

## IV-051 - AVALIAÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM RIO URBANO: ESTUDO DE CASO DO CÓRREGO SEM NOME EM ILHA SOLTEIRA – SP

**Karen Tavares Zambrano** <sup>(1)</sup>

Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Thaís Tonelli Marangoni** <sup>(2)</sup>

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Jefferson Nascimento de Oliveira** <sup>(3)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas. Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo, tendo realizado doutorado sanduíche na Stanford University. Coordenador Geral do Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua.

**Mauricio Antonio Santini Junior** <sup>(4)</sup>

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Lucas Menezes Felizardo** <sup>(5)</sup>

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Especialista em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Antônio Simões, 87 – Centro – Taiuva – SP - CEP: 14720-000 - Brasil- Tel.: +55 (16) 98135-4765 - e-mail: [karen\\_tva@hotmail.com](mailto:karen_tva@hotmail.com).

### RESUMO

A exploração inadequada dos recursos hídricos aliada ao crescimento urbano desordenado acarretou em muitos impactos ambientais, fazendo a análise da qualidade da água essencial para compreender a magnitude da ação antrópica no meio e viabilizar medidas mitigadoras. O presente trabalho visou monitorar a qualidade da água na sub-bacia do Córrego Sem Nome, localizada em Ilha Solteira – SP. Foi realizada a análise de 11 parâmetros e utilizou-se o Índice de Qualidade das Águas (IQA), empregado pela CETESB. A coleta foi realizada mensalmente no período de outubro/2015 a abril/2016. O Córrego Sem Nome, corpo hídrico receptor da drenagem pluvial do município de Ilha Solteira, apresentou características físicas, químicas e biológicas que, em sua maioria, não atenderam aos padrões exigidos pela Resolução CONAMA 357/05 para um rio de Classe 2. Os valores de IQA foram menores nos dias onde ocorreu precipitação próxima à coleta e a média do período foi de 25,80, sendo considerada uma qualidade ruim. Evidencia-se a influência da urbanização na qualidade da água e faz-se necessário estabelecer medidas como educação ambiental, técnicas de controle da erosão e uma política de recursos hídricos eficiente. De modo geral, o monitoramento e os Índices de Qualidade mostraram-se um importante mecanismo que pode ser utilizado pelos gestores públicos para que medidas sejam estabelecidas buscando a recuperação e preservação dos córregos urbanos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, Parâmetros de qualidade, Índice de Qualidade, Estudo de Caso.

### INTRODUÇÃO

O crescimento rápido e desordenado das cidades e a falta planejamento de uso e ocupação do solo têm acelerado processos naturais como a erosão e aumentado o escoamento superficial, resultando no assoreamento e sobrecarga de recursos hídricos localizados no meio urbano. Esses cursos d'água são, em geral, receptores da drenagem urbana, muitas vezes contaminada pela poluição das cidades, o que afeta a qualidade da água do corpo hídrico devido ao carreamento de resíduos sólidos, produtos químicos e eventuais ligações clandestinas de esgoto doméstico.

Diversos autores já evidenciaram a importância do estudo da qualidade das águas superficiais devido à poluição antropogênica (Pesce and Wunderlin 2000, Debels et al. 2005, Rosemond et al 2009, Sharma and Kansal 2009, Espejo, et al. 2012).

A análise da qualidade da água, em especial dos córregos urbanos, torna-se imprescindível para compreender os impactos da ação antrópica no meio ambiente, ressaltando a necessidade de medidas mitigadoras e restauradoras. Ademais, é possível, por meio da análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, classificar esses corpos d'água de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005, garantindo o correto uso do recurso.

O presente trabalho visou monitorar a qualidade da água na sub-bacia do Córrego Sem Nome, localizada no município de Ilha Solteira – SP, por meio do cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA), recomendado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

## METODOLOGIA

O monitoramento da qualidade da água foi realizado na sub-bacia do Córrego Sem Nome, localizada no município de Ilha Solteira, no noroeste do Estado de São Paulo, latitude sul 20°38'44", longitude oeste 51°06'35". A sub-bacia de estudo é predominantemente urbana, com área de 3,466 km<sup>2</sup>, sendo 2,08 km<sup>2</sup> contribuintes no ponto estudado. A Figura 1 apresenta a sub-bacia considerada e o ponto de amostragem.

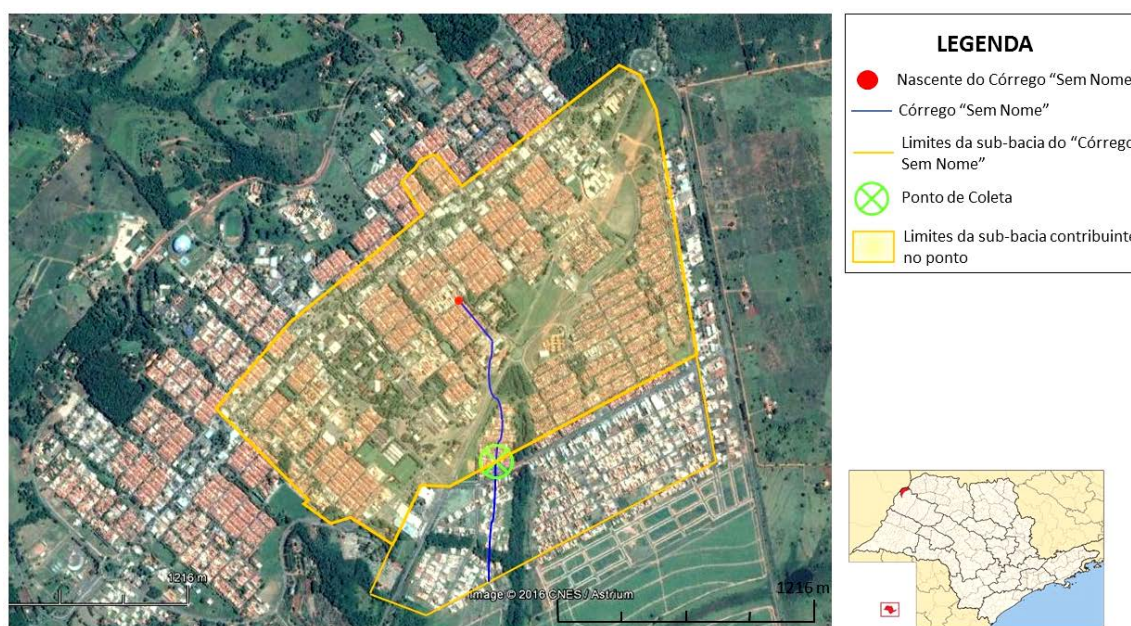


Figura 1: Localização da sub-bacia em estudo.

Realizou-se a coleta de amostras de água superficial mensalmente, de outubro de 2015 a abril de 2016, sempre às 14h. Os parâmetros considerados foram os recomendados pela CETESB para o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e a condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são: Turbidez (NTU), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), potencial hidrogeniônico – pH, oxigênio dissolvido – OD (mg/L), demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L), nitrogênio total (mg/L), fósforo total (mg/L), sólidos totais (mg/L) e coliformes termotolerantes (NMP/100 ml).

As amostras superficiais foram coletadas em frascos de polietileno de 1 litro, armazenadas e transportadas ao Laboratório de Hidráulica e Saneamento do campus FEIS/UNESP para análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, de acordo com a metodologia recomendada pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995).

Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução do CONAMA 357/05, considerando águas de Classe 2, já que o Córrego Sem Nome não é classificado.

Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são representativos para a qualidade da água, em especial no caso de contaminação por lançamento de efluentes domésticos. Segundo o Portal da Qualidade das Águas, vinculado à Agência Nacional de Águas – ANA, o IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento.

O IQA é calculado pelo produtório ponderado dos nove parâmetros, de acordo com a equação 1, sendo que cada parâmetro apresenta pesos diferentes, apresentados na Tabela 1.

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

Onde:

IQA – Índice de Qualidade das Águas, entre 0 e 100;

$q_i$  – a qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade;

$w_i$  – é o peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, entre 0 e 1, de acordo com a sua importância.

O somatório dos pesos dos parâmetros é 1.

**Tabela 1: Peso dos parâmetros que compõem o IQA.**

PARÂMETROS	PESO (W)
Oxigênio dissolvido (OD)	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico – pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio - DBO	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais (resíduo total)	0,08

**Fonte:** Adaptada do Portal da Qualidade das Águas – ANA.

A avaliação da qualidade da água, de acordo com a CETESB, para o estado de São Paulo, é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2: Classificação das faixas de IQA.**

INTERVALO DE VALORES	AValiação da Qualidade da Água
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Regular
20-36	Ruim
0-19	Péssima

**Fonte:** CETESB, 2015.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica e a precipitação são fatores que influem diretamente na qualidade das águas.

A sub-bacia do Córrego Sem Nome é urbana, de forma que a poluição resultante desse tipo de ocupação altera as condições naturais do córrego, que recebe as águas de drenagem pluvial, sujeitas ao carreamento de poluentes. Além disso, as obras presentes no córrego para reduzir a velocidade do escoamento e proteger as margens, se encontram em péssimo estado de conservação.

Devido à interferência da precipitação na qualidade da água de córregos urbanos receptores de drenagem pluvial, avaliou-se a série histórica dos meses considerados nesse trabalho, levando em conta a precipitação ocorrida no dia da coleta (D0) e nos dias anteriores (D1, D2 e D3). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

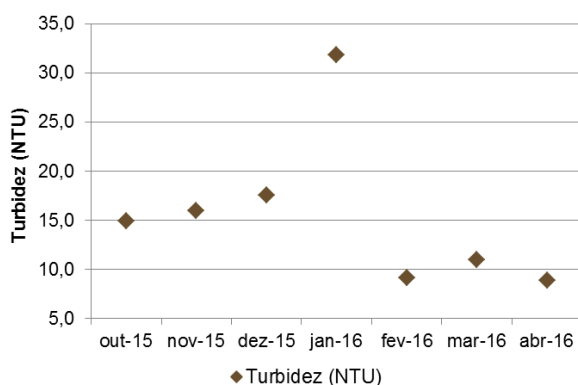
**Tabela 3: Precipitações, em milímetros, ocorridas no dia da coleta e nos três dias anteriores.**

DATA	D0	D1	D2	D3
30/10/2015	2,8	0,0	0,3	1,5
13/11/2015	0,3	0,0	0,0	46
12/12/2015	0,3	2,3	0,8	0,3
30/01/2016	0,0	26,4	11,2	28,2
20/02/2016	0,0	0,0	0,0	0,0
19/03/2016	0,0	0,0	0,0	0,0
15/04/2016	0,0	0,0	0,0	0,0

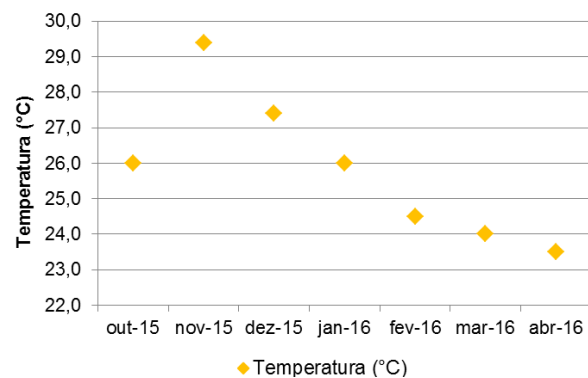
**Fonte:** Adaptado do site da Área de Hidráulica e Irrigação – UNESP.

Durante a realização das coletas, foi comum a presença de espuma na água e odor desagradável. Poletto (2003) e Ortega (2011) consideraram a existência de lançamento de esgoto clandestino a montante do ponto analisado.

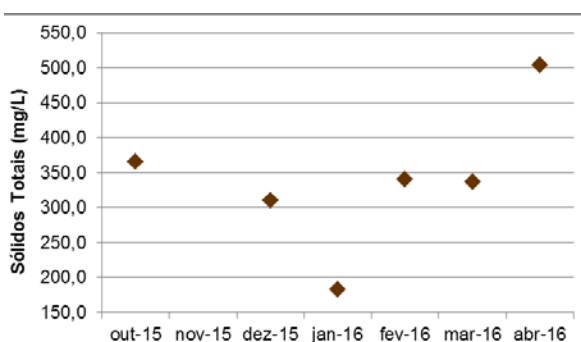
Quanto aos resultados obtidos para os parâmetros, as Figuras 2 a 11 apresentam a variabilidade temporal dos mesmos.



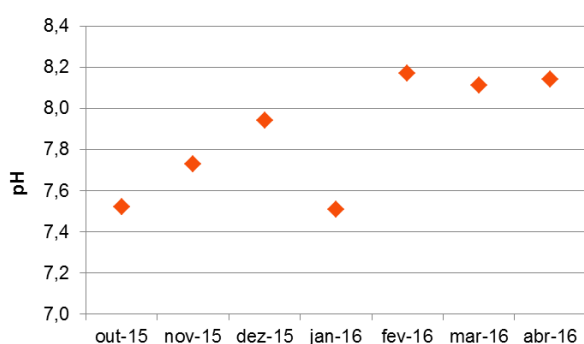
**Figura 2: Variação da turbidez observada nas amostras coletadas**



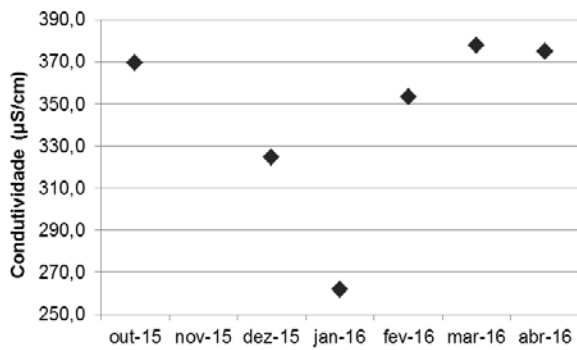
**Figura 3: Variação da temperatura observada nas amostras coletadas**



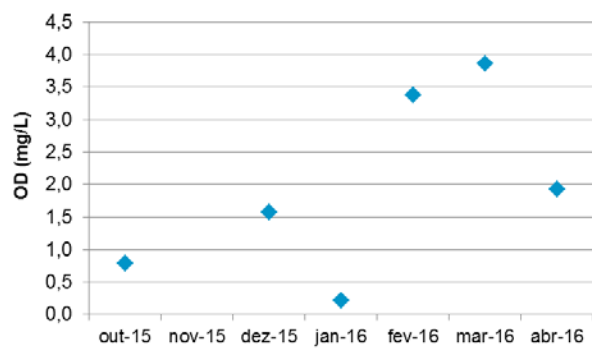
**Figura 4: Variação dos sólidos totais observados nas amostras coletadas**



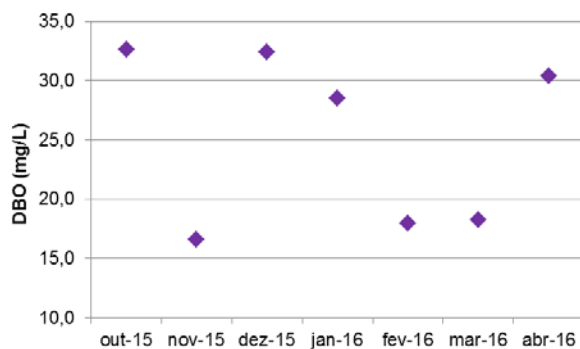
**Figura 5: Variação do pH observado nas amostras coletadas**



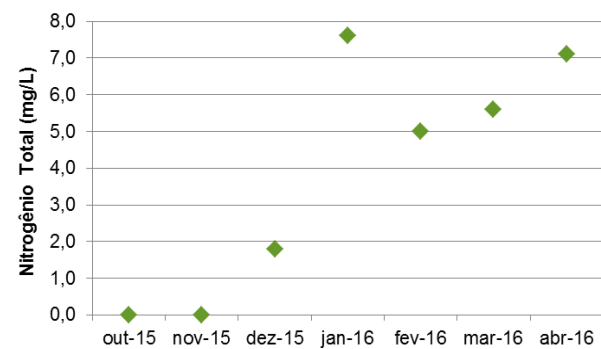
**Figura 6: Variação da condutividade elétrica observada nas amostras coletadas**



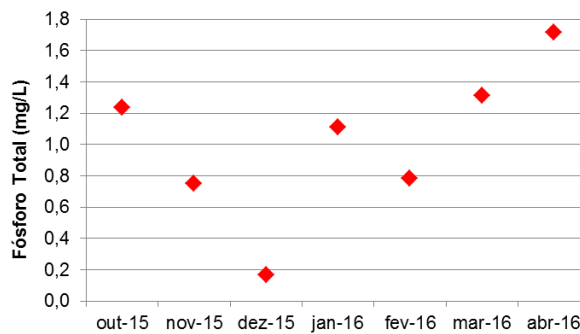
**Figura 7: Variação do OD observada nas amostras coletadas**



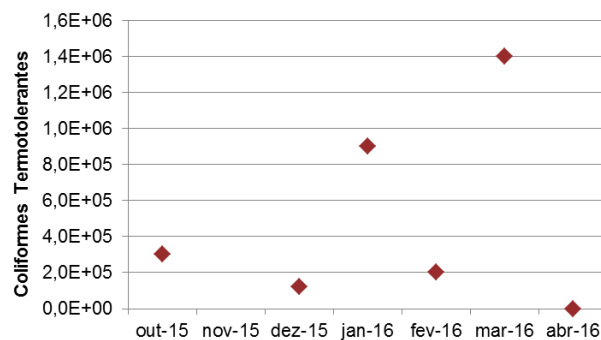
**Figura 8: Variação da DBO observada nas amostras coletadas**



**Figura 9: Variação do nitrogênio total observada nas amostras coletadas**



**Figura 10: Variação do fósforo total observada nas amostras coletadas**



**Figura 11: Variação dos coliformes termotolerantes observados nas amostras**

Observa-se que ocorre falha no mês de novembro em alguns parâmetros (sólidos totais, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes). Para o cálculo do IQA correspondente ao mês de novembro, foram considerados para esses parâmetros valores que não gerassem qualquer interferência.

Os valores da turbidez (Figura 2) estiveram entre 8,90 e 31,80 NTU, com mediana de 14,90 NTU. Observa-se que os meses de fevereiro, março e abril – que não tiveram precipitação registrada nos dias próximos à coleta – apresentaram os menores valores de turbidez. Quanto à Resolução do CONAMA 357/05, que estabelece o limite de 100 NTU para rios de Classe 2, todos os meses apresentaram resultados satisfatórios.

A temperatura da água (Figura 3) variou de 23,50 a 29,40 °C, com mediana de 26,00 °C. Novembro foi o mês mais quente e março o mês mais frio.



Os sólidos totais (Figura 4) apresentaram um comportamento contrário ao da turbidez: o menor valor de sólidos totais está associado ao maior valor de turbidez e, em geral, os maiores valores de sólidos ocorreram nos meses com menores valores de turbidez. A variação na concentração de sólidos no período de amostragem pode estar relacionada ao lançamento de águas de drenagem urbana no Córrego Sem Nome, associado às más condições das obras de drenagem e à erosão.

Os valores de pH (Figura 5) estiveram entre 7,51 e 8,17, com mediana de 7,94. A Resolução do CONAMA 357/05 estabelece uma faixa de 6,00 a 9,00 para o pH de um rio classe 2, que foi atendida em todos os meses.

Observa-se, comparando a Figura 6 com a Figura 4, uma semelhança entre a variação dos sólidos totais e a condutividade. De fato, os sólidos totais podem estar relacionados à condutividade quando esses sólidos apresentam íons. Portanto, as partículas sólidas dissolvidas na água provavelmente são originárias de erosão dos solos da sub-bacia.

Os baixos valores de oxigênio dissolvido (Figura 7) podem ser resultantes do lançamento de efluentes. A precipitação, nesse caso, não age diluindo as cargas orgânicas, já que maiores precipitações estão associadas a menores valores de OD. Observa-se, também, que os maiores valores de DBO (Figura 8) estão associados a menores valores de OD. Portanto, pode-se sugerir que os baixos valores de OD são resultados da carga orgânica presente no córrego. Nenhum ponto atendeu ao exigido pelo CONAMA 357/05 para rios Classe 2.

A variação irregular do Fósforo Total (Figura 10), Nitrogênio Total (Figura 9) e Coliformes Termotolerantes (Figura 11) é um indicativo da influência antrópica, por provável lançamento de efluentes domésticos.

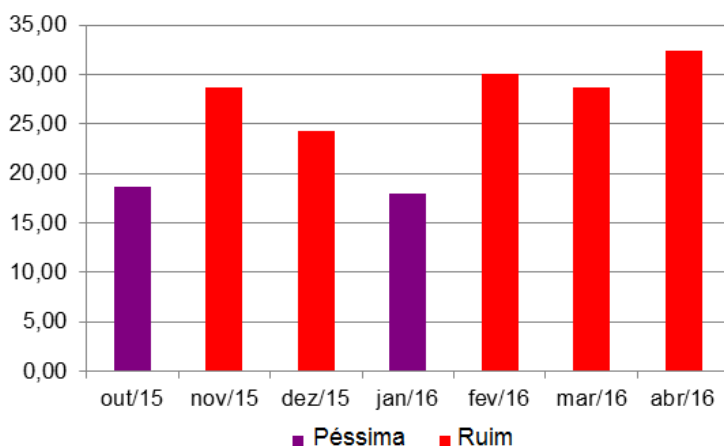
A Tabela 4 apresenta os valores máximos, médios e mínimos observados durante os meses de análises e compara-os ao padrão exigido pela Resolução CONAMA 357/05, para águas de classe 2.

**Tabela 4: Verificação do atendimento ao padrão exigido pela legislação brasileira**

Parâmetros	Unidade	Resolução CONAMA 357/05	Máx.	Média	Mín.
Turbidez	NTU	100	31,80	15,60	8,90
Temperatura	°C	-	29,40	25,83	23,50
Sólidos Totais	mg/L	500	<b>504,00</b>	339,8	183,00
pH	-	6,0 a 9,0	8,17	7,87	7,51
Condutividade elétrica	µS/cm	-	377,90	343,70	261,70
OD	mg/L	≥ 5	<b>3,85</b>	<b>1,96</b>	<b>0,21</b>
DBO	mg/L	≤ 5	<b>32,64</b>	<b>25,25</b>	<b>16,60</b>
Nitrogênio Total	mg/L	-	7,60	3,87	0,00
Fósforo Total	mg/L	0,03	<b>1,71</b>	<b>1,01</b>	<b>0,17</b>
Coliformes Termotolerantes	NMP /100 ml	1,0E+03	<b>1,4E+06</b>	<b>4,87E+05</b>	0,0E+00

A Tabela 4 demonstra que os parâmetros mais afetados pelo uso e ocupação do solo, associado à poluição urbana, são os coliformes termotolerantes, fósforo total, DBO e OD, em relação ao padrão definido pela Resolução CONAMA 357/05.

Os resultados do IQA calculado são apresentados na Figura 12.



**Figura 12: Valores de IQA observados no período de outubro/2015 a abril/2016.**

Verifica-se, da análise da Figura 12, que a qualidade da água do córrego Sem Nome varia entre péssima e ruim. O mês que apresentou maiores precipitações nos dias anteriores à coleta (janeiro/2016) também apresentou o menor valor de IQA observado, provavelmente em razão da carga de poluentes transportada pela rede de drenagem pluvial.

## CONCLUSÃO

O processo de urbanização acarretou em poluição e ampliação dos picos de vazão, enquanto que as medidas estruturais não foram eficientes na retenção das águas pluviais e no controle da erosão. Essas questões, associadas ao descaso da população, afetaram diretamente a qualidade da água do córrego Sem Nome, resultando em altas taxas de matéria orgânica e baixo oxigênio dissolvido. Os valores de IQA obtidos expressam esses impactos, já que a média dos meses analisados demonstra qualidade ruim, ressaltando a necessidade de medidas mitigadoras, estruturais ou não estruturais, tal como o controle de drenagem na fonte, manutenção das obras de drenagem, políticas públicas eficientes.

Devido às condições da água do córrego e do entorno, observadas durante a coleta, e aos resultados obtidos, questiona-se a existência de lançamentos clandestinos de esgoto, que explicariam a carga orgânica e bacteriológica e os baixos índices de oxigênio dissolvido. Essa condição demonstra a necessidade de conscientização da população do município sobre a importância da preservação da água, em especial de córregos urbanos.

A análise da variação sazonal dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, assim como a utilização do IQA, mostrou-se interessante para obter as informações necessárias sobre a qualidade da água. Os resultados obtidos, apesar do pequeno período de análises, demonstram a importância do monitoramento da qualidade da água desse córrego e das condições de uso e ocupação do solo e poluição na sub-bacia, sendo a ação dos gestores públicos fundamental para o estabelecimento de medidas visando a recuperação e a preservação do Córrego Sem Nome.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA – Agência Nacional das Águas. Portal da Qualidade das Águas. Acessível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-idade-aguas.aspx>. Acessado em 01/03/2016.
2. APHA – American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19ª ed. Washington, DC, USA: APHA, 1995.
3. CETESB. Índices de Qualidade das Águas. Série de relatórios, Apêndice C, 31 p., 2015.
4. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 357/05. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.
5. UNESP – Área de Hidráulica e Irrigação. Acessível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>. Acessado em 01/03/2016.

6. DEBELS, P., et al. Evaluation of water quality in the Chillán River (Central Chile) using physicochemical parameters and a modified water quality index. *Environmental Monitoring and Assessment* 110: 301-322. DOI: 10.1007/s10661-005-8064-1, 2005.
7. ESPEJO, L., et al. Application of water quality indices and analysis of the surface water quality monitoring network in semiarid North-Central Chile. *Environ Monit Assess* 184:5571-5588. DOI: 10.1007/s10661-011-2363-5, 2012.
8. PESCE S.F., WUNDERLIN, D.A. Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquia River, *Water Research* 34(11): 2915-2926. DOI: 10.1016/S0043-1354(00)00036-1, 2000.
9. ORTEGA, D. J. P. (2011). Avaliação dos efeitos das atividades antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira – SP. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil na área de recursos hídricos e tecnologias ambientais, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Ilha Solteira.
10. POLETO, C.(2003). Monitoramento e avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de ilha solteira – SP. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil na área de recursos hídricos e tecnologias ambientais, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Ilha Solteira.
11. ROSEMOND S., DURO D.C., DUBÉ M. Comparative analysis of regional water quality in Canada using the water index, *Environ Monit Assess* 156: 223-240. DOI: 0.1007/s10661-008-0480-6, 2009.
12. SHARMA D., Kansal A. Water quality analysis of River Yamuna using water quality index in the national capital territory, India (2000-2009), *Appl Water Sci* (2011) 1:147–157. DOI:10.1007/s13201-011-0011-4, 2009.