



Monitoramento da Qualidade da Água do  
Rio Pirai à Montante do Túnel de Tócos, na  
Região Hidrográfica II - Guandu, em  
Conformidade com o Plano Estratégico de  
Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas  
dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim

3º Relatório Trimestral  
Julho a Setembro de 2016



■ Cópias

01 cópia impressa para a Comitê Guandu  
01 cópia digital para a Comitê Guandu  
01 cópia digital para a SEA PROJECTS

■ SP 614/2016

Rev.: 1  
Novembro de 2016



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA  
DO RIO PIRAÍ À MONTANTE DE TÓCOS, NA  
REGIÃO HIDROGRÁFICA II - GUANDU



**CONTROLE DE REVISÕES**

REVISÃO	DATA	RESUMO DA REVISÃO	ELABORADO POR:	VERIFICADO POR:
1	Novembro/16	3º relatório trimestral (julho – setembro 2016)	<hr/> Rodrigo Mazza Guimarães	<hr/> Bruno Peçanha
<b>APROVAÇÃO:</b> <hr/> Bruno Peçanha Alonso Gonçalves  DATA: ____/____/____		<b>LIBERAÇÃO: Comitê Guandu</b>  <input type="checkbox"/> Liberado com comentários <input type="checkbox"/> Liberado sem comentários <input type="checkbox"/> Devolvido para atender comentários		<b>APROVAÇÃO FISCALIZAÇÃO</b>  DATA: ____/____/____







## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>10</b>
2.1	Condições e padrões de qualidade de água.....	11
2.1.1	Parâmetros físicos, químicos e biológicos .....	11
2.1.1.1	Transparência .....	12
2.1.1.2	Temperatura da água.....	12
2.1.1.3	Oxigênio dissolvido (OD).....	13
2.1.1.4	Potencial hidrogeniônico (pH).....	13
2.1.1.5	Sólidos totais (ST), Sólidos suspensos totais (SST) e Sólidos dissolvidos Totais (SDT) 14	
2.1.1.6	Condutividade .....	14
2.1.1.7	Turbidez .....	15
2.1.1.8	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e Demanda química de oxigênio (DQO) 15	
2.1.1.9	Cafeína .....	16
2.1.2	Macronutrientes .....	16
2.1.2.1	Carbono orgânico dissolvido (COD) .....	17
2.1.2.2	Série nitrogenada e fosforada.....	17
2.1.3	Microrganismos .....	20
2.1.3.1	Coliformes termotolerantes.....	20
2.1.3.2	Cistos de <i>Giardia</i> e Oocisto de <i>Cryptosporidium</i> .....	20
<b>3</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>MATERAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1	Área de Estudo.....	21
4.2	Caracterização das estações de amostragens .....	24
4.2.1	Ponto Controle (PC).....	25
4.2.2	Ponto1 (P1) .....	26



4.2.3	Ponto 2 (P2) .....	28
4.2.4	Ponto 4 (P4) .....	30
4.2.5	Ponto 5 (P5) .....	31
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
6.1	Pluviosidade .....	42
6.2	Vazão .....	44
6.3	Temperatura da água .....	45
6.4	Oxigênio dissolvido (OD) .....	47
6.5	Potencial hidrogeniônico (pH) .....	50
6.6	Condutividade .....	52
6.7	Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) .....	53
6.8	Sólidos Suspensos Totais (SST) .....	55
6.9	Sólidos Totais (ST) .....	57
6.10	Turbidez .....	59
6.11	Transparência .....	60
6.12	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) .....	62
6.13	Demanda química de oxigênio (DQO) .....	64
6.14	Carbono orgânico dissolvido (COD) .....	65
6.15	Compostos nitrogenados .....	66
6.16	Fósforo .....	72
6.17	Coliformes termotolerantes .....	72
6.18	Caféina .....	74
6.19	Cistos de <i>Giardia</i> e Oocisto de <i>Cryptosporidium</i> .....	75
<b>7</b>	<b>ANÁLISE INTEGRADA .....</b>	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>COMPARAÇÃO GERAL DAS CAMPANHAS .....</b>	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>



**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA  
DO RIO PIRAÍ À MONTANTE DE TÓCOS, NA  
REGIÃO HIDROGRÁFICA II - GUANDU**



<b>10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1: Distribuição das áreas rurais do município de Rio Claro – RJ no ano de 2006....	23
Figura 4-2: Fontes poluidoras ao longo do rio Piraí na área de influência do monitoramento.	25
Figura 4-3: Pc – A – Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Sambaiba; B – Vista da trilha de acesso ao ponto de coleta ; C – Vista geral do Córrego da Cachoeira da floresta.....	26
Figura 4-4: P1 – A – Vista a montante do ponto de coleta em P1; B– Vista a jusante da amostragem em P1.....	27
Figura 4-5: Mapa de localização das granjas de Frango Rica.....	28
Figura 4-6: P2 – A – Vista a justante do P2 ; B – Vista do distrito de Lídice a margem do rio Piraí; C – Lançamento de efluentes domésticos <i>in natura</i> ; D- Ponte sob o P2 .....	29
Figura 4-7: A – Vista a montante do P3; B – Vista a jusante do P3. C – Presença de bubalinos na margem direita a justante; D – Fundo predominante de pedras.....	30
Figura 4-8: A – Posto de Gasolina Cascata, visto da estrada; B – Vista do rio Piraí a montante, com destaque para o declive do rio antes do ponto de amostragem;C e D – Lançamento de efluentes a montante do ponto de coleta.....	31
Figura 4-9: A –Mapa de localização do ponto P5; B – Vista a montante do P5.....	32
Figura 5-1: Coleta da amostra realiza com garrafa de niskin .....	34
Figura 6-1: Volume acumulado de precipitação (mm) trinta dias antecedentes a amostragem no trimestre avaliado na estação de Lídice. ....	42
Figura 6-2: Volume acumulado de precipitação (mm) sete dias antecedentes a amostragem no trimestre avaliado na estação de Lídice. ....	43





Figura 6-3: Vazão ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.....	44
Figura 6-4: Box-plot da vazão ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	45
Figura 6-5: Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.....	46
Figura 6-6: <i>Box-plot</i> da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	47
Figura 6-7: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	48
Figura 6-8: <i>Box-plot</i> da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.....	49
Figura 6-9: Potencial hidrogeniônico da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	50
Figura 6-10: <i>Box-plot</i> do potencial hidrogeniônico da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	51
Figura 6-11: Condutividade ( $\text{mS.cm}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	52
Figura 6-12: <i>Box-plot</i> da condutividade ( $\text{mS.cm}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	53
Figura 6-13: Sólidos dissolvido totais ( $\text{g.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	54
Figura 6-14: <i>Box-plot</i> da concentração de sólidos dissolvidos totais ( $\text{g.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	54

Figura 6-15: Sólidos suspensos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	56
Figura 6-16: <i>Box-plot</i> da concentração de sólidos suspensos totais ( $\text{g.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	57
Figura 6-17: Sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	58
Figura 6-18: <i>Box-plot</i> da concentração de sólidos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	58
Figura 6-19: Turbidez (UNT) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	59
Figura 6-20: <i>Box-plot</i> da turbidez (UNT) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	60
6 Figura 6-21: Transparência (linhas) e profundidade (barras) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	61
Figura 6-22: <i>Box-plot</i> da transparência da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	62
Figura 6-23: Demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	63
Figura 6-24: <i>Box-plot</i> da demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	64
Figura 6-25: Carbono orgânico dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	65
Figura 6-26: <i>Box-plot</i> da concentração de carbono orgânico dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	66



Figura 6-27: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.....	67
Figura 6-28: <i>Box-plot</i> da concentração de nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	68
Figura 6-29: Nitrogênio amoniacal ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	69
Figura 6-30: <i>Box-plot</i> da concentração de nitrogênio amoniacal ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.....	70
Figura 6-31: Nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	71
Figura 6-32: <i>Box-plot</i> da concentração de nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.....	71
Figura 6-33: Coliformes termotolerantes ( $\text{NMP.100mL}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	73
Figura 6-34: <i>Box-plot</i> da concentração de coliformes termotolerantes ( $\text{NMP.100mL}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.....	74
Figura 7-1: Índice de Qualidade da Água (IQA) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	78
Figura 7-2: <i>Box-plot</i> do índice de Qualidade da Água (IQA) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	79
Figura 7-3: Mapa de distribuição do índice de qualidade da água (IQA) médio nas campanhas de julho e setembro de 2016. ....	80
Figura 7-4: Análise de componentes principais (PCA) das campanhas entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	82



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4-1: Coordenadas das estações amostrais no monitoramento da qualidade da água do rio Pirai à montante do túnel de Tócos. ....	24
Tabela 5-1: Horário de realização de amostragem nas campanhas de julho a setembro de 2016.....	33
Tabela 5-2: Limites de quantificação e detecção dos equipamentos utilizados <i>in situ</i> .....	33
Tabela 5-3: Variáveis do monitoramento da qualidade da água e respectivos métodos e limites analíticos (limite de quantificação – LQ).....	34
Tabela 5-4: Limites de classe de trofia para os resultados de Índice de Estado Trófico (IET) (LAMPARELLI, 2004).....	37
Tabela 5-5: Parâmetros e pesos relativos ao IQA. ....	38
Tabela 5-6: Limites de classificação do Índice de Qualidade da Água .....	38
Tabela 7-1: Índice de Estado Trófico (IET) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai. ....	77

8



## 1 INTRODUÇÃO

O rio Piraí nasce no distrito de Lídice (município de Rio Claro - RJ) e percorre as cidades de Rio Claro, Piraí e Barra do Piraí até desaguar no rio Paraíba do Sul. Entre seus afluentes cita-se o rio das Pedras, Parado, Braço, Claro e o rio das Canoas.

Cabral (2006) menciona que o início do rio Piraí, na Serra do Sinfrônio (município de Lídice - RJ), é discutível, já tendo sido indicada a sua origem a partir do encontro do rio Papudos com o rio Alto da Serra e rio das Pedras (formado pelos córregos Grande e do Morro), na Fazenda São Sebastião.

O curso deste rio teve duas alterações significativas no seu percurso, sendo a primeira, o desvio de suas águas por uma barragem construída em Tócos (município de Rio Claro - RJ) para alimentar a represa de Ribeirão das Lajes através do túnel de Tocos, em uma vazão de  $12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ; e a segunda, a transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o Guandu, através da Barragem de Santa Cecília, que acarreta em uma inversão no sentido natural do rio Piraí, alterando sua foz.

9

As águas desviadas do rio Piraí na altura do reservatório de Tócos, que integra o Subsistema Lajes (composto pelo reservatório de Lajes e pela Usina Fontes Nova) chegam até o reservatório de Lajes através do túnel de Tócos. O desvio de parte das águas do rio Piraí foi realizado com o objetivo de aumentar a disponibilidade hídrica do reservatório de Lajes, que recebe através do túnel de 8,5 km uma contribuição média de  $12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  do rio Piraí (LIGHT, 2011). O reservatório de Lajes, por sua vez, tem importância estratégica para o município do Rio de Janeiro e seus municípios adjacentes, para a geração de energia, e reserva hídrica estabelecida pelo setor elétrico podendo abastecer a região metropolitana do Rio de Janeiro por cerca de 8 dias em caso de interrupção no bombeamento em Santa Cecília ou acidente no rio Paraíba do Sul (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006, GEOPROJETOS, 2007).

Parte significativa das águas do reservatório de Lajes chegou a ser considerada como de classe especial, devido as ótimas condições de qualidade e de proteção da bacia de drenagem,

porém estudos recentes indicam que essa classificação não se manteve com o tempo (SONDOTÉCNICA/ANA, 2006).

Dentre os motivos para a citada queda de qualidade estariam a introdução de criação de peixes em tanques-rede, a poluição gerada pelas práticas esportivas com utilização de motor a combustão e descargas de esgotos domésticos. Posto isso, se torna necessário ações para mitigar os impactos destas atividades antrópicas situadas a montante do túnel de desvio do reservatório de Tócos.

A realização desse diagnóstico possibilitará identificar a qualidade das águas do rio, bem como, identificar a presença de fontes poluentes e suas flutuações ao longo de períodos sazonais, através da análise de diversos parâmetros químicos e microbiológicos em campanhas de monitoramento e aplicação de indicadores e índices ambientais.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

10 A água doce limpa, apropriada e em quantidade adequada é de vital importância para a sobrevivência de todos os organismos vivos, bem como para o funcionamento adequado de ecossistemas, comunidades e economias. A água doce é um dos recursos naturais mais escassos e importantes, está relacionada tanto com a própria sobrevivência humana, animal e vegetal, quanto com a realização de atividades e serviços (LEAL, 1998). A utilização racional dos recursos hídricos é ainda mais relevante quando se leva em consideração que de toda a água disponível, apenas cerca de 3 % é água doce e, ainda, em termos proporcionais a distribuição da Terra é muito heterogênea (ESTEVES, 2011a).

A qualidade da água é elemento central de todos os papéis que este recurso desempenha em nossas vidas. Da beleza de um curso de água natural repleto de vida animal e vegetal, às atividades econômicas vitais que a água limpa dos rios e dos córregos proporcionam até o papel fundamental para a saúde que a água potável segura desempenha – a água de boa qualidade é de importância fundamental para toda a cadeia vital e para a subsistência humana.





As atividades humanas, assim como os processos naturais, podem alterar as características físicas, químicas e biológicas da água. Água de baixa qualidade põe em risco a saúde humana e dos ecossistemas, reduz a disponibilidade de água potável e de recursos hídricos próprios para outras finalidades, limita a produtividade econômica e diminui as oportunidades de desenvolvimento.

Portanto, é necessário que a água obtenha normatização e fiscalização do seu uso e qualidade. Devido a sua relevância é necessário o monitoramento sistemático da qualidade das águas através dos estudos de parâmetros biológicos, físicos e químicos da água para o conhecimento do ambiente e identificação dos padrões de variação das condições ambientais. O monitoramento é importante tanto dentro dos rios e reservatórios como em seu entorno, além de ter implicações nas características limnológicas como um todo.

A qualidade da água é afetada por mudanças em teores de nutrientes, sedimentos, temperatura, pH, metais pesados, toxinas não metálicas, componentes orgânicos persistentes e agrotóxicos, fatores biológicos, entre muitos outros (BAUMGARTEN & POZZA, 2001). Muitos contaminantes se combinam sinergicamente para causar impactos piores ou distintos daqueles provocados de forma cumulativa por um poluente agindo isoladamente. Em último caso, o acréscimo contínuo de contaminantes levará a concentrações que excedem a capacidade do ecossistema de suportá-los, gerando alterações dramáticas e não lineares que podem ser impossíveis de reverter.

11

## **2.1 Condições e padrões de qualidade de água**

### **2.1.1 Parâmetros físicos, químicos e biológicos**

Os rios são transportadores de material orgânico e inorgânico e seus padrões de descarga determinam as propriedades do sistema. As variações estacionais e diurnas dependem dos ciclos climatológicos e hidrológicos, os quais são responsáveis por controlar os processos físicos, químicas e biológicos (TUNDISI & TUNDISI, 2008).

Diversos materiais podem ser transportados nas águas como a matéria inorgânica dissolvida (ex. alumínio, ferro, sódio e fósforo), os íons dissolvidos como o nitrogênio e silício, além da matéria orgânica dissolvida e particulada, (ex. N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>) e metais traços (em forma dissolvida ou particulada) (ESTEVEES, 2011a; HORNE & GOLDMAN, 1994; TUNDISI & TUNDISI, 2008). A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, os quais traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas (VON SPERLING, 2014).

#### 2.1.1.1 Transparência

A transparência das águas é um parâmetro muito importante na avaliação da qualidade das águas. Através da transparência é possível inferir sobre a atenuação da luz causada pela presença de material em suspensão e de maneira aproximada estimar a profundidade da zona fótica (CETESB, 2012a).

12

A transparência da água é uma característica física de fácil obtenção em campo. A utilização do disco de *Secchi* é às vezes criticada, porém sua simplicidade, custo reduzido, facilidade de transporte e principalmente o número de informações possíveis de serem extraídas a partir de sua leitura justificam sua utilização para análises de ambientes aquáticos. Assume importância também em pesquisas científicas, visto que por ser um parâmetro universal, permite comparações; além disso, juntamente com os índices de fósforo e a clorofila a, é um excelente indicador do estado trófico dos corpos hídricos.

#### 2.1.1.2 Temperatura da água

A temperatura da água é resultado da radiação solar incidente sobre a água. A temperatura é reflexo de diferentes fatores, que são capazes de alterar seus valores em um corpo d'água (TUNDISI & TUNDISI, 2008). Em corpos hídricos de água doce a temperatura varia naturalmente, principalmente, devido a diferenças de incidência solar, por sazonalidade, regime dia/noite, latitude ou altitude local, porém, fatores externos podem ocasionar alterações nestes padrões, como os lançamentos de efluentes industriais e de usinas

termoelétricas. As alterações de temperatura influenciam em diversos processos no meio, como exemplo a diminuição da solubilidade do oxigênio quando há elevação da temperatura, e alterações nos ciclos vitais de peixes, posto que determinadas espécies possuem limitações de temperatura para migração, desova e incubação de ovos. Assim, a elevação ou redução da temperatura é capaz de alterar a taxa das reações físicas, químicas e biológicas (ESTEVES, 2011a; VON SPERLING, 2014).

#### 2.1.1.3 Oxigênio dissolvido (OD)

As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera (interface ar-água) e a fotossíntese. Em contrapartida, as perdas desse gás são: o consumo pela decomposição de matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração dos organismos aquáticos e a oxidação de íons metálicos (ex. ferro e manganês) (ESTEVES, 2011a). O oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, pois é um gás essencial para a comunidade bacteriana responsável pelos processos de autodepuração em águas naturais. Caso esse gás seja totalmente consumido nos processos de mineralização da matéria orgânica as condições do ambiente passam a ser anaeróbicas com possível geração de maus odores (CHAPMAN & KIMSTACH, 1992; VON SPERLING, 2014). Segundo Chapman & Kimstach (*op. cit.*) as concentrações de oxigênio dissolvido abaixo de 5 mg.L<sup>-1</sup> ameaçam o funcionamento e a sobrevivência da comunidade biológica e abaixo de 2 mg.L<sup>-1</sup> podem levar à morte da maioria dos peixes devido a hipoxia/anoxia.

13

#### 2.1.1.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) em um sistema sendo indicativo sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O pH é uma variável importante na avaliação da qualidade da água pois é capaz de influenciar diversos processos químicos e biológicos no meio (VON SPERLING, 2014). Chapman & Kimstach, (1992) destacam que a faixa de pH geralmente encontrada em águas naturais é de 6,0 a 8,5, porém valores mais baixos podem ser encontrados em águas com elevada

concentração de matéria orgânica. A entrada de ácidos orgânicos e inorgânicos no meio altera os valores de pH e áreas com maior biomassa vegetal tendem a maiores e mais rápidas alterações do pH do meio (PRADO, 2004), sendo a faixa ideal de pH para vida e crescimento dos organismos seria entre 6,0 e 9,0 (ESTEVES, 2011a).

#### 2.1.1.5 Sólidos totais (ST), Sólidos suspensos totais (SST) e Sólidos dissolvidos Totais (SDT)

Os sólidos totais correspondem ao material residual registrado em um recipiente após a secagem da amostras a 150 °C na estufa. Nos resultados são encontrados sólidos dissolvidos e sólidos suspensos.

Os sólidos suspensos totais representam a fração do material que fica retido no filtro de porosidade de 0,45 µm após a filtração, ou seja, refere-se ao material não-filtrável (APHA et al., 1999). Sua importância está no transporte de matéria orgânica e diversos contaminantes entre ambientes e entre a coluna d'água e os sedimentos (GOÑI et al., 2005). Muitos metais se associam às partículas, caracterizando-as como veículos de transporte (BAUMGARTEN & POZZA, 2001). Além disso, os sólidos suspensos são responsáveis pelo aumento da turbidez e diminuição da penetração de luz o que afeta diretamente a produção primária do meio. Em altas concentrações podem ser indicativo de despejo de efluentes domésticos (EPA, 2001).

Os sólidos dissolvidos totais correspondem aos resíduos filtráveis que passam através de um filtro de porosidade de 0,45 µm. Sua concentração normalmente é proporcional a condutividade e salinidade presente na amostra (BAUMGARTEN & POZZA, 2001).

#### 2.1.1.6 Condutividade

A condutividade ou condutância específica é a medida da capacidade da água de conduzir uma corrente elétrica, sendo sensível a variações nas concentrações de sólidos dissolvidos totais e dos íons maiores (CHAPMAN & KIMSTACH, 1992). O parâmetro condutividade refere-se à presença de substâncias dissolvidas na água que se dissociam em ânions e cátions (sais), podendo indicar indiretamente a concentração de poluentes no meio.

Brigante & Espindola (2003) mencionaram valores entre 0,01 e 0,1 mS.cm<sup>-1</sup> para condutividade de águas naturais e até 1 mS.cm<sup>-1</sup> para ambientes poluídos. A partir da medida desta variável pode-se inferir sobre a geoquímica do local e detectar fontes poluidoras em ecossistemas aquáticos, assim como, processos de produção e decomposição na coluna d'água (ESTEVES, 2011a).

#### 2.1.1.7 Turbidez

A turbidez é uma propriedade ótica da água, ela representa a atenuação da luz ao atravessar uma determinada amostra de água (CETESB, 2012a; LENZI *et al.*, 2009). Diferente da transparência trata-se de um método menos subjetivo e mais confiável. A turbidez corresponde ao grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, entre outros.

Portanto, a turbidez resulta do espalhamento e absorção da luz incidente pelas partículas presentes na água (orgânicas ou inorgânicas), sendo os seus níveis normalmente variando entre 1 e 1.000 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez), mas podem ser acrescidos pela presença de poluição por matéria orgânica (CHAPMAN & KIMSTACH, 1992).

15

#### 2.1.1.8 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e Demanda química de oxigênio (DQO)

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é um indicador indireto da concentração de matéria orgânica (MO) biodegradável de uma determinada amostra (VALENTE *et al.*, 1997). Essa decomposição aeróbica tem papel fundamental para devolver os elementos ao meio (BAIRD, 2002). Assim, elevações nas concentrações de matéria orgânica, como por despejos de esgoto doméstico, por exemplo, acarretam em acréscimos nos valores de DBO.

Diferente da DBO, a demanda química de oxigênio (DQO) se refere à quantidade de oxigênio equivalente à matéria orgânica que é suscetível a oxidação por um oxidante químico



forte, sendo utilizado o dicromato de potássio (CHAPMAN & KIMSTACH, 1992; PIVELI & KATO, 2005) e não por microrganismos. Logo os valores de DQO são naturalmente mais altos que os de DBO (BAIRD, 2002).

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos (CETESB, 2012b).

#### 2.1.1.9 Cafeína

Estudos recentes indicam que a medição da cafeína em sistemas municipais de água proporciona uma boa estimativa de contaminação fecal causada exclusivamente por seres humanos. A concentração de cafeína é comumente correlacionada com níveis de coliformes fecais humanos visto que fontes agrícolas e industriais não liberam cafeína para o ambiente. Devido ao usual consumo de café é provável que onde há esgoto humano se ache registros de cafeína.

16

No geral os compostos denominados PPCPs (*Pharmaceuticals and Personal Care Products*) tem revelado importância expressiva na contaminação de recursos hídricos ao redor do globo. Cerca de 47 compostos estão relacionados diretamente com contaminação por efluentes doméstico não tratado como: bifenóis, codeína, coprostanol, cafeína, colesterol, antioxidantes, detergentes não biodegradáveis, fragrâncias e desinfetantes. Sua exclusividade está no fato destes compostos possuírem características singulares que distinguem de outros indicadores. A cafeína sendo um PPCP é um indicador direto da contaminação oriunda de efluentes domésticos (TUBBS *et al.*, 2004).

#### 2.1.2 Macronutrientes

A contaminação por excesso de nutrientes tornou-se o problema de qualidade da água mais comum em todo o planeta. Essa contaminação, geralmente associada a excessos de nitrogênio e fósforo – provenientes do escoamento da agricultura e também por lançamento de esgoto e de resíduos industriais – tende a aumentar taxas de produtividade primária

(produção de matéria vegetal por meio da fotossíntese) em níveis excessivos, levando a um supercrescimento de plantas vasculares (ex.: aguapé), a aflorações de algas e ao esgotamento do oxigênio dissolvido na coluna de água, o que pode provocar estresse ou mesmo matar organismos aquáticos.

Algumas algas (cianobactérias) podem produzir toxinas prejudiciais à saúde de seres humanos de animais domésticos e selvagens que as ingerirem ou que se exponham a águas com elevados níveis de algas. A contaminação por excesso de nutrientes pode também provocar acidificação nos ecossistemas de água doce, com graves impactos para a biodiversidade. A longo prazo, o enriquecimento com nutrientes pode esgotar o oxigênio e eliminar espécies com exigências mais elevadas em termos de consumo de oxigênio, inclusive espécies de peixes, afetando a estrutura e a diversidade dos ecossistemas (BAUMGARTEN & POZZA, 2001). Por causa de entradas excessivas de nutrientes, alguns rios, lagos e lagoas tornam-se hipereutróficos (ricos em nutrientes e pobres em oxigênio) com a consequente eliminação de todos os macro-organismos.

17

#### 2.1.2.1 Carbono orgânico dissolvido (COD)

O carbono é elemento constituinte de toda a matéria viva e tem um ciclo vital complexo no meio ambiente, de onde é possível destacar o consumo de CO<sub>2</sub> pelas células vegetais e devolução de carbono ao ambiente em processos de respiração e decomposição do material orgânico. O carbono orgânico dissolvido (COD) nas águas dos rios pode participar de processos de adsorção, reações iônicas ou complexação. As principais fontes de carbono para o meio aquoso são a atmosfera e a biomassa (LENZI *et al.*, 2009), mas o elemento também sofre grande incremento pela poluição. Logo, é fundamental seu monitoramento com objetivo de registrar a carga orgânica assimilável no meio.

#### 2.1.2.2 Série nitrogenada e fosforada

O nitrogênio e o fósforo são importantes ferramentas na avaliação de um corpo d'água, principalmente por serem elementos essenciais à produção primária. Além disso, permitem o

acompanhamento no aumento em suas concentrações indicando a entrada de matéria orgânica no meio que, em altos níveis, resulta em condições de eutrofização dos corpos hídricos (CAPONE *et al.*, 2008; ESTEVES, 2011a). São chamados de macronutrientes por serem necessários à fotossíntese em quantidades muito maiores que os demais nutrientes (micronutrientes) (LIBES, 2009).

#### 2.1.2.2.1 Série nitrogenada

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes do metabolismo biológico nos ecossistemas aquáticos. Este nutriente está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas (nitrato, nitrito, amônia, íon amônio, óxido nitroso, nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico particulado e dissolvido), porém dentre as diferentes formas o nitrato e o íon amônio apresentam grande importância nos ecossistemas aquáticos pois representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (CAPONE *et al.*, 2008; ESTEVES, 2011a; OLIVEIRA, 2013).

18 Em um curso d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de esgotos a montante. Nos casos onde a poluição é recente tem-se o predomínio na forma de nitrogênio orgânico ou amônia, no entanto, em casos de poluição antiga a principal forma do nitrogênio é o nitrato (VON SPERLING, 2014). Neste monitoramento são analisadas as concentrações de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal (amônia + íon amônico) e nitrato.

O nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_x$ ) é comumente encontrado em águas naturais em baixas concentrações. Em concentrações superiores a  $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$  é provável que exista influência de efluentes domésticos e industriais. Do ponto de vista sanitário, a amônia é um importante parâmetro pois sua presença indica contaminação por esgotos e conseqüentemente provável contaminação por patógenos. Santiago *et al.* (2004) destacaram que elevadas concentrações de nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal são indicadoras de contaminação por esgoto com fonte próxima.



O nitrato ( $\text{NO}_3$ ) é proveniente da oxidação da amônia e além do esgoto como fonte antrópica, Baird (2001) menciona o *input* de nitrato em áreas rurais, assim como o escoamento terrígeno e lixiviação de solos levando das terras agrícolas para rios resíduos oxidados de animais junto com nitrato de amônio não absorvido e fertilizantes com outras formas nitrogenadas. Segundo Santiago *et al.* (*op. cit.*) o nitrato em águas naturais aparecem na faixa de 0,1 a 10  $\text{mg.L}^{-1}$ , em águas muito poluídas pode chegar a 200  $\text{mg.L}^{-1}$  e em águas próximas a áreas com uso intenso de fertilizantes é possível verificar mais de 600  $\text{mg.L}^{-1}$ .

#### 2.1.2.2.2 Série fosforada

O fósforo pode ser encontrado na natureza sob forma orgânica e inorgânica, cita-se a ação do intemperismo das rochas fosfáticas, o material particulado da atmosfera e a decomposição de organismos de origem alóctone, e entre as antrópicas (majoritariamente em formas inorgânicas), os fertilizantes químicos nos solos, material particulado de origem industrial na atmosfera e os efluentes urbanos (domésticos ou industriais) (ESTEVES, 2011; MARINS *et al.*, 2007 e referências contidas).

O fósforo total apresenta-se na forma de fosfato orgânico (compostos orgânicos de origem fisiológica) e inorgânico (polifosfato e ortofosfato de origem principalmente dos detergentes e outros produtos químicos domésticos). O fósforo solúvel é predominantemente inorgânico, composto principalmente por polifosfatos e ortofosfatos (VON SPERLING, 2014). Esteves (2011) ressalta que todas as formas de fósforo presentes em águas naturais referem-se a fosfatos e que para estudos limnológicos o ortofosfato (referido como fosfato inorgânico dissolvido ou fosfato reativo) tem a maior relevância, visto que constitui a principal forma de fosfato assimilada pelas células vegetais. No monitoramento são analisadas as concentrações de fósforo total e fósforo total solúvel.

### 2.1.3 Microrganismos

#### 2.1.3.1 Coliformes termotolerantes

Microrganismos do grupo dos coliformes são utilizados há anos como indicadores da qualidade da água. A nomenclatura de coliformes fecais se encontra em desuso, pois estes coliformes não são de origem exclusivamente fecal, no entanto, devido a sua boa correlação com o coliforme indicador de contaminação fecal *Escherichia coli* esta nomenclatura acabou se popularizando. A nomenclatura mais apropriada é a de coliformes termotolerantes (BASTOS et al., 2000) que por definição, são um subgrupo de coliformes capazes de fermentar a lactose a 44-45 °C e são excretados nas fezes de animais de sangue quente, indicando indiretamente poluição recente por fezes de humanos, mamíferos em geral e pássaros (CETESB, 2012a; SANT'ANA et al., 2003; VON SPERLING, 2014). Apesar das limitações atribuídas a este método ele ainda é amplamente utilizado como indicador da qualidade da água (BASTOS et al., 2000; CETESB, 2012a).

20

Somente a *Escherichia coli*, bactéria pertencente a este grupo, tem origem exclusivamente fecal, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenha recebido contaminação fecal. Os demais termotolerantes podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição, podendo ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou subtropicais, sem qualquer evidência de poluição por material de origem fecal. No homem, quando fora do intestino, a *E. coli* pode causar doenças, principalmente referentes ao trato urinário (GEISSLER et al., 2000).

#### 2.1.3.2 Cistos de *Giardia* e Oocisto de *Cryptosporidium*

Os organismos pertencentes aos gêneros *Giardia* e *Cryptosporidium* são protozoários patogênicos de veiculação hídrica com ampla distribuição mundial e possuem a capacidade de causar distúrbios gastrointestinais nos animais e no homem (CRAUN et al., 1998; FAYER et al., 2000; THOMPSON et al., 2000). A giardíase e a criptosporidiose se caracterizam por



gerar nos pacientes acometidos quadros de diarreia de diversa severidade, causando sérias morbidades em seus hospedeiros, principalmente em indivíduos imunocomprometidos (LOBO *et al.*, 2009). A transmissão de ambos os parasitas se dá pela rota fecal-oral, por meio do contato direto com as fezes de pessoas infectadas ou por contato indireto por ingestão de água ou alimentos contaminados (XIAO & FAYER, 2008).

O gênero *Giardia* pertence ao filo Sarcomastigophora e é conhecido como um dos mais antigos organismos eucarióticos existentes. Sua reprodução acontece através da divisão binária e o ciclo de vida é composto pela alternância de dois estágios como o trofozoíto que é a forma vegetativa e o cisto que é a forma infectante e resistente às condições ambientais sendo eliminado a partir das fezes de seus hospedeiros (ORTEGA & ADAM, 1997). O gênero *Cryptosporidium*, por sua vez, pertence ao filo Apicomplexa com reprodução sexuada e assexuada e formação de oocistos. O oocisto é uma estrutura reprodutiva, infecciosa e de resistência do protozoário (CAREY *et al.*, 2004; SODRÉ & FRANCO, 2001).

### 3 OBJETIVO

O respectivo projeto tem por objetivo, caracterizar a qualidade da água no trecho do rio Piraí a montante do túnel de Tócos, distrito de Lídice (município de Rio Claro - RJ), na Região Hidrográfica II, sendo essa caracterização realizada a partir da solicitação do Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, e executado pela SEA PROJECTS.

O presente documento tem como objetivo específico avaliar a qualidade das águas no rio Piraí à montante da barragem de Tócos ao longo do terceiro trimestre de 2016 (julho, agosto e setembro).

### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 4.1 Área de Estudo

Os pontos de monitoramento estão inseridos no município de Rio Claro, o qual está localizado ao sul do estado do Rio de Janeiro fazendo fronteira com os municípios



fluminenses de Angra dos Reis, Mangaratiba, Itaguaí, Piraí, Volta Redonda, Barra Mansa e o município paulista de Bananal. Rio Claro já teve outros nomes e passou por processos de emancipação e junção com outras áreas até constituir o território atual, no qual estão inclusos os distritos de Rio Claro, Getulândia, Passa Três, São João Marcos e Lídice (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO, 2011). O território atual do município corresponde a 841 km<sup>2</sup> e sua população residente é de 17.401 habitantes, sendo cerca de 79% de população urbana e 21% de população rural (IBGE, 2013).

De acordo com Geoprojetos, (2007) a região de Rio Claro e seu entorno tem altitude média 390 m, com um clima tropical de altitude, caracterizado por verões quentes, com estação seca reduzida e temperatura média anual de 21,5°C. O período de menor volume de chuva na área ocorre de abril a setembro, com destaque para os meses de junho e setembro (GEOPROJETOS, 2007). O menor volume de chuvas reflete na vazão do rio Piraí, objeto de estudo desse projeto, que de acordo com medições à montante do túnel de Tócos levantadas pela Light entre os anos de 1931 a 2006, teria vazão média de 13,5m<sup>3</sup>/s, ressaltando que ao longo do período ocorreram grandes oscilações (GEOPROJETOS, 2007)

Quanto à economia do município, após o início da colonização da região, a agricultura começou a surgir com o cultivo de produtos de subsistência e cana de açúcar na área que hoje corresponde a cidade de Rio Claro. Durante a maior parte do século XIX a região teve sua economia baseada na produção de café, porém, no final do mesmo século, com o declínio da economia cafeeira na região do Vale do Paraíba, as atividades voltaram-se para pecuária e horticultura (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO, 2011).

O censo agropecuário de 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) levantou os estabelecimentos dedicados a agropecuária na área e como se distribuem as áreas rurais do município. Cerca de 50 % da área rural é ocupado pela pecuária através de pastagens naturais ou plantadas. As áreas de matas e/ou florestas também representam um percentual alto, com 38,66 % do total. Uma observação importante é que a maior contribuição das áreas de lavoura é de forrageiras para corte, o que volta a remeter a criação de animais no município (Figura 4-1).

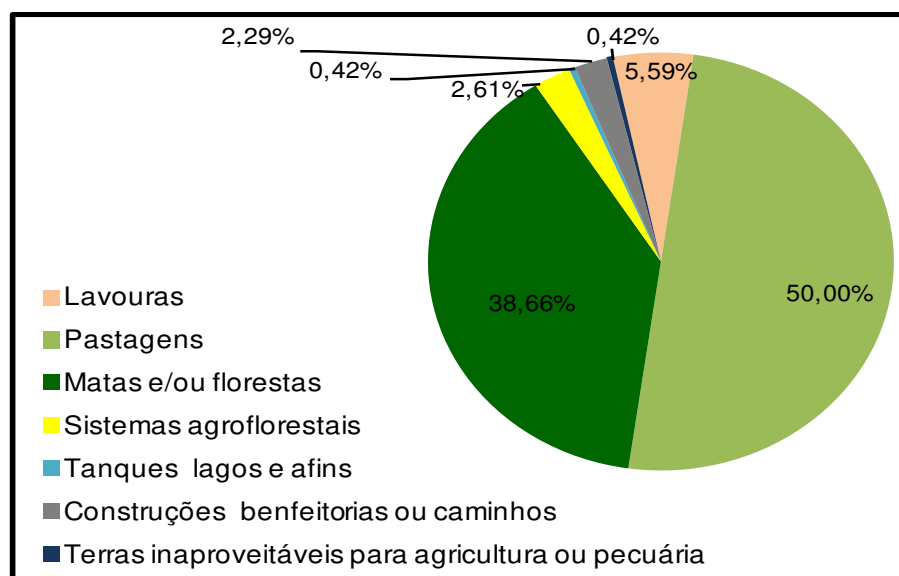


Figura 4-1: Distribuição das áreas rurais do município de Rio Claro – RJ no ano de 2006.

Fonte. Adaptação do Censo Agropecuário 2006 (SIDRA/IBGE, 2011).

Em relação a pecuária desenvolvida no município de Rio Claro destaca-se a criação de aves representada pela granjas RICA. Contudo, o efetivo de bovinos também é alto, justificando a grande ocupação do município com áreas de pastagem.

23

O município beneficia-se da Lei Estadual nº 5.100/2007 que incorpora a componente ambiental ao repasse do ICMS, através do cálculo do índice em que os municípios com melhores resultados devido a melhor gestão de suas unidades de conservação, qualidade da água de seus mananciais e gestão dos resíduos sólidos recebem maior repasse da verbas oriundas do ICMS.

Devido aos critérios adotados na Lei supracitada, o município foi pontuado devido a seus mananciais de abastecimento (bacia do Ribeirão das Lajes e do rio Santana e bacia do rio Piraí), a adequada destinação de resíduos (em aterro sanitário com vida útil maior que 5 anos e com captação e queima de gases), por não possuir vazadouros e possuir 7 unidades de conservação (APA Alto Piraí, Parque Estadual do Cunhambebe, RPPN Fazenda Sambaiba, RPPN Fazenda Roça Grande, RPPN Fazenda São Benedito, RPPN Reserva Nossa Senhora das Graças e RPPN Sítio Fim da Picada).

O incentivo do estado demonstra a importância que deve ser dada a gestão ambiental e os dados apresentados pelo município apontam para a manutenção na região de áreas voltadas para conservação e destacam a presença de importantes bacias naquela área. Um fato relevante na caracterização de Rio Claro é a gestão ambiental que ocorre em sua área de abrangência, cabendo destacar que o município correspondeu a terceira maior arrecadação de ICMS verde do estado do Rio de Janeiro no ano de 2015.

#### 4.2 Caracterização das estações de amostragens

A malha amostral do presente estudo foi composta por cinco estações (P1 a P5) distribuídas ao longo do rio Pirai, desde o distrito de Lídice até o reservatório de Tócos, e uma estação controle (PC), localizado no afluente denominado Córrego da Cachoeira situado na RPPN Fazenda Sambaiba (Tabela 4-1). Em adição a isso, na Figura 4-2 estão representadas geograficamente as estações de amostragem e suas respectivas fontes poluidoras.

Tabela 4-1: Coordenadas das estações amostrais no monitoramento da qualidade da água do rio Pirai à montante do túnel de Tócos.

PONTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS*		ALTITUDE (m)
	LONGITUDE	LATITUDE	
P1	44W 11'44''	22S 50'56''	557
P2	44W 11'56''	22S 49'53''	546
P3	44W 10'38''	22S 47'33''	509
P4	44W 08'11''	22S 46'13''	475
P5	44W 07'42''	22S 45'14''	466
PC	44W 13'30''	22S 50'37''	568

• Datum: SIRGAS 2000

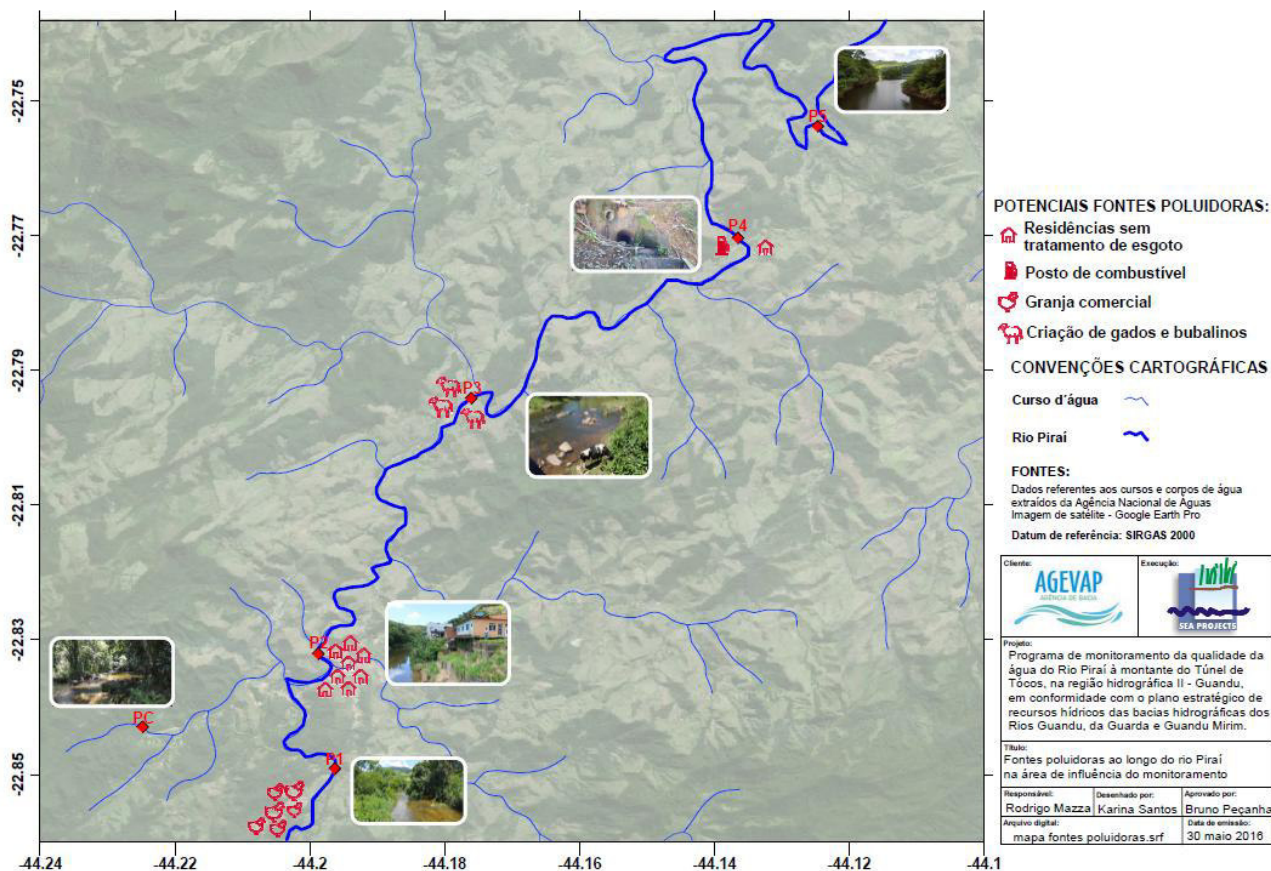


Figura 4-2: Fontes poluidoras ao longo do rio Pirai na área de influência do monitoramento.

#### 4.2.1 Ponto Controle (PC)

O ponto controle está localizado dentro da RPPN Fazenda Sambaiba especificamente no Córrego da Cachoeira, afluente do rio Pirai (Figura 4-3). O córrego é raso (em torno de 1,5 m) com distância entre as margens de 9 m. A mata ciliar é preservada com características de vegetação ombrófila densa. O fundo predominante de pedras e folhas com pequenas áreas de areia.



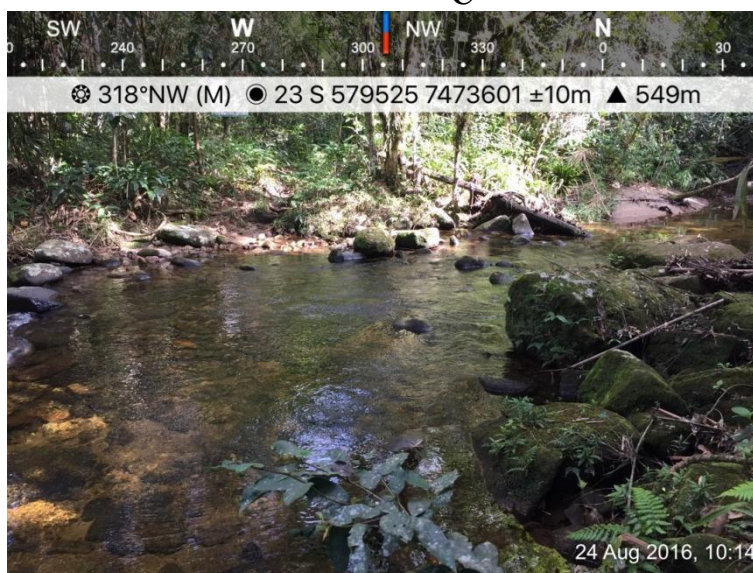
**A**



**B**



**C**



26

Figura 4-3: Pc – A – Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda Sambaíba; B – Vista da trilha de acesso ao ponto de coleta ; C – Vista geral do Córrego da Cachoeira da floresta.

#### 4.2.2 Ponto1 (P1)

O primeiro ponto do monitoramento (P1), está localizado no distrito de Lídice na estrada Rio das Pedras sendo a estação de coleta mais a montante entre as cinco monitoradas neste estudo. O rio Pirai neste trecho chega a ser referido pela população local como rio das Pedras e tem cerca de 10 m de largura e 1,3m de profundidade apresentando em geral menor velocidade do fluxo de suas águas. O ponto monitorado localiza-se sob uma ponte que dá

acesso às granjas. As granjas Frangos Rica (Reginaves Ind. e Com. de Aves) estão localizadas cerca de 1 km a montante deste ponto (Figura 4-5). O rio passa próximo à estrada, porém trata-se de uma área pouca urbanizada com vegetação de porte baixo para médio (Figura 4-4).



Figura 4-4: P1 – A – Vista a montante do ponto de coleta em P1; B– Vista a jusante da amostragem em P1.



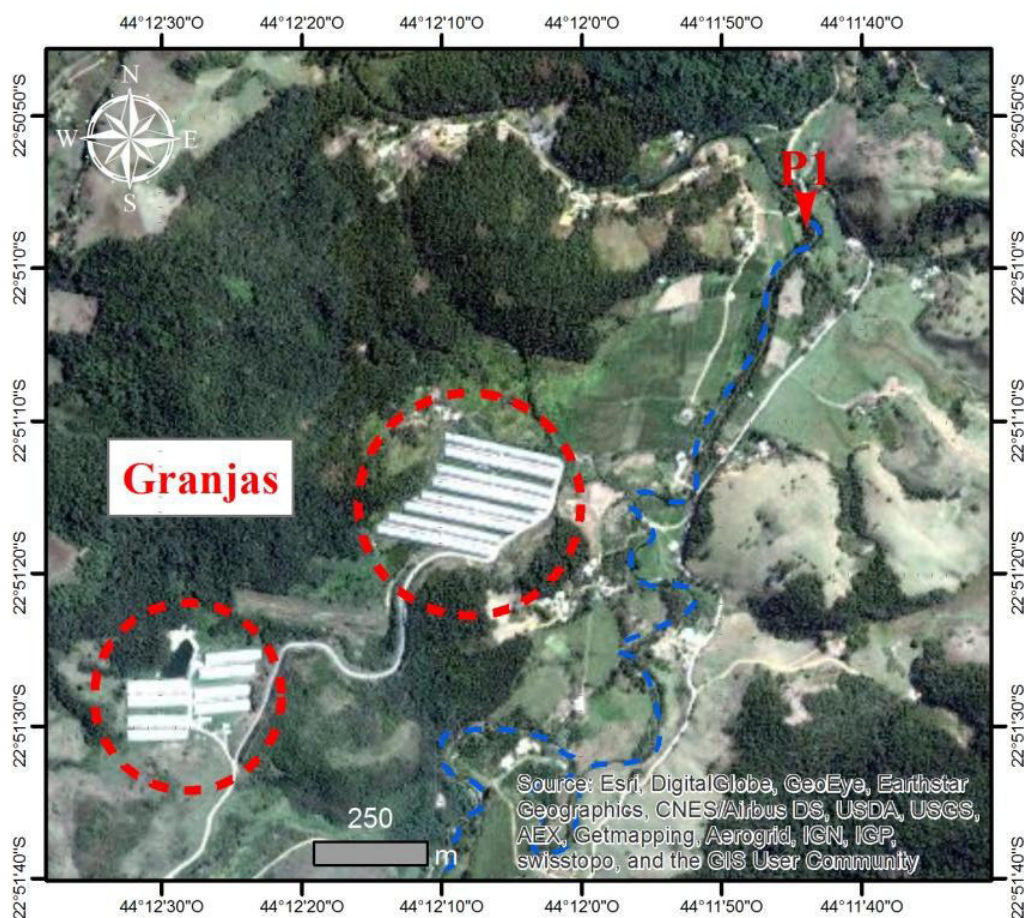


Figura 4-5: Mapa de localização das granjas de Frango Rica.

### 4.2.3 Ponto 2 (P2)

A estação de coleta P2 está localizado na região central de Lídice, sob a ponte da estrada Diná Carneiro Franco. Neste trecho, a profundidade do rio é de aproximadamente 1,5 m e largura de 18 m , apresentando fluxo moderado de suas águas. No entorno do respectivo trecho do rio, a presença da mata ciliar se contrapõe a influência da área urbana, como, residências e algumas lojas comerciais além do trânsito contínuo de veículos sobre a ponte. Foram observados impactos antrópicos como o lançamento de efluentes domésticos não tratados e disposição irregular de resíduos sólidos na margem (Figura 4-6).



Figura 4-6: P2 – A – Vista a jusante do P2 ; B – Vista do distrito de Lídice a margem do rio Piraí; C – Lançamento de efluentes domésticos *in natura*; D- Ponte sob o P2

A estação de coleta de P3 está localizada sob uma ponte na saída da estrada principal de acesso a Lídice, seguindo na direção do rio do Braço (Figura 4-7). O rio neste trecho tem 21,0 m de largura e 2,10 m de profundidade. As margens próximas a essa área são cercadas, limitadas por propriedade particular, onde há criação de bovinos e bubalinos, tendo sido observada a presença de animais às margens do rio Piraí. O trecho a montante apresenta maior energia (correnteza), onde verifica-se maior presença de rochas, e, em seguida torna-se mais amplo e com águas mais calmas. A jusante do ponto está localizado o encontro do rio Piraí



com o rio do Braço, afluente este de águas pouco antropizadas. A vegetação no entorno é composta predominantemente por pastagem com fundo de pedras.



30

Figura 4-7: A – Vista a montante do P3; B – Vista a jusante do P3. C – Presença de bubalinos na margem direita a jusante; D – Fundo predominante de pedras.

#### 4.2.4 Ponto 4 (P4)

O trecho do rio monitorado como P4 localiza-se próximo a estrada principal (Rodovia Engenheiro Francisco Saturnino Braga), e possui um posto de gasolina instalado em sua margem direita (Figura 4-8). A distância entre as margens do rio é de 33 metros. Entre as características deste trecho de rio destaca-se: rochas nas margens e o deságue do rio Cascata a

poucos metros à montante do ponto. À montante do ponto de coleta há uma pequena queda, que causa oxigenação na água, logo em seguida o rio segue com menor velocidade.

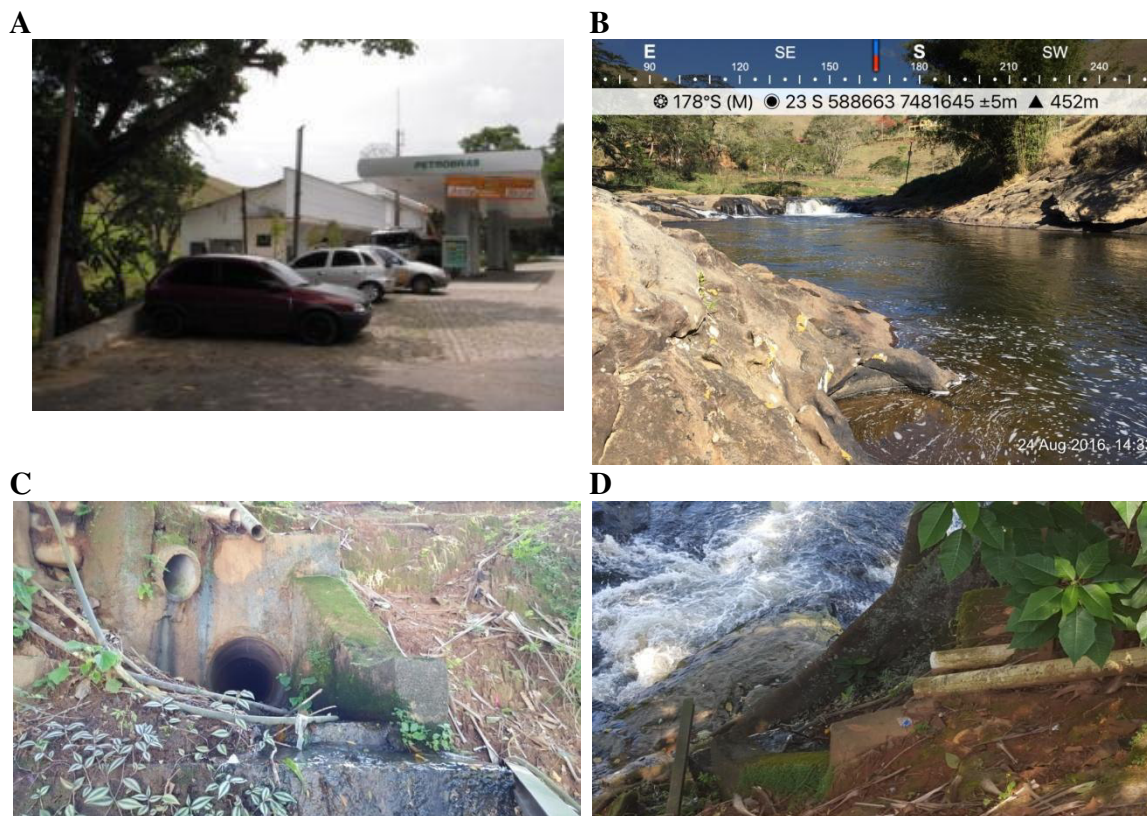


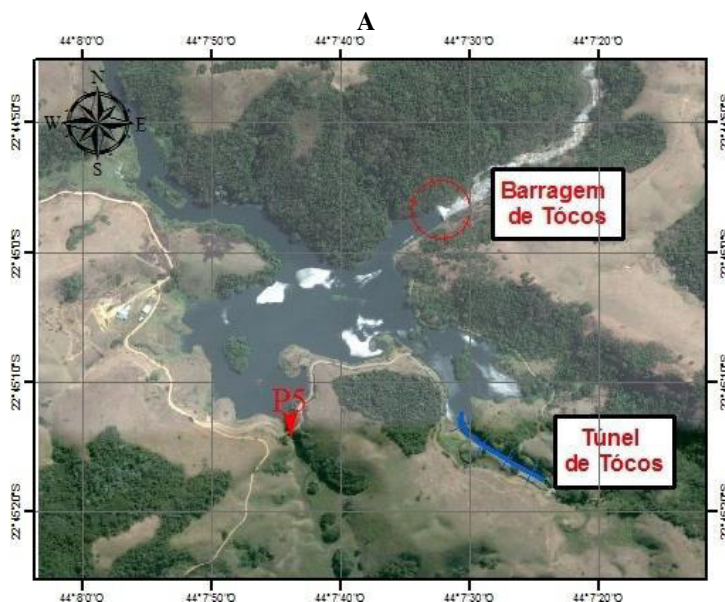
Figura 4-8: A – Posto de Gasolina Cascata, visto da estrada; B – Vista do rio Piraí a montante, com destaque para o declive do rio antes do ponto de amostragem; C e D – Lançamento de efluentes a montante do ponto de coleta.

#### 4.2.5 Ponto 5 (P5)

O P5 está localizado na represa de Tócos anterior a chegada ao túnel que conduz ao reservatório de Lajes (Figura 4-9). O acesso ao ponto é possível pela estrada de terra indicada na rodovia principal por uma placa em que está escrito “Barragem de Tócos”. Por motivos de segurança a coleta é realizada na ponte de madeira localizada anterior ao estreitamento do rio que segue até as instalações da barragem. No ponto de coleta a largura do rio é de aproximadamente 20 m, o trecho é de baixa energia, ou seja, com baixa velocidade das



correntes. A área de entorno do reservatório é pouco alterada com presença de vegetação nativa, entretanto, em certos trechos foram observados animais e áreas de pastagens.



32

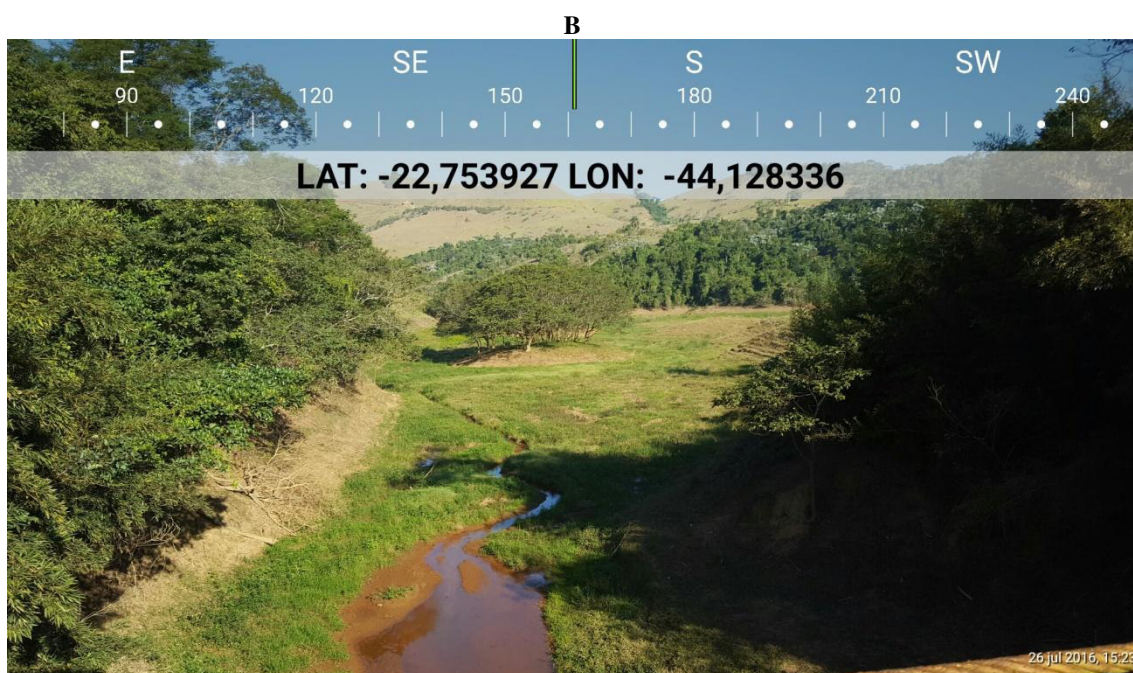


Figura 4-9: A –Mapa de localização do ponto P5; B – Vista a montante do P5.

## 5 METODOLOGIA

As coletas realizadas no dia 26 de julho, 24 de agosto e 22 de setembro foram referentes à quarta, quinta e sexta campanha, respectivamente. Ou seja, cada coleta realizada é tida como uma campanha de amostragem. Na Tabela 5-1 estão expostas mais informações como o horário de coleta em cada campanha (amostragem).

Tabela 5-1: Horário de realização de amostragem nas campanhas de julho a setembro de 2016.

DATA CAMPANHAS	DIA DA SEMANA	HORÁRIOS	PONTOS					
			P1	P2	P3	P4	P5	PC
26/07/2016	Terça-feira	Hora Inicial	10:35	11:25	13:00	14:10	14:50	09:45
		Hora Final	11:10	12:10	13:27	14:25	15:05	10:00
24/08/2016	Quarta - feira	Hora Inicial	11:00	12:00	13:00	14:10	15:00	10:14
		Hora Final	11:30	12:40	13:30	14:32	15:20	10:40
22/09/2016	Quinta - feira	Hora Inicial	13:16	13:53	14:30	15:10	16:00	12:00
		Hora Final	13:45	14:20	15:00	15:50	16:30	12:40

Os parâmetros físico-químicos como a temperatura da água, total de sólidos dissolvidos, condutividade, salinidade e oxigênio dissolvido foram realizados *in situ* utilizando uma sonda multiparâmetros da marca YSI modelo 556 MPS (*Multi Probe System*) previamente calibrada antes da realização de campanha. A turbidez também foi medida *in situ* utilizando-se um turbidímetro portátil da marca HANNA, modelo HI 98703-01 também previamente calibrado. Os sensores da sonda foram dispostos afastados das margens, buscando uma melhor representação do corpo hídrico. Os limites de quantificação dos parâmetros supracitados são apresentados na Tabela 5-2. A transparência da água foi medida utilizando um disco de *secchi*.

Tabela 5-2: Limites de quantificação e detecção dos equipamentos utilizados *in situ*.

PARÂMETROS	UNIDADE	FAIXA	PRECISÃO	RESOLUÇÃO
Oxigênio dissolvido	mg.L <sup>-1</sup>	0 a 50	0,2 para valores de 0 a 20 0,6 para valores de 20 a 50	0,01
Temperatura	°C	5 a 45	0,15	0,01
Condutividade	mS.cm <sup>-1</sup>	0 a 200	0,001	0,001 a 0,1
Salinidade	ppt	0 a 70	1% ou 0,1, o que for maior	0,01
pH	-	0 a 14	0,2	0,01
Turbidez	UNT	0 a 1000	Aproximadamente 2% da leitura mais 0,02 UNT	0,01 UNT de 0,00 a 9,99 0,1 UNT de 10,0 a 99,9 1 UNT de 100 a 1000



Após as medições *in situ* dos parâmetros físico-químicos, amostras de água em cada estação foram coletadas utilizando uma garrafa de *Niskin* (5 L) (Figura 5-1). Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos específicos para cada análise (podendo conter reagentes de acordo com o parâmetro) e mantidas em caixa termoestável ( $\approx 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) até a entrega ao laboratório em tempo hábil para a realização das análises de diversos parâmetros como previsto na legislação adotada como referência (CONAMA 357 de 17 de março de 2005). O laboratório Oceanus – Hidroquímica foi responsável pelas análises laboratoriais. Os parâmetros analisados no laboratório e suas respectivas metodologias são descritas na Tabela 5-3.



Figura 5-1: Coleta da amostra realizada com garrafa de niskin

Destaca-se que a quantificação de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* apresentam periodicidades diferentes dos demais parâmetros laboratoriais, sendo avaliados na estação seca e na chuvosa. Vale ressaltar que ambas foram contempladas no presente trimestre, especificamente na campanha de jul/16.

Tabela 5-3: Variáveis do monitoramento da qualidade da água e respectivos métodos e limites analíticos (limite de quantificação – LQ).

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	MÉTODO ANALÍTICO	LQ	UNIDADE
Total de sólidos em suspensão	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 2540 D	1,00	mg.L <sup>-1</sup>
Nitrogênio total	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 4500-N	0,10	mg.L <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 4500 NH <sub>3</sub> - F	0,01	mg.L <sup>-1</sup>
Nitrato	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,01	mg.L <sup>-1</sup>
Fósforo total	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 4500-P E	0,02	mg.L <sup>-1</sup>

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	MÉTODO ANALÍTICO	LQ	UNIDADE
Fósforo total solúvel	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 4500-P	0,02	mg.L <sup>-1</sup>
Demanda química de oxigênio	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 5220-D	10	mg.L <sup>-1</sup>
Demanda bioquímica de oxigênio	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 5210-B. - 5-Day BOD Test	1,00	mg.L <sup>-1</sup>
Carbono orgânico dissolvido	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 5310A e 5310 B	1,00	mg.L <sup>-1</sup>
Cafeína	SCHORMÜLLER, 1970	0,200	mg.L <sup>-1</sup>
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	MÉTODO ANALÍTICO	LQ	UNIDADE
Coliformes termotolerantes	SMEWW 21ª Ed. - Método(s): 9221E	1,8	NMP.100mL <sup>-1</sup>
Cistos de <i>Giardia</i>	SMWW9711B	0,1	Cistos.L <sup>-1</sup>
Oocistos de <i>Cryptosporidium</i>	SMWW9711B	0,1	Oocistos.L <sup>-1</sup>

\*SMEWW- *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 21 edição.*

\*\*USEPA- *Unite States Environmental Protection Agency.*

Além da coleta de água em cada estação de amostragem foi realizado o cálculo da vazão do respectivo corpo hídrico estudado. A estimativa foi feita através de fluxômetros analógicos da marca *General Oceanics*, previamente calibrado. A vazão foi estimada a partir da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{a \times K \times n}{\Delta t}$$

Onde:

**Q** = Vazão (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>);

**a** = área da secção (m<sup>2</sup>);

**K** = constante de calibração do fluxômetro (m/rot);

**n** = número de rotações do fluxômetro (rot).

**Δt**= tempo de imersão do fluxômetro

Em cada ponto do rio analisado foram medidas profundidade e largura para obtenção da área da secção transversal. Em relação aos fluxômetros foram utilizados dois equipamentos posicionados em 0,2 m e 0,8 m da superfície. Contudo, quando a profundidade do trecho não ultrapassava de 1 m foi utilizado apenas o primeiro fluxômetro (0,2 m).

Os dados obtidos foram representados em gráficos de barras. A discussão destes abordou a distribuição espacial dos valores e entre as campanhas já realizadas. A tendência

geral foi avaliada pela média das estações de coleta  $\pm$  o desvio-padrão (abreviado com a sigla D.P.). Essa medida descreve a dispersão dos dados em torno da média, responsável por indicar a variação dos valores encontrados (VIEIRA, 2008). Assim, quando o desvio-padrão é maior do que a média, indica ampla variação dos resultados obtidos e, portanto, a média pode não ser representativa do valor real encontrado para um determinado parâmetro. Quando o resultado ficou abaixo do limite de quantificação (LQ) do método foi utilizado a metade do mesmo.

Sempre que possível utilizou-se como valores de referências os limites estipulados pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doces de classe 1 (art. 14) e classe 2 (art. 15) que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências”. Além da comparação direta foi calculado também o índice de desconformidade levando em consideração apenas os parâmetros citados no artigo 14 da Resolução CONAMA 357/05.

36

Para a classificação da qualidade da água da área de estudo foram utilizados o Índice de Estado Trófico (IET) e o Índice de Qualidade de Água (IQA). Ressalta-se que o IET, índice desenvolvido por Carlson (1977), foi calculado segundo a adaptação de Lamparelli (2004) para rios (ambientes lóticos), pela fórmula abaixo (considerando as concentrações de fósforo total - PT).

$$IET(P) = 10X\left(6 - \left(0,42 - \frac{0,36X(\ln PT)}{\ln 2}\right)\right) - 20$$

As classes de trofia da água adotadas no presente estudo foram àquelas descritas por Lamparelli (2004), as quais são apresentadas na Tabela 5-4.

Tabela 5-4: Limites de classe de trofia para os resultados de Índice de Estado Trófico (IET)  
(LAMPARELLI, 2004).

CATEGORIA TRÓFICA	PONDERAÇÃO (IET)
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$
Oligotrófico	$47 < IET = 52$
Mesotrófico	$52 < IET = 59$
<i>Eutrófico</i>	$59 < IET = 63$
Supereutrófico	$63 < IET = 67$
Hipereutrófico	$IET > 67$

Para o cálculo do IQA foi aplicada a metodologia proposta pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB) que aplica esse cálculo desde 1975. O IQA é medido pelo produto ponderado da qualidade de água correspondentes aos parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez, calculados pela fórmula:

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

37

onde:

**IQA:** Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

**qi:** qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100 obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;

**wi:** peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Sendo “n” correspondente ao número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. Os pesos de cada parâmetro são descritos abaixo:

Tabela 5-5: Parâmetros e pesos relativos ao IQA.

PARÂMETRO	WI
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO (5 dias a 20°C)	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Temperatura da água	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Os resultados obtidos foram classificados de acordo com a CETESB, sendo a classificação do índice de qualidade da água apresentada na Tabela 5-6.

Tabela 5-6: Limites de classificação do Índice de Qualidade da Água

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: (IQA) (CETESB).

Além dos indicadores supracitados também foi calculado o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment: Water Quality Guidelines*. O ICE é empregado pela Agência Nacional das Águas (ANA) com objetivo de avaliar o cumprimento das metas de qualidade das águas dos rios brasileiros definidas pelas classes de uso em que estão enquadrados na Resolução CONAMA 357/05 (AMARO, 2009).

Através do ICE é possível avaliar se o corpo hídrico está de acordo com o enquadramento proposto e saber qual o grau de desconformidade ele se encontra: afastado, conforme ou não conforme. O seu cálculo é composto por três fatores:

**F1:** Representa a abrangência das desconformidades, isto é, o número de parâmetros que violaram a meta de qualidade ou limite legal pelo menos uma vez no período de observação, dado pela seguinte equação:

$$F1 = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de parâmetros em desconformidade}}{\text{N}^\circ \text{ total de parâmetros}} \right) \times 100$$

**F2:** Representa a porcentagem de vezes que o parâmetro esteve em desconformidade em relação ao número de observações, dado pela seguinte equação:

$$F2 = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de medições em desconformidade}}{\text{N}^\circ \text{ total de medições}} \right) \times 100$$

**F3:** Representa a extensão da não conformidade legal, isto é, a diferença entre o valor medido e a meta.

$$F3 = \left( \frac{snv}{0,01 \times snv + 0,01} \right)$$

A fórmula de cálculo do ICE é dada pela Equação:

$$ICE = 100 - \left( \frac{\sqrt[2]{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right)$$

Após o cálculo o índice pode ser categorizado em cinco níveis: excelente (95-100), bom (80-94), mediano (65 - 79), marginal (45 - 64), ruim (0 - 44). Quando excelente a qualidade da água é considerada protegida com condições semelhantes aos níveis naturais. O nível bom a qualidade ainda é considerada protegida com pequeno grau de impacto através de eventos considerados raros. O nível mediano indica a presença de impactos com mais frequência. No nível marginal a qualidade da água frequentemente é ameaçada através de impactos recorrentes. O nível ruim retrata uma qualidade constantemente degradada (AMARO, 2009). Contudo, a Agência Nacional de Águas (ANA) categoriza o ICE em apenas três níveis: conforme (80 a 100), afastado (45 a 80) e não conforme (menor que 45).

39

Para testar a diferença significativa entre os resultados dos parâmetros encontrados em cada campanha foi utilizado o teste não paramétrico *Kruskal-Wallis*, indicado para comparar se as medidas de duas ou mais amostras diferem entre si. Quando as diferenças foram detectadas, foi aplicado o teste *post hoc* para comparação múltipla após o *Kruskal-Wallis*. Esse teste *a posteriori* indica quais grupos se diferenciaram para o grau de significância



desejado. Para todos os testes estatísticos realizados utilizou-se o nível de significância de 95 % ( $p < 0,05$ ).

Sempre que julgado necessário foi utilizado a matriz de correlação de *Pearson*, sendo apresentados os valores de  $r$  (coeficiente de correlação) e  $p$  (nível de significância). O coeficiente de correlação de *Pearson* ( $r$ ) mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas. É um índice adimensional com valores situados entre -1,0 (fraca) e 1,0 (forte). O cálculo da correlação de *Pearson* foi realizada utilizando o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

Além dos testes descritos acima, foi calculada a linha de tendência linear para cada parâmetro em cada campanha e analisado seu coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Quanto mais próximo de 1 o  $r$ -quadrado ( $R^2$ ) mais confiável é a tendência observada. Deste modo, foi analisada a existência ou não de uma tendência ao longo do rio evidenciando ou não a perda ou melhora na qualidade ambiental do recurso hídrico em questão.

40

Foi realizada também a complementação gráfica da análise através dos gráficos do tipo *box-plot*. No *box-plot* são apresentadas as medidas de tendência central como a média (quadrado) e mediana (linha horizontal), amplitude dos resultados (mínimo e máximo não *outlier* que são as medidas de dispersão - linhas verticais), os quartis (inferior e superior - caixa) e os resultados *outliers* (círculos fora da área da caixa).

As medidas de tendência central indicam o valor do ponto em torno do qual os dados se distribuem, enquanto que as medidas de dispersão indicam em qual faixa os dados se encontram, sendo essa variância representada pelos resultados mínimo e máximo. Os quartis são os valores que dividem um conjunto de dados em quatro partes (25 %, 50 %, 75 % e 100 %) após a ordenação dos resultados, sendo considerada pela literatura somente a faixa entre 25 % (quartil inferior) e 75 % (quartil superior). Já os *outliers* são aqueles dados que se apresentam muito afastados do conjunto, ou seja, são os resultados extremos. Em adição a isso o desvio padrão avaliada ao longo do relatório foi calculado a partir da raiz quadrada da variância, através da fórmula:



$$DP = \sqrt{S^2}$$

onde:

**DP** = desvio-padrão

**S<sup>2</sup>** = variância dos dados

Também foi realizada a análise de componentes principais (PCA) que é um procedimento estatístico multivariado que estabelece, a partir de uma matriz de correlação, um conjunto de fatores (eixos). Os fatores são arrumados em ordem decrescente de variância, logo o componente 1 (fator 1) é o que representa a maior variância dos resultados, diminuindo sucessivamente a cada componente (VALENTIN, 2012). A projeção das amostras pode ser baseada na matriz de correlação entre os resultados brutos e os fatores (autovalores) da PCA. Antes da PCA ser realizada, os resultados são padronizados (média = 0 e desvio-padrão = 1) devido à sensibilidade da análise a normalidade. A utilização da PCA permite a identificação da relação entre as amostras baseada nas características de cada uma delas.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este item apresenta e discute os resultados referentes ao terceiro trimestre (julho, agosto e setembro de 2016) do monitoramento. Os parâmetros mensurados foram interpretados buscando a relação dos mesmos com processos no meio hídrico e seu entorno e entender suas variações ao longo das campanhas.

Destaca-se que a Resolução CONAMA 357/05 foi recorrentemente citada ao longo da descrição dos dados, para comparar os resultados encontrados com os valores recomendados na legislação pertinente.

### 6.1 Pluviosidade

Os dados de precipitação foram obtidos através do *hidroweb* referente a estação 58335000 operada pela LIGHT localizada em Lídice (RJ) com as seguintes coordenadas: 22°W 49' 55"; 44°S 11' 55" (próximo ao Ponto P2 de amostragem), com o propósito de realizar uma correlação com os parâmetros observados.

Ao analisar o período de trinta dias antecedentes a coleta, o mês de jul/16 apresentou a menor precipitação acumulada com apenas 3,5 mm seguido do mês de set/16 com 21,7 mm e então ago/16 com precipitação de 28,5 mm (Figura 6-1).

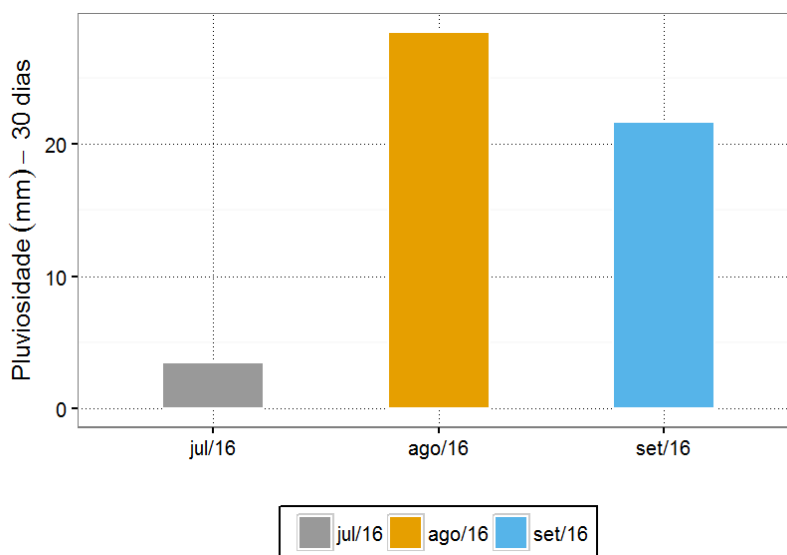


Figura 6-1: Volume acumulado de precipitação (mm) trinta dias antecedentes a amostragem no trimestre avaliado na estação de Lídice.

Quando analisados os sete dias antecedentes os resultados foram semelhantes. A campanha de jul/16 apresentou ausência de chuvas na semana antecedente a coleta, a amostragem de ago/16 apresentou maior precipitação acumulada com 17,0 mm seguido de set/16 com 8,4 mm (Figura 6-2).

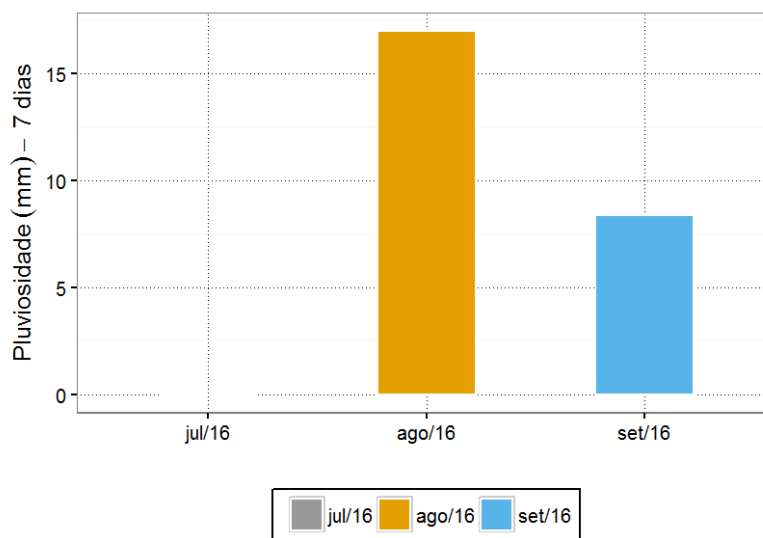


Figura 6-2: Volume acumulado de precipitação (mm) sete dias antecedentes a amostragem no trimestre avaliado na estação de Lídice.

Em relação a pluviosidade acumulada nas 24 horas antecedentes as coletas não foram registradas chuvas em nenhuma campanha do presente trimestre. Logo, o gráfico não foi elaborado.

No geral, o presente trimestre apresentou pluviosidade pouco expressiva o que refletiu no nível do rio ao longo dos meses. Esses resultados são coerentes visto que entre os meses de maio a setembro trata-se do período seco enquanto os meses de outubro a abril é considerado como período chuvoso. Segundo Filho *et al.* (2012) os meses de abril e novembro são respectivamente os meses com maior e menor nível no reservatório de Ribeirão das Lajes sendo essa variação de até oito metros.

## 6.2 Vazão

No trimestre compreendido entre jul/16 a set/16 a vazão do rio Piraí variou de 0,54 a 9,42  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . O valor mínimo foi referente a PC na campanha de set/16, enquanto o máximo foi registrado em P4 também na campanha de set/16 (Figura 6-3). Vale destacar que não foi possível efetuar a verificação da vazão na estação P5 visto que se encontra em uma região de águas lânticas sem velocidade expressiva, logo, não será apresentada no gráfico a seguir.

A maior vazão média do presente trimestre foi referente a estação P4 com  $7,86 \pm 1,50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Em contrapartida a estação PC apresentou a menor vazão média com  $0,61 \pm 0,06 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Vale destacar que P4 é o trecho com maior largura enquanto PC além de ser menor em largura trata-se de um afluente do rio Piraí reconhecido como córrego (Córrego da Cachoeira). Vale destacar também o baixo desvio padrão da estação controle (PC) refletindo um ambiente estável em relação ao regime de chuvas. Através do gráfico Figura 6-3 fica evidente o aumento da vazão a medida que se percorre o rio.

44

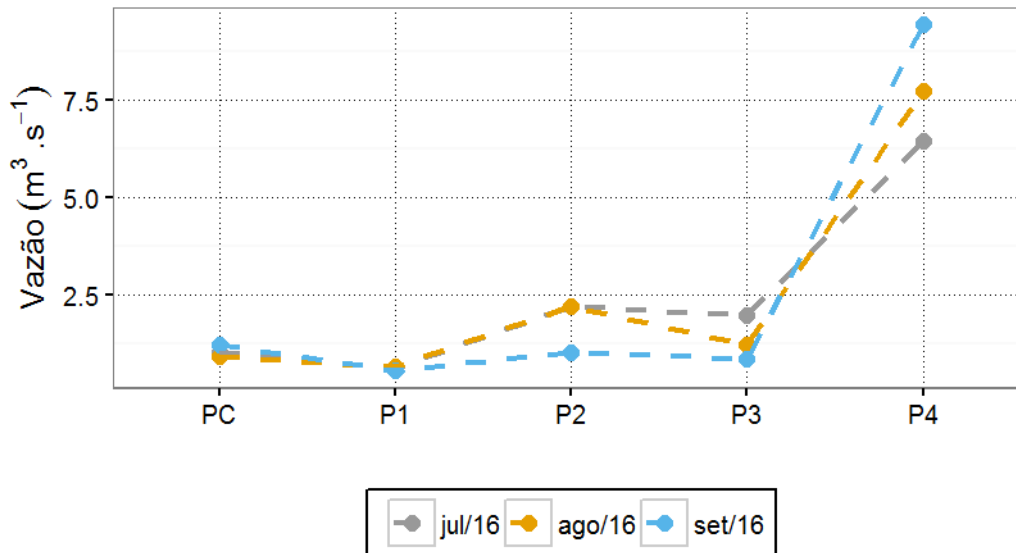


Figura 6-3: Vazão ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

Em relação aos meses de coleta as médias foram semelhantes com  $2,45 \pm 2,32 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  em ago/16;  $2,54 \pm 2,96 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  em jul/16 e  $2,61 \pm 3,82 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e set/16. A similaridade entre as campanhas foi atribuída aos constantes resultados registrados em P1 e PC descritos anteriormente. Apesar da similaridade o teste estatístico revelou diferenças significativas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,043$ ), contudo, o teste *a posteriori* não conseguiu identificar as possíveis diferenças.

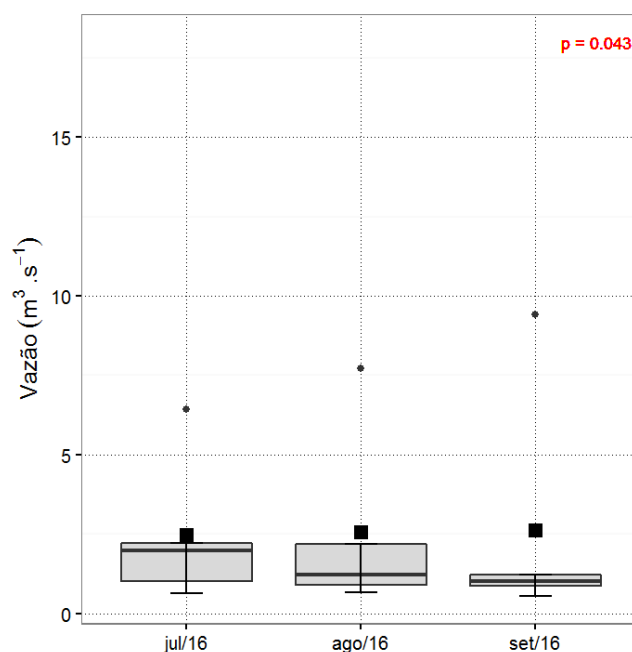


Figura 6-4: Box-plot da vazão ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

### 6.3 Temperatura da água

A temperatura da água oscilou entre  $15,00$  e  $25,44 \text{ }^\circ\text{C}$  com média geral de  $19,63 \pm 2,63 \text{ }^\circ\text{C}$ . O mínimo foi registrado na estação controle (PC) na campanha de ago/16 enquanto o máximo foi registrado em P5 na campanha de jul/16. A partir da Figura 6-5 é possível concluir que o ponto controle apresentou os menores valores resultando na menor média ( $16,15 \pm 1,13 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Enquanto o ponto P5 apresentou a maior média ( $24,08 \pm 1,31 \text{ }^\circ\text{C}$ ).



Os menores valores reportados no ponto controle foram atribuídos a sua localização, visto que se encontra em uma região de maior altitude. Além disso, a influência solar tem relação direta com a temperatura da água e PC apresenta uma vegetação ombrófila densa e comumente é a primeira amostragem a ser realizada no dia, logo, a temperatura registrada é coerente. Enquanto o P5 está localizado no reservatório de Tócos com a menor altitude além da maior exposição ao sol, águas lânticas e comumente é última estação amostrada, proporcionando assim temperaturas mais elevadas.

No geral foi possível observar uma tendência de acréscimo na temperatura ao longo do curso do rio, porém, a mesma não foi considerada significativa visto que o  $R^2$  máximo foi obtido em set/16 com valor de 0,71 enquanto os meses de jul/16 e ago/16 foram de 0,54 e 0,69, respectivamente. Vale destacar que os valores obtidos foram coerentes com um estudo realizado no reservatório de Ribeirão das Lajes que evidenciaram águas com temperaturas mais frias entre 16 e 34 °C e média de 22,2 °C na estação próxima ao túnel de Tócos (FILHO *et al.*, 2012).

46

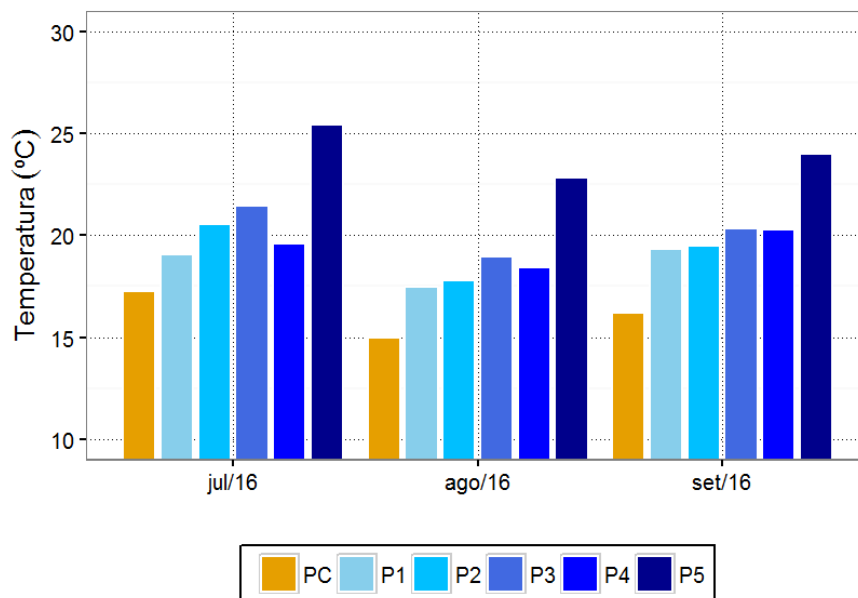


Figura 6-5: Temperatura (°C) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraiá.

Em relação aos meses monitorados o mês de jul/16 apresentou a maior média com  $20,56 \pm 2,79$  °C seguido dos meses de set/16 com  $19,94 \pm 2,50$  °C e ago/16 com  $18,41 \pm 2,56$  °C (Figura 6-6). Os resultados foram coerentes visto que o período amostrado é referente ao período seco e naturalmente possuem temperaturas mais baixas além da menor pluviosidade supracitada. O teste estatístico não revelou diferença significativas entre as estações ( *Kruskal-Wallis* –  $p=0,229$ ).

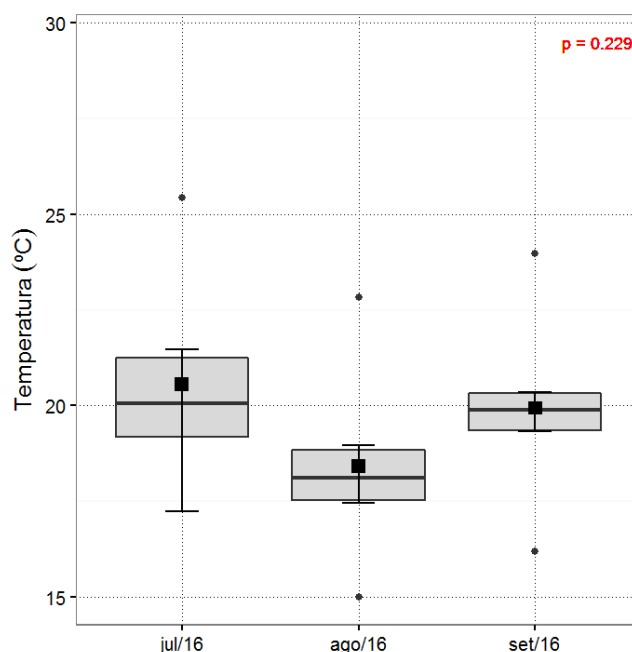


Figura 6-6: *Box-plot* da temperatura (°C) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

#### 6.4 Oxigênio dissolvido (OD)

A concentração de oxigênio dissolvido registrada ao longo dos três meses variou de 6,10 a 9,92 mg.L<sup>-1</sup> com média geral de  $8,39 \pm 1,23$  mg.L<sup>-1</sup>. O menor valor registrado foi referente ao ponto P5 em jul/16 enquanto o máximo foi referente ao ponto P4 em ago/16 (Figura 6-7).

Em relação a legislação vigente nenhuma amostra apresentou concentração de oxigênio dissolvido inferior ao mínimo de 6,00 mg.L<sup>-1</sup> estipulado pelo art. 14 da Resolução CONAMA

357/2005 (águas doces classe 1). Vale destacar que os resultados foram considerados satisfatórios visto que não foram registradas condições de anoxia ou hipoxia em nenhuma amostra.

A maior concentração média foi referente ao ponto controle (PC) com  $9,23 \pm 0,89 \text{ mg.L}^{-1}$  atribuído a queda d'água registrada a montante da estação de coleta. O ponto P5 apresentou a menor concentração média, com  $7,04 \pm 1,14 \text{ mg.L}^{-1}$ , atribuído ao baixo fluxo de água o que dificulta a renovação e a aeração das águas.

Através da Figura 6-7 é possível observar uma tendência na diminuição do oxigênio dissolvido ao longo do rio, contudo, a mesma tendência não foi expressiva apresentando valores de  $R^2$  iguais a 0,08 ; 0,01 e 0,40 nos meses de jul/16, ago/16 e set/16, respectivamente.

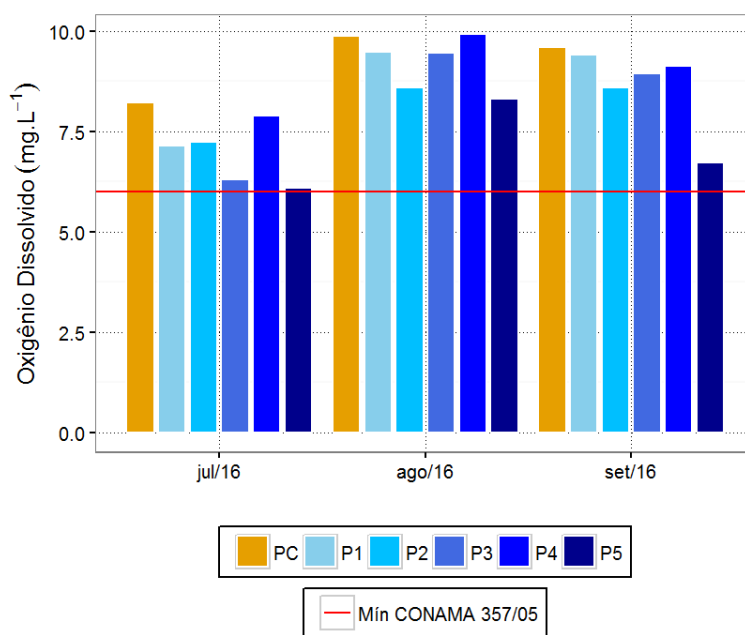


Figura 6-7: Oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

No monitoramento do rio Piraí realizado entre os anos de 2011 e 2012 foram registrados valores de concentração de oxigênio dissolvido variando de  $4,8 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $7,0 \text{ mg.L}^{-1}$  (SEA PROJECTS, 2013). Em outro estudo realizado no reservatório de Ribeirão das Lajes ao longo dos anos de 2007 a 2009 foi destacado que o ponto de coleta próximo ao túnel de

Tócos com águas proveniente do rio Pirai apresentou valores acima de  $4,00 \text{ mg.L}^{-1}$  em todo monitoramento. Portanto, o presente monitoramento apresentou concentrações semelhantes ao reportado na bibliografia.

Em relação aos meses monitorados, a campanha de jul/16 apresentou a menor concentração média ( $7,15 \pm 0,84 \text{ mg.L}^{-1}$ ) seguido do mês de set/16 ( $8,73 \pm 1,05 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e então ago/16 com  $9,27 \pm 0,67 \text{ mg.L}^{-1}$  (Figura 6-8). Através do teste estatístico foram reveladas diferenças significativas entre os meses do presente trimestre (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,007$ ). A análise *a posteriori* identificou a campanha de jul/16 sendo diferentes da demais. Posteriormente será discutido que a campanha supracitada também apresentou concentrações de fósforo e sólidos dissolvidos superiores as demais, portanto, é provável que a presença de matéria orgânica aumente o metabolismo dos organismos presente no rio e assim o oxigênio dissolvido seja consumido.

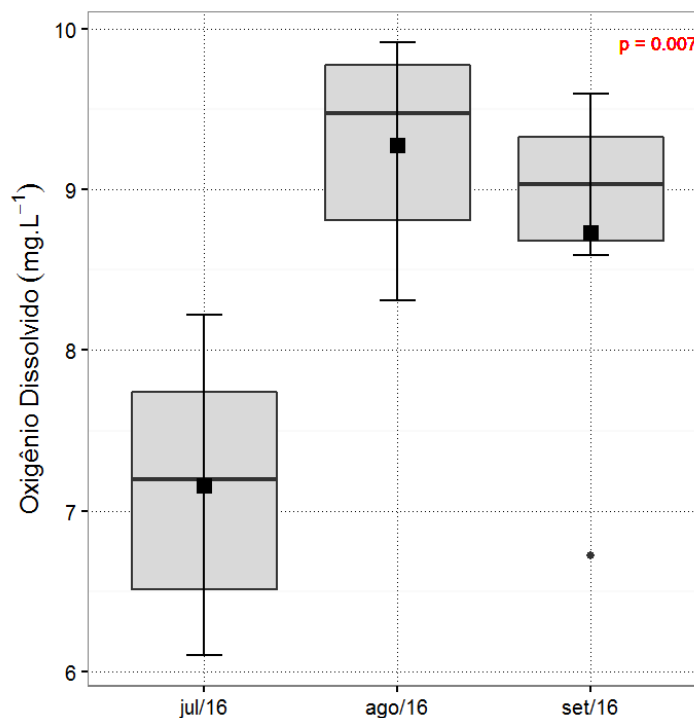


Figura 6-8: *Box-plot* da concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

## 6.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH ao longo do presente estudo oscilou entre 5,61 (P1 em ago/16) e 7,04 (P2 em jul/16) com média geral de  $6,52 \pm 0,49$  (Figura 6-9). Em geral o rio apresentou caráter ligeiramente ácido. No que se refere a legislação vigente cerca de 17 % das amostras analisadas estiveram em desacordo com o preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 para água doces de classe 1 cuja faixa de variação vai de 6,0 a 9,0. A acidez no meio aquático é causada principalmente pela presença de  $\text{CO}_2$  liberados em ambientes com muita taxa de respiração. A faixa de pH que não é diretamente letal aos peixes esta entre 5,0 e 9,0 (BAUMGARTEN & POZZA, 2001). Logo, os valores registrados mesmo que ligeiramente ácidos não apresentaram perigo para ictiofauna segundo Baumgarte & Pozza, 2001. Em relação aos pontos de coleta, ao levar em conta o desvio padrão, todos apresentaram valores em torno da média supracitada. O ponto P1 apresentou o menor pH médio com  $6,04 \pm 0,70$  e o ponto P1 apresentou o maior pH médio com  $7,01 \pm 0,02$ . Diferente dos parâmetros supracitados não foi possível estabelecer um gradiente ao longo do rio, portanto, o pH apresentou variação específica de cada estação de coleta em cada campanha.

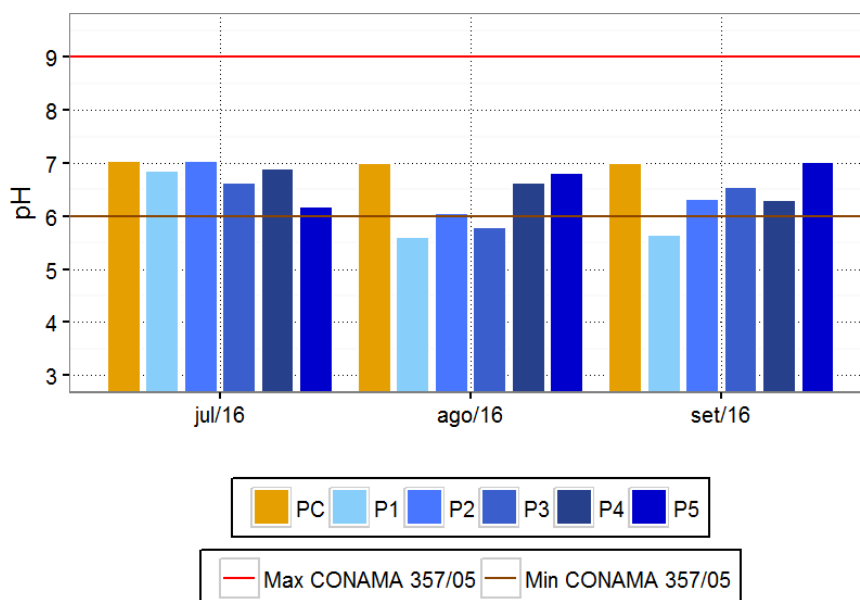


Figura 6-9: Potencial hidrogeniônico da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.



No geral os valores reportados no presente estudo estiveram coerentes com o monitoramento realizado nos anos de 2011 e 2012 cuja variação foi de 4,80 a 7,60 (SEA PROJECTS, 2013). No estudo realizado no reservatório de Ribeirão das Lajes a água analisada também apresentou caráter ligeiramente ácido com média de 6,3 (FILHO *et al.*, 2012). Esteves (2011) afirma que os corpos d'água continentais apresentam valores entre 6,0 e 8,5. Valores extremos são oriundos de áreas peculiares com interferência marinha ou sedimentos ricos em matéria orgânica.

Em relação aos meses monitorados, os valores de pH médios foram próximos. A campanha de jul/16 apresentou a maior média do trimestre com  $6,77 \pm 0,32$  enquanto a campanha de ago/16 apresentou a menor média com  $6,32 \pm 0,57$ . Em set/16 a média foi de  $6,47 \pm 0,51$ , respectivamente (Figura 6-10). A partir do teste estatístico não foram reveladas diferenças significativas entre as campanhas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,221$ ).

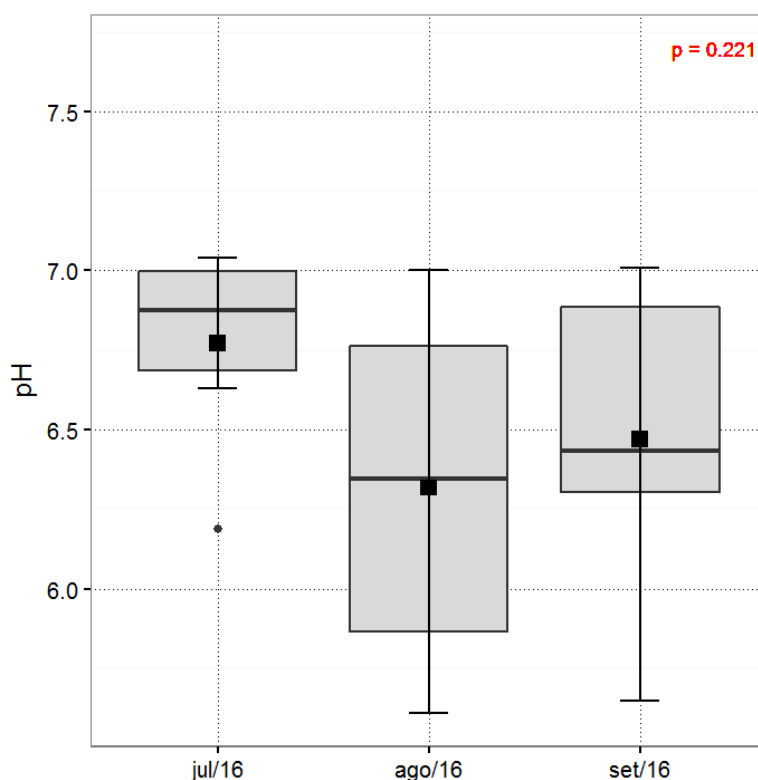


Figura 6-10: *Box-plot* do potencial hidrogeniônico da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

## 6.6 Condutividade

A condutividade no presente estudo variou de  $0,013 \text{ mS.cm}^{-1}$  registrado em PC de ago/16 a  $0,161 \text{ mS.cm}^{-1}$  registrado em P2 em jul/16. A média geral foi de  $0,039 \pm 0,032 \text{ mS.cm}^{-1}$  (Figura 6-11). No monitoramento realizado nos anos de 2011 e 2012 foram reportados valores entre  $0,001$  e  $0,150 \text{ mS.cm}^{-1}$  (SEA PROJECTS, 2013), portanto, compreende os resultados encontrados no presente estudo. É sabido que a condutividade, assim como a concentração de sólidos dissolvidos totais, são parâmetros muito sensíveis a lançamento de efluentes sendo utilizado como indicador indireto de poluição. Contudo, apenas valores acima de  $0,500 \text{ mS.cm}^{-1}$  são considerados pertinentes para tal afirmação (CETESB, 2012b). Portanto, os valores obtidos no presente estudo não são suficientes para comprovar a existência de interferência antrópica expressivas.

No que se refere as estações de amostragem, o P2 apresentou a maior média com  $0,037 \pm 0,038 \text{ mS.cm}^{-1}$ , enquanto os demais apresentaram valores semelhantes em torno de  $0,031 \pm 0,002 \text{ mS.cm}^{-1}$ . Vale destacar que a estação de coleta P2, como descrito anteriormente, trata-se de um trecho com influência antrópica expressiva devido a aproximação a cidade de Lídice e tendo como impactos diretos o lançamento de efluentes domésticos e depósito de resíduos sólidos nas margens (Figura 4-6). Ambos os impactos supracitados contribuem para o aumento de particulados na água e consequentemente a condutividade.

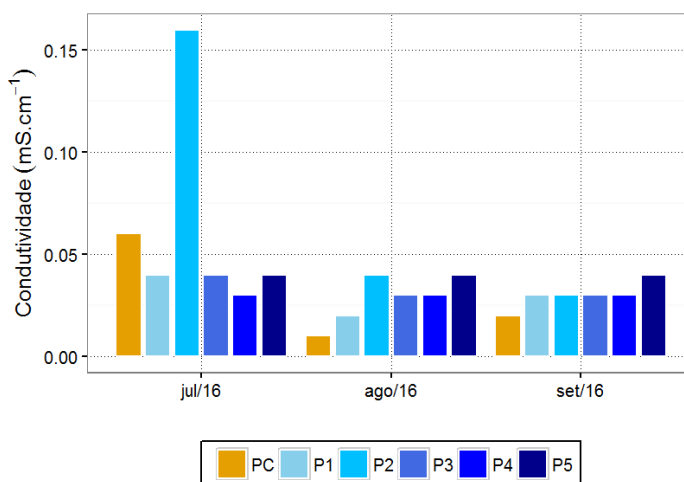


Figura 6-11: Condutividade ( $\text{mS.cm}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

Em relação aos meses deste terceiro trimestre de monitoramento a campanha de jul/16 se destacou com a maior condutividade média de  $0,060 \pm 0,051 \text{ mS.cm}^{-1}$ . Enquanto as campanhas de ago/16 e set/16 apresentaram  $0,028 \pm 0,010 \text{ mS.cm}^{-1}$  e  $0,029 \pm 0,008 \text{ mS}^{-1}$ , respectivamente (Figura 6-12). Através do teste estatístico as diferenças entre as campanhas foram reveladas significativas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,043$ ). O teste *a posteriori* não identificou nenhuma campanha diferente significativamente.

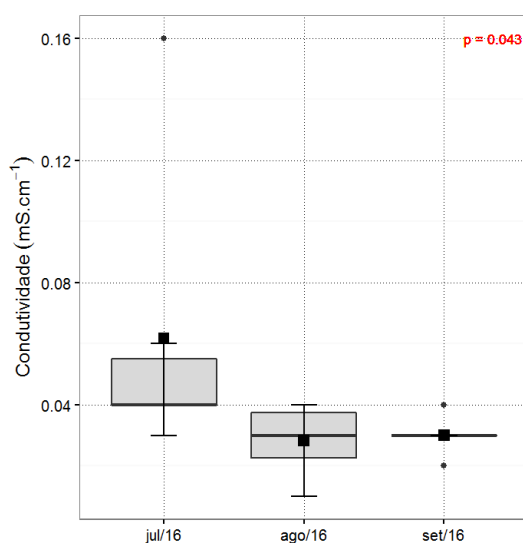


Figura 6-12: *Box-plot* da condutividade ( $\text{mS.cm}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

## 6.7 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

A concentração de sólidos dissolvidos no presente estudo variou de  $0,011$  a  $0,114 \text{ g.L}^{-1}$  com média de  $0,027 \pm 0,023 \text{ g.L}^{-1}$ . Assim como descrito para condutividade o mínimo foi registrado em PC de ago/16 enquanto o máximo foi registrado em P2 de jul/16.

A estação de coleta P2 apresentou a maior concentração média com  $0,053 \pm 0,053 \text{ g.L}^{-1}$ . Os demais pontos apresentaram resultados semelhantes, contudo, em P4 foi registrada a menor concentração média com  $0,019 \pm 0,002 \text{ g.L}^{-1}$ . No geral, os resultados foram coerentes visto que em P2 conforme descrito anteriormente trata-se de um trecho com maior influência antrópica que os demais.

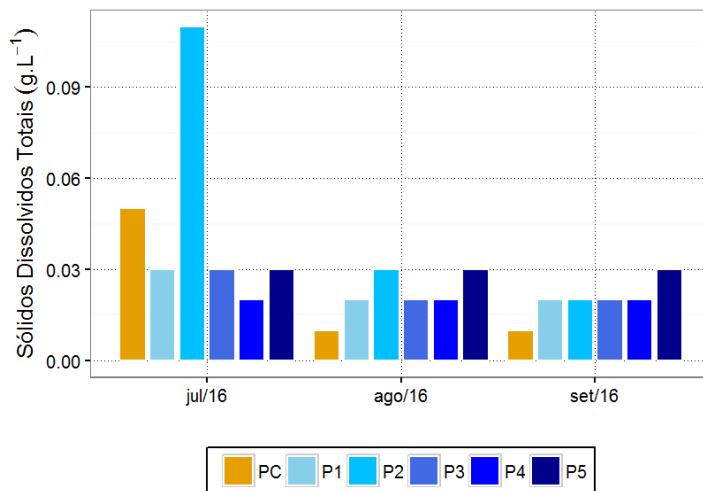


Figura 6-13: Sólidos dissolvido totais (g.L<sup>-1</sup>) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

54

Em relação as campanhas a concentração média de sólidos dissolvidos totais foi semelhante ao descrito anteriormente para a condutividade. A campanha de jul/16 apresentou concentração media superior as demais com  $0,043 \pm 0,036$  g.L<sup>-1</sup>. As concentrações nas campanhas de ago/16 e set/16 foram próximas com  $0,020 \pm 0,006$  e  $0,020 \pm 0,005$ , respectivamente (Figura 6-14). Assim como observado na condutividade o teste estatístico revelou diferenças significativas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,040$ ). Contudo, o teste *a posteriori* não identificou quais as diferenças encontradas.

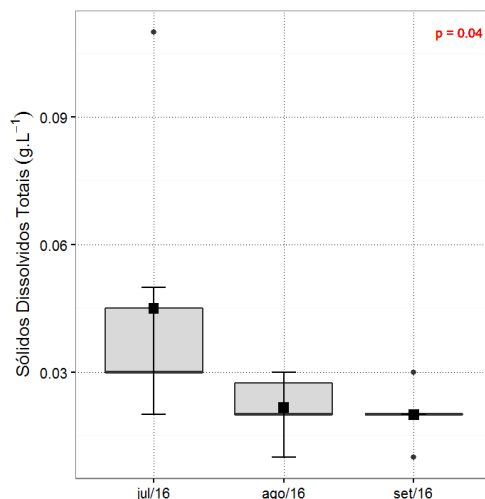


Figura 6-14:Box-plot da concentração de sólidos dissolvidos totais (g.L<sup>-1</sup>) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

## 6.8 Sólidos Suspensos Totais (SST)

A concentração de sólidos suspensos totais oscilou entre valores abaixo do limite de quantificação ( $<1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e  $256,0 \text{ mg.L}^{-1}$  com média geral de  $19,0 \pm 59,8 \text{ mg.L}^{-1}$ . O desvio padrão superior a própria média evidencia a alta variabilidade dos resultados ao longo do presente trimestre. O mínimo foi registrado em cinco amostras: P4 de jul/16, P1, P2 e P3 de ago/16 e P1 de set/16. O máximo foi reportado em P5 de ago/16 que apresentou a uma concentração 13x superior a média obtida no atual trimestre. Vale destacar que o máximo reportado não apresentou correlação com nenhum outro parâmetro analisado e assim foi caracterizado como *outlier* (Figura 6-15). Foi possível constatar um gradiente de acréscimo da concentração de sólidos suspensos totais ao longo do rio, contudo, assim como os outros parâmetros essa tendência não foi expressiva devido ao baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) nas três campanhas.

A estação com maior concentração média foi P5 ( $86,8 \pm 146,5 \text{ mg.L}^{-1}$ ) enquanto P1 registrou a menor concentração média ( $1,0 \pm 0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Conforme descrito anteriormente o ponto P5 trata-se de um local com baixa profundidade e renovação de águas deficientes com fundo argiloso sendo a alta turbidez um fator reportado com frequência, já P1 trata-se de um ambiente com fundo predominante de pedras com correntezas de pouca velocidade.

Em um estudo realizado em rios altamente impactados por lançamentos de efluentes localizados em São Gonçalo, região metropolitana do Rio de Janeiro, valores de SST de até  $400 \text{ mg.L}^{-1}$  foram reportados (AGUIAR *et al.*, 2011). Portanto, os valores registrados no presente estudo demonstram uma interferência antrópica pouco expressiva.



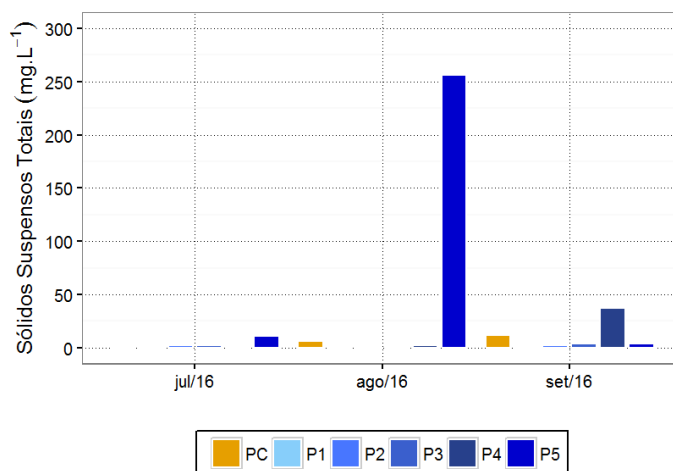


Figura 6-15: Sólidos suspensos totais ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

No que se refere as campanhas de amostragem o mês de ago/16 ( $38,1 \pm 96,1 \text{ mg.L}^{-1}$ ) apresentou a maior concentração média de SST seguido do mês de set/16 ( $9,9 \pm 13,9 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e então o mês de jul/16 ( $3,3 \pm 4,4 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Vale destacar que a maior média em ago/16 foi atribuído ao resultado de  $256,0 \text{ mg.L}^{-1}$  referente ao P5 supracitado.

Com exceção do resultado reportado em P5 foi possível observar que as demais amostras apresentaram valores semelhantes ao longo dos meses e através do teste estatístico não foram reveladas diferenças significativas entre elas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,437$ ).

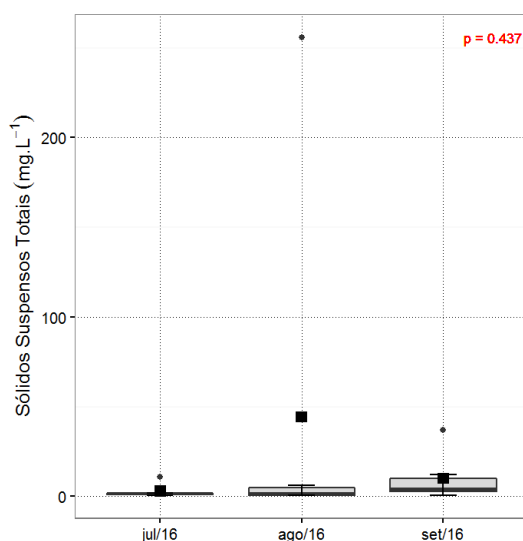


Figura 6-16: *Box-plot* da concentração de sólidos suspensos totais ( $\text{g.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

## 6.9 Sólidos Totais (ST)

A concentração de sólidos totais variou de 2,0 a 52,0  $\text{mg.L}^{-1}$  com média de  $22,3 \pm 16,1 \text{ mg.L}^{-1}$  (Figura 6-17). O valor mínimo foi registrado em PC na campanha de ago/16 enquanto o máximo foi registrado em P5 na campanha de set/16. No geral P5 apresentou a maior concentração média do trimestre com  $34,7 \pm 18,6 \text{ mg.L}^{-1}$ , enquanto PC apresentou a menor concentração média com  $13,0 \pm 17,3 \text{ mg.L}^{-1}$ . Assim como descrito nos sólidos dissolvidos e suspensão foi possível constatar um gradiente de acréscimo ao longo do rio, porém, essa tendência não foi expressiva devido ao baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado.

57

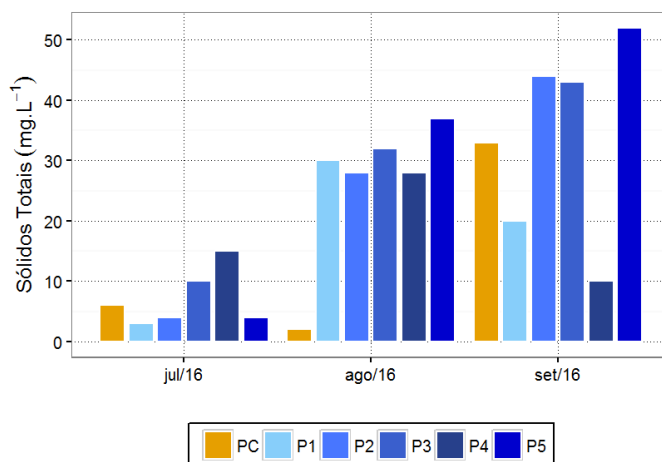


Figura 6-17: Sólidos totais (mg.L<sup>-1</sup>) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

58

Em relação aos meses de coleta a campanha referente a set/16 apresentou a maior concentração média de sólidos totais ( $33,7 \pm 16,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) seguido da campanha de ago/16 ( $23,3 \pm 13,6$ ) e então jul/16 ( $7,2 \pm 5,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ) - Figura 6-18. Através do teste estatístico foram reveladas diferenças significativas entre os meses de coleta (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,017$ ). O teste *a posteriori* revelou diferenças significativas apenas entre os meses de jul/16 e set/16, ou seja, devido ao resultado reportado em PC na campanha de ago/16 a mesma não apresentou diferenças significativas entre os demais meses.

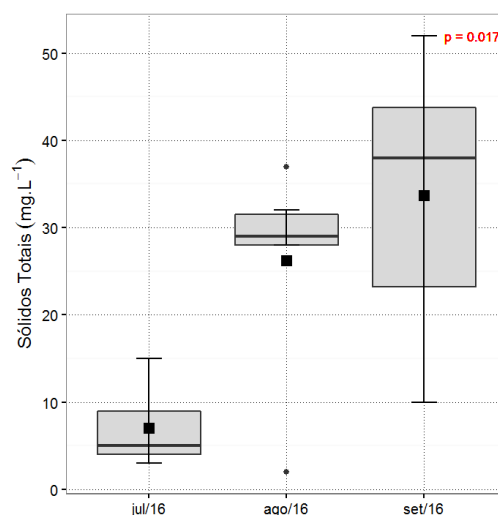


Figura 6-18: *Box-plot* da concentração de sólidos totais (mg.L<sup>-1</sup>) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

## 6.10 Turbidez

A turbidez no presente estudo oscilou entre 0,47 e 13,20 UNT. O mínimo foi registrado em PC na campanha de ago/16 enquanto o máximo foi registrado em P5 na campanha de jul/16 (Figura 6-19). No que se refere a legislação vigente nenhuma amostra esteve em desconformidade com o limite máximo de 40,00 UNT preconizado pelo artigo 14 da Resolução CONAMA 357/05.

Assim como reportado para sólidos totais, o ponto P5 apresentou a maior turbidez média com  $11,07 \pm 2,09$  UNT enquanto o PC apresentou a menor turbidez média com  $0,68 \pm 0,18$  UNT. Assim como os parâmetros descritos anteriormente, a turbidez apresentou um gradiente de acréscimo ao longo do rio evidente. Ou seja, pode-se dizer que a turbidez do rio Pirai aumenta ao longo do curso hídrico.

Além do gradiente supracitado vale destacar que o P5 possui a menor profundidade entre os seis pontos amostrados além de águas lânticas, o fundo predominante de argila e vegetação no entorno degradada. Enquanto o PC trata-se de uma área preservada com água corrente, fundo predominante de pedras e profundidade superior.

A turbidez média ao longo do trimestre avaliado foi de  $3,43 \pm 3,68$  UNT. Os resultados obtidos foram próximos a média de  $2,90 \pm 1,80$  UNT reportados no monitoramento realizado entre 2011 e 2012 (SEA PROJECTS, 2013). Contudo, inferiores ao trabalho realizado ao longo da bacia do rio guandu com média de 24,00 UNT (FERREIRA, 2007).

59

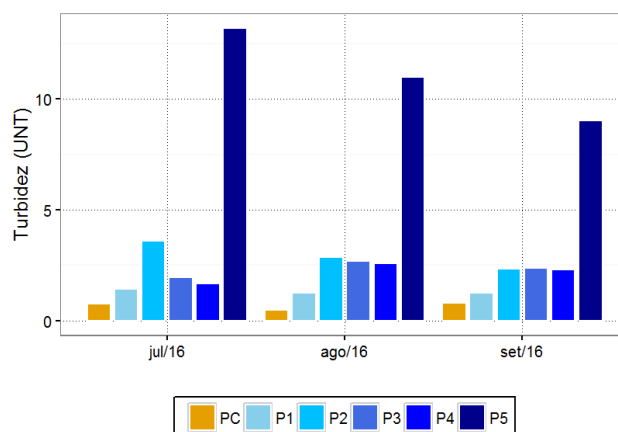


Figura 6-19: Turbidez (UNT) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

Através da Figura 6-20 é possível constatar as influências dos valores de P5 nas três campanhas. As médias obtidas foram  $3,78 \pm 4,71$  UNT em jul/16,  $3,48 \pm 3,80$  UNT em ago/16 e  $3,02 \pm 3,01$  UNT em set/16. O teste estatístico não foi capaz de revelar diferenças significativas entre as campanhas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,927$ ). Contudo, foi possível observar decréscimo da turbidez ao longo do trimestre avaliado. O gradiente observado pode ser atribuído principalmente ao regime de chuvas. Com menos chuvas menor o carreamento de partículas alóctones que contribuem para o aumento da turbidez no corpo hídrico.

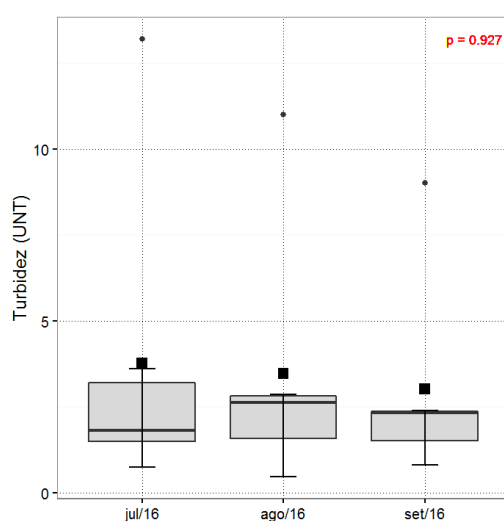


Figura 6-20: *Box-plot* da turbidez (UNT) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

## 6.11 Transparência

A transparência durante o trimestre de estudo oscilou entre próxima a zero e total, isto é, quando é possível observar o fundo do rio. Portanto, os valores de transparências variaram de acordo com a profundidade do trecho analisado, logo, o gráfico foi representado por dois tipos. Sendo as barras os resultados da profundidade e as linhas os resultados de transparência (Figura 6-21).

Com exceção do P3 em uma campanha as demais estações apresentaram transparência total em todas as campanhas. A baixa transparência em P3 foi atribuída a alta energia presente neste trecho do rio, o que dificulta a medição da transparência. Vale ressaltar que a



transparência total registrada em P5 foi devido a baixa profundidade, uma vez que a turbidez nesse ponto foi superior em todos os meses.

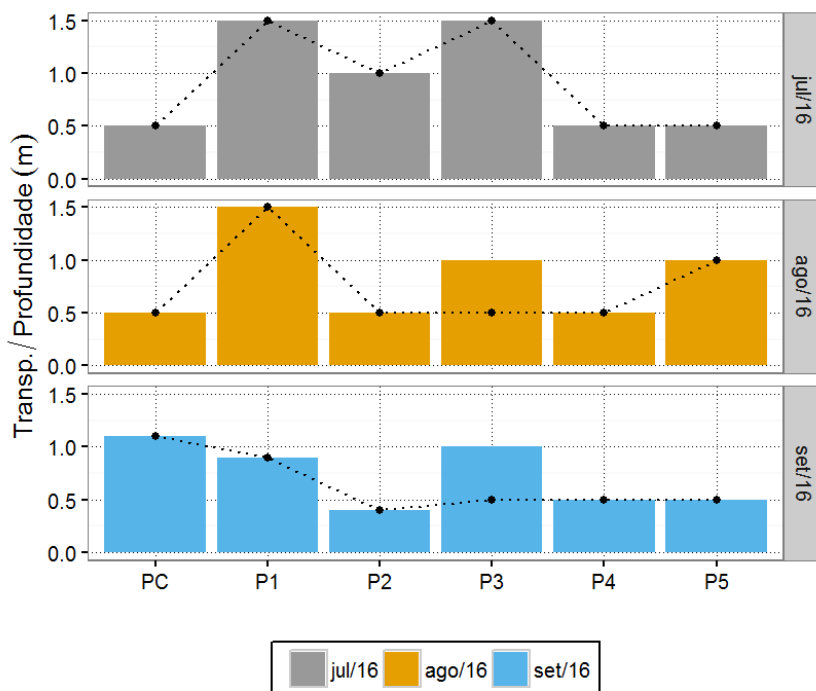


Figura 6-21: Transparência (linhas) e profundidade (barras) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

Em relação as campanhas de coleta, os meses apresentaram resultados de transparência semelhantes entre si não sendo detectados diferenças estatisticamente significativa entre eles (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,229$ ). Conforme descrito anteriormente, a transparência variou majoritariamente de acordo com a profundidade local, cerca de 89 % das amostras apresentaram transparência total (Figura 6-22).

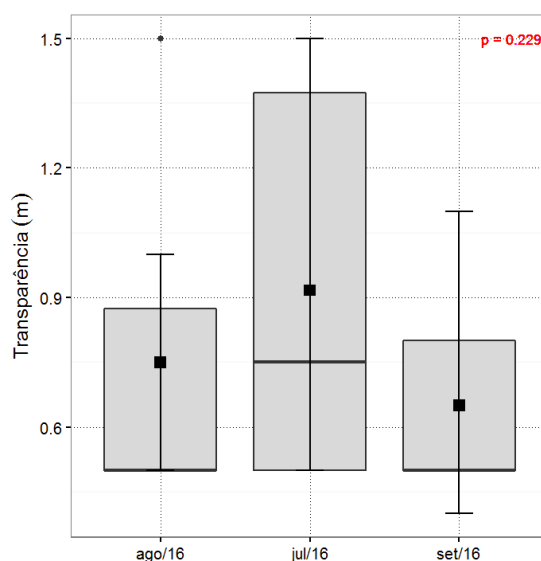


Figura 6-22: Box-plot da transparência da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraiá.

## 6.12 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

62

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) variou de 1,12 a 6,50 mg.L<sup>-1</sup> com média geral de 2,61 ± 1,60 mg.L<sup>-1</sup>. O valor mínimo foi referente a amostra de P3 de jul/16 enquanto o valor máximo foi referente a P2 em ago/16. No geral, as estações de coleta apresentaram resultados próximos, corroborado pelo desvio padrão inferior a média. As amostras referentes a estação P1 apresentaram valores ligeiramente superiores as demais, portanto, foi a maior DBO média com 3,15 ± 2,91 mg.L<sup>-1</sup>. Já as amostras referentes a estação PC apresentaram a menor DBO média do presente estudo com 2,09 ± 0,48 mg.L<sup>-1</sup>. Em um estudo realizado nos rios contribuintes da bacia de Sepetiba foram reportados DBO de até 20,0 mg.L<sup>-1</sup> (CUNHA *et al.*, 2002). Em esgoto sanitário a DBO pode alcançar valores de 120 a 450 mg.L<sup>-1</sup> (VON SPERLING, 2005). Portanto, o valor médio foi considerado satisfatório e atribuído a contribuição alóctone natural oriunda da mata ciliar ou do entorno.

No que se refere a legislação vigente foram reportadas cinco amostras (28%) acima do limite de 3,00 mg.L<sup>-1</sup> preconizado pelo art. 14 da Resolução CONAMA 357/05. Vale ressaltar que todas as amostras em desconformidade foram referentes ao mês de ago/16, portanto, o

aumento da carga orgânica foi observado em todo curso hídrico não sendo assim comprovado impactos pontuais no rio. Ao contrario dos parâmetros supracitados não foi observado padrão de variação ao longo das estações de coleta como acréscimo ou decréscimos na demanda bioquímica de oxigênio.

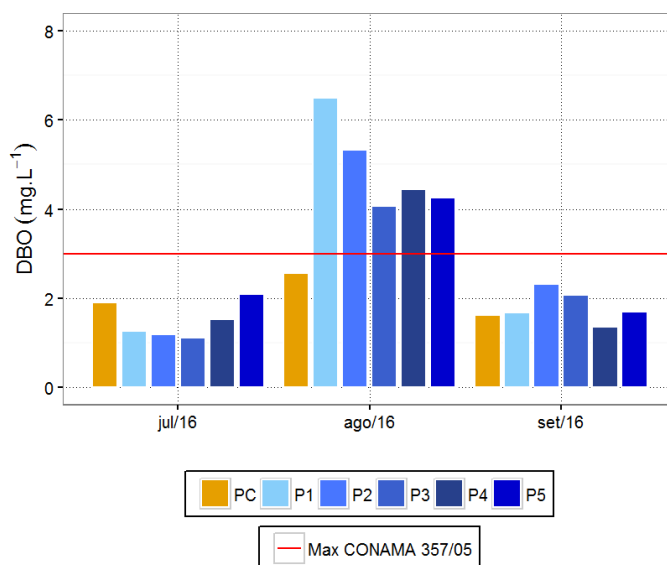
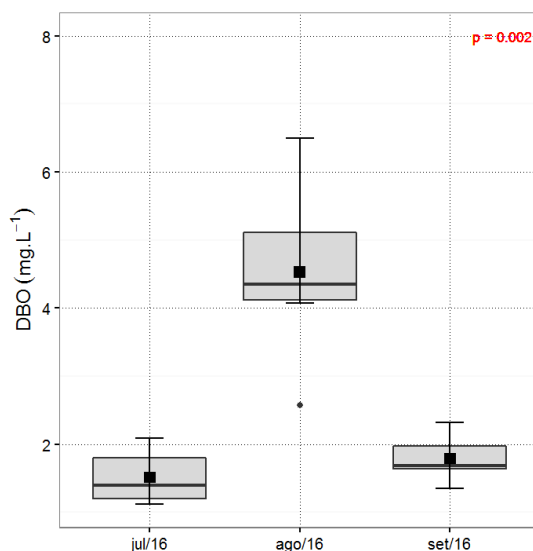


Figura 6-23: Demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

Os valores obtidos no presente estudo foram coerentes com os reportados no monitoramento da Sea Projects realizado nos anos de 2011 e 2012, cujo os resultados oscilaram entre  $1,0$  e  $9,0 \text{ mg.L}^{-1}$  com média de  $2,7 \text{ mg.L}^{-1}$  (SEA PROJECTS, 2013). Em um estudo realizado ao longo do rio do Braço, afluente no rio Piraí a jusante do P3 a DBO registrada também foi similar ao presente estudo com média de  $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$  (HABTEC,2003).

Em relação as presentes campanhas, o mês de ago/16 apresentou a maior média com  $4,15 \pm 1,56 \text{ mg.L}^{-1}$  seguido do mês de set/16 com  $1,79 \pm 0,35 \text{ mg.L}^{-1}$  e então do mês de jul/16 com  $1,44 \pm 0,40 \text{ mg.L}^{-1}$  (Figura 6-24). Através do teste estatístico foram reveladas diferenças significativas entre os meses de coleta (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,002$ ). A partir do teste *post-hoc* foi constatado que o mês de ago/16 foi diferente estatisticamente dos meses de jul/16 e set/16. O mesmo fato foi descrito anteriormente visto que foi a única campanha com as amostras em

desconforme com a legislação vigente. É provável que os resultados reportados em ago/16 sejam oriundos de uma única fonte que afetou o rio como todo uma vez que foram observados valores discrepantes em todas as estações de coleta. Vale destacar que o mês de ago/16 apresentou a maior pluviosidade do trimestre (Figura 6-1). Além disso, os resultados foram considerados naturais e coerentes com estudos pretéritos realizados na área (SEA PROJECTS, 2013; HABTEC,2003) .



64

Figura 6-24: *Box-plot* da demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

### 6.13 Demanda química de oxigênio (DQO)

Só foi possível a quantificação da DQO nas amostras P3 de jul/16 e P2 de ago/16. Ambas apresentaram DQO de  $11,00 \text{ mg.L}^{-1}$  as demais amostras apresentaram DQO abaixo do limite de quantificação do método ( $\text{LQ}=10,00 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Devido a frequência de resultados abaixo do LQ os gráficos e os testes estatísticos não foram elaborados. Vale destacar que resultados de DQO abaixo do LQ representam carga orgânica baixa e facilmente biodegradável (BAUMGARTEN & POZZA, 2001).

#### 6.14 Carbono orgânico dissolvido (COD)

A concentração de COD oscilou entre valores abaixo do LQ ( $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e  $14,25 \text{ mg.L}^{-1}$ . Para efeito de cálculos e representações gráficas os resultados com valores abaixo do LQ foram substituídos por metade dos mesmos, ou seja,  $0,50 \text{ mg.L}^{-1}$ . Logo, a concentração média de COD no presente monitoramento foi de  $2,30 \pm 2,07 \text{ mg.L}^{-1}$ . As concentrações mínimas foram registradas em seis amostras: P2 de jul/16, P4 de ago/16 e P1, P2, P3 e PC de set/16. Enquanto a concentração máxima foi registrada na amostra PC de ago/16 (Figura 6-25). A estação PC apresentou a maior média com  $3,54 \pm 3,85 \text{ mg.L}^{-1}$  enquanto a estação P4 apresentou a menor concentração média com  $1,17 \pm 0,95 \text{ mg.L}^{-1}$ . Os resultados foram coerentes e atribuídos a contribuição alóctone de cada trecho principalmente no PC em que a carga alóctone é maior devido a vegetação densa do seu entorno.

Em relação ao monitoramento realizado em 2011 e 2012 do rio Pirai (SEA PROJECTS, 2013) os resultados do presente estudo foram próximos. Em um estudo realizado na região de estuário do Paraíba do sul e da Baía de Sepetiba no RJ a média obtida foi de  $19 \pm 14 \text{ mg.L}^{-1}$ , com o valor máximo registrado de  $40 \text{ mg.L}^{-1}$ .

65

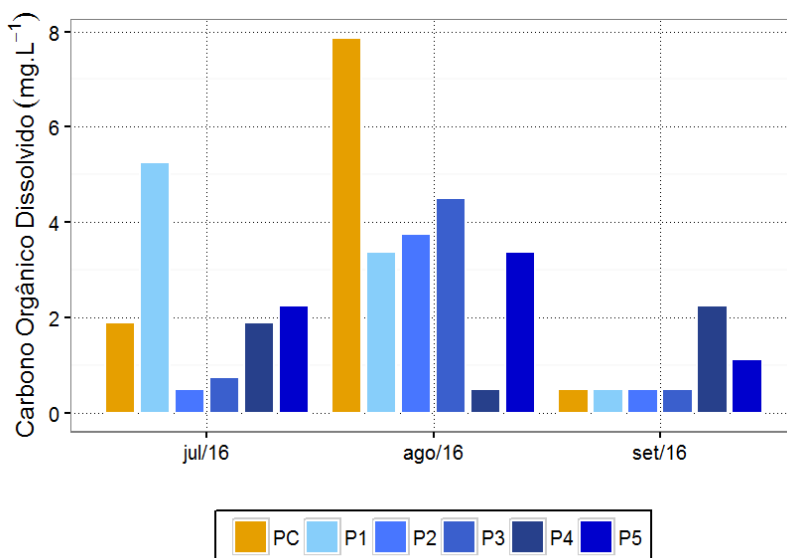


Figura 6-25: Carbono orgânico dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.



Assim como descrito para o parâmetro DBO, a campanha referente ao mês de ago/16 apresentou a maior concentração média de COD do presente trimestre ( $3,61 \pm 2,30 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Seguido da campanha de jul/16 com  $2,13 \pm 1,89 \text{ mg.L}^{-1}$  e então da campanha de set/16 com  $0,90 \pm 0,71 \text{ mg.L}^{-1}$  (Figura 6-26). Vale ressaltar que apesar da similaridade o padrão observado para DBO não foi o mesmo observado na concentração de COD visto que a diferença observada foi atribuída aos resultados de diferente estações de coleta. O teste estatístico revelou diferenças significativas entre a campanha de set/16 das demais (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,004$ ).

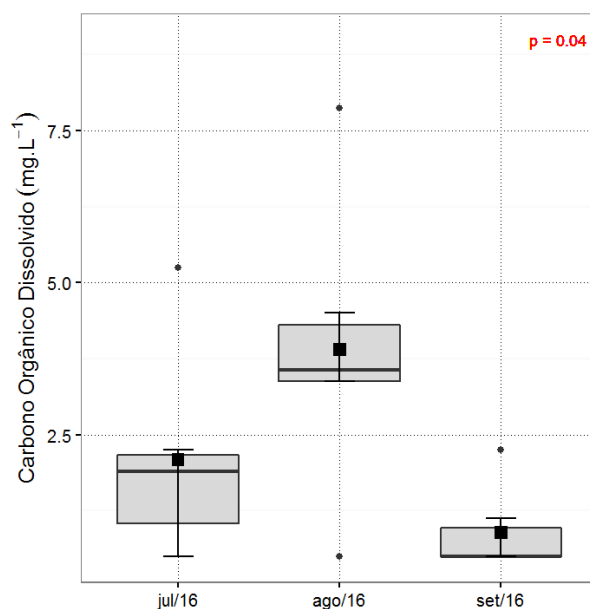


Figura 6-26: *Box-plot* da concentração de carbono orgânico dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

### 6.15 Compostos nitrogenados

Os compostos nitrogenados analisados foram: nitrato, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total e serão descritos a seguir:

A concentração de nitrato ao longo do presente estudo oscilou entre valores abaixo do limite de quantificação ( $0,010 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e  $0,390 \text{ mg.L}^{-1}$  com média geral de  $0,0,62 \pm 0,103 \text{ mg.L}^{-1}$ . O valor mínimo foi registrado em 50 % das amostras coletadas no

trimestre, ou seja nove amostras, sendo a maioria (5 amostras) referente a campanha de set/16. A concentração máxima foi reportada em P4 na campanha de jul/16. O artigo 14 (classe 1) da Resolução CONAMA 357/05 estabelece o máximo de  $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$ , logo, todas as amostras estiveram de acordo com a legislação vigente.

Apesar da maior concentração ter sido registrada em P4 foi a estação P5 que revelou a maior concentração média do presente trimestre com  $0,208 \pm 0,193 \text{ mg.L}^{-1}$ . Já a estação P1 apresentou a menor concentração média com  $0,01 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ . Em relação ao monitoramento realizado entre 2011 e 2012 os valores do presente estudo foram superiores visto a média de  $0,088 \pm 0,050 \text{ mg.L}^{-1}$  (SEA PROJECTS, 2013). Assim como alguns parâmetros descritos anteriormente foi possível verificar o gradiente de acréscimo da concentração de nitrato ao longo do rio, porém, a mesma tendência não apresentou um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) expressivo.

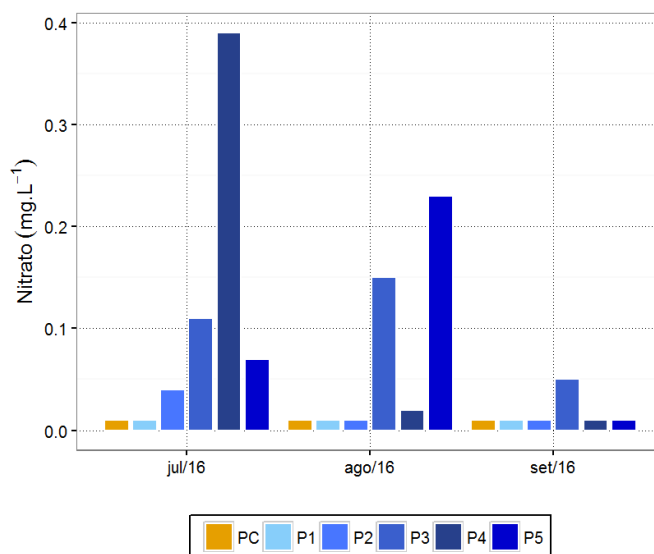
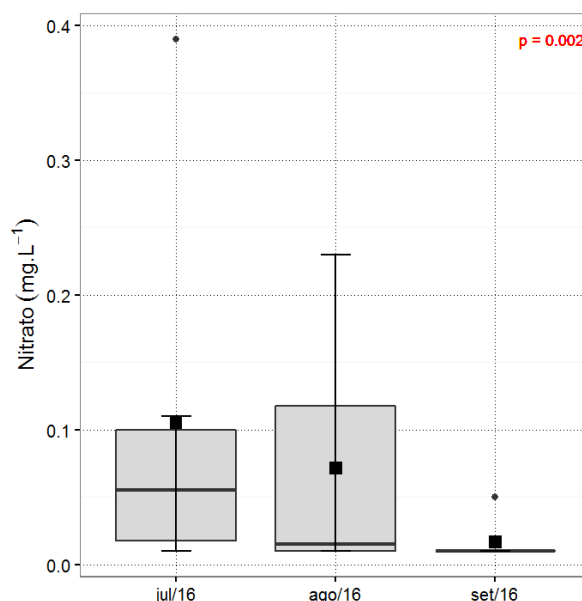


Figura 6-27: Nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

Em relação as campanhas do presente trimestre o teste estatístico revelou diferenças significativas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,002$ ), contudo, o teste *a posteriori* não identificou quais as diferenças. Através da Figura 6-28 é notável o decréscimo ao longo do trimestre estudado. As médias dos meses de ago/16, jul/16 e set/16 foram respectivamente,  $0,124 \pm 0,154 \text{ mg.L}^{-1}$ ,

$0,061 \pm 0,091 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $0,013 \pm 0,018 \text{ mg.L}^{-1}$ . O mesmo padrão foi observado para turbidez e sólidos dissolvidos totais, portanto, o decréscimo na concentração de nitrato foi atribuído ao regime de chuvas ao longo do trimestre corroborando o fato do rio Piraí ser um curso hídrico suscetível a influências alóctones carregadas através das chuvas.



68

Figura 6-28: *Box-plot* da concentração de nitrato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

A concentração de nitrogênio amoniacal ao longo do presente estudo oscilou entre valores abaixo do limite de quantificação ( $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ ) registrado em oito amostras e a concentração máxima de  $0,24 \text{ mg.L}^{-1}$ . A concentração máxima foi registrada em duas amostras: PC e P1 ambas obtidas na campanha de ago/16 (Figura 6-29). Já os valores abaixo do LQ ocorreram em todas as amostras da campanha de set/16 e em P5 - ago/16 e PC - jul/16.

No geral a estação P3 apresentou a maior concentração média do trimestre com  $0,08 \pm 0,12 \text{ mg.L}^{-1}$  enquanto P5 apresentou a menor concentração média com  $0,01 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ . A concentração geral média foi de  $0,02 \pm 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ .

No que se refere a legislação vigente todas as amostras estiveram em conformidade com o máximo de  $3,70 \text{ mg.L}^{-1}$  preconizado pelo artigo 14 (classe 1) da Resolução CONAMA 357/05.

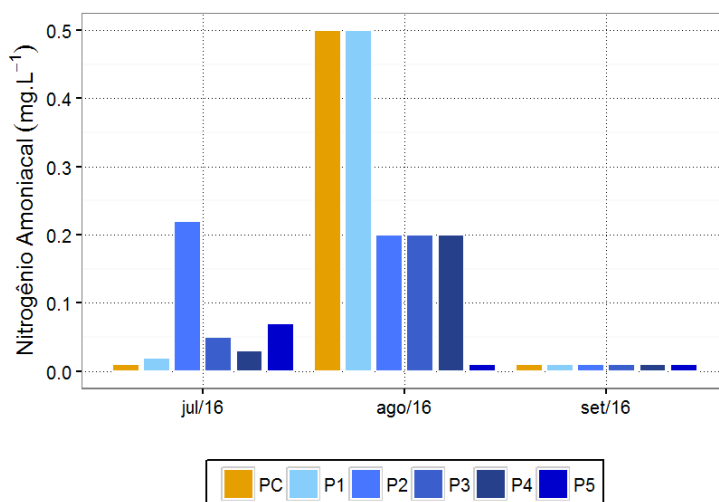


Figura 6-29: Nitrogênio amoniacoal ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

69

No monitoramento do rio Pirai realizado nos anos de 2011 e 2012 foram reportados valores coerentes ao presente estudo com variação de  $0,014$  a  $0,302 \text{ mg.L}^{-1}$  e média superior de  $0,078 \pm 0,060 \text{ mg.L}^{-1}$  (SEA PROJECTS, 2013).

Em relação aos meses é notável o mesmo decréscimo observado para o nitrato (Figura 6-30). As concentrações médias foram:  $0,078 \pm 0,082 \text{ mg.L}^{-1}$  na campanha de jul/16,  $0,024 \pm 0,019 \text{ mg.L}^{-1}$  na campanha de ago/16 e  $0,005 \pm 0,001 \text{ mg.L}^{-1}$  na campanha de set/16. O teste estatístico revelou diferenças significativas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,010$ ), contudo, o *post-hoc* não identificou quais os meses foram diferentes entre si. Assim como descrito anteriormente o padrão observado foi atribuído ao regime de chuvas que é responsável pelo aporte alóctone de nutrientes.

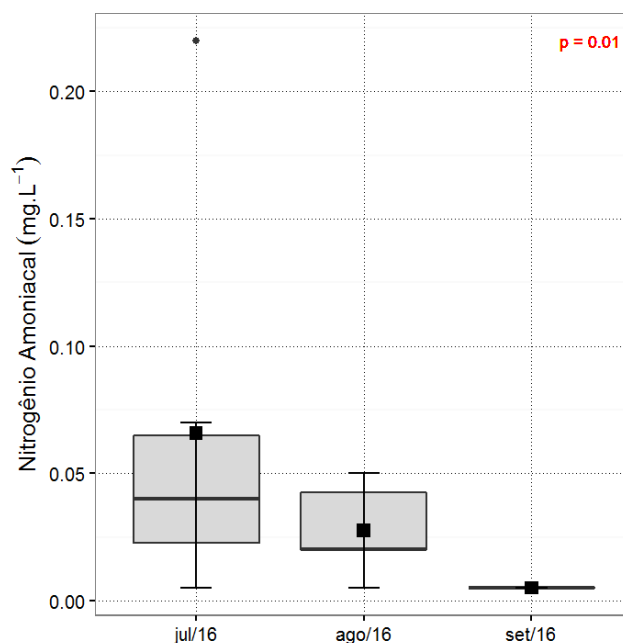


Figura 6-30: *Box-plot* da concentração de nitrogênio amoniacal ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

70

A concentração de nitrogênio total variou de  $1,20 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $2,00 \text{ mg.L}^{-1}$  com média geral de  $1,61 \pm 0,22 \text{ mg.L}^{-1}$ . A concentração mínima foi registrada em duas amostras: P4 de jul/16 e PC de set/16. Já a concentração máxima foi registrada em P3 amostrada na campanha de set/16 (Figura 6-31).

Assim como observado para nitrato a estação P2 apresentou a menor concentração média do trimestre com  $1,43 \pm 0,06 \text{ mg.L}^{-1}$  já a maior concentração média foi referente a P4 com  $1,73 \pm 0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ . Assim como já observado em alguns parâmetros supracitados é notável o acréscimo da concentração de nitrogênio total ao longo do rio, contudo, o mesmo não é expressivo visto que possui o coeficiente de determinação baixo.

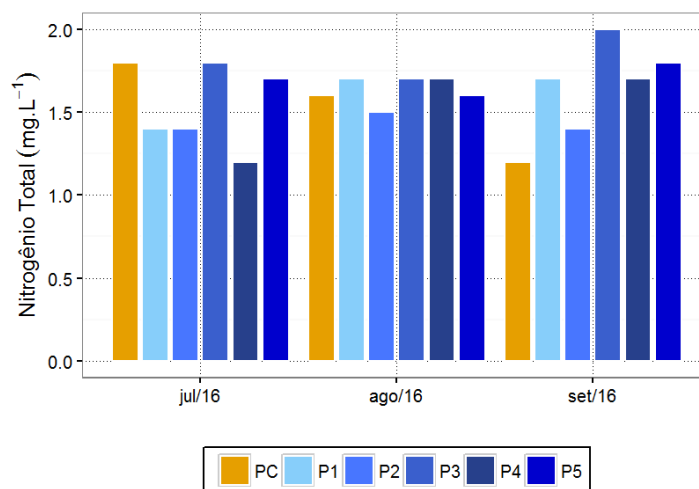


Figura 6-31: Nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

Em relação aos meses de campanha não foi observada tendência similar a descrita para os compostos nitrogenados supracitados (nitrato e nitrogênio amoniacal) - Figura 6-32. Ou seja, não foi possível identificar um padrão de decréscimo ao longo do presente trimestre. As médias foram  $1,50 \pm 0,24 \text{ mg.L}^{-1}$  em jul/16,  $1,66 \pm 0,10 \text{ mg.L}^{-1}$  em ago/16 e  $1,63 \pm 0,29 \text{ mg.L}^{-1}$  em set/16. O teste estatístico não revelou diferença significativa entre os meses (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,862$ ).

71

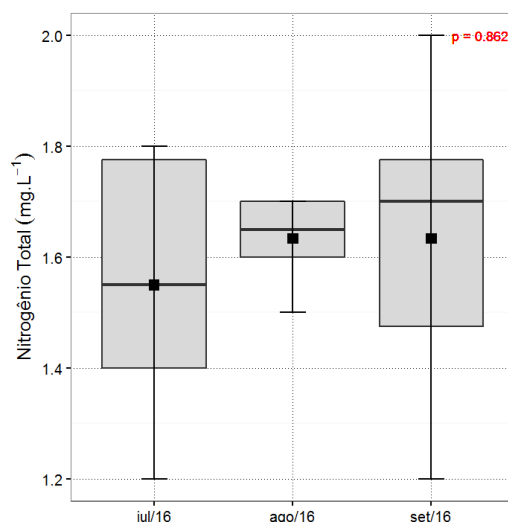


Figura 6-32: *Box-plot* da concentração de nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.



## 6.16 Fósforo

No presente trabalho foram analisadas as concentrações de fósforo dissolvido e de fósforo total.

O fósforo total só foi quantificado nas amostras referentes ao mês de jul/16 variando de 0,030 a 0,063 mg.L<sup>-1</sup>. A concentração mínima da campanha foi referente a estação PC enquanto a concentração máxima foi registrada em P2. Vale destacar que todas as amostras quantificadas apresentaram resultado de acordo com o limite de 0,100 mg.L<sup>-1</sup> preconizado pelo art.14 da resolução CONAMA 357/05. Cerca de 67 % das amostras apresentaram concentração abaixo do LQ (0,020 mg.L<sup>-1</sup>). Comparando tais valores com os reportados no monitoramento dos anos de 2011 e 2012, estes se mostraram inferiores (SEA PROJECTS, 2013). De acordo com Wetzel (2000), em regiões não poluídas a concentração de fósforo está usualmente em torno de 0,030 mg.L<sup>-1</sup>, já em regiões urbanizadas esse valor pode ultrapassar a 0,100 mg.L<sup>-1</sup>. No rio Tietê, reconhecidamente poluído, foram reportadas concentrações de até 1,2 mg.L<sup>-1</sup>. Por outro lado, foram condizentes com a média encontrada no rio Paraná de 0,020 mg.L<sup>-1</sup> (CETESB, 2011) que possui características mais naturais, demonstrando uma boa qualidade das águas amostradas com relação a este elemento.

A concentração de fósforo dissolvido ou ortofosfato ao longo do rio Piraí no presente estudo ficou abaixo do limite de quantificação (< 0,02 mg.L<sup>-1</sup>) em todas as amostras. Esta concentração foi assim inferior a encontrada no monitoramento do rio realizado nos anos de 2011 e 2012 (SEA PROJECTS, 2013).

Devido à alta frequência de resultados abaixo do limite de quantificação, não foram realizadas análises gráficas e testes estatísticos para as concentrações de fósforo reportadas.

## 6.17 Coliformes termotolerantes

A concentração de coliformes termotolerantes no trimestre avaliado oscilou entre resultados abaixo do limite de quantificação do método (1,8 NMP.100 mL<sup>-1</sup>) e 16.000 NMP.100 mL<sup>-1</sup>. A concentração mínima foi registrada na amostra P3 da campanha de

set/16, enquanto o máximo foi reportado em cinco amostras: P1, P2 e P3 da campanha de ago/16 e P2 da campanha de set/16. A média geral obtida foi de  $5.082 \pm 6.630$  NMP.100mL<sup>-1</sup>. Vale destacar que o desvio padrão superior indica a alta variabilidade do resultados ao longo do trimestre (Figura 6-33).

A estação P2 apresentou a maior média com  $10.847 \pm 8.926$  NMP.100 mL<sup>-1</sup> enquanto PC apresentou a menor média com  $1.047 \pm 1.520$  NMP.100 mL<sup>-1</sup>. A maior média em P2 pode ser atribuída diretamente com a proximidade com o distrito de Lídice e seus impactos descritos anteriormente.

No que se refere a legislação vigente o artigo 14 da Resolução CONAMA 357/05 estipula um limite de 200 NMP. 100 mL<sup>-1</sup> para no máximo 80 % das amostras coletadas em um período de um ano. Como o presente estudo não compreende o período de um ano a avaliação temporal não foi possível. Contudo, levando em consideração o limite de 200 NMP.100 mL<sup>-1</sup> proposto, o índice de desconformidade foi de catorze amostras, cerca de 78 %.

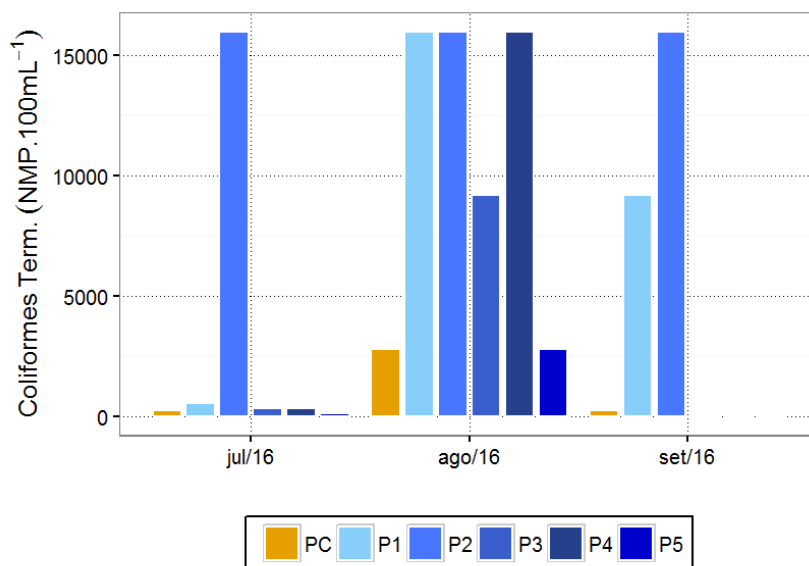


Figura 6-33: Coliformes termotolerantes (NMP.100mL<sup>-1</sup>) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

Em relação aos meses de coleta não foi possível observar nenhum padrão tão pouco estabelecer correlações com outros parâmetros analisados (Figura 6-34). Assim como registrado para nitrogênio total não foi verificado tendência de acréscimos ou decréscimos ao longo dos meses analisados. A campanha de ago/16 reportou a maior média com  $9.006 \pm 7.079$  NMP.100 mL<sup>-1</sup> seguida da campanha de set/16 com média de  $4.249 \pm 6.817$  NMP.100 mL<sup>-1</sup> e a campanha de jul/16 com  $590 \pm 585$  NMP.100 mL<sup>-1</sup>. O teste estatístico não revelou diferença significativa entre as campanhas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,057$ ).

Em relação ao monitoramento realizado nos anos de 2011 e 2012 as concentrações no geral foram superiores ao presente estudo visto que a média obtida foi de  $17.831 \pm 28.308$  NMP.100 mL<sup>-1</sup> (SEA PROJECTS, 2013).

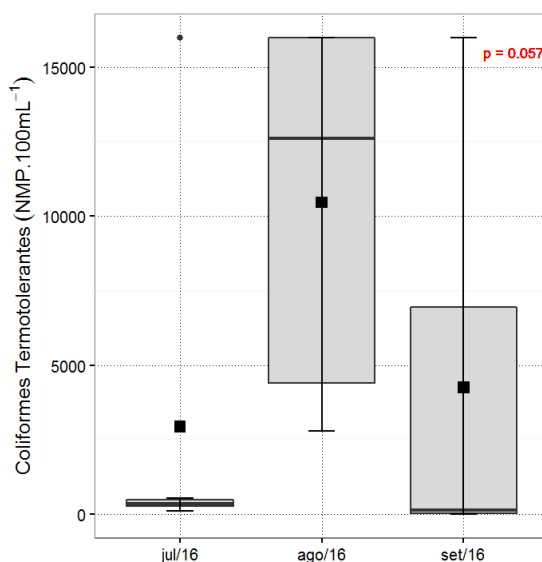


Figura 6-34: *Box-plot* da concentração de coliformes termotolerantes (NMP.100mL<sup>-1</sup>) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

## 6.18 Cafeína

A concentração de cafeína ao longo do rio Pirai no trimestre avaliado ficou abaixo do limite de quantificação do método em todas as amostras (0,2 µg.L<sup>-1</sup>). Estudos reportam que em efluentes domésticos não tratados a concentração de cafeína pode variar de 20 a 300µg.L<sup>-1</sup> já em esgotos tratados a concentração oscila entre 0,10 e 20 µg.L<sup>-1</sup>. Em rios, lagos e mares a



concentração de cafeína é ainda menor comumente entre 0,003 e 1,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (SAUVÉ *et al.*, 2012). Portanto, a concentração reportada no presente estudo esteve coerente com os dados da bibliografia visto que não ultrapassou o limite de 0,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ .

Devido aos resultados abaixo do limite de quantificação, a cafeína não apresentou forte correlação significativa com a concentração de coliformes termotolerantes supracitada. Evidenciando que de maneira geral a influência do lançamento de efluentes domésticos ao longo do rio é baixa e a presença de coliformes às vezes superior à legislação vigente pode ser atribuída à carga orgânica alóctone natural do rio.

Vale ressaltar que a boa capacidade de autodepuração do rio Piraí também pode ter influenciado no resultado baixo.

#### 6.19 Cistos de *Giardia* e Oocisto de *Cryptosporidium*

Conforme descrito anteriormente, no presente trimestre as análises de cistos de *Giardia* e oocisto de *Cryptosporidium* foram contempladas, especificamente na campanha de jul/16. Através da análise não foi registrada contaminação de cistos de *Giardia* e oocisto de *Cryptosporidium* em nenhuma amostra da referida campanha. Ou seja, assim como reportada para cafeína não foi houve indício de contaminação oriunda de efluentes domésticos nas amostras. Trata-se de um resultado coerente corroborando a boa qualidade e o bom índice de autodepuração do rio descrito ao longo do texto.

## 7 ANÁLISE INTEGRADA

A análise integrada tem como objetivo um tratamento dos resultados de forma concomitante para melhor visualização da qualidade da água em cada ponto monitorado. Para tal, foram aplicados índices de qualidade existentes na bibliografia científica além de testes estatísticos e análises como a análise de componentes principais (PCA).

Branco, (1999) destacou que a relação entre determinados parâmetros é capaz de refletir, direta ou indiretamente, a presença efetiva ou potencial de algumas substâncias ou microrganismos que possam comprometer a qualidade da água em relação à sua estética e à sua salubridade. A análise conjunta de parâmetros é expressa na forma de índices, no presente monitoramento foram calculados o Índice de Estado Trófico (IET), Índice de Qualidade das Águas (IQA) e o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE).

76 O IET baseia-se no nível de enriquecimento orgânico do meio, indicando a mudança do grau de trofia do ambiente, o mesmo pode ser obtido a partir dos valores de transparência, fósforo e/ou clorofila-a. O índice criado por Carlson (1977) foi adaptado por Lamparelli (2004) para emprego em ambientes lóticos tropicais. Destaca-se que é comum a não utilização da transparência, posto que o parâmetro pode sofrer modificação por outros aspectos que não eutrofização. O resultado mais preciso usa a média aritmética entre o fósforo e a clorofila-a, entretanto, pode ser utilizado somente um dos parâmetros, no caso do presente estudo foram considerados os valores de fósforo total. Chapman & Kimstach (1992) salientaram que a eutrofização do ambiente relaciona-se com valores elevados de fósforo total e coliformes termotolerantes, pois representam um aumento das concentrações de matéria orgânica e nutrientes no ambiente.

O IET variou de 46 (ultraoligotrofia) a 55 (mesotrofia) - Tabela 7-1. No geral todas as amostras referentes as campanhas de ago/16 e set/16 obtiveram o índice de ultraoligotrofia devido aos resultados de fósforo total abaixo do LQ nas mesmas. Já na campanha de jul/16 o índice oscilou entre mesotróficos e oligotróficos. As estações P1, P4 e PC foram classificadas como oligotróficas e as estações P2, P3 e P5 foram classificadas como mesotróficas. Assim

como descrito para fósforo total a classificação foi atribuída ao regime de chuvas presente no mês de jul/16.

Os resultados supracitados foram coerentes com os obtidos no monitoramento do rio Piraí realizado nos anos de 2011 e 2012 o qual o rio também foi classificado entre mesotrófico e ultraoligotrófico. Vale ressaltar que resultados abaixo de 47 são considerados ambientes ultraoligotróficos, entre 47 e 52 ambientes oligotróficos, 52 e 59 mesotróficos, 59 e 63 eutróficos, 63 a 67 supereutróficos e maiores que 67 hipereutróficos.

Tabela 7-1: Índice de Estado Trófico (IET) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

CAMPANHAS	ESTAÇÃO	RESULTADO IET	CLASSIFICAÇÃO
JULHO/16	P1	52	Oligotrófico
	P2	55	Mesotrófico
	P3	55	Mesotrófico
	P4	52	Oligotrófico
	P5	53	Mesotrófico
	PC	52	Oligotrófico
AGOSTO/16	P1	46	Ultraoligotrófico
	P2	46	Ultraoligotrófico
	P3	46	Ultraoligotrófico
	P4	46	Ultraoligotrófico
	P5	46	Ultraoligotrófico
	PC	46	Ultraoligotrófico
SETEMBRO/16	P1	46	Ultraoligotrófico
	P2	46	Ultraoligotrófico
	P3	46	Ultraoligotrófico
	P4	46	Ultraoligotrófico
	P5	46	Ultraoligotrófico
	PC	46	Ultraoligotrófico

77

O Índice de Qualidade da Água (IQA), obtido a partir de um conjunto de parâmetros (oxigênio, coliformes, pH, DBO, nitrato, fosfato, temperatura, turbidez e sólidos totais) variou de 54 a 92, ou seja, de “Boa” a “Ótima”. No presente trimestre, 28% (5 amostras) foram classificadas com qualidade “Ótima” e 72 % (13 amostras) como “Boa”. A média geral dos resultados reportados no trimestre foi de  $70 \pm 11$ , ou seja, “Boa”.

O maior IQA (92) foi reportado na estação P3 da campanha de set/16 atribuído a baixa concentração de coliformes fecais conforme descrito anteriormente. Já o menor IQA (54) foi



referente a estação P1 da campanha de ago/16, sua classificação inferior as demais foi atribuída a diversos fatores como pH (5,61), DBO (6,50 mg.L<sup>-1</sup>) e colimetria (16.000 NMP.100 mL<sup>-1</sup>).

Assim como observados em alguns parâmetros foi possível notar uma tendência de degradação do rio ao longo de seu curso. Tal afirmação é corroborada com o decréscimo do IQA ao longo do rio principalmente na campanha de ago/16.

No geral, o ponto PC apresentou a maior média com  $77 \pm 6$  (“Boa”) enquanto o P2 a menor média com  $59 \pm 3$  (“Boa”), contudo, as estações foram classificadas nos mesmos níveis, logo, não apresentaram discrepâncias expressivas. Conforme descrito anteriormente o PC trata-se de um ambiente com qualidade superior corroborando o fato de ser um ponto controle. Enquanto a estação P2 consiste no trecho mais crítico devido a proximidade com o meio urbano de Lídice e com os impactos supracitados como descarga de efluentes domésticos e resíduos sólidos.

78

Em relação ao monitoramento do rio Piraí realizado nos anos de 2011 e 2012 os resultados foram similares visto que em média os índices de qualidade da água foram classificados como “Bom” em torno de 68 (SEA PROJECTS, 2013).

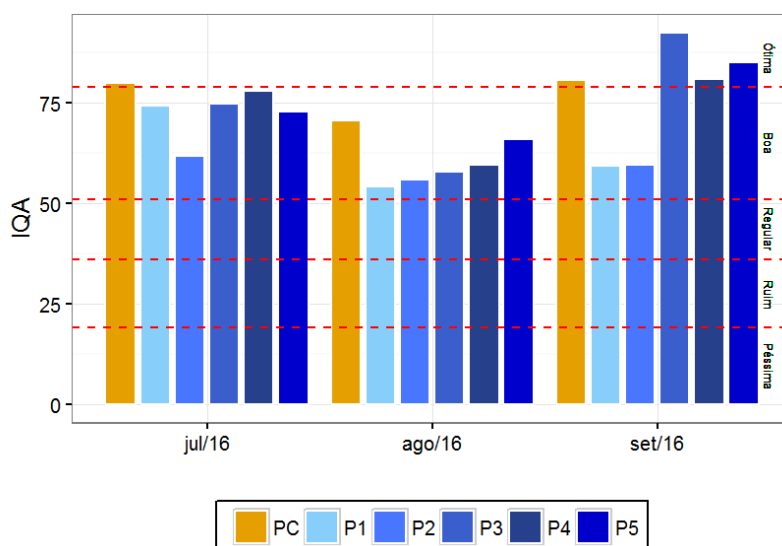


Figura 7-1: Índice de Qualidade da Água (IQA) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Piraí.

Em relação ao índice de qualidade da água ao longo do trimestre foi observado padrão semelhante ao obtido para pluviosidade. O mês de ago/16 apresentou o menor IQA médio do trimestre com  $61 \pm 6$  em contrapartida o mesmo mês apresentou a maior pluviosidade. O segundo IQA médio foi referente as amostras da campanha de jul/16 com  $74 \pm 6$  seguido assim da campanha de set/16 com  $76 \pm 14$ . Portanto, a pluviosidade foi diretamente relacionada com coliformes fecais, DBO e turbidez. Esses resultados são coerentes visto que, através das chuvas, o carreamento alóctone de partículas, nutrientes e matéria orgânica para dentro do rio é maior. Através do teste estatístico foram reveladas diferenças significativas (*Kruskal-Wallis* –  $p=0,029$ ). O teste *a posteriori* identificou a campanha referente ao mês de ago/16 diferente estatisticamente da campanha de set/16. No geral as medias foram  $74 \pm 6$  na campanha de jul/16,  $61 \pm 6$  na campanha de ago/16 e então  $76 \pm 14$  na campanha de set/16- Figura 7-2.

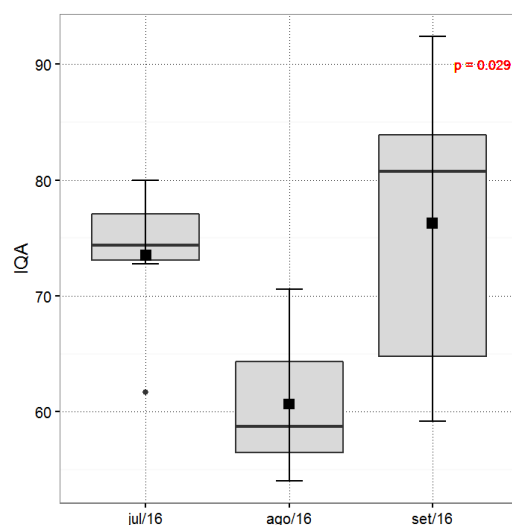


Figura 7-2: *Box-plot* do índice de Qualidade da Água (IQA) da água entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

Para facilitar a visualização dos resultados obtidos para o índice empregado (IQA) os mesmos são apresentados sob a forma de média no mapa apresentado na Figura 7-3. As médias do atual trimestre foram: 77 em PC, 62 em P1, 59 em P2, 75 em P3, 73 em P4 e 75 em P5. Todos classificados como “Boa” qualidade.

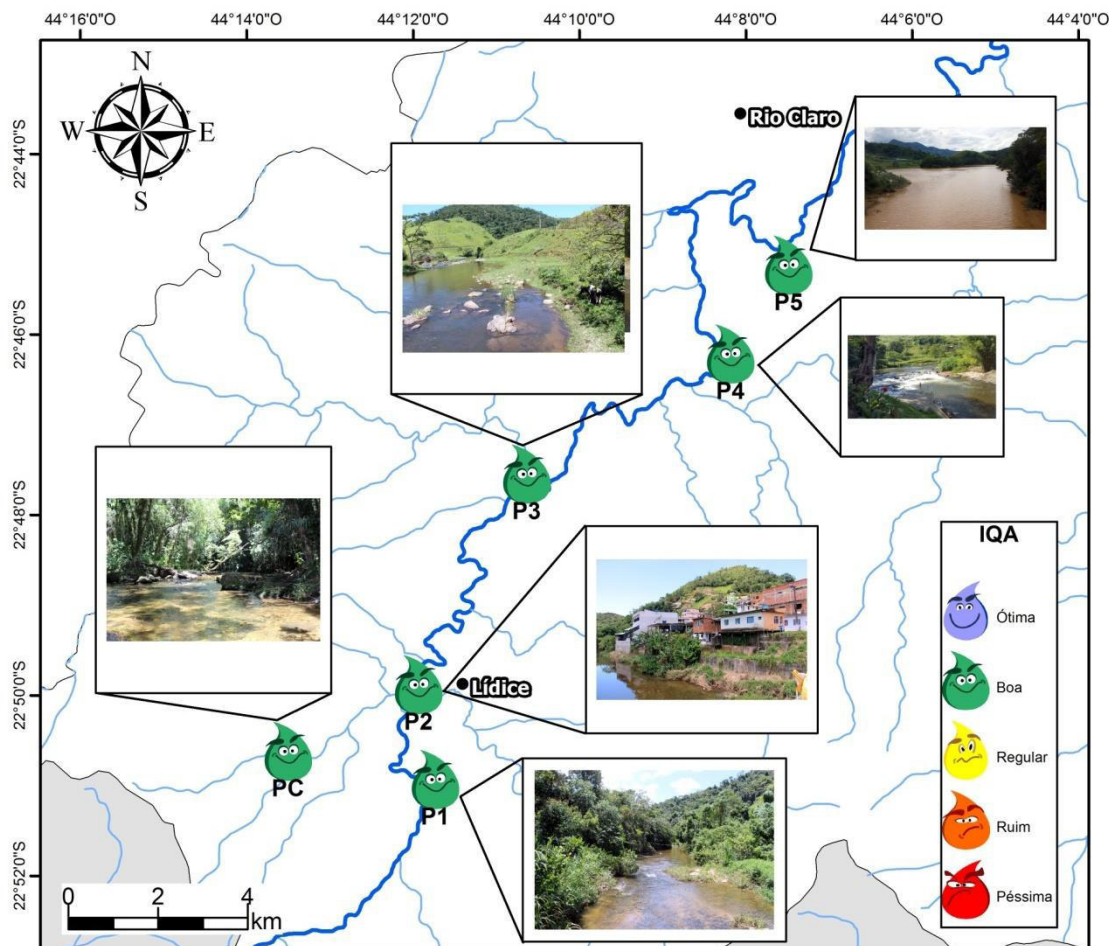


Figura 7-3: Mapa de distribuição do índice de qualidade da água (IQA) médio nas campanhas de julho e setembro de 2016.

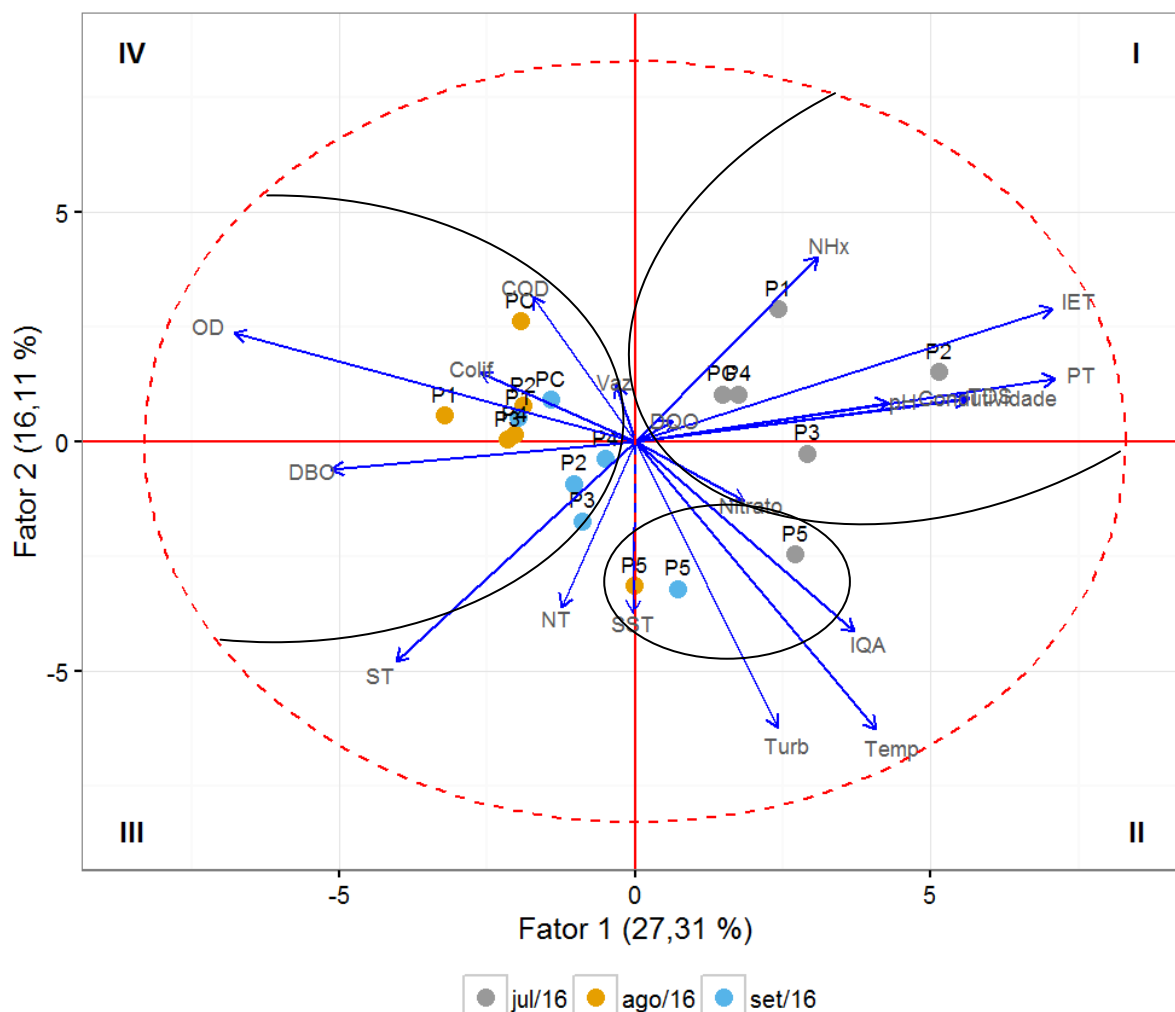
Além dos indicadores supracitados também foi calculado o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) a partir de nove parâmetros: sólidos dissolvidos totais, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrato e nitrogênio amoniacal. Vale ressaltar que apenas estes nove parâmetros foram aplicados na formulação do índice, visto que são os únicos analisados no presente projeto com limites preconizados na Resolução CONAMA 357/05.

Entre os parâmetros descritos no parágrafo anterior apenas quatro de um total de nove apresentaram desconformidades com a legislação vigente. Através do cálculo do ICE foi obtido o valor de 86 para o presente trimestre. Vale ressaltar que para um cálculo mais confiável é indicado um mínimo de quatro campanhas e quatro parâmetros (AMARO, 2009), portanto, as análises sob as perspectivas mensal e espacial (estações de coleta) não foram realizadas.

O índice de 86 indica uma qualidade de água “Excelente” segundo *Canadian Council of Ministers of the Environment: Water Quality Guidelines*. Este índice sugere um ecossistema aquático estável e protegido com condições semelhantes aos níveis naturais, evidenciando pouco ou até mesmo ausência de impactos antrópicos. Vale destacar que essa classificação só é obtida caso todas as medidas estiverem dentro dos mesmos padrões durante todo o tempo de estudo (AMARO, 2009).

Em relação a classificação proposta pela Agência Nacional das Águas o índice de 86 é considerado “Conforme”. Em um estudo realizado no rio com forte influência de lançamentos de efluentes domésticos (Piracicaba-SP) o ICE obtido foi em torno 40 (AMARO, 2009).

Com o intuito de avaliar a distribuição das variáveis em conjunto com as amostragens realizadas no trimestre avaliado, foi realizada a análise multivariada de ordenação, análise de componentes principais (PCA). A análise foi realizada com base nos resultados de temperatura (Temp), sólidos dissolvidos totais (TDS), condutividade (Cond), pH, oxigênio dissolvido (OD), turbidez (Turb), vazão (Vaz), carbono orgânico dissolvido (COD), coliformes termotolerantes (Colif), demanda bioquímica (DBO), fósforo total (PT), nitrato, nitrogênio amoniacal (NHx), nitrogênio total (NT), sólidos suspensos totais (SST), sólidos totais (ST), índice de qualidade de águas (IQA) e índice de estado trófico (IET). A PCA é apresentada como o plano entre dois fatores gerados durante a análise. Geralmente são utilizados os fatores 1 (eixo x) e 2 (eixo y) por apresentarem o maior percentual de explicação da variância dos resultados obtidos. (Figura 7-4). A Análise de Componentes Principais apresentou explicação total de 43,42 %, e a maior parte da variação foi explicada pelo eixo 1 de 27,31 %, enquanto que o eixo 2 teve explicação de 16,11 %.



82

Figura 7-4: Análise de componentes principais (PCA) das campanhas entre julho e setembro de 2016 no monitoramento do rio Pirai.

A partir do posicionamento das amostras no plano da PCA foi possível notar a separação principalmente da campanha de jul/16. No quadrante I e II estão localizadas as amostras referentes a campanha de jul/16, portanto, positivamente correlacionadas com NHx, IET, PT, TDS, pH, condutividade, nitrato no quadrante I e também com IQA, temperatura e turbidez no quadrante II. Em contrapartida essas estão negativamente correlacionadas com COD, OD, DBO, ST, NT e colimetria localizadas no quadrante III e IV.



As amostras referentes as campanhas de ago/16 e set/16 foram negativamente correlacionadas com o fator 1 sendo localizadas nos quadrantes III e IV. Essas amostras apresentaram correlação positiva com COD, OD, DBO, ST, NT e coliformes termotolerantes.

Vale destacar o agrupamento das amostras referentes a estação P5 sendo correlacionadas negativamente com o fator 2, portanto, apresentando boa correlação com o IQA, nitrato, turbidez e temperatura. Corroborando o descrito anteriormente que a estação de coleta P5 possui dados atípicos como acúmulo de matéria orgânica e alta turbidez devido a baixa profundidade e renovação das águas prejudicada (temperaturas elevadas) devido ao fluxo lântico neste trecho.

Pode-se concluir que as variações nas características do rio ao longo do trimestre foram devido a fatores recorrentes da sazonalidade como a temperatura e a chuva.



## **8 COMPARAÇÃO GERAL DAS CAMPANHAS**

No geral as campanhas do presente trimestre de monitoramento apresentaram resultados homogêneos. As diferenças observadas foram atribuídas ao carreamento alóctone através das chuvas, logo, os meses com maior intensidade pluviométrica como jul/16 e ago/16 apresentaram diferenças em alguns parâmetros quando comparados com campanha de set/16.

O rio Piraí apresentou um elevado grau de autodepuração ao longo do trimestre. Alguns impactos como a elevada colimetria registrada na estação amostral P2 em todas as três campanhas não foi observada nas estações a jusante, portanto, é provável que o rio seja capaz de depurar o impacto causado pelo distrito de Lídice, como lançamentos de efluentes domésticos conforme registrado em campo.

Ao compararmos todas as amostras do presente trimestre em relação ao cumprimento da legislação CONAMA N° 357/05 verificamos que os parâmetros que apresentaram desconformidade foram: pH, DBO e coliformes termotolerantes. No ANEXO I são apresentados mapas informando o comportamento de cada um dos parâmetros (que possuem limite estabelecido pela legislação) em cada estação de coleta nos meses de jul/16, ago/16 e set/16.



## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O terceiro trimestre de monitoramento do rio Piraí atendeu todas as especificações técnicas solicitadas. As campanhas foram realizadas no período de julho/16 a setembro/16.

A avaliação das características da água ao longo do rio apontaram para uma qualidade satisfatória sem impactos expressivos do entorno. Três parâmetros apresentaram desconformidade com a legislação vigente, contudo, apenas a concentração de coliformes termotolerantes apresentou dados preocupantes. Em contrapartida a concentração de cafeína não foi detectada em nenhuma amostra durante os três meses de coleta sugerindo um impacto pouco expressivo de descartes de efluentes domésticos. Esse fato contribui para manutenção da boa qualidade ao longo do rio Piraí. Portanto, os valores expressivos supracitados foram atribuídos ao carreamento da matéria orgânica de origem alóctone através de eventos pluviométricos.

Em relação ao índice de estado trófico (IET) o rio Piraí foi classificado predominantemente como ultraoligotrófico, esta classificação remete à baixas concentrações de nutrientes no trecho amostrado. Enquanto o Índice de Qualidade de água (IQA), as águas do trecho amostrado foram classificadas entre a qualidade “Boa” e “Ótima”. Em média a qualidade obtida foi de 70, ou seja, qualidade “Boa”. Assim os resultados obtidos corroboraram com o descrito anteriormente em que a qualidade do rio Piraí foi considerada satisfatória.

85

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, V. M. DE C.; NETO, J. A. B. & RANGEL, C. M. Eutrophication and hypoxia in four streams discharging in Guanabara Bay, RJ, Brazil, a case study. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 8, p. 1915–1919, 2011.

AMARO, C. A. Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento. 2009. 224 f. Universidade de São Paulo, 2009.

APHA; AWWA & WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th. ed. [S.l: s.n.], 1999.

BAIRD, C. Química Ambiental. 2<sup>a</sup>. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2002.

BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; NASCIMENTO, L. E.; CARVALHO, G. R. M. & SILVA, C. V. Coliformes como indicadores da qualidade da água: Alcance e limitações. 2000, Porto Alegre: [s.n.], 2000.

BAUMGARTEN, M. DA G. Z. & POZZA, S. A. Qualidade de Águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. FURG ed. Rio Grande: [s.n.], 2001.

BRANCO, S. M. Água, Meio Ambiente e saúde. Águas Doces no Brasil. São Paulo: Escrituras Editora, 1999.

BRIGANTE, J. & ESPINDOLA, E. L. G. Limnologia fluvial – Um estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos. 1. ed. São Carlos: Rima, 2003.

CAPONE, D. G.; BRONK, D. A.; MULHOLLAND, M. R. & CARPENTER, E. J. Nitrogen in the Marine Environment. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2008.

CAREY, C. M.; LEE, H. & TREVORS, J. T. Biology, persistence and detection of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* oocyst. *Water Research*, v. 38, n. 4, p. 818–862, 2004.



CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, p. 361–369, 1977.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

CETESB. Relatório da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2011. . [S.l: s.n.], 2012a.

CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo. São Paulo: [s.n.], p. 1–36. 2012b.

CHAPMAN, D. & KIMSTACH, V. The selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. (Org.). . *Water Quality Assessments*. 1<sup>a</sup>. ed. London: Chapman & Hall, p. 51–120. 1992.

CRAUN, G. F.; HUBBS, S. A.; FROST, F.; CALDERON, R. L. & VIA, S. H. Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. *American Water Works Association.*, v. 90, n. 9, p. 81–91, 1998.

CUNHA, C. DE L. DA N.; ROSMAN, P. C. C. & MONTEIRO, T. C. DO N. Avaliação da Poluição por Esgoto Sanitário na Baía de Sepetiba Usando Modelagem Ambiental. 2002, Rio de Janeiro: [s.n.], 2002. p. 8.

EPA. *Parameters of Water Quality: Interpretation and Standards*. Wexford: [s.n.], 2001.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 3<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011a.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 2011b.

FAYER, R.; MORGAN, U. & UPTON, S. J. Epidemiology of *Cryptosporidium*: Transmission, detection and identification. *International Journal for Parasitology*, v. 30, n. 12-13, p. 1305–1322, 2000.

FERREIRA, W. A. Avaliação preliminar de indicadores de qualidade de água da

Bacia Hidrográfica formadora do Rio Guandu. 2007. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2007.

FILHO, D. T.; ANTUNES, J. C. O. & VETTORAZZI, J. S. Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: experiências para a gestão de recursos hídricos. Rio de Janeiro: INEA, 2012.

GEISLER, K.; MANAFI, M.; AMOROS, I. & ALONSO, J. L. Quantitative determination of total coliforms and *Escherichia coli* in marine waters with chromogenic and fluorogenic media. *Journal of Applied Microbiology*, v. 88, n. 2, p. 280–285, 2000.

GEOPROJETOS. Relatório do Projeto Básico AHE Lajes. . [S.l: s.n.], 2007. Disponível em: <[http://www.light.com.br/web/institucional/projetos\\_geracao/teprojeto\\_ahelajes.asp?mid=868794277226257227#](http://www.light.com.br/web/institucional/projetos_geracao/teprojeto_ahelajes.asp?mid=868794277226257227#)>.

88

GOÑI, M. A.; CATHEY, M. W.; KIM, Y. H. & VOULGARIS, G. Fluxes and sources of suspended organic matter in an estuarine turbidity maximum region during low discharge conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 63 (2005) , 2005.

HORNE, A. J. & GOLDMAN, C. R. *Limnology*. 2. ed. New York: McGraw Hill, 1994.

IBGE. Portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 1 ago. 2014.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 235 f. Universidade de São Paulo, 2004.

LEAL, M. S. *Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações*. 1998.

LENZI, E. .; FAVERO, L. O. B. . & LUCHESE, E. B. *Introdução à Química da Água: ciência, vida e sobrevivência*. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.



- LIBES, S. Introduction to Marine Biogeochemistry. [S.l.]: Elsevier, 2009.
- LOBO, M. L.; XIAO, L.; ANTUNES, F. & MATOS, O. Occurrence of Cryptosporidium and Giardia genotypes and subtypes in raw and treated water in Portugal. Letters in Applied Microbiology, v. 48, n. 6, p. 732–737, 2009.
- MARINS, R. V.; PAULA-FILHO, F. J. & ROCHA, C. A. S. Geoquímica de fósforo como indicadora da qualidade ambiental e dos processos estuarinos do Rio Jaguaribe - costa nordeste oriental brasileira. Química Nova, v. 30, n. 5, p. 1208–1214, out. 2007.
- OLIVEIRA, V. P. DE. Competição por Nutrientes e seus Efeitos no Metabolismo de Ulva spp. 2013. 208 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- ORTEGA, Y. R. & ADAM, R. D. Giardia: overview and update. Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America, v. 25, n. 3, p. 545–549, set. 1997.
- PIVELI, R. P. & KATO, M. T. Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos. 01. ed. São Paulo: ABES, 2005.
- PRADO, R. B. Análise espacial e temporal das alterações na qualidade da água do reservatório de Barra Bonita (SP) em função da dinâmica do uso da terra. 2004. 172 f. Universidade de São Paulo, 2004.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO CLARO. História do Município. Disponível em: <<http://rioclaro.rj.gov.br/pagina-exemplo>>. Acesso em: 27 jul. 2016.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. . Vienna: [s.n.], 2014
- SANT'ANA, A. S.; SILVA, S. C. F. L.; FARANI, J. I. O.; AMARAL, C. H. R. & MACEDO, V. F. Qualidade microbiológica de águas minerais. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 23, n. Supl, p. 190–194, 2003.
- SANTIAGO, M. M. F.; SILVA, C. M. S. V.; FRISCHKORN, H.; FILHO, J. M. &



VERÍSSIMO, L. S. Hidrogeoquímica da Bacia Sedimentar do Cariri. . Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. , 2004

SCHORMÜLLER, J. Handbuch der Lebensmittelchemie. New York: Spring-Verlag, 1970.

SEA PROJECTS. Monitoramento da Qualidade da Água do Rio Piraí à Montante do Túnel de Tócos, na Região Hidrográfica II - Guandu, em conformidade com o plano da bacia. . Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

SODRÉ, F. C. & FRANCO, R. M. B. Novos aspectos sobre um tema bem conhecido: Cryptosporidium. Rev. Brasileira de Análises clínicas, v. 33, n. 2, p. 97–106, 2001.

THOMPSON, R. C. A.; HOPKINS, R. M. & HOMAN, W. L. Nomenclature and genetic groupings of giardia infecting mammals. Parasitology Today, v. 16, n. 5, p. 210–213, 2000.

90 TUBBS, D.; FREIRE, R. B. & YOSHINAGA, S. Utilização da cafeína como indicador de contaminação das águas subterrâneas por esgotos domésticos no bairro de piranema - municípios de Seropédica e Itaguaí/RJ. 2004, Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. p. 1–9.

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. Limnologia. São Paulo: Oficina dos textos, 2008.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M. & SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés, Botucatu - SP. Eclética Química, v. 22, p. 49–66, 1997.

VALENTIN, J. L. Ecologia Numérica - Uma introdução a Análise Multivariada de dados Ecológicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

VIEIRA, S. Introdução à bioestatística. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.



3<sup>a</sup>. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

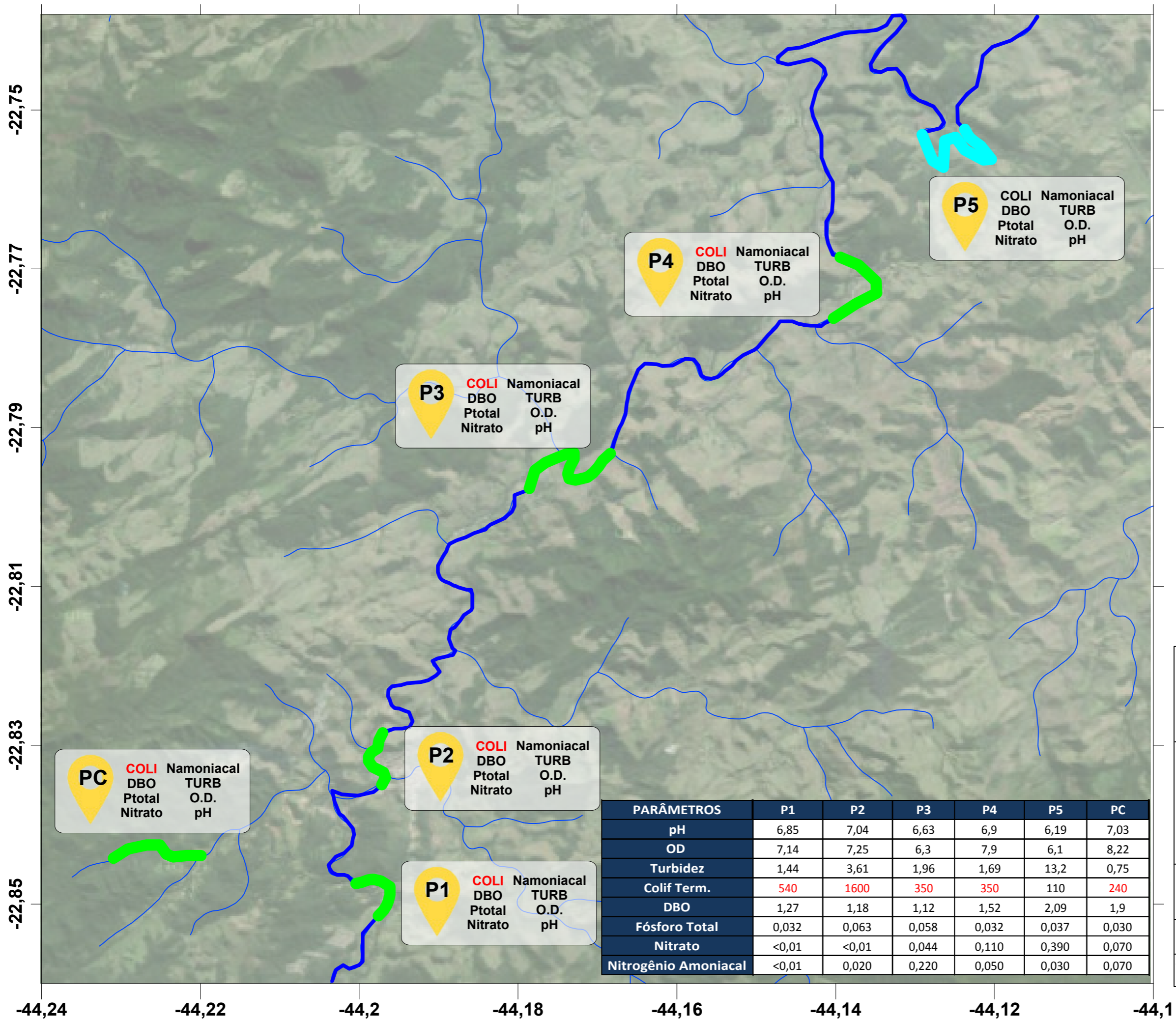
VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4<sup>a</sup>. ed. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2014.

WETZEL, R. G. & LIKENS, G. E. Limnological Analyses. 3. ed. New York: Springer-Verlag, 2000.

XIAO, L. & FAYER, R. Molecular characterisation of species and genotypes of Cryptosporidium and Giardia and assessment of zoonotic transmission. International Journal for Parasitology, v. 38, n. 11, p. 1239–1255, 2008.

## **ANEXOS**

**ANEXO I – Mapas indicando parâmetros acima  
do esperado**



### LEGENDA

- Coli** - Coliformes Termotolerantes
- DBO** - Demanda Bioquímica de Oxigênio
- Ptotal** - Fósforo Total
- Nitrato** - Nitrato (como N)
- Namoniacal** - Nitrogênio Amoniacal
- TURB** - Turbidez
- O.D.** - Oxigênio Dissolvido (mg/l)
- pH** - Potencial Hidrogeniônico

**OBS:** Os parâmetros **grifados em vermelho** apresentaram resultados fora dos padrões estabelecidos na legislação pertinente.

- Todos os parâmetros em conformidade
- 1 parâmetro fora de conformidade
- 2 ou 3 parâmetros fora de conformidade
- 3 ou 4 parâmetros fora de conformidade
- Mais de 4 parâmetros fora de conformidade

### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Curso d'água

Rio Pirai

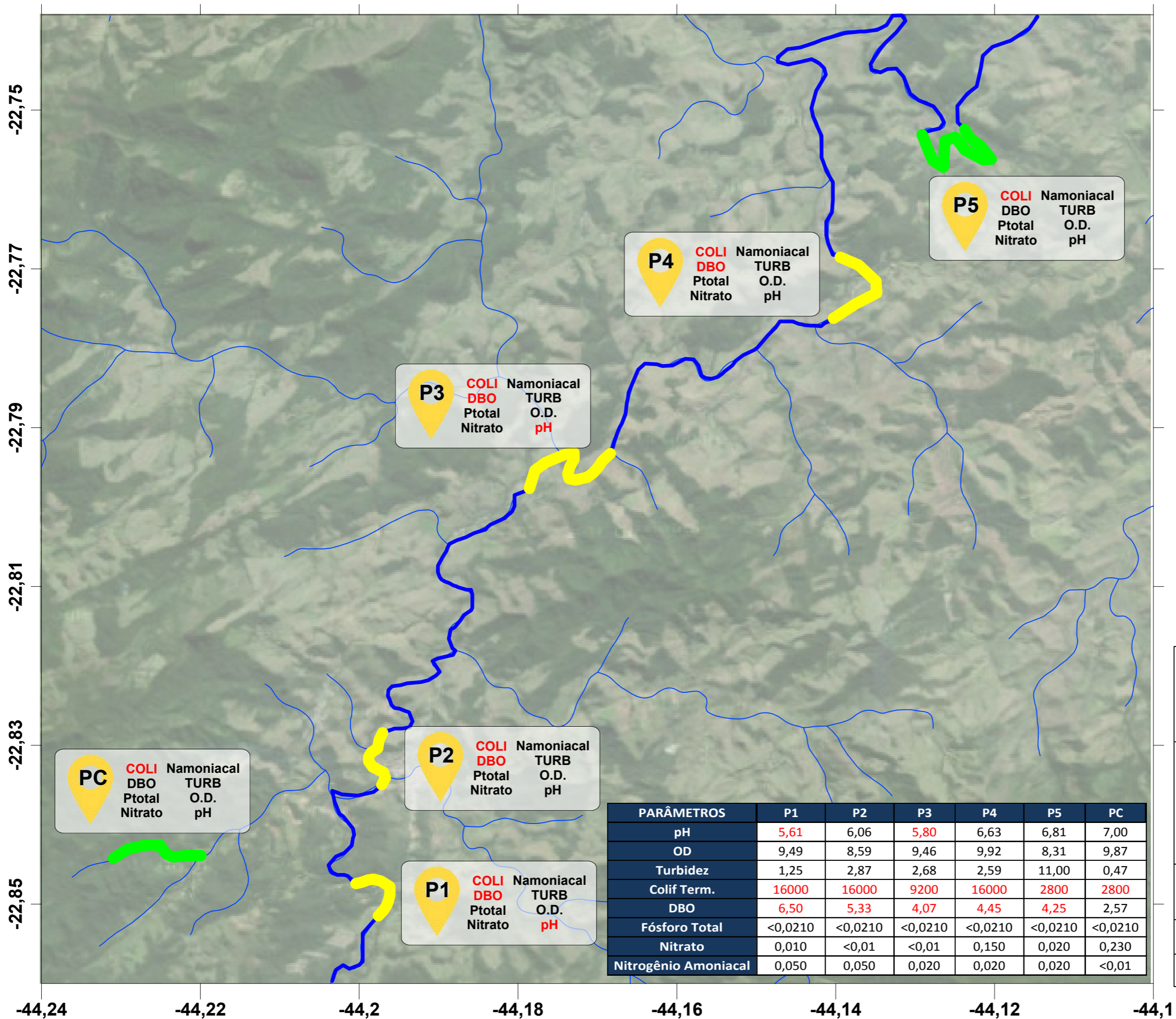
### FONTES:

Dados referentes aos cursos e corpos de água extraídos da Agência Nacional de Águas  
Imagem de satélite - Google Earth Pro

Datum de referência: SIRGAS 2000

Cliente:		Execução:	
Projeto: Programa de monitoramento da qualidade da água do Rio Pirai à montante do Túnel de Tócos, na região hidrográfica II - Guandu, em conformidade com o plano estratégico de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.			
Título: Resultados analíticos dos parâmetros com referência na CONAMA nº357 - JULHO 2016			
Responsável:	Desenhado por:	Aprovado por:	
Rodrigo Mazza	Rodrigo Mazza	Bruno Peçanha	
Arquivo digital:		Data de emissão:	
mapa Parametros JUL.srf		09 nov 2016	





### LEGENDA

- Coli** - Coliformes Termotolerantes
- DBO** - Demanda Bioquímica de Oxigênio
- Ptotal** - Fósforo Total
- Nitrato** - Nitrato (como N)
- Namoniacal** - Nitrogênio Amoniacal
- TURB** - Turbidez
- O.D.** - Oxigênio Dissolvido (mg/l)
- pH** - Potencial Hidrogeniônico

**OBS:** Os parâmetros **grifados em vermelho** apresentaram resultados fora dos padrões estabelecidos na legislação pertinente.

- Todos os parâmetros em conformidade
- 1 parâmetro fora de conformidade
- 2 ou 3 parâmetros fora de conformidade
- 3 ou 4 parâmetros fora de conformidade
- Mais de 4 parâmetros fora de conformidade

### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Curso d'água

Rio Pirai

### FONTES:

Dados referentes aos cursos e corpos de água extraídos da Agência Nacional de Águas  
Imagem de satélite - Google Earth Pro

Datum de referência: SIRGAS 2000

Cliente:  AGÊNCIA DE BACIA	Execução:  SEA PROJECTS
---	--

Projeto:  
Programa de monitoramento da qualidade da água do Rio Pirai à montante do Túnel de Tócos, na região hidrográfica II - Guandu, em conformidade com o plano estratégico de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.

Título:  
Resultados analíticos dos parâmetros com referência na CONAMA nº357 - **AGOSTO 2016**

Responsável: Rodrigo Mazza	Desenhado por: Rodrigo Mazza	Aprovado por: Bruno Peçanha
-------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

Arquivo digital: mapa Parametros AGO.srf	Data de emissão: 09 nov 2016
---	---------------------------------

PARÂMETROS	P1	P2	P3	P4	P5	PC
pH	5,61	6,06	5,80	6,63	6,81	7,00
OD	9,49	8,59	9,46	9,92	8,31	9,87
Turbidez	1,25	2,87	2,68	2,59	11,00	0,47
Colif Term.	16000	16000	9200	16000	2800	2800
DBO	6,50	5,33	4,07	4,45	4,25	2,57
Fósforo Total	<0,0210	<0,0210	<0,0210	<0,0210	<0,0210	<0,0210
Nitrato	0,010	<0,01	<0,01	0,150	0,020	0,230
Nitrogênio Amoniacal	0,050	0,050	0,020	0,020	0,020	<0,01





# **ANEXO II – LAUDOS LABORATORIAIS**

**Julho a Setembro 2016**



**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

### RELATÓRIO DE ENSAIO: 8443/2016

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
<b>Empresa Solicitante:</b>	Rhizobium Consultoria Ambiental LTDA - SEAPROJECTS
<b>Endereço:</b>	Avenida Rio Branco, 156 Grupos 2216 e 2217
<b>Bairro:</b>	Centro
<b>Cidade:</b>	Rio de Janeiro
<b>UF:</b>	RJ
<b>CEP:</b>	20.040-003
<b>Nome do Solicitante:</b>	Bruno
<b>Telefone para contato:</b>	2262-1239
<b>Email para contato:</b>	bruno@seaprojects.com.br
<b>Processo Comercial:</b>	1817/2015

Nº. da amostra	Referência Oceanus	Referência do cliente	Data de Coleta	Data de Recebimento
40506/2016-1.0	382694	PC	26/7/2016 10:00:00	26/7/2016
40508/2016-1.0	382695	P1	26/7/2016 11:10:00	26/7/2016
40511/2016-1.0	382696	P2	26/7/2016 12:10:00	26/7/2016
40512/2016-1.0	382697	P3	26/7/2016 13:27:00	26/7/2016
40515/2016-1.0	382698	P4	26/7/2016 14:25:00	26/7/2016
40518/2016-1.0	382699	P5	26/7/2016 15:05:00	26/7/2016
40505/2016-1.0	382730	PC	26/7/2016 10:00:00	26/7/2016
40509/2016-1.0	382731	P1	26/7/2016 11:10:00	26/7/2016
40510/2016-1.0	382732	P2	26/7/2016 12:10:00	26/7/2016
40513/2016-1.0	382733	P3	26/7/2016 13:27:00	26/7/2016
40514/2016-1.0	382734	P4	26/7/2016 14:25:00	26/7/2016
40517/2016-1.0	382735	P5	26/7/2016 15:05:00	26/7/2016

<b>Matriz</b>	Líquida	<b>Tipo de Coleta</b>	Simplex
<b>Temperatura de recebimento (°C)</b>	4,2	<b>Tipo de Amostra</b>	Água de rio
<b>Coletor</b>	Cliente	<b>Observações</b>	As análises foram realizadas no laboratório Hidroquímica



REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

### RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS

Legislação ou Norma: CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I

#### Sólidos Suspensos Totais

Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	1	---	1	1	2

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	1	---	2	< 1	11

#### Sólidos Totais

Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Sólidos Totais	mg/L	1	---	6	3	4

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Sólidos Totais	mg/L	1	---	10	15	4

#### Nitrogênio Amoniacal

Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,01	Vide Legislação ou Norma	<0,01	0,02	0,22

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,01	Vide Legislação ou Norma	0,05	0,03	0,07



**DQO- Colorimétrico**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
DQO	mg/L	10	---	<10	<10	<10

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
DQO	mg/L	10	---	11	<10	<10

**DBO**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
DBO - 5 dias	mg/L	1,00	3	1,90	1,27	1,18

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
DBO - 5 dias	mg/L	1,00	3	1,12	1,52	2,09

**Nitrogênio Total**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Nitrogênio Total	mg/L	0,2	---	1,8	1,4	1,4

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Nitrogênio Total	mg/L	0,2	---	1,8	1,2	1,7

**Carbono Orgânico Dissolvido**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Carbono Orgânico Dissolvido.	mg/L	1	---	1,9	5,25	<0,1

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Carbono Orgânico Dissolvido.	mg/L	1	---	0,75	1,9	2,25



**Cistos de Giárdia**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40505/2016-1.0	40509/2016-1.0	40510/2016-1.0
Cistos de Giárdia	Cistos/L	0,1	---	Ausência	Ausência	Ausência

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40513/2016-1.0	40514/2016-1.0	40517/2016-1.0
Cistos de Giárdia	Cistos/L	0,1	---	Ausência	Ausência	Ausência

**Oocistos de Cryptosporidium**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40505/2016-1.0	40509/2016-1.0	40510/2016-1.0
Oocistos de Cryptosporidium	Oocistos/L	0,1	---	Ausência	Ausência	Ausência

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40513/2016-1.0	40514/2016-1.0	40517/2016-1.0
Oocistos de Cryptosporidium	Oocistos/L	0,1	---	Ausência	Ausência	Ausência

**Coliformes Termotolerantes**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,8	Vide Legislação ou Norma	240	540	>1600

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,8	Vide Legislação ou Norma	350	350	110





**Nitrato - Metodo Ion Seletivo**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Nitrato (como N)	mg/L	0,01	10,0	<0,01	<0,01	0,044

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Nitrato (como N)	mg/L	0,01	10,0	0,11	0,39	0,07

**ICP MS**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Fósforo Total	mg/L	0,021064	Vide Legislação ou Norma	0,030361	0,031916	0,063318

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Fósforo Total	mg/L	0,021064	Vide Legislação ou Norma	0,057519	0,031954	0,036917

**ICP MS - Metais Dissolvidos**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Fósforo Total Solúvel	mg/L	0,021064	---	<0,021064	<0,021064	<0,021064

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Fósforo Total Solúvel	mg/L	0,021064	---	<0,021064	<0,021064	<0,021064

**Cafeína**  
Início dos Ensaios: 26/07/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40506/2016-1.0	40508/2016-1.0	40511/2016-1.0
Cafeína	mg/L	0,2	---	<0,2	<0,2	<0,2

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	40512/2016-1.0	40515/2016-1.0	40518/2016-1.0
Cafeína	mg/L	0,2	---	<0,2	<0,2	<0,2



### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Caféina: SCHORMÜLLER, J. Handbuch der Lebensmittelchemie. New York: Spring-Verlag, 1970. Band VI, p. 82-83 e 206-207  
Carbono Orgânico Dissolvido: EMBRAPA, Manual de Análise de Água, Solo Fértil, 2ª Edição - 1997  
Coliformes Termotolerantes: SMEWW 9221 E.  
DBO: SMEWW 5210-B. - 5-Day BOD Test  
DQO: SMEWW 5220 - D - Closed Reflux, Colorimetric Method  
Giárdia e Cryptosporidium: SMWW9711 B  
Metais Totais - ICP-MS: USEPA 200.8 DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN WATERS AND WASTES BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA - MASS SPECTROMETRY /METHOD 3050B  
Nitratos: SMEWW 4500 NO3-D. - Nitrate Electrode Method  
Nitrogênio Amoniacal: SMEWW 4500 NH3- F - Phenate Method  
Nitrogênio Total: SMEWW 4500-N  
Sólidos Suspensos Totais: SMEWW 2540 D. - Total Suspended Solids Dried at 103-105°C  
Sólidos Totais: SMEWW 2540 B. - Total Solids Dried at 103-105°C

### OBSERVAÇÕES GERAIS

- Os resultados referem-se somente à amostra analisada.
- Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus.
- As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMEWW 22<sup>st</sup> e USEPA .
- \* Serviço Terceirizado no Laboratório Oceanus.
- Abreviações:

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

BTEX = Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NO = Não Objetável

NBR = Norma Brasileira

PAH = Polycyclic aromatic hydrocarbons

PCB = Polychlorinated Biphenyls

SMEWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22<sup>st</sup> Edition - 2005

USEPA = United States Environmental Protection Agency

TPH = Total Petroleum Hydrocarbons

CENO = Concentração de efeito não observado

Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.



**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

### INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

As amostras analisadas, atendem aos limites estabelecidos na CONAMA 357.

### RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Vania Pimentel  
Relatório revisado por: Hamilton Barbosa, Roberta Soares

Responsável técnico:

Dr Ronaldo Leão  
Responsável Técnico  
CRBio-02339/85.

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 29 de agosto de 2016



### LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

**N° da Amostra: 40506/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382694	Identificação da Amostra: PC

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

**N° da Amostra: 40508/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382695	Identificação da Amostra: P1

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

### Nº da Amostra: 40511/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382696	Identificação da Amostra: P2

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--

### Nº da Amostra: 40512/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382697	Identificação da Amostra: P3

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--



### Nº da Amostra: 40515/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382698	Identificação da Amostra: P4

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

### Nº da Amostra: 40518/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382699	Identificação da Amostra: P5

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira





### Nº da Amostra: 40505/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382730	Identificação da Amostra: PC

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

### Nº da Amostra: 40509/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382731	Identificação da Amostra: P1

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

### Nº da Amostra: 40510/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382732   Identificação da Amostra: P2	
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?

Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

### Nº da Amostra: 40513/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382733   Identificação da Amostra: P3	
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?

Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

### Nº da Amostra: 40514/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382734	Identificação da Amostra: P4

Os frascos de VOC/BTEX estavam isentos de bolhas?	Sim
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--

### Nº da Amostra: 40517/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 26/07/2016	
Código: 382735	Identificação da Amostra: P5

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--



Hidroquímica

Empresa do Grupo Oceanus



LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

Formulario de laboratorio com campos para dados de amostra, resultados de analises (pH, Cloro, Condutividade, etc.), e identificacao de amostra.

Matriz: Rua Almirante Cochrane, 37, Tijuca, Rio de Janeiro - RJ CEP 20550-040

Filial: R. Aristides Lobo, 30, Rio Comprido, Rio de Janeiro - RJ CEP: 20250-450

Anexo: HQ-ANE-086/ rev 0 /Data: 04/03/08 / RPR RELATÓRIO DE ENSAIO: 8443/2016

**RELATÓRIO DE ENSAIO: 9578/2016**

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
<b>Empresa Solicitante:</b>	Rhizobium Consultoria Ambiental LTDA - SEAPROJECTS
<b>Endereço:</b>	Avenida Rio Branco, 156 Grupos 2216 e 2217
<b>Bairro:</b>	Centro
<b>Cidade:</b>	Rio de Janeiro
<b>UF:</b>	RJ
<b>CEP:</b>	20.040-003
<b>Nome do Solicitante:</b>	Bruno
<b>Telefone para contato:</b>	2262-1239
<b>Email para contato:</b>	bruno@seaprojects.com.br
<b>Processo Comercial:</b>	1817/2015

Nº. da amostra	Referência Oceanus	Referência do cliente	Data de Coleta	Data de Recebimento
45605/2016-1.0	382700	PC	24/8/2016 10:39:00	24/8/2016
45606/2016-1.0	382701	P1	24/8/2016 11:30:00	24/8/2016
45607/2016-1.0	382702	P2	24/8/2016 12:40:00	24/8/2016
45608/2016-1.0	382703	P3	24/8/2016 13:30:00	24/8/2016
45609/2016-1.0	382704	P4	24/8/2016 14:32:00	24/8/2016
45610/2016-1.0	382705	P5	24/8/2016 15:20:00	24/8/2016

<b>Matriz</b>	Líquida	<b>Tipo de Coleta</b>	Simplex
<b>Temperatura de recebimento (°C)</b>	4,2	<b>Tipo de Amostra</b>	Água de rio
<b>Coletor</b>	Cliente	<b>Observações</b>	As análises foram realizadas no laboratório Hidroquímica

RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS
Legislação ou Norma: CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I

Sólidos Suspensos Totais
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	1	---	6	< 1	< 1

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	1	---	< 1	2	256



**Sólidos Totais**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016- 1.0	45606/2016- 1.0	45607/2016- 1.0
Sólidos Totais	mg/L	1	---	2	30	28

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016- 1.0	45609/2016- 1.0	45610/2016- 1.0
Sólidos Totais	mg/L	1	---	32	28	37

**DQO- Colorimétrico**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016- 1.0	45606/2016- 1.0	45607/2016- 1.0
DQO	mg/L	10	---	<10	<10	11

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016- 1.0	45609/2016- 1.0	45610/2016- 1.0
DQO	mg/L	10	---	<10	<10	<10

**DBO**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016- 1.0	45606/2016- 1.0	45607/2016- 1.0
DBO - 5 dias	mg/L	1,00	3	2,57	6,50	5,33

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016- 1.0	45609/2016- 1.0	45610/2016- 1.0
DBO - 5 dias	mg/L	1,00	3	4,07	4,45	4,25

**Nitrogênio Total**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016- 1.0	45606/2016- 1.0	45607/2016- 1.0
Nitrogênio Total	mg/L	0,2	---	1,6	1,7	1,5

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016- 1.0	45609/2016- 1.0	45610/2016- 1.0
Nitrogênio Total	mg/L	0,2	---	1,7	1,7	1,6





**Carbono Orgânico Dissolvido**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Carbono Orgânico Dissolvido.	mg/L	1	---	7,87	3,38	3,75

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Carbono Orgânico Dissolvido.	mg/L	1	---	4,5	<1	3,38

**Coliformes Termotolerantes**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,8	Vide Legislação ou Norma	2800	16000	>16000

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,8	Vide Legislação ou Norma	9200	16000	2800

**Nitrato - Metodo Ion Seletivo**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Nitrato (como N)	mg/L	0,01	10,0	0,01	<0,01	<0,01

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Nitrato (como N)	mg/L	0,01	10,0	0,15	0,02	0,23

**ICP MS**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Fósforo Total	mg/L	0,021064	Vide Legislação ou Norma	<0,021064	<0,021064	<0,021064

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Fósforo Total	mg/L	0,021064	Vide Legislação ou Norma	<0,021064	<0,021064	<0,021064

**ICP MS - Metais Dissolvidos**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Fósforo Total Solúvel	mg/L	0,021064	---	<0,021064	<0,021064	<0,021064

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Fósforo Total Solúvel	mg/L	0,021064	---	<0,021064	<0,021064	<0,021064

**Cafeína**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Cafeína	mg/L	0,2	---	<0,2	<0,2	<0,2

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Cafeína	mg/L	0,2	---	<0,2	<0,2	<0,2

**Amônia (Potenciométrico)**  
Início dos Ensaios: 24/08/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45605/2016-1.0	45606/2016-1.0	45607/2016-1.0
Nitrogênio Amoniacal (NH <sup>3</sup> )	mg/L	0,1	Vide Legislação ou Norma	0,5	0,5	0,2

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	45608/2016-1.0	45609/2016-1.0	45610/2016-1.0
Nitrogênio Amoniacal (NH <sup>3</sup> )	mg/L	0,1	Vide Legislação ou Norma	0,2	0,2	<0,1

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Amônia (Potenciométrico): SMEWW 4500 - NH<sup>3</sup> D.  
Cafeína: SCHORMÜLLER, J. Handbuch der Lebensmittelchemie. New York: Spring-Verlag, 1970. Band VI, p. 82-83 e 206-207  
Carbono Orgânico Dissolvido: EMBRAPA, Manual de Análise de Água, Solo Fértil, 2ª Edição - 1997  
Coliformes Termotolerantes: SMEWW 9221 E.  
DBO: SMEWW 5210-B. - 5-Day BOD Test  
DQO: SMEWW 5220 - D - Closed Reflux, Colorimetric Method  
Metais Totais - ICP-MS: USEPA 200.8 DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN WATERS AND WASTES BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA - MASS SPECTROMETRY /METHOD 3050B  
Nitratos: SMEWW 4500 NO<sub>3</sub>-D. - Nitrate Electrode Method  
Nitrogênio Total: SMEWW 4500-N  
Sólidos Suspensos Totais: SMEWW 2540 D. - Total Suspended Solids Dried at 103-105°C  
Sólidos Totais: SMEWW 2540 B. - Total Solids Dried at 103-105°C

#### OBSERVAÇÕES GERAIS

Os resultados referem-se somente à amostra analisada.  
 Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus.

As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMEWW 22<sup>st</sup> e USEPA .

\* Serviço Terceirizado no Laboratório Oceanus.

Abreviações:

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

BTEX = Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NO = Não Objetável

NBR = Norma Brasileira

PAH = Polycyclic aromatic hydrocarbons

PCB = Polychlorinated Biphenyls

SMEWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22<sup>st</sup> Edition - 2005

USEPA = United States Environmental Protection Agency

TPH = Total Petroleum Hydrocarbons

CENO = Concentração de efeito não observado

Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.



**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**RESPONSÁVEIS**

Relatório emitido por: Vania Pimentel

Relatório revisado por: Roberta Soares

Responsável técnico:

Dr Ronaldo Leão  
Responsável Técnico  
CRBio-02339/85.

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 13 de setembro de 2016

**LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS**

**Nº da Amostra: 45605/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects
Data de recebimento: 24/08/2016
Código: 382700   Identificação da Amostra: PC

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**Nº da Amostra: 45606/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 24/08/2016	
Código: 382701	Identificação da Amostra: P1

Os frascos de VOC/BTEX estavam isentos de bolhas?	---
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

**Nº da Amostra: 45607/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 24/08/2016	
Código: 382702	Identificação da Amostra: P2

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

### Nº da Amostra: 45608/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 24/08/2016	
Código: 382703	Identificação da Amostra: P3

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

### Nº da Amostra: 45609/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 24/08/2016	
Código: 382704	Identificação da Amostra: P4

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira





**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**Nº da Amostra: 45610/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 24/08/2016	
Código: 382705	Identificação da Amostra: P5

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



# Hidroquímica

Empresa do Grupo Oceanus



## LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

Proposta Nº  
**191710**

**HIDROQUÍMICA**  
SUA EMPRESA DO GRUPO OCEANUS

**CADEIA DE CUSTÓDIA**

**Campo: 957814**

**CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS**  
Filial - Hidroquímica Engenharia e Laboratórios  
Rua Aristides Lobo, nº30 - Rio Comprido - RJ CEP: 20.250-450  
Tel: (21) 3293-7000 / 2567-0819 / 2567-3871  
Visite: www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**TIPO DE AMOSTRA:**  
1- Água  
2- Água de Rio  
3- Água Salina  
4- Água Salobra  
5- Água Subterrânea  
6- Água de Reuso  
7- Efluente  
8- Sedimento  
9- Solo  
10- Outros:

**INFORMAÇÕES DE CAMPO**

Nº da Amostra	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Tipo de Amostra	Nº de Frascos	Data e Hora		PH	Cloro	Temp °C	OD	ORP	Condutividade	Turbidez	OUTROS PARÂMETROS
45605	PC 382700	2	2	24/08/16	11:30								
45604	PL 382701	2	2	24/08/16	12:40								
45607	P2 382702	2	2	24/08/16	13:30								
45608	P3 382703	2	2	24/08/16	14:32								
45609	P4 382704	2	2	24/08/16	15:20								
45610	P5 382705	2	2	24/08/16									

**INFORMAÇÕES DO LOGIN**

Chuva nas últimas 24 horas? ( ) S (X) N  
Temperatura Ambiente: \_\_\_\_\_ Intervalo: \_\_\_\_\_  
Coleta Composita? \_\_\_\_\_ Total de Horas: \_\_\_\_\_

**PREENCHIMENTO OBRIGATÓRIO**

Nome (Legível): **KARINA FIGUEIREDO SANTOS**  
Ass: **KARINA FIGUEIREDO SANTOS**  
Data: **24/08/16** Hora: \_\_\_\_\_  
Temperatura de Recebimento: \_\_\_\_\_ °C  
Data: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
Autorização do Cliente: \_\_\_\_\_

**USO EXCLUSIVO DO GRUPO OCEANUS**

Recebido por: \_\_\_\_\_  
Ass: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_  
Autorização do Cliente: \_\_\_\_\_

**Observações:**  
Data coleta: 24/08/16

**USO EXCLUSIVO DO GRUPO OCEANUS**

Recebido por: \_\_\_\_\_  
Ass: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_  
Autorização do Cliente: \_\_\_\_\_

Anexo HQ-ANE-180 / Rev: 21 Data: 20/03/16 EA



### RELATÓRIO DE ENSAIO: 11002/2016

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
<b>Empresa Solicitante:</b>	Rhizobium Consultoria Ambiental LTDA - SEAPROJECTS
<b>Endereço:</b>	Avenida Rio Branco, 156 Grupos 2216 e 2217
<b>Bairro:</b>	Centro
<b>Cidade:</b>	Rio de Janeiro
<b>UF:</b>	RJ
<b>CEP:</b>	20.040-003
<b>Nome do Solicitante:</b>	Bruno
<b>Telefone para contato:</b>	2262-1239
<b>Email para contato:</b>	bruno@seaprojects.com.br
<b>Processo Comercial:</b>	1817/2015

Nº. da amostra	Referência Oceanus	Referência do cliente	Data de Coleta	Data de Recebimento
51402/2016-1.0	382706	PC	22/9/2016 12:00:00	22/9/2016
51403/2016-1.0	382707	P1	22/9/2016 13:16:00	22/9/2016
51404/2016-1.0	382708	P2	22/9/2016 13:53:00	22/9/2016
51405/2016-1.0	382709	P3	22/9/2016 14:30:00	22/9/2016
51406/2016-1.0	382710	P4	22/9/2016 15:10:00	22/9/2016
51407/2016-1.0	382711	P5	22/9/2016 16:00:00	22/9/2016

<b>Matriz</b>	Líquida	<b>Tipo de Coleta</b>	Simplex
<b>Temperatura de recebimento (°C)</b>	4,0	<b>Tipo de Amostra</b>	Água de rio
<b>Coletor</b>	Cliente	<b>Observações</b>	As análises foram realizadas no laboratório Hidroquímica

### RESULTADOS ANALÍTICOS DAS AMOSTRAS

Legislação ou Norma: CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I

#### Sólidos Suspensos Totais

Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	1	---	12	< 1	2

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	1	---	4	37	4

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**Sólidos Totais**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Sólidos Totais	mg/L	1	---	33	20	44

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Sólidos Totais	mg/L	1	---	43	10	52

**DQO- Colorimétrico**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
DQO	mg/L	10	---	<10	<10	<10

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
DQO	mg/L	10	---	<10	<10	<10

**DBO**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
DBO - 5 dias	mg/L	1,00	3	1,62	1,68	2,32

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
DBO - 5 dias	mg/L	1,00	3	2,07	1,35	1,70

**Nitrogênio Total**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Nitrogênio Total	mg/L	0,2	---	1,2	1,7	1,4

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Nitrogênio Total	mg/L	0,2	---	2,0	1,7	1,8



**Carbono Orgânico Dissolvido**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Carbono Orgânico Dissolvido.	mg/L	1	---	<1	<1	<1

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Carbono Orgânico Dissolvido.	mg/L	1	---	<1	2,25	1,13

**Coliformes Termotolerantes**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,8	Vide Legislação ou Norma	230	9200	>16000

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1,8	Vide Legislação ou Norma	<1,8	45	20

**Nitrato (como N) - Método Brucina**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0		
Nitrato (como N)	mg/L	0,2	10,0	<0,2		

**Nitrato - Metodo Ion Seletivo**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0	51405/2016-1.0
Nitrato (como N)	mg/L	0,01	10,0	<0,01	<0,01	0,05

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0	
Nitrato (como N)	mg/L	0,01	10,0	<0,01	<0,01	





**ICP MS**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Fósforo Total	mg/L	0,021064	Vide Legislação ou Norma	<0,021064	<0,021064	<0,021064

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Fósforo Total	mg/L	0,021064	Vide Legislação ou Norma	<0,021064	<0,021064	<0,021064

**ICP MS - Metais Dissolvidos**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Fósforo Total Solúvel	mg/L	0,021064	---	<0,021064	<0,021064	<0,021064

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Fósforo Total Solúvel	mg/L	0,021064	---	<0,021064	<0,021064	<0,021064

**Cafeína**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Cafeína	mg/L	0,2	---	<0,2	<0,2	<0,2

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Cafeína	mg/L	0,2	---	<0,2	<0,2	<0,2

**Amônia (Potenciométrico)**  
Início dos Ensaios: 22/09/2016

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51402/2016-1.0	51403/2016-1.0	51404/2016-1.0
Nitrogênio Amoniacal (NH <sup>3</sup> )	mg/L	0,1	Vide Legislação ou Norma	<0,1	<0,1	<0,1

Parâmetros	Unidade	LQ	CONAMA 357 - Art. 14 - Classe 1 - Águas doces - Tabela I	51405/2016-1.0	51406/2016-1.0	51407/2016-1.0
Nitrogênio Amoniacal (NH <sup>3</sup> )	mg/L	0,1	Vide Legislação ou Norma	<0,1	<0,1	<0,1



#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

Amônia (Potenciométrico): SMEWW 4500 - NH<sup>3</sup> D.  
Cafeína: SCHORMÜLLER, J. Handbuch der Lebensmittelchemie. New York: Spring-Verlag, 1970. Band VI, p. 82-83 e 206-207  
Carbono Orgânico Dissolvido: EMBRAPA, Manual de Análise de Água, Solo Fértil, 2ª Edição - 1997  
Coliformes Termotolerantes: SMEWW 9221 E.  
DBO: SMEWW 5210-B. - 5-Day BOD Test  
DQO: SMEWW 5220 - D - Closed Reflux, Colorimetric Method  
Metais Totais - ICP-MS: USEPA 200.8 DETERMINATION OF TRACE ELEMENTS IN WATERS AND WASTES BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA - MASS SPECTROMETRY /METHOD 3050B  
Nitratos: FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – Série Didática nº14/79 edição de 1979  
Nitratos: SMEWW 4500 NO3-D. - Nitrate Electrode Method  
Nitrogênio Total: SMEWW 4500-N  
Sólidos Suspensos Totais: SMEWW 2540 D. - Total Suspended Solids Dried at 103-105°C  
Sólidos Totais: SMEWW 2540 B. - Total Solids Dried at 103-105°C

#### OBSERVAÇÕES GERAIS

Os resultados referem-se somente à amostra analisada.  
 Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração e com a aprovação por escrito da Oceanus.

As amostras são coletadas e preservadas seguindo as normas padronizadas SMEWW 22<sup>st</sup> e USEPA .

\* Serviço Terceirizado no Laboratório Oceanus.

Abreviações:

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

BTEX = Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NO = Não Objetável

NBR = Norma Brasileira

PAH = Polycyclic aromatic hydrocarbons

PCB = Polychlorinated Biphenyls

SMEWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22<sup>st</sup> Edition - 2005

USEPA = United States Environmental Protection Agency

TPH = Total Petroleum Hydrocarbons

CENO = Concentração de efeito não observado

Os dados da amostra fornecidos são de responsabilidade do solicitante.



**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**RESPONSÁVEIS**

Relatório emitido por: Vania Pimentel

Relatório revisado por: Roberta Soares

Responsável técnico:

Dr Ronaldo Leão  
Responsável Técnico  
CRBio-02339/85.

Data de emissão do laudo: Rio de Janeiro, 10 de outubro de 2016



### LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

Nº da Amostra: 51402/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 22/09/2016	
Código: 382706	Identificação da Amostra: PC

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--

Nº da Amostra: 51403/2016-1.0

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 22/09/2016	
Código: 382707	Identificação da Amostra: P1

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--



**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**Nº da Amostra: 51404/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 22/09/2016	
Código: 382708	Identificação da Amostra: P2

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

**Nº da Amostra: 51405/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 22/09/2016	
Código: 382709	Identificação da Amostra: P3

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?  
Notificação enviada para: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



**Hidroquímica**

Empresa do Grupo Oceanus



**LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA**

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**Nº da Amostra: 51406/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 22/09/2016	
Código: 382710	Identificação da Amostra: P4

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--

**Nº da Amostra: 51407/2016-1.0**

Cliente: Sea Projects	
Data de recebimento: 22/09/2016	
Código: 382711	Identificação da Amostra: P5

Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Transparência em campo	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas? Notificação enviada para: _____ Data: _____
---

Comentários:
--------------

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira
--



# Hidroquímica

Empresa do Grupo Oceanus



## LABORATÓRIO OCEANUS – HIDROQUÍMICA

REG.INEA:UN015590/55.11.10 / REG.INEA:UN016133/55.11.10  
www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS**  
 Filial - Hidroquímica Engenharia e Laboratórios  
 Rua Almirante Lobo nº30, Rio Comprido - RJ CEP: 20.250-450  
 Tel: (21) 3563-7000 / 2567-3871 / 2567-3871  
 Visite: www.oceanus.bio.br / www.hidroquimicabr.com.br

**CADEIA DE CUSTÓDIA**  
 Hidroquímica  
 Oceanus Ambiental

Proposta nº: **PC 1817/16 P**

Cliente: **SEA PRO JETS**  
 Endereço: \_\_\_\_\_  
 Cidade: \_\_\_\_\_  
 Responsável pela Coleta: **Karina Santos**  
 Coleta realizada por: \_\_\_\_\_  
 Coleta transportada por: \_\_\_\_\_

**TIPO DE AMOSTRA:**  
 1- Efluentes  
 2- Água de Rio  
 3- Água Salina  
 4- Água Salobra  
 5- Água Subterrânea  
 6- Água de chuva  
 7- Outros: \_\_\_\_\_

**INFORMAÇÕES DE CAMPO**  
 Data: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Local: \_\_\_\_\_

Nº da Amostra	INFORMAÇÕES DO LOCAL		INFORMAÇÕES DE CAMPO		pH	Cloro	Temperatura	OD	ORP	Condutividade	Turbidez	OUTROS PARÂMETROS
	Atividade	Identificação	Data	hora								
51402	PC	382106	2	12:00								
51403	PI	382101	2	13:10								
51404	PI	382108	2	13:53								
51405	P3	382109	2	14:30								
51406	P4	382110	2	15:10								
51407	P5	382111	2	16:00								

**PREenchimento OBRIGATORIO**  
 Choveu nas últimas 24 horas? ( S / N ) \_\_\_\_\_  
 Temperatura Ambiental: \_\_\_\_\_  
 Temperatura da Coleta: \_\_\_\_\_  
 Temperatura da Câmara: \_\_\_\_\_  
 Hora de Início: \_\_\_\_\_ Intervalo: \_\_\_\_\_  
 Nome Legal: **KARINA Figueiredo Santos**  
 Ass: **Karolina**  
 Data: **22/09/16** Hora: \_\_\_\_\_  
 Tit: \_\_\_\_\_

**USO EXCLUSIVO DO GRUPO OCEANUS**  
 Suscritor por: **Luiz Carlos**  
 Ass: \_\_\_\_\_ Data: **20/09/16** Hora: \_\_\_\_\_  
 Temperatura de Resfriamento: \_\_\_\_\_  
 Autorização do Cliente: \_\_\_\_\_

ANEXO 1 - ANEXO Nº. 016 - 2 DEB 23/01/16