga, SP, através da análise do IQA. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Maceió, 2011.

SigRH, 2013. Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/regnet.exe?lig=podfp>>. Acesso em: 30 abr. 2013.