

VIVIAN SILVA LIRA

**ESTUDO DA VARIAÇÃO HORIZONTAL DAS CONDIÇÕES QUÍMICAS,
FÍSICAS E BIOLÓGICAS NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA,
VOTORANTIM-SP E SUAS POTENCIAIS INFLUÊNCIAS NA
TOXICIDADE DO SISTEMA**

Sorocaba
2015

VIVIAN SILVA LIRA

**ESTUDO DA VARIAÇÃO HORIZONTAL DAS CONDIÇÕES QUÍMICAS,
FÍSICAS E BIOLÓGICAS NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA,
VOTORANTIM-SP E SUAS POTENCIAIS INFLUÊNCIAS NA
TOXICIDADE DO SISTEMA**

Dissertação de mestrado apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental

Orientador: Profa. Dra. Renata Fracácio Francisco

Coorientador: Profa. Dra. Viviane Moschini-Carlos

Sorocaba

2015

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências
ambientais



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Unesp - Câmpus de Sorocaba

Lira, Vivian Silva.

Estudo da variação horizontal das condições químicas, físicas e biológicas no reservatório de Itupararanga, Votorantim-SP e suas potenciais influências na toxicidade do sistema / Vivian Silva Lira, 2015.

97 f.: il.

Orientador: Renata Fracácio Francisco.

Coorientador: Viviane Moschini Carlos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Câmpus de Sorocaba, Sorocaba, 2015.

1. Cianobactéria. 2. Toxicidade - Testes. 3. Água - Qualidade. 4. Votorantim (SP). I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Câmpus de Sorocaba. II. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Estudo da variação horizontal das condições químicas, físicas e biológicas no reservatório de Itupararanga, Ibiúna-SP e suas potenciais influencias na toxicidade do sistema.

AUTORA: VIVIAN SILVA LIRA

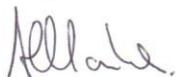
ORIENTADORA: Profa. Dra. RENATA FRACACIO

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. VIVIANE MOSCHINI CARLOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais ,
Área: DIAGNÓSTICO, TRATAMENTO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL, pela Comissão
Examinadora:



Profa. Dra. VIVIANE MOSCHINI CARLOS
Coordenação de Curso- Engenharia Ambiental- UNESP/Sorocaba



Prof. Dr. ANDRÉ CORDEIRO ALVES DOS SANTOS
Departamento de Diversidade e Conservação / Universidade Federal de Sao Carlos



Prof. Dr. PAULO SERGIO TONELLO
Coordenação de Curso- Engenharia Ambiental- UNESP/Sorocaba

Data da realização: 27 de agosto de 2015.

Ao Amor Antigo

*O amor antigo vive de si mesmo,
não de cultivo alheio ou de presença.
Nada exige nem pede. Nada espera,
mas do destino vão nega a sentença.*

*O amor antigo tem raízes fundas,
feitas de sofrimento e de beleza.
Por aquelas mergulha no infinito,
e por estas suplanta a natureza.*

*Se em toda parte o tempo desmorona
aquilo que foi grande e deslumbrante,
a antigo amor, porém, nunca fenece
e a cada dia surge mais amante.*

*Mais ardente, mas pobre de esperança.
Mais triste? Não. Ele venceu a dor,
e resplandece no seu canto obscuro,
tanto mais velho quanto mais amor.*

Carlos Drummond de Andrade

Dedico este trabalho à minha família, meu alicerce, meu tudo...

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Renata Fracácio Francisco, pela dedicação, confiança, orientação e por todo o tempo que despendeu para que esse trabalho fosse concluído;

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, representado pelo Prof. Dr. Leonardo Fraceto;

À Profª. Dra. Viviane Moschini Carlos pela coorientação, sempre atenciosa e por todas as considerações realizadas em meu trabalho;

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, especialmente à Unesp campus Sorocaba por todo o espaço e infraestrutura cedidos;

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais por todo o conhecimento adquirido;

Às técnicas do laboratório de solos, química e biologia da Unesp Sorocaba Susan Lessa, Letícia Gonçalves e Sandra Gavetti;

Aos companheiros de turma de pós-graduação, principalmente à Cláudia Watanabe, sempre solícita, e a Marcela Merides e Lêda Ribeiro pela amizade e pelos momentos de descontração;

Aos alunos de iniciação científica da Unesp Sorocaba Natália, Mariane, Ana Luísa, Rachel e Daniele pela ajuda com as culturas e coletas;

À Bioagri Ambiental Ltda (Mérieux NutriSciences) pela parceria com as análises;

E por último, porém não menos importante, à Deus e aos meus pais, pelo apoio, incentivo e pensamentos positivos.... lhes sou imensamente grata!

“Há três métodos para ganhar sabedoria: primeiro, por reflexão, que é o mais nobre; segundo, por imitação, que é o mais fácil; e terceiro, por experiência, que é o mais amargo.”

Confúcio

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências
ambientais

unesp
Sorocaba

*Você não sabe o quanto eu caminhei
Pra chegar até aqui
Percorri milhas e milhas antes de dormir
Eu não cochilei*

*Os mais belos montes escalei
Nas noites escuras de frio chorei, ei, ei*

*A vida ensina e o tempo traz o tom
Pra nascer uma canção*

*Com a fé no dia-a-dia
Encontro a solução
encontro a solução...*

A estrada (Cidade Negra)

LIRA, V. S. Estudo da variação horizontal das condições químicas, físicas e biológicas no reservatório de Itupararanga, Votorantim-SP e suas potenciais influências na toxicidade do sistema 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Câmpus Experimental de Sorocaba, UNESP - Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2015.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar os aspectos limnológicos e ecotoxicológicos no reservatório de Itupararanga – Votorantim (SP) e suas potenciais influências na toxicidade do sistema, com ênfase para as proliferações naturais de cianobactérias. Para tanto, foram realizadas quatro amostragens em períodos secos buscando uma abordagem química, biológica e toxicológica de amostras de água superficial e sedimento. Além do isolamento e cultivo das cianobactérias predominantes nas amostras de água. A fim de avaliar o potencial tóxico das cepas e identificar as possíveis cianotoxinas presentes na água do reservatório. Os resultados demonstraram o predomínio de cianobactérias, em relação aos demais grupos fitoplanctônicos em dois períodos de estudo, com domínio da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska, 1912) Senayya & Subba Raju, estando a quantidade de cianobactérias em desacordo com a resolução CONAMA nº 357/05. Os testes ecotoxicológicos com *Ceriodaphnia dubia* averiguaram que água superficial causou toxicidade aguda na primeira e terceira amostragens no mesmo local de coleta, e toxicidade crônica no início do sistema na primeira coleta. Com relação ao sedimento, as amostras obtidas nos pontos 2 e 3 apresentaram toxicidade aguda no primeiro ano avaliado, apresentando elevada capacidade para retenção de poluentes, os quais podem estar contribuindo para a instalação da toxicidade do sistema. Foram isoladas duas espécies de cianobactérias que demonstraram-se produtoras de microcistina e saxitoxina. Os ensaios ecotoxicológicos com as cepas isoladas comprovaram que mesmos em concentrações condizentes com a legislação brasileira para potabilidade (portaria nº 2.914/2011), tais cianotoxinas podem causar distúrbios à saúde ambiental. A redução da toxicidade de microcistina e saxitoxina por meio do ultrassom demonstrou-se eficiente. Diante do exposto, evidencia-se a possibilidade de comprometimento da qualidade desse recurso hídrico, o que limita os seus múltiplos usos, considerando-se tanto o abastecimento humano quanto a possibilidade do prejuízo para a proteção da vida aquática. Indicando a necessidade de uma melhor avaliação e monitoramento das cianobactérias, e das possíveis cianotoxinas que podem contribuir com a toxicidade da biota presente, bem como a avaliação de outros possíveis contaminantes como defensivos agrícolas, fármacos e interferentes endócrinos tanto na água quanto no sedimento.

Palavras-chave: Cianobactérias, reservatório, toxicidade e *Cylindrospermopsis raciborskii*

LIRA, V. S. Study of the variation of the chemical, physical and biological conditions in Itupararanga reservoir, Votorantim (SP) and potential influences on the system toxicity. 2015. 93 f. Dissertation (Master's degree Environmental Sciences) – Câmpus Experimental de Sorocaba, UNESP - Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2015.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the limnological and ecotoxicological aspects in Itupararanga reservoir - Votorantim (SP) and their potential influences on the system toxicity, with emphasis on natural cyanobacterial blooms. Therefore, there were four samples in dry periods seeking a chemical, biological and toxicological approaches of surface water and sediment samples. In addition, the isolation and cultivation of the predominant cyanobacteria in the water samples. In order to assess the potential toxicity of strains and identify possible cyanotoxins present in the reservoir's water. The results demonstrated the predominance of cyanobacteria compared to other phytoplankton groups in two study periods, markedly the domain of the species *Cylindrospermopsis raciborskii*, with the amount of cyanobacteria in violation of the CONAMA resolution 357/05. The ecotoxicological tests with superficial water and *Ceriodaphnia dubia* ascertained that caused acute toxicity in the first and third samples in the same collection site, and chronic toxicity earlier in the system in the first collection. Regarding the sediment samples taken in points 2 and 3 had acute toxicity in the first reporting year with high capacity to retain pollutants, which may be contributing to the installation of the system toxicity. Furthermore, the strains isolated from two species of cyanobacteria were proved to produce microcystin and saxitoxin. Subsequently, ecotoxicological assays with the isolated strains showed that same consistent concentrations in Brazilian law for potability (ordinance 2914/2011), these cyanotoxins can cause disturbances to environmental health. The reduction of the toxicity of microcystin and saxitoxin by means of ultrasound was efficient. Given the above, it is evident the possibility of compromising the quality of the water resources, which limits their multiple uses, considering both human consumption and the possibility of injury to the protection of aquatic life. Indicating the need for better evaluation and monitoring of cyanobacteria, and possible cyanotoxins that can contribute to the toxicity of this biota, as well as evaluating other possible contaminants such as pesticides, pharmaceuticals and endocrine disruptors, both in water and in the sediment.

Keywords: Cyanobacteria, reservoir, toxicity and *Cylindrospermopsis raciborskii*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1	16
ASPECTOS LIMNOLÓGICOS E ECOTOXICOLÓGICOS NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA – VOTORANTIM (SP)	16
1. Introdução.....	17
2. Metodologia.....	18
2.1. Área de estudo e pontos de coleta.....	18
2.2. Análises físicas, químicas e biológicas em amostras de água superficial.....	19
2.3. Metais totais em amostras de água superficial.....	20
2.4. Compostos orgânicos voláteis e não voláteis em amostras de água superficial.....	21
2.5. Estudos ecotoxicológicos.....	22
2.6. Tratamento estatístico dos dados	22
3. Resultados.....	23
3.1. Análises físicas, químicas e biológicas das amostras de água superficial	23
3.2. Metais totais e compostos orgânicos voláteis e não voláteis nas amostras de água superficial.....	28
3.3. Testes de toxicidade nas amostras de água superficial	28
4. Discussão.....	30
5. Conclusão	31
Referências	32
CAPÍTULO 2	36
AVALIAÇÃO DA BIODISPONIBILIDADE DE POLUENTES TÓXICOS EM AMOSTRAS SEDIMENTO DO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA - VOTORANTIM-SP.....	36
1. Introdução.....	37
2. Metodologia.....	38
2.1. Área de estudo e pontos de coleta.....	38
2.2. Análises físicas e químicas do sedimento.....	39
2.3. Metais potencialmente biodisponíveis em amostras de sedimento	40
2.4. Metais totais na água intersticial das amostras de sedimento	40
2.5. Estudos ecotoxicológicos.....	40
2.6. Tratamento estatístico dos dados	41
3. Resultados e discussão	41
3.1. Análises físicas e químicas nas amostras de sedimento	41

	11
3.2 Testes de toxicidade com as amostras de sedimento.....	46
4. Conclusão	47
Referências	47
CAPÍTULO 3	50
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TÓXICO DE <i>CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII</i> E	
<i>MICROCYSTIS AERUGINOSA</i> SOBRE <i>CERIODAPHNIA DUBIA</i> ANTES E APÓS TRATAMENTO	
COM ULTRASSOM	
1. Introdução.....	50
2. Metodologia.....	52
2.1 Área de estudo e coleta.....	52
2.2 Isolamento e cultivo de cepas de cianobactérias.....	52
2.3 Quantificação de cianotoxinas.....	53
2.4 Desenho experimental	53
3. Resultados e discussão	54
4. Conclusão	62
Referências	62
CONCLUSÃO GERAL	66
ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP...	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do reservatório de Itupararanga e dos pontos de coleta (P1, P2, P3, P4, P5 e P6). Fonte: Autoria própria.....	19
Figura 2. Resultados das densidades das classes fitoplanctônicas encontradas no reservatório nas amostragens realizadas em julho de 2012 e setembro de 2013 (BA - Bacillariophyceae, CH - Chlorophyceae, CY - Cyanobacteria, DY - Dynophyceae, EU - Euglenophyceae, OE - Oedogoniophyceae, ZY – Zygnemaphyceae).	26
Figura 3. Análise dos componentes principais utilizando as variáveis fósforo total (P), nitrogênio (N), condutividade (Cond), clorofila (Chlor), pH, coliformes totais (T.C.) e termotolerantes (Therm.C.), cianobactérias (Cyano) e transparência (Trans).	27
Figura 4. Resultados dos testes de toxicidade crônica e média de neonatos por indivíduo na exposição da <i>C. dubia</i> às amostras de água superficial.	29
Figura 5. Imagem via satélite em 12/05/14 (Fonte: Google Earth) do Reservatório de Itupararanga. Localização dos pontos de coleta (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) ao longo do sistema, destaque para os municípios abrangidos por ele, bem como da ocupação urbana e intensa atividade agrícola em seu entorno. Fonte: Autoria própria	39
Figura 6. Resultados das frações inorgânicas nas amostras de sedimento, obtidas na 1ª (set/2013) e 2ª (mar/14) coletas.	42
Figura 7. Resultados das análises dos metais biodisponíveis nas amostras de sedimentos coletas no reservatório de Itupararanga.	44
Figura 8. Resultados dos testes de toxicidade crônica e média de neonatos por indivíduo na exposição da <i>C. dubia</i> às amostras de sedimento de Itupararanga.	46
Figura 9. Localização do reservatório de Itupararanga, no qual foram coletados os organismos fitoplanctônicos às margens do sistema.....	52
Figura 10. Demonstração do preparo das soluções para os ensaios ecotoxicológicos.....	54
Figura 11. Resultados das porcentagens de sobrevivência de <i>C. dubia</i> após oito dias de exposição à cianotoxinas, havendo diferença significativa ($p \leq 0.05$) em relação ao controle nos dois últimos tratamentos.	57
Figura 12. Resultados dos testes de toxicidade crônica, indicando a média de neonatos por tratamento em oito dias de exposição.....	59
Figura 13. Resultados dos testes de toxicidade após o tratamento com ultrassom, média de neonatos por tratamento em oito dias de exposição.	60
Figura 14. Resultados do número de organismos sobreviventes, após os testes de toxicidade com as soluções de cianotoxinas brutas e sonicadas.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologias adotadas para as análises físicas, químicas e biológicas da água do Reservatório de Itupararanga.....	20
Tabela 2 - Valores das variáveis obtidas em campo no diferentes períodos de coleta das amostras de água superficiais no reservatório de Itupararanga.	23
Tabela 3 - Concentrações de algumas variáveis químicas (nutrientes) e clorofila-a, obtidas no período avaliado, em comparação com os limites estabelecidos pelo CONAMA nº 357/05, para corpos de água de classe 2.....	24
Tabela 4 - Concentrações das variáveis biológicas (coliformes termotolerantes e totais e contagem de cianobactérias) obtidas no período avaliado, em comparação com os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05, para corpos de água de classe 2.	25
Tabela 5 - Abundâncias relativas das classes fitoplanctônicas encontradas no reservatório nas amostragens realizadas em julho de 2012 e setembro de 2013.	26
Tabela 6. Resultados das porcentagens de mortalidade obtidas nos ensaios de toxicidade com <i>C. dubia</i> durante oito dias de exposição às amostras de água superficial.....	28
Tabela 7. Valores dos coeficientes de correlação linear de Spearman para a quantidade de cianobactérias, a média de neonatos e a taxa de mortalidade em cada ponto de coleta, para as duas coletas que contemplaram seis pontos.	29
Tabela 8. Metodologias para a realização das análises físicas e químicas das amostras de sedimento do Reservatório de Itupararanga.	39
Tabela 9. Porcentagens de matéria orgânica encontradas no Reservatório de Itupararanga nas amostragens realizada em setembro (2013) e em março (2014).	41
Tabela 10. Resultados das análises dos metais totais presentes na água intersticial provenientes das amostras de sedimentos coletadas no reservatório de Itupararanga.....	42
Tabela 11. Autovetores das variáveis físicas e químicas das amostras de sedimento, obtidas por meio da Análise de Componentes Principais, e autovalores dos eixos 1, 2 e 3 para as duas coletas.	45
Tabela 12. Cepas isoladas de alguns corpos d'água brasileiros, e respectivas cianotoxinas analisadas.....	55

INTRODUÇÃO

Os reservatórios são ecossistemas aquáticos complexos, definidos como sistemas artificiais híbridos entre rios e lagos. Construídos pelo homem, visam o acúmulo de água para múltiplos usos, entre eles, a pesca, a geração de energia elétrica, dessedentação animal, abastecimento, irrigação, controle de enchentes entre outros fins (Esteves, 2011; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Diversas ações antrópicas interferem na qualidade da água, nos mecanismos de funcionamento e na sucessão das comunidades aquáticas (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008), comprometendo os seus múltiplos usos.

Os principais fatores desencadeadores da degradação da qualidade da água são as fontes de poluição pontual, introduzidas diretamente no ambiente como os esgotos domésticos e industriais, e as difusas, caracterizadas por serem de difícil visualização e quantificação, como o escoamento urbano, agrícola e a poluição atmosférica (Tundisi et al., 2008).

Dentre os processos de degradação da qualidade das águas tem-se a eutrofização, processo no qual ocorre a proliferação de algas, como as cianobactérias potencialmente tóxicas. Além desta, distintas fontes de poluição contribuem para a entrada de diferentes classes de compostos químicos potencialmente tóxicos no ambiente aquático. Tais contaminantes instalados nos corpos hídricos podem permanecer na coluna de água ou precipitarem, constituindo os sedimentos, afetando em ambas situações, a biota.

Nesses ambientes dinâmicos e complexos, a interface água-sedimento-biota precisa ser compreendida, bem como relacionada às principais influências do entorno que acarretam ao desequilíbrio ambiental.

Nesse contexto, muitas interações podem ocorrer, maximizando ou anulando os efeitos tóxicos. O compartimento sedimento tende ser um depósito para muitos poluentes sintéticos de difícil degradação (Fracácio et al., 2009). Consequentemente representa uma fonte de poluição dentro do próprio ambiente aquático, devendo também ser analisado química e ecotoxicologicamente para compreensão da dinâmica e influências toxicológicas do sistema (Fracácio et al., 2009).

Diante da problemática acima descrita e considerando a toxicidade em corpos de água brasileiros, a legislação tem estabelecido critérios para monitorá-la e controlá-la, tais como a descrição no Art.14 da Resolução nº CONAMA 357/05 (Brasil, 2005) que determina para águas classificadas como 1 e 2 (que servem desde o abastecimento público; proteção das comunidades aquáticas; contato direto; agricultura até a atividade pesqueira) ausência de potencial para causar efeito tóxico crônico a organismos aquáticos, detectados por meio de testes de toxicidade com organismos-teste de diferentes níveis tróficos.

Em função dos múltiplos usos do reservatório de Itupararanga para a sociedade, destaca-se o abastecimento público no município de Sorocaba, além de enquadrar-se como classe 2, que dentre outros usos prevê a proteção da biota aquática. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos limnológicos e ecotoxicológicos no reservatório de Itupararanga e suas potenciais influências na toxicidade do sistema.

Desta forma, o presente trabalho foi subdividido em três capítulos, no primeiro capítulo foram analisados os aspectos limnológicos e ecotoxicológicos da água superficial do reservatório e suas potenciais influências na toxicidade do sistema. Para tanto, foram analisados todos os parâmetros contemplados no CONAMA nº 357/05 para águas classe 2.

Com exceção à contagem de cianobactérias, todos os resultados estavam em acordo com a legislação supracitada. Portanto, procurou-se investigar a problemática no referido sistema, bem como as possíveis variáveis para tal resultado.

Sendo o sedimento fonte de poluição difusa, em potencial, torna-se fundamental avaliar os processos de contaminação e eutrofização aquática (Adam, 2003). Haja visto que os possíveis contaminantes podem se tornar biodisponíveis para a coluna de água (Mozetto & Zagatto, 2008). Em sequência, no segundo capítulo investigou-se as condições físicas, químicas e toxicológicas do sedimento do referido reservatório, bem como a biodisponibilidade dos metais presentes e possíveis influências sobre a biota.

E por fim, sendo a proliferação de cianobactérias a mais provável causa de toxicidade no sistema, no terceiro capítulo investigou-se se as espécies de cianobactérias dominantes, isoladas do reservatório, eram produtoras de cianotoxinas. E se tais substâncias em concentrações permitidas pela legislação brasileira vigente para potabilidade possuíam potencial de comprometer a biota aquática. E devido à capacidade de liberar cianotoxinas e tratando-se de um problema mundialmente relatado, o presente estudo também verificou a potencial eficácia no uso do ultrassom para a redução da possível toxicidade dessas cianotoxinas.

Diante do conhecimento da problemática relacionada e a presença de florações de cianobactérias, detectadas por diferentes autores (Moschini-Carlos, 2007; Cunha & Calijuri, 2011; Vargas, 2012; Cetesb, 2014, Cetesb, 2015) justifica-se o estudo das influências espaciais do sistema Itupararanga na toxicidade do sistema, enfatizando-se o potencial ecotoxicológico das florações predominantes a partir da exposição de organismos-teste representativos de coluna de água; além de um tratamento alternativo para remediação das mesmas.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS LIMNOLÓGICOS E ECOTOXICOLÓGICOS NO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA – VOTORANTIM (SP)

Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar os aspectos limnológicos e ecotoxicológicos no reservatório de Itupararanga – Votorantim (SP) e suas potenciais influências na toxicidade do sistema. Para tanto, foram realizadas três amostragens em períodos secos e análise da variação horizontal das condições físicas (temperatura, transparência), químicas (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, nutrientes e clorofila *a*), biológicas (coliformes e contagem de cianobactérias) e ecotoxicológicas (testes de toxicidade com amostras de água utilizando-se como organismo-teste *Ceriodaphnia dubia*). Os resultados demonstraram o predomínio de cianobactérias, em relação aos demais grupos fitoplanctônicos em dois períodos de estudo, com domínio da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, estando a quantidade de cianobactérias em desacordo com a resolução CONAMA nº 357/05. Também foi averiguado toxicidade aguda na primeira e terceira amostragens no mesmo local de coleta e toxicidade crônica no início do sistema na primeira coleta. O predomínio de cianobactérias no sentido montante-jusante e os resultados de toxicidade são um indício de que o sistema está sujeito a fatores de estresse que podem prejudicar o desenvolvimento e a reprodução da biota presente, assim como o domínio da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, indicando a necessidade de uma melhor avaliação e monitoramento das cianobactérias, e das possíveis cianotoxinas que podem contribuir com a toxicidade da biota presente. Para melhor compreensão da toxicidade detectada no reservatório de Itupararanga, faz-se necessário a averiguação de outros poluentes emergentes, tanto na água quanto no sedimento.

Palavras-chave: Cianobactérias, reservatório, toxicidade e *Cylindrospermopsis raciborskii*

1. Introdução

Os reservatórios de água são complexos sistemas intermediários entre rios e lagos cuja evolução depende da entrada de várias informações no tempo e espaço, ou seja, são partes integrantes de uma bacia hidrográfica, e, portanto, excelentes detectores de todos os impactos das atividades antropogênicas (Tundisi et al., 2008). O aporte de material alóctone proveniente de tais atividades podem comprometer a qualidade da água nesses sistemas.

Dentre os processos de degradação da qualidade das águas, a eutrofização desencadeia uma série de efeitos indesejáveis, considerando-se a proteção da vida aquática e outros usos. Dentre esses efeitos, pode-se citar a depleção do oxigênio, a perda de biodiversidade, a morte extensiva de peixes, a proliferação de algas e macrófitas aquáticas, aumento dos custos para tratamento de água e geração de energia, e especialmente o aumento na ocorrência de proliferação de cianobactérias (Sotero-Santos, 2008; Esteves, 2011; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2011). Muitos gêneros de cianobactérias produzem toxinas que podem levar a toxicidade aguda ou crônica das comunidades aquáticas. Em especial tem se destacado o gênero *Cylindrospermopsis*, considerado potencialmente tóxico pela literatura, devido à capacidade de produção de hepatotoxinas e neurotoxinas (Hawkins et al., 1985; Lagos et al., 1999; Hoff-Rissetti, 2013; Borges et al., 2015) cujos principais efeitos em camundongos são respectivamente lesões no fígado, rins, intestino, coração e paralisia (Falconer & Humpage, 2006; Sant'Anna et al., 2006).

Outra preocupação com cianotoxinas provenientes de cianobactérias é sobre a possibilidade de bioacumulação e transferência das mesmas, por meio da ingestão de animais que se alimentam de cianobactérias, acumulando as toxinas em seus tecidos, oferecendo sérios riscos à saúde ambiental e humana (Ferrão-Filho & Kozlowsky-Suzuki, 2011).

Uma das ferramentas para se avaliar a toxicidade de amostras ambientais consiste na exposição de organismos-teste ao que se pretende avaliar, observando-se resposta aguda (mortalidade), ou crônica (alterações comportamentais, fisiológicas, bioquímicas, histológicas, reprodutivas, dentre outras) (Aragão & Araújo, 2006). Segundo Bertoletti & Zagatto (2006) o uso de análises ecotoxicológicas, ao longo do tempo, tem demonstrado a sua importância como instrumento no gerenciamento ambiental, destacando a necessidade de se basearem em métodos padronizados para diferentes organismos com metodologias nacionais e/ou internacionais.

Nesta perspectiva, o Art.14 da Resolução CONAMA nº 357/05 (Brasil, 2005) estabelece que para águas doce de classe 2 (enquadramento do reservatório de Itupararanga) não deve ser verificado efeito tóxico crônico a organismos, o qual deve ser comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

Considerando-se as evidências acima citadas, e a importância dos recursos hídricos em suas diversas utilidades ambientais, sociais e econômicas, torna-se importante o conhecimento das condições químicas e toxicológicas dos corpos de água. Desta maneira, o objetivo desse trabalho foi avaliar as condições limnológicas e ecotoxicológicas da água do reservatório de Itupararanga, com o intuito de relacioná-las aos problemas com a toxicidade e consequente proteção da vida aquática.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo e pontos de coleta

O referido reservatório está instalado na Bacia do Alto Sorocaba (SP), possuindo uma área de aproximadamente 929 km². Sua área de drenagem é de 11.829 km² (CETESB, 2015), abrangendo os municípios de Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Grande Paulista e Votorantim, no interior do estado de São Paulo. É formada pelos rios Sorocabuçu, Sorocamirim e Una, que são os formadores o Rio Sorocaba (Vargas, 2012). Abrigando a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo, Unidade de Conservação Ambiental, além de uma Área Natural Tombada em Caucaia do Alto (Pedrazzi et al., 2013). A represa de Itupararanga foi uma das primeiras do Brasil, iniciando o seu funcionamento em 1914. Em 1998, através da Lei Estadual nº 10.100 ela foi transformada em Área de Preservação Ambiental (APA), sendo regulamentada no ano de 2003, pela Lei Estadual Nº 11.579 (Taniwaki et al., 2013b).

Segundo Sardinha et al. (2010), a temperatura média anual da região é de 20 °C com clima úmido quente e com inverno seco, possuindo no semestre seco maior evaporação em comparação com a precipitação na bacia do Alto Sorocaba.

Para a caracterização horizontal do sistema foram definidos seis pontos ao longo do sistema, conforme figura 1, do início do sistema, à montante (P1 e P2), na zona transicional fluvial-lacustre (P3), no corpo central (P4), à jusante (P5 e P6) e no final do sistema (P6); em função de haver uma base de dados limnológicos comparativos ao longo do tempo (Cunha & Calijuri, 2011; Taniwaki et al., 2011; Pavão, 2011; Beghelli et al. 2012; Cunha, 2012; Vargas, 2012; Pedrazzi et al., 2013; Taniwaki et al., 2013a; CETESB, 2013, 2014 e 2015).

Foi realizada uma amostragem preliminar em julho de 2012 (P1 – montante e P6 – jusante) e mais duas amostragens no ano de 2013, no final dos meses de abril e setembro. O período

considerado foi a época seca, sendo mais provável o acúmulo de poluentes e proliferações de cianobactérias.

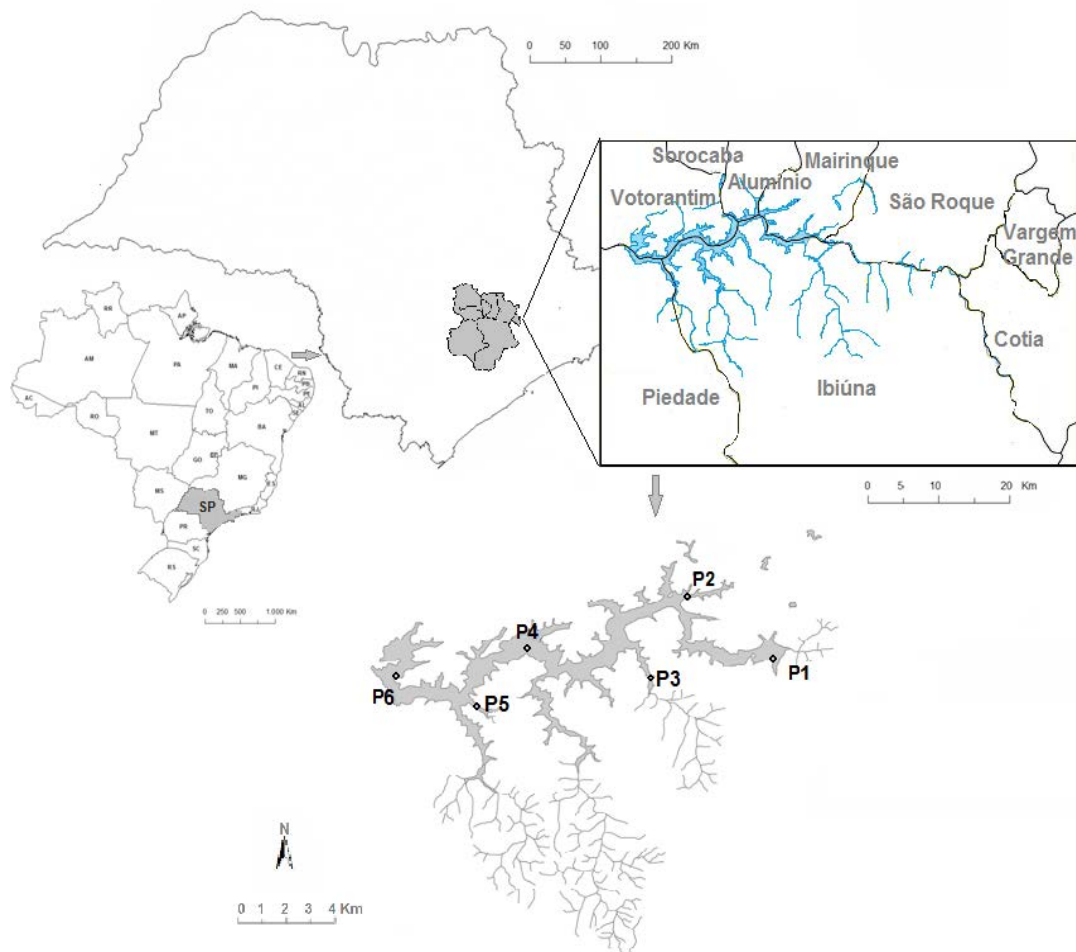


Figura 1 - Localização do reservatório de Itaparanga e dos pontos de coleta (P1, P2, P3, P4, P5 e P6). Fonte: Autoria própria

2.2. Análises físicas, químicas e biológicas em amostras de água superficial.

As coletas das amostras sub-superficiais de água para avaliação das variáveis físicas, químicas e biológicas, foram coletadas diretamente em garrafas de polietileno sendo acondicionadas e preservadas para posterior análise conforme metodologia apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Metodologias adotadas para as análises físicas, químicas e biológicas da água do Reservatório de Itupararanga

Variáveis	Unidades	Metodologia	Referência
pH	-	Potenciométrico	-
Condutividade elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Potenciométrico	-
Oxigênio dissolvido	mg.L^{-1}	Potenciométrico	-
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$		
Transparência da água	cm	Disco de Secchi	Wetzel & Likens (1991)
Microcistinas	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Espectrofotometria	APHA (2005)
Nitrito (NO_2) e Nitrato (NO_3)	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Espectrofotometria	APHA (2005)
Íon Amônio (NH_4)	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Espectrofotometria	APHA (2005)
Nitrogênio Orgânico Total (NOT)	mg.L^{-1}	Espectrofotometria	APHA (2005)
Fosfato total dissolvido (PO_4), fosfato inorgânico (PI) e fósforo total (PT).	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Espectrofotometria	USEPA (2005)
Sulfeto (SO_2), Sulfato (SO_3), Íon Cloreto e Demanda química de oxigênio (DQO)	mg.L^{-1}	Espectro colorimétrico (Kit-Hatch)	USEPA (2005)
Coliformes	NMP	Colorimétrico (Collilert)	APHA (2005)
Clorofila <u>a</u>	mg.L^{-1}	Espectrofotometria	Nush (1980)

Também foram coletadas amostras para análise qualitativa do fitoplâncton, utilizando-se redes de malha de $20\mu\text{m}$ e fixadas com formaldeído a 4%. Para análise quantitativa, as amostras da água bruta foram fixadas com lugol acético 1%. A contagem foi realizada através do método descrito por Utermöhl (1958), em câmaras de sedimentação e microscópio invertido Zeiss (Axiovert 40C). A composição taxonômica foi analisada somente na primeira (jul/12) e terceira amostragens (set/13), devido à demanda de tempo necessária para tal análise.

O número de algas e cianobactérias contabilizado por taxa foi convertido em concentração por unidade de volume da amostra, segundo a equação (1) de APHA (2005):

$$\text{Organismos (ind mL}^{-1}\text{)} = (\text{N} \times \text{At}) / (\text{Vs} \times \text{Ac}) \quad (1)$$

Onde:

N = número de organismos contados,

At = Área total do fundo da câmara (mm²),

Ac = área contada (campos ou transectos) (mm²) e

Vs = Volume da amostra utilizada na câmara (mL).

2.3. Metais totais em amostras de água superficial

As amostras de água coletadas para as análises de metais totais foram acondicionadas em garrafas plásticas com capacidade para 1 L e fixadas com 1,5 ml de ácido nítrico concentrado. Na empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP, as amostras foram concentradas até 100 ml, com auxílio de uma placa aquecedora em capela. No decorrer do processo, foram adicionados 5 ml de ácido nítrico por amostra. O material concentrado foi filtrado e introduzido em balões volumétricos de 100 mL, completando-se o volume para 100 mL. Sendo a leitura dos metais totais realizada em um ICP-MS (espectrômetro de massa por plasma acoplado indutivamente, USEPA 6020, 2007), na empresa Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP.

2.4. Compostos orgânicos voláteis e não voláteis em amostras de água superficial

Foram realizadas análises dos compostos orgânicos voláteis previstos no CONAMA 357/05, seguindo-se as metodologias descritas nos métodos 8260 B e C da USEPA; os compostos orgânicos não voláteis presentes na mesma legislação, segundo método descrito por USEPA 8270D e SMEWW 6410B. As amostras de água foram coletadas em garrafas de vidro com capacidade para 1 L, armazenadas em caixas térmicas com gelo e levadas dentro de 12 h para a empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP, onde ocorreu o tratamento, processamento e leitura das amostras em Cromatógrafo Gasoso acoplado ao Espectro de Massa (GCMS).

2.5. Estudos ecotoxicológicos

As amostras de água foram avaliadas ecotoxicologicamente expondo-se o organismo-teste *Ceriodaphnia dubia* por 8 dias às amostras de água coletadas, sendo 10 réplicas com um organismo em cada, seguindo-se as recomendações de ABNT NBR 13373 (2011). A dureza, o pH e o oxigênio dissolvido foram monitorados a cada troca de água que ocorreu a cada 2 dias. Foram avaliados os parâmetros agudo e crônico, correspondentes à mortalidade e a quantidade de neonatos, respectivamente, em comparação aos mesmos parâmetros obtidos dos indivíduos controles, sendo os testes mantidos nas mesmas condições em incubadoras com variáveis controladas: temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 16 horas de luz e 600 lux.

2.6. Tratamento estatístico dos dados

As significâncias das avaliações de mortalidade e reprodução, nos diferentes experimentos, foram obtidas utilizando-se respectivamente o Teste-t com ajuste de Bonferroni e Teste de Kruskal-wallis, como especificados no software Toxstat 3.5 (West Inc. & Gulley, 1996). Foi realizada Análise de Componentes Principais (PCA) a fim de comparar a distribuição das variáveis químicas e biológicas nos locais de amostragem, através do software PAST 2.17 (Hammer et al., 2001). Bem como, análise de correlação de Spearman entre a quantidade de cianobactérias, mortalidade e reprodução dos organismos-teste, também pelo software BioEstat 5.0 (Ayres, 2007).

3. Resultados

3.1. Análises físicas, químicas e biológicas das amostras de água superficial

As temperaturas aferidas em campo foram muito próximas entre as coletas, sendo 18.6 °C a mínima (jul/12 - inverno) e máxima de 22.6 °C (abr/13 – outono); a máxima transparência obtida foi de 185 cm e a mínima de 101 cm; as concentrações de oxigênio dissolvido variaram entre 6.3 a 9.5 mg L⁻¹; com relação ao pH obteve-se um mínimo e um máximo de 7.7 e 8.6 respectivamente, sendo a maior amplitude na terceira coleta (set/13 – primavera); a condutividade elétrica oscilou de 70 a 105.3 μS cm⁻¹, estando os dados disposta na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores das variáveis obtidas em campo no diferentes períodos de coleta das amostras de água superficiais no reservatório de Itupararanga.

	Temperatura (C°)			Transparência (cm)			OD (mg L-1)			pH			Condutividade (μS cm ⁻¹)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
P1	19.9	20.6	21	185	136	101	7.4	8.2	6.6	8.4	7.7	7.8	79.1	105.3	79.1
P2	*	22.4	21.6	*	117	143	*	9.5	8.3	*	7.8	8.2	*	101.8	73.2
P3	*	22.1	22.3	*	162	113	*	8.4	7.5	*	7.9	7.8	*	89.4	70.0
P4	*	22.6	22.2	*	142	141	*	8.7	8.0	*	7.8	8.6	*	102.0	71.2
P5	*	22.6	20.8	*	128	115	*	8.6	8.2	*	8.2	8.3	*	94.9	75.3
P6	18.6	22.4	20.7	172	156	126	6.3	*	8.4	8.3	8.0	8.3	77.3	93.8	76.0
Ampl.	1.3	2.0	1.6	13	45	42	1.1	1.3	1.8	0.1	0.5	0.8	1.8	15.9	9.1
Média	19.3	22.1	21.4	178.5	140.2	123.2	6.8	8.7	7.8	8.4	7.9	8.2	78.2	97.9	74.1
Desvio (±)	0.9	0.8	0.7	9.2	16.9	16.6	0.8	0.5	0.7	0.1	0.2	0.3	1.3	6.1	3.3

A – jul/12; B - abr/13; C – set/13; OD - Oxigênio Dissolvido; * - não realizado; Ampl. – Amplitude.

O fósforo total variou de concentrações menores que 0.01 a 0.90 mg L⁻¹; o nitrogênio orgânico total também oscilou de concentrações menores que 0.01 a 1.12 mg L⁻¹; as concentrações de clorofila – a apresentaram um mínimo e um máximo de 9.0 e 28.77 μg L⁻¹, respectivamente (Tab.4).

Tabela 3 - Concentrações de algumas variáveis químicas (nutrientes) e clorofila-a, obtidas no período avaliado, em comparação com os limites estabelecidos pelo CONAMA n° 357/05, para corpos de água de classe 2.

	Variáveis químicas								
	Fósforo Total (mg L ⁻¹)			Nitrogênio Orgânico Total (mg L ⁻¹)			Clorofila – a (µg L ⁻¹)		
	jul/12	abr/13	set/13	jul/12	abr/13	set/13	jul/12	abr/13	set/13
P1	0.10	0.01	0.20	0.28	0.22	0.60	9.00	28.77	13.60
P2	*	<0.01	0.10	*	0.20	<0.01	*	19.11	21.40
P3	*	<0.01	0.09	*	0.20	<0.01	*	18.47	13.21
P4	*	<0.01	0.12	*	0.22	<0.01	*	16.49	12.43
P5	*	<0.01	0.07	*	0.22	0.30	*	15.77	19.72
P6	0.90	<0.01	<0.01	0.13	1.12	0.40	9.10	11.30	15.40
CONAMA									
n° 357/05	0.03[#]			1.27			30		
Classe 2									

< – Menores que; * - Não realizado; [#] - Valor máximo permitido para ambientes lênticos.

Em relação as variáveis biológicas, os coliformes termotolerantes alternaram de não detectados a 185 NMP 100 mL⁻¹; os coliformes totais também variaram de 15.1 a 1413.6 NMP 100 mL⁻¹, a contagem de cianobactérias oscilou de 2.846 a 244.922 ind mL⁻¹, as maiores concentrações se deram na segunda coleta (set/2013), variáveis dispostas na Tabela 4.

Tabela 4 - Concentrações das variáveis biológicas (coliformes termotolerantes e totais e contagem de cianobactérias) obtidas no período avaliado, em comparação com os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05, para corpos de água de classe 2.

	Variáveis biológicas								
	Coliformes Termotolerantes (NMP 100 mL ⁻¹)			Coliformes Totais (NMP 100 mL ⁻¹)			Cianobactérias (ind mL ⁻¹)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
P1	ND	1.0	185.0	20.5	88.9	960.6	2846	7469	7390
P2	*	3.1	8.6	*	53.0	360.9	*	174497	51252
P3	*	6.2	9.8	*	121.1	1413.6	*	244922	50120
P4	*	ND	3.1	*	189.2	727.0	*	113884	22511
P5	*	1.0	3.0	*	27.4	648.8	*	48579	31859
P6	ND	1.0	3.0	15.1	36.8	613.1	21747	210355	55783
CONAMA n° 357/05 Classe 2	<1000			#			50000		

A – jul/12; B - abr/13; C – set/13; # - Não apresenta limite estabelecido pelo CONAMA 357/05; < – Menores que; * - Não realizado; ND – não detectado.

Foram detectadas microcistinas em jul/2012 (P1 e P6) e abr/13 em todos os pontos de coleta em concentrações menores que 0.1 µg.L⁻¹ e não sendo detectadas na última coleta. Na análise quantitativa das classes fitoplanctônicas, com exceção ao ponto 1 na primeira coleta, notou-se o domínio da classe Cyanobacteria, seguida pela classe Chlorophyceae em todos os pontos (Fig. 2), com as maiores abundâncias relativas da classe Cyanobacteria no ponto 6, na primeira e terceira coletas, com 80.2% e 71.8%, respectivamente e nos pontos 2 (72.3%) e 5 (75.2%), em set/13, conforme Tab. 5.

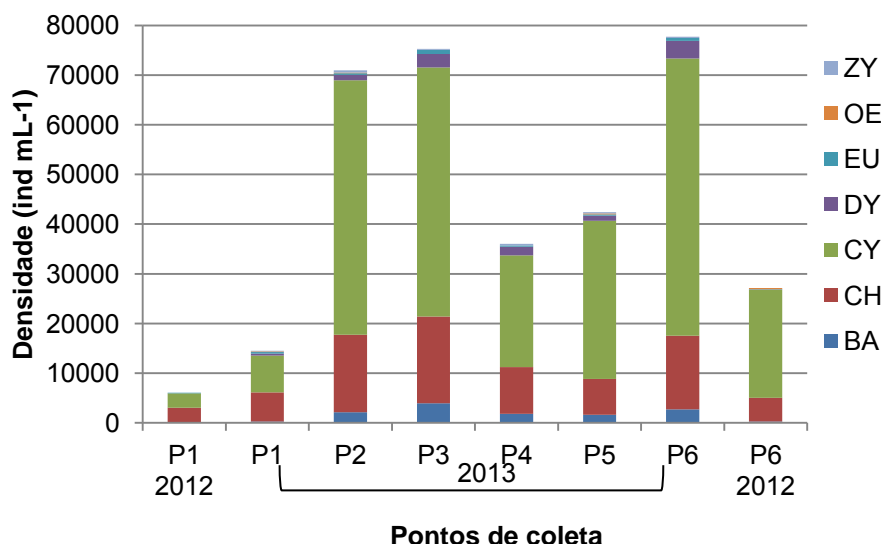


Figura 2. Resultados das densidades das classes fitoplanctônicas encontradas no reservatório nas amostragens realizadas em julho de 2012 e setembro de 2013 (BA - Bacillariophyceae, CH - Chlorophyceae, CY - Cyanobacteria, DY - Dynophyceae, EU - Euglenophyceae, OE - Oedogoniophyceae, ZY - Zygnemaphyceae).

Tabela 5 - Abundâncias relativas das classes fitoplanctônicas encontradas no reservatório nas amostragens realizadas em julho de 2012 e setembro de 2013.

CLASSES	Abundância relativa (%)							
	P1		P2		P3		P6	
	Jul/12	Set/13	Set/13	Set/13	Set/13	Set/13	Jul/12	Set/13
BA	2.1	1.8	3	5.2	5	3.8	0.9	3.5
CH	48.3	40.4	22	23.3	26.2	17	17.5	19.1
CY	46.9	50.9	72.3	66.6	62.5	75.2	80.2	71.8
DY	0	2.9	1.6	3.6	4.7	2.4	0	4.6
EU	2.8	2.3	0.4	1.1	0.7	0.6	0.52	0.7
OE	0	0.6	0.2	0	0	0.4	0.8	0
ZY	0	1.2	0.6	0.2	0.9	0.6	0	0.4

BA - Bacillariophyceae, CH - Chlorophyceae, CY - Cyanobacteria, DY - Dinophyceae, EU - Euglenophyceae, OE - Oedogoniophyceae, ZY - Zygnemaphyceae).

Em relação a coleta de abril/13, a PCA usando 9 variáveis explicou 67 % da variação dos dados nos dois primeiros eixos de ordenação. As variáveis que mais contribuíram para a ordenação do eixo 1 foram condutividade, clorofila, fósforo total e cianobactérias. Houve correlação entre as cianobactérias, pH, transparência e nitrogênio. Os coliformes fecais, totais, pH, transparência e as cianobactérias foram as variáveis que mais contribuíram para ordenação do eixo 2. Havendo correlação entre os coliformes termotolerantes, totais, transparência e as cianobactérias, como se pode observar na Figura 3.

Na coleta seguinte (setembro/13) as mesmas 9 variáveis também explicaram 72.6 % da variação dos dados nos dois primeiros eixos de ordenação. Coliformes totais, cianobactérias, fósforo e nitrogênio foram as variáveis que mais contribuíram para ordenação do eixo 1. Coliformes termotolerantes, nitrogênio e fósforo se correlacionaram, muito provavelmente devido à descarga de efluentes, como esgoto não tratado. De forma semelhante a coleta anterior, transparência, cianobactérias e pH se correlacionaram (Fig. 3). Coliformes totais, condutividade, clorofila e nitrogênio total foram as que mais contribuíram para ordenação do eixo 2. Havendo correlação entre condutividade, clorofila e nitrogênio.

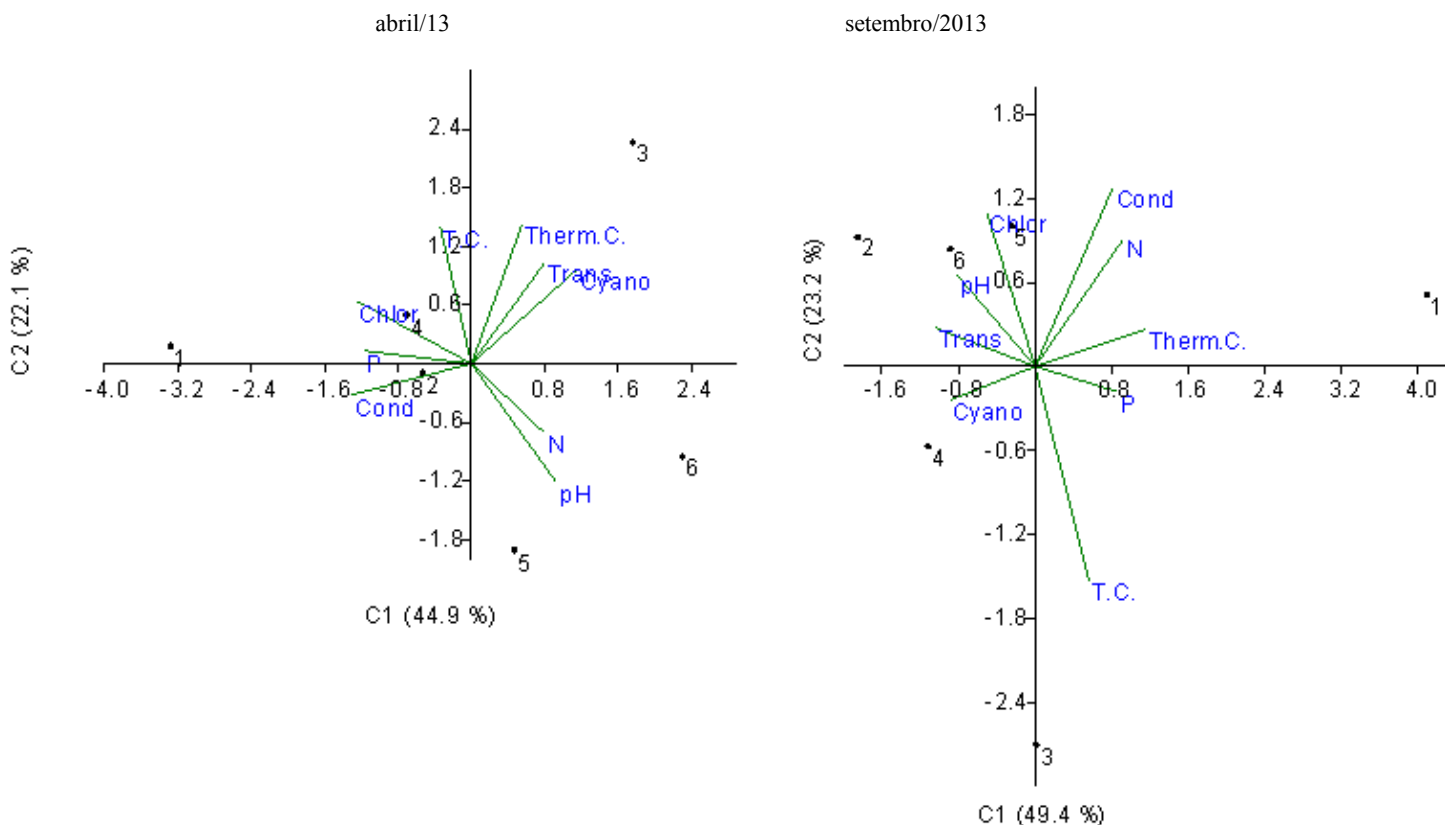


Figura 3. Análise dos componentes principais utilizando as variáveis fósforo total (P), nitrogênio (N), condutividade (Cond), clorofila (Chlor), pH, coliformes totais (T.C.) e termotolerantes (Therm.C.), cianobactérias (Cyano) e transparência (Trans).

3.2. Metais totais e compostos orgânicos voláteis e não voláteis nas amostras de água superficial

A empresa de consultoria Bioagri Ambiental (Mérieux NutriSciences) – Piracicaba-SP realizou a análise de todos os parâmetros contemplados no CONAMA nº 357/05 das amostras de água provenientes da segunda coleta (abr/13). Com exceção à contagem de cianobactérias (Tabela 4), todos os resultados estavam em acordo com a legislação acima citada (anexo A).

Portanto, nas coletas seguintes procurou-se investigar a problemática no referido sistema, bem como as possíveis variáveis para tal resultado. Visto que, esses resultados associados com a abundância de cianobactérias detectadas revelam que há uma necessidade de investigação sobre o potencial das cepas serem tóxicas e o quanto podem influenciar na toxicidade aguda e crônica dos organismos aquáticos.

3.3. Testes de toxicidade nas amostras de água superficial

Em relação à toxicidade, as amostras da primeira coleta (jul/12) registraram toxicidade, sendo ela aguda no ponto 6 (Tab. 6) e crônica no ponto 1 (Fig. 2). Na terceira coleta (set/13) novamente houve toxicidade aguda no ponto 6, apesar de não haver diferenças significativas entre os outros pontos em comparação ao controle, pode-se observar que a reprodução foi reduzida nos pontos 3, 4 e 5; sendo quatro vezes menor nos pontos 3 e 4 quando comparados ao controle (Fig. 2).

Tabela 6. Resultados das porcentagens de mortalidade obtidas nos ensaios de toxicidade com *C. dubia* durante oito dias de exposição às amostras de água superficial.

Coletas	Mortalidade (%)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Controle
jul/12	20	-	-	-	-	60*	0
abr/13	30	40	10	20	20	0	10
set/13	0	10	30	30	10	40*	0

- não realizado; * $p \leq 0.05$

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

unesp
Sorocaba

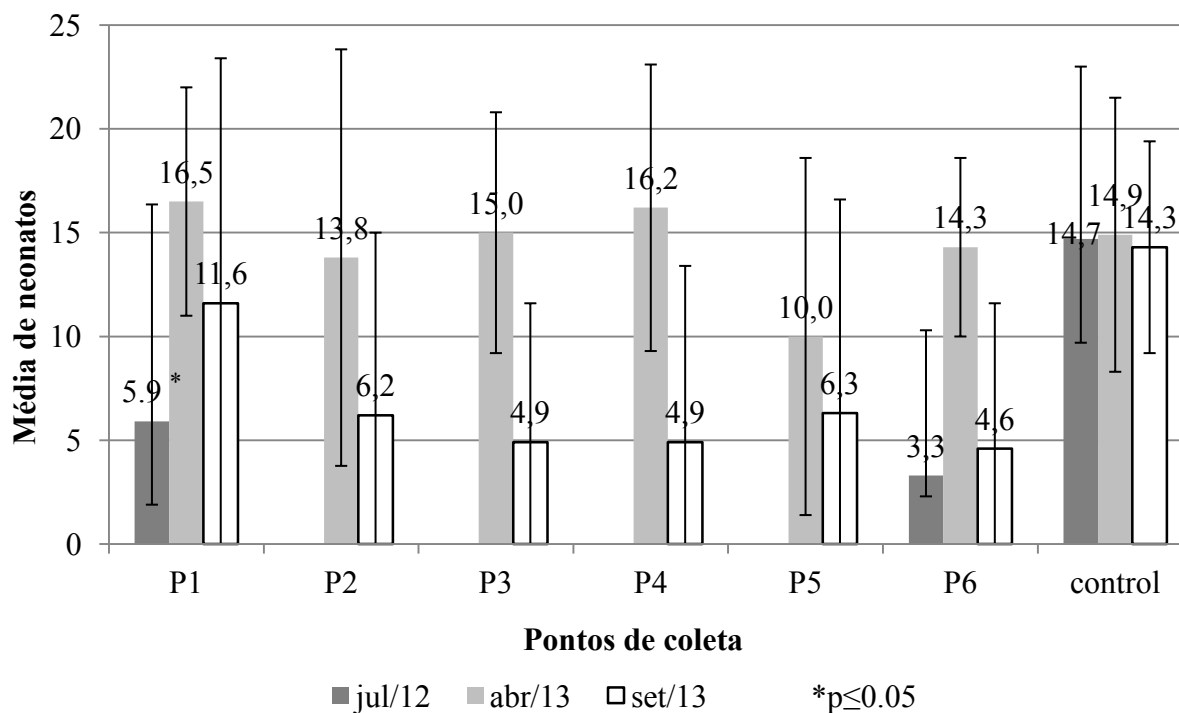


Figura 4. Resultados dos testes de toxicidade crônica e média de neonatos por indivíduo na exposição da *C. dubia* às amostras de água superficial.

Não houve correlação entre os resultados de toxicidade e os resultados dos ensaios ecotoxicológicos, como se pode verificar na Tabela 7.

Tabela 7. Valores dos coeficientes de correlação linear de Sперman para a quantidade de cianobactérias, a média de neonatos e a taxa de mortalidade em cada ponto de coleta, para as duas coletas que contemplaram seis pontos.

Coletas	Cianobactérias (ind mL ⁻¹) X Média de neonatos		
	Coefficiente de Sперman	t	p
abr/13	-0.2000	-0.4082	0.7040
set/13	-0.5508	-1.3198	0.2573
Coletas	Cianobactérias (ind mL ⁻¹) X Mortalidade (%)		
	Coefficiente de Sперman	t	p
abr/13	-0.5798	-1.4231	0.2277
set/13	0.6179	1.5718	0.1910

4. Discussão

Somente a transparência da água e condutividade elétrica apresentaram variações entre os seis pontos de coletas nos três períodos amostrados, as maiores amplitudes e desvios ocorreram para a variável transparência (Tab. 2). Apesar das coletas terem ocorrido em estações distintas (inverno, outono e primavera), as variáveis analisadas mantiveram-se estáveis, com valores semelhantes aos encontrados em outros estudos em períodos secos no reservatório (Cunha & Calijuri, 2011; Taniwaki et al., 2011; Pedrazzi et al., 2013; Taniwaki et al., 2013a).

O fósforo total em jul/12, nos pontos 1 e 6, e set/13, pontos 1, 2, 3, 4 e 5, esteve acima do permitido pela legislação brasileira vigente. Há relatos que no referido local existe grande interferência antrópica, devido à descarga de efluentes domésticos no reservatório, a carga de nutrientes advindas de atividades agrícolas (Conceição et al., 2011; Beghelli et al., 2012; Silva et al., 2015), assim como dos rios Sorocabuçu e Sorocamirim e do córregos do Campo Verde, Ressaca e Paruru (Cunha & Calijuri, 2011; Pedrazzi et al., 2013). Além das entradas atmosféricas de elementos/compostos como potássio (K^+), fosfato (PO_4^{3-}) e nitrato (NO_3^-) através das águas pluviais (Conceição et al., 2011).

A dominância da classe Cyanobacteria destacou-se nos três períodos amostrais ao longo do sistema estudado, apesar das baixas quantidades de nitrogênio total. Sotero-Santos et al. (2008) também observaram a predominância da mesma classe sob baixas concentrações de fósforo (0.057 a 0.148 mg L^{-1}) e nitrogênio (0.41 a 1.28 mg L^{-1}) totais.

No reservatório de Itupararanga tem sido registrada a presença constante de cianobactérias (Moschini-Carlos et al., 2007; Cunha & Calijuri, 2011; Vargas, 2012) e crescimento do grau de trofia nos últimos anos; entre 2008 e 2011 a concentração variou de 2.000 org mL^{-1} para mais de 65.000 org mL^{-1} , segundo o relatório anual da qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013 (CETESB, 2014). Pode-se observar que esse aumento segue o sentido montante-jusante, as maiores abundâncias relativas foram registradas próximo à barragem (Tabela 5), característica confirmada por Taniwaki et al. (2011) e Cunha (2011) em estudos anteriores no mesmo reservatório.

Em todos os pontos e nos distintos períodos de amostragem houve predominância da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, fato que tem sido reportado nos últimos anos (Cunha & Calijuri, 2011; Vargas, 2012; CETESB, 2013, 2014, 2015). Essa espécie é potencialmente produtora de neuro e hepatotoxinas (Hawkins et al., 1985; Lagos et al., 1999; Hoff-Rissetti, 2013; Restani & Fonseca, 2014).

Na região fluvial, no início do sistema, ocorreram as menores densidades da comunidade fitoplactônica, havendo um incremento ao longo do reservatório. Tal comportamento também foi

afirmado por Soares et al. (2012), que avaliaram a distribuição de cianobactérias no reservatório de Funil (RJ), constantemente eutrofizado.

Assim sendo, este fato pode explicar a causa da toxicidade aguda sobre *C. dubia* (Tabela 6) expostas às amostras de água provenientes do ponto 6 (montante), na primeira (jul/2012) e terceira (set/2013) amostragens. Corroborando com esses resultados, no ano de 2012 a agência ambiental do estado de São Paulo constatou que 50% das amostras obtidas próxima à barragem, apresentaram toxicidade aguda sobre *C. dubia* (CETESB, 2013), percebendo uma melhora nos resultados os ensaios ecotoxicológicos no ano seguinte (CETESB, 2014).

No entanto, no início de 2013, período com a maior ocorrência de cianobactérias, nenhuma das amostras de água superficial causou toxicidade sobre *C. dubia*. Resultados que podem esclarecer a ausência de correlação entre cianobactérias e toxicidade na presente pesquisa. Da mesma forma, Ferrão-Filho et al. (2009) observaram flutuações nos resultados de toxicidade sobre duas espécies de cladóceros (*M. micrura* e *D. gessneri*), quando expostas a amostras de água provenientes de reservatório com domínio de cianobactérias (Reservatório de Funil - RJ).

Apesar da escassez de dados comparativos na literatura, pode-se afirmar que o referido sistema, tem sofrido pressões ambientais que podem comprometer a biota aquática. Visto que Taniwaki et al. (2013b) que realizaram análises de genotoxicidade através da citogenética de sementes de *Allium cepa* e observaram um aumento no índice de alterações cromossômicas quando comparadas ao controle negativo em todas amostras de água superficial coletas em 2010 ao longo de seis pontos estabelecidos no reservatório. Esses resultados encontram-se em desacordo com as recomendações do CONAMA 357/05, que enfatiza que nenhum corpo de água enquadrado como classe 2, deve possuir ou apresentar potencial para causar toxicidade aos organismos aquáticos.

No ano de 2013 houve uma redução de até 5 vezes na quantidade de cianobactérias (corpo central da represa - P4), fato também observado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2015).

5. Conclusão

Nos pontos amostrados no reservatório de Itupararanga nos diferentes períodos (jul/12 e set/13) e pontos de coleta, houve predomínio de cianobactérias, comparando-se aos demais grupos fitoplanctônicos. Observou-se o domínio da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* em escala temporal, em virtude disso, faz-se necessária uma melhor investigação sobre o potencial das cepas serem tóxicas. Bem como o monitoramento de saxitoxinas e cilindrospermopsinas ao

longo do reservatório, principalmente próximo à barragem, local de maior abundância e também ponto de captação de água para abastecimento público.

Evidenciou-se a toxicidade aguda no ponto próximo à barragem (ponto de captação de água) considerando-se a primeira e terceira amostragens. Bem como toxicidade crônica no início o sistema em julho (2012).

Visto que não houve correlação entre a concentração de cianobactérias e os resultados de toxicidade, as toxicidades crônicas e agudas encontradas podem estar relacionadas a outros possíveis contaminantes no sedimento, como cianotoxinas, defensivos agrícolas, fármacos e interferentes endócrinos, não avaliados no presente estudo e que podem ser biodisponibilizados para a coluna d'água.

Diante do exposto, destaca-se o potencial comprometimento da qualidade desse recurso hídrico, o que limita os seus múltiplos usos, considerando-se tanto o abastecimento humano quanto a possibilidade do prejuízo para a proteção da vida aquática.

Referências

- APHA - American Public Health Association - 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21th ed. Washington: APHA. 1120 p.
- AYRES, M. 2007. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá. 364p.
- ARAGÃO, M.A; ARAÚJO, R.P.A. Métodos de Ensaio de Toxicidade com Organismos Aquáticos. In: ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (Eds.). *Ecotoxicologia Aquática—Princípios e Aplicações*. 2 ed. São Paulo, SP, Brasil. Editora Rima, 2014. p.117-152.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 2011. NBR 13373/11: *Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com Ceriodaphnia ssp*. Rio de Janeiro.
- BEGHELLI, F. G. S.; SANTOS, A. C. A.; URSO-GUIMARÃES, M. V.; CALIJURI, M. C. Relationship between space distribution of the benthic macroinvertebrates community and trophic state in a neotropical reservoir (Itupararanga, Brazil). *Biota Neotrop*.2012, vol. 12, nº. 4.
- BORGES,H.L.F.; BRANCO, L.H.Z.; MARTINS, M.D.; LIMA, C.S.; BARBOSA, P.T.; LIRA, G.A.S.T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOLICA,R.J.R. Cyanotoxin production and phylogeny of benthic cyanobacterial strains isolated from the northeast of Brazil. *Harmful Algae*, 2015. vol 43,46–57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2015.01.003>
- BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. 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. *Publicada no Diário Oficial da União*, nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br> >. Acesso em: Maio/2015.

- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório da qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo* 2012. São Paulo; 2013. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: Junho/2015.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório da qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo* 2013. São Paulo; 2014. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: Junho/2015.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório da Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014*. São Paulo; 2015. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: Junho/2015.
- CONCEIÇÃO, F.T.; SARDINHA, D.D.; NAVARRO, G.R.B.; ANTUNES, M.L.P.; ANGELUCCI, V.A. Rainwater Chemical Composition and Annual Atmospheric Deposition at Alto Sorocaba Basin (SP). *Química Nova*, 2011. vol. 34(4), p. 610-U58.
- CUNHA, D.G.F.; CALIJURI, M.C. Seasonal variation of phytoplankton functional groups in the arms of a tropical reservoir with multiple uses (SP, Brazil). *Acta Botanica Brasilica*, 2011. vol. 25, no. 4, 822-831 p.
- CUNHA, D.G.F. Heterogeneidade espacial e variabilidade temporal do reservatório de Itupararanga: uma contribuição ao manejo sustentável dos recursos hídricos da bacia do rio Sorocaba (SP). 2012. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-07012013-090300/>. Acesso em: 2015-07-20
- ESTEVES, F.A. 2011. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.
- FALCONER, I.R.; HUMPAGE, A.R. Cyanobacterial (Blue-Green Algal) toxins in water supplies: cylindrospermopsins. *Environ Toxicol*, 2006. Vol: 21:299–304
- FERRÃO-FILHO, A.S.; SOARES, M.C.S.; MAGALHÃES, V.F.; AZEVEDO, S.M.F.O.. Biomonitoring of cyanotoxins in two tropical reservoirs by cladoceran toxicity bioassays. *Ecotoxicology. Environmental Safety*, 2009. vol. 72, 479-489. doi:10.1016/j.ecoenv.2008.02.002
- FERRÃO-FILHO, A.S.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B. Cyanotoxins: Bioaccumulation and Effects on Aquatic Animals. *Marine Drugs*. 2011; vol. 9(12):2729-2772. doi:10.3390/md9122729.
- HAMMER, O; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis, 2001. *Paleontologia Electronica* [electronic resource] 4(1), pp 9.
- HAWKINS, P.R.; RUNNEGAR, M.T.C.; JACKSON, A.R.B.; FALCONER, I. Severe hepatotoxicity caused by the tropical cyanobacterium (blue-green alga) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszyn'ska) Seenaya and Subba Raju isolated from a domestic water supply reservoir. *Appl Environ Microbiol*, 1985. Vol.: 51:1292–1295.
- HOFF-RISSETI, C.; DÖRR, F.A.; SCHAKER, P.D.C.; PINTO, E.; WERNER, V.R.; FIORI, M. F. Cylindrospermopsin and Saxitoxin Synthetase Genes in *Cylindrospermopsis raciborskii* Strains from Brazilian Freshwater. *PLoS ONE*, 2013. Vol.8(8): e74238. doi:10.1371/journal.pone.0074238.
- LAGOS, N.; ONODERA, H.; ZAGATTO, P.A.; ANDRINOLO, D.; AZEVEDO, S.; OSHIMA, Y. The first evidence of paralytic shellfish toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*, isolated from Brazil. *Toxicon*, 1999. Vol. 37:1359–1373.

- MOSQUINI-CARLOS, V. et al. *Qualidade da água do reservatório de Itupararanga (Bacia do Alto Sorocaba-SP) Gradiente Espacial Vertical*. 2007 Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro, Caxambu – MG. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP. Sorocaba, SP.
- NUSH, E.A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. 1980. *Arch. Hydrobiol. Bech. Stuttgart*. vol. 14, p.14-36.
- PAVÃO, A. C. Riqueza e distribuição de macrófitas aquáticas no reservatório de Itupararanga, bacia do rio Sorocaba-SP. Tese (Mestre em Diversidade Biológica e Conservação). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011.
- PEDRAZZI, F.J.M.; DA CONCEIÇÃO, F.T.; SARDINHA, D.S.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPEO, M.L.M. Spatial and Temporal Quality of Water in the Itupararanga Reservoir, Alto Sorocaba Basin (SP), Brazil. *Journal of Water Resource and Protection*, 2013. v. 5, p. 64-71.
- RESTANI, G.C.; FONSECA, A.L. Effects of *Cylindrospermopsis raciborskii* strains (Woloszynska, 1912) Senayya & Subba Raju on the mobility of *Daphnia laevis* (Cladocera, Daphniidae). *Braz. J. Biol.*, 2014. São Carlos, v. 74, n. 1, p. 23-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.09712>
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUIJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. 2006. *Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras*. Rio de Janeiro: Interciência, 58 p.
- SARDINHA, D.S.; BONOTTO, D.M.; CONCEIÇÃO, F.T. Weathering rates at Alto Sorocaba basin, Brazil, using U-isotopes and major cations. *Environ Earth Sci*, 2010. Vol 61: 1025–1036. DOI 10.1007/s12665-009-0424-7
- SILVA, A.M.; MANFREB, L.A.; URBANC, R.C.; SILVA, V.H.O., MANZATTOE, M.P.; NORTONF, L.D. Organic farm does not improve neither soil, or water quality in rural watersheds from southeastern Brazil. *Ecological Indicators*, 2015. Vol. 48: 132–146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.044>
- SOARES, M.C.S.; MARINHO, M.M.; AZEVEDO, S.M.O.F.; BRANCO, C.W.C.; HUSZAR, V.L.M. Eutrophication and retention time affecting spatial heterogeneity in a tropical reservoir. *Limnologica*, 2012. Vol.: 42, 197– 203. doi:10.1016/j.limno.2011.11.002
- SOTERO-SANTOS, R.B.; CARVALHO, E.G.; DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J.; ROCHA, O. Occurrence and toxicity of an *Anabaena* bloom in a tropical reservoir (Southeast Brazil) *Harmful Algae*, 2008, Vol.7(5), pp.590-598
- TANIWAKI, R.H.; ROSA, A.H.; CALIJURI, M.C.; MOSCHINI-CARLOS, V. Variação espacial do grau de trofia e da biomassa fitoplânctônica no reservatório de Itupararanga, São Paulo, Brasil. *Holos Environment*, 2011. vol.11, no.2, p. 170- 180.
- TANIWAKI, R.H.; BORGHI, T.C.; MAGRIN, A.G.E.; CALIJURI, M.C.; BOTTINO, F.; MOSCHINI-CARLOS, V. Structure and dynamics of the community of periphytic algae in a subtropical reservoir (state of São Paulo, Brazil). *Acta Bot. Bras.*, 2013a. Feira de Santana, v. 27, n. 3, p. 551-559. Access on 15 July 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062013000300013>
- TANIWAKI, R.H.; ROSA, A.H.; DE LIMA, R.; MARUYAMA, C.R.; SECCHIN, L.F.; CALIJURI, M.C.; MOSCHINI-CARLOS, V. A influência do uso e ocupação do solo na

- qualidade e genotoxicidade da água no reservatório de Itupararanga (SP, Brasil). *Interciência*, 2013b. vol. 38, no. 3, p. 164-170.
- TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J.E.M., Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. *Brazilian Journal of Biology*, 2008. Vol.: 68, 1133-1135.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2011. *Recursos Hídricos no século XXI*. São Paulo: Oficina de Textos, 328 p.
- US EPA, 2007. Method 6020A – Inductively Coupled Plasma-mass Spectrometry. United States Environmental Protection Agency, pp. 1–30
- UTERMÖL, H. Zur Vervollkommnung ver quantitativen PhytoplanktonMethodic. *Mitt. Int. Verein. Limnol.*, 1958. vol. 9, p. 1-38.
- VARGAS, S.R. Influência da concentração de nutrientes na interação entre duas espécies fitoplanctônicas isoladas do Reservatório de Itupararanga - SP. 2012. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-03052012-160408/>>. Acesso em: 2015-07-20.
- WEST. Inc.; GULLEY, D. Software Toxstat 3.5. Wyoming. USA. University of Wyoming. 1996.
- WETZEL, R.G. and LIKENS, G.E. 1991. *Limnological Analyses*: Springer-Verlag. 391 p.
- BERTOLETTI, E.; ZAGATTO, P.A. Aplicação dos Ensaio Ecotoxicológicos e Legislação Pertinente. In: ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (Eds.). *Ecotoxicologia Aquática–Princípios e Aplicações*. 2 ed. São Paulo, SP, Brasil. Editora Rima, 2014. p.345-382.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA BIODISPONIBILIDADE DE POLUENTES TÓXICOS EM AMOSTRAS SEDIMENTO DO RESERVATÓRIO DE ITUPARARANGA - VOTORANTIM-SP.

Resumo: Os reservatórios, sendo ambientes lânticos, estão sujeitos ao acúmulo de contaminantes e nutrientes na água e nos sedimentos, advindos das fontes de poluição pontual e difusa. Nesse contexto, torna-se possível a sedimentação de materiais particulados associados a contaminantes potencialmente tóxicos, que eventualmente tornam-se disponíveis para a coluna de água. Portanto, objetivou-se averiguar as condições físicas, químicas e toxicológicas de amostras de sedimentos do reservatório de Itupararanga-Votorantim-SP. Foram realizadas duas amostragens (set/13 e mar/14) de sedimentos em 6 pontos ao longo do referido reservatório, nas quais avaliou-se os metais totais e potencialmente biodisponíveis; teores de matéria orgânica e granulometria. Também foi realizado teste de toxicidade com amostras de sedimentos utilizando-se o organismo-teste *Ceriodaphnia dubia* com metodologia experimental adaptada da ABNT NBR 15470 (2007). Com exceção ao ponto 1, houve predomínio de argila (55%) em relação ao silte (29%) nos demais pontos em ambas amostragens. O teor de matéria orgânica destacou-se no ponto 2 (30 a 38%) nas duas amostragens, sendo homogêneo ao longo do sistema, exceto no ponto 4 (8 a 9%). Esses dados demonstram a elevada capacidade de adsorção de metais e poluentes orgânicos. Considerando-se a toxicidade, os pontos 2 e 3 apresentaram toxicidade aguda em relação ao controle no primeiro ano avaliado. Apesar da maioria dos pontos não terem apresentado toxicidade, o sedimento desse sistema apresenta elevada capacidade para retenção de poluentes e pode estar contribuindo para a instalação da toxicidade do sistema. Fazendo-se necessárias a avaliação de outros possíveis contaminantes como cianotoxinas, defensivos agrícolas, fármacos e interferentes endócrinos.

Palavras-chave: Sedimento, toxicidade, reservatório, biodisponibilidade e *Ceriodaphnia dubia*.

1. Introdução

As atividades antrópicas geram resíduos que comprometem a qualidade e consequentemente a quantidade de água disponível para atender aos múltiplos usos desse recurso. Os contaminantes instalados nos corpos hídricos podem permanecer na coluna de água ou precipitarem, constituindo os sedimentos, afetando em ambos os compartimentos, a biota.

Em ambientes lênticos, como reservatórios, o acúmulo de contaminantes e nutrientes na água e nos sedimentos, advindos de diversas fontes, são intensificados pela baixa vazão. Nessas condições, permite-se sedimentação de materiais particulados associados a contaminantes potencialmente tóxicos, que podem ficar depositados temporariamente no fundo desses sistemas e eventualmente tornam-se disponíveis para a coluna de água (Burton, 2003). Os organismos presentes nesses ambientes estão potencialmente expostos a misturas complexas de contaminantes, e podem apresentar alterações toxicológicas indicando a necessidade de intervenções ambientais, visando a proteção da vida aquática.

O compartimento sedimento foi descrito, por Aragão e Araújo (2008), como uma das matrizes mais complexas presentes no ambiente aquático, constituído tipicamente de uma mistura de argila, areia, sais minerais e matéria orgânica.

Nesse contexto, os sedimentos desempenham um importante papel, tanto como depósito quanto como fonte de contaminantes que podem se tornar biodisponíveis para a coluna de água dependendo das condições ambientais, da propriedade dos poluentes e do sedimento (Mozetto & Zagatto, 2008). Trata-se, portanto, de uma fonte de poluição difusa, em potencial, dentro do próprio compartimento aquático, sendo importante a avaliação desse compartimento na contribuição dos processos de contaminação e eutrofização aquática (Adam, 2003).

Face ao exposto, e considerando a importância dos recursos hídricos para manutenção da biota aquática, torna-se importante o conhecimento das condições químicas e toxicológicas dos corpos de água. Averiguando a capacidade de retenção de poluentes nos sedimentos, e a possível contribuição dos mesmos na toxicidade do sistema.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo e pontos de coleta

O reservatório Itupararanga está localizado na cabeceira do rio Sorocaba, na região sudeste do Brasil. Este reservatório recebe água a partir dos rios Sorocabuçu e Sorocamirim, que, por sua vez, se juntam para formar o Rio Sorocaba (Smith & Petrere-Jr, 2008). Situando-se entre os paralelos 23°34'49" e 23°40'12" de latitude sul e meridianos 47°13'11" e 47°24'34" de longitude oeste. O clima da região é subtropical com uma temperatura média anual de 19,3 °C, a média anual de precipitação é de 1428 milímetros (Silva *et al.*, 2015). A cobertura vegetal é composta por floresta ombrófila densa e cerrado, estando inserida no domínio da Mata Atlântica (Sardinha *et al.*, 2010).

O reservatório serve de abastecimento de água para cerca de 850.000 pessoas, possuindo uma área de aproximadamente 29,49 km² com capacidade máxima 355000 m³ de água. Além de desempenhar um importante papel como regulador hídrico do rio Sorocaba, que atravessa a região metropolitana da cidade de Sorocaba. (Beu et al. 2011).

Mesmo estando inserida em uma Área de Preservação Ambiental (APA), segundo a Lei Estadual nº 10.100/1998, regulamentada pela Lei Estadual Nº 11.579/2003 (Beghelli *et al.*, 2012), os principais tipos de uso e ocupação do solo são caracterizados pela intensa atividade agrícola, com 393 km² ocupados por culturas de legumes, como couve, alface, batata e tomates, e 35 km² por chácaras, que também são utilizadas para a agricultura e lazer (Sardinha *et al.*, 2010; Conceição *et al.*, 2011).

Ao longo da represa foram definidos 6 pontos de coleta, de modo a caracterizar horizontalmente o sistema de Itupararanga. Visto que esses pontos estão susceptíveis à poluição pontual e difusa de origem agrícola, que podem acarretar a entrada de nutrientes nos corpos de água e desencadear o processo de eutrofização, além de ter sido detectado nos mesmos predomínios de cianobactérias.

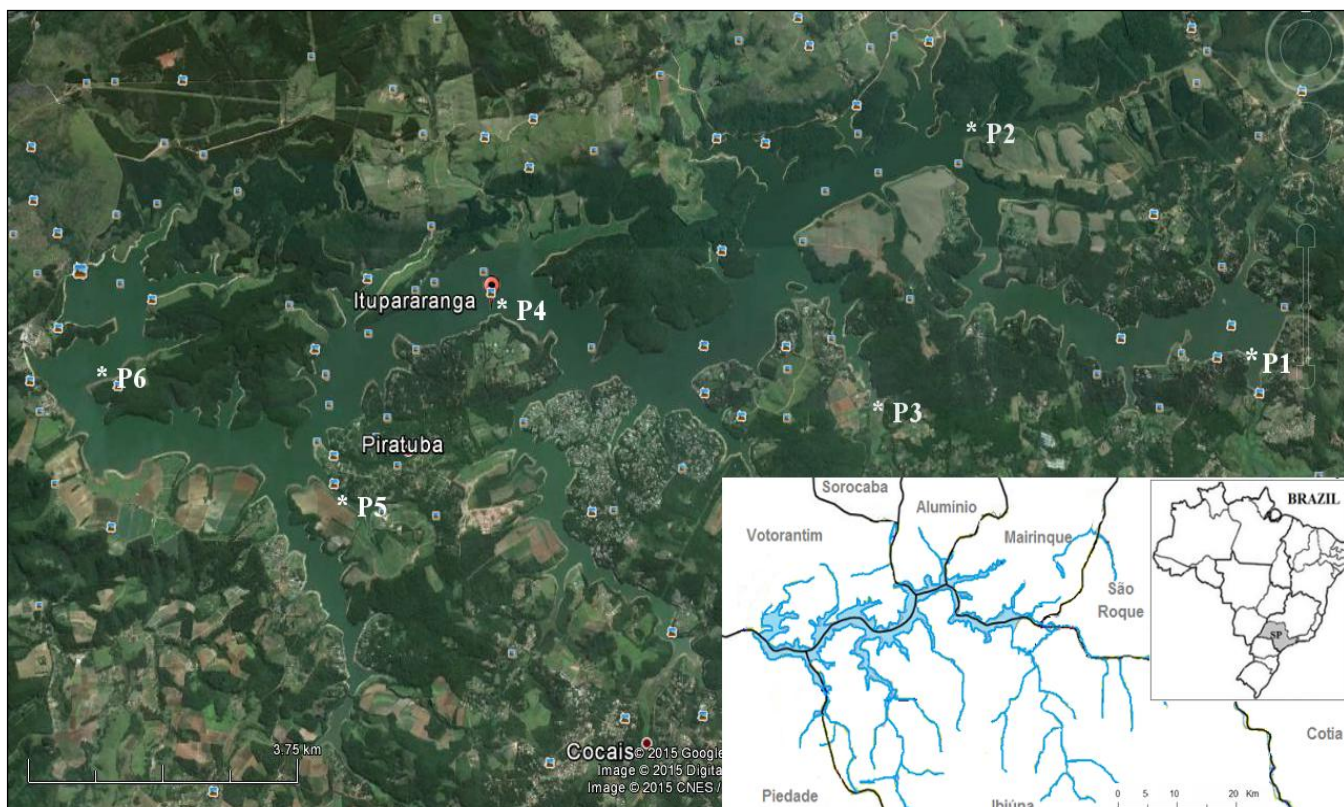


Figura 5. Imagem via satélite em 12/05/14 (Fonte: Google Earth) do Reservatório de Itupararanga. Localização dos pontos de coleta (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) ao longo do sistema, destaque para os municípios abrangidos por ele, bem como da ocupação urbana e intensa atividade agrícola em seu entorno. Fonte: Autoria própria

2.2. Análises físicas e químicas do sedimento

As amostras de sedimento para a realização das análises físicas e químicas (Tabela 1) foram obtidas com uma draga do tipo Petersen, com três réplicas por ponto, sendo imediatamente homogeneizadas e acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade para 1L. Parte das amostras permaneceu em geladeira e a outra em temperatura ambiente para secagem e análises posteriores.

Tabela 8. Metodologias para a realização das análises físicas e químicas das amostras de sedimento do Reservatório de Itupararanga.

Variáveis	Metodologia	Referência
Matéria orgânica (%)	Incineração	Trindade (1980)
Granulometria (%)	Peneiramento e densímetro	ISO 13320 (2009)
Fósforo total (mg.kg^{-1})	Espectrofotometria	EPA 6010 C (2007)
Nitrogênio orgânico total (%)	KJEDHAL	APHA (2005)

2.3 Metais potencialmente biodisponíveis em amostras de sedimento

Para a quantificação dos metais biodisponíveis, foi utilizada a metodologia descrita em SILVÉRIO (1999). O procedimento metodológico consiste em pesar 1 g de sedimento, transferi-lo a um erlenmeyer e adicionar 25 ml de ácido clorídrico 0,1 N. Esta mistura foi levada à mesa agitadora a 200rpm, por 2 horas. Posteriormente, a suspensão foi filtrada em membrana de nitrato de celulose 0,45 μ m e diluída em balão volumétrico de 100ml. A leitura foi realizada por espectroscopia de emissão atômica utilizando-se espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES 720 series), os resultados foram expressos em mg.kg⁻¹ de sedimento seco.

2.4 Metais totais na água intersticial das amostras de sedimento

As amostras de sedimento foram centrifugadas a 2500 rpm até obter-se um volume de 100 mL. Posteriormente, foram preservadas com ácido nítrico concentrado e submetidas a processo de digestão. Para a determinação de metais, adotou-se o método adaptado de EPA US (1992), que descreve metodologia para digestão de amostras de água e quantificação utilizando-se espectroscopia de emissão ótica. Deste modo, 100 mL do conteúdo filtrado de cada um dos pontos amostrados foram mantidos a temperaturas de até 100 °C em chapa de aquecimento e inseriu-se 15 mL de ácido nítrico concentrado. Após a redução do conteúdo digerido, cada amostra foi avolumada em balão de 25 mL e, posteriormente conduzida a determinação das concentrações de metais por espectroscopia de emissão atômica utilizando-se espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES 720 series).

2.5. Estudos ecotoxicológicos

Ensaio de toxicidade com amostras de sedimento foram realizados com o organismo-teste *Ceriodaphnia dubia* adaptado de ABNT NBR 15470 (2007), expondo-o a 5g de sedimento em 30 mL de água reconstituída por 8 dias, seguindo-se as recomendações de ABNT NBR 13373 (2011). As amostras ensaiadas foram das coletas realizadas em setembro (23/09/13) e em março (13/03/14).

2.6. Tratamento estatístico dos dados

As significâncias das avaliações de mortalidade foram averiguadas por meio do teste Exato de Fisher, e reprodução nos ensaios de toxicidade foram obtidas utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis, como especificados no software BioEstat 5.0 (Ayres, 2007). A análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada a fim de se explicar a oscilação das variáveis químicas e físicas entre locais de amostragem, através do software PAST 2.17 (Hammer et al., 2001).

3. Resultados e discussão

3.1. Análises físicas e químicas nas amostras de sedimento

As amostras de sedimento do reservatório foram coletadas em setembro (2013) e em março (2014), as maiores porcentagens de matéria orgânica (MO) ocorreram na segunda campanha, com destaque para os pontos 2 e 5, com 37.1% e 32.7% respectivamente (Tabela 2). Com exceção ao ponto 4, o sedimento de Itupararanga demonstrou-se orgânico, com teores de MO superiores a 10%. Característica já observada por Beghelli *et al.* (2012), Bottino (2011), Cunha (2012) e Taniwaki *et al.* (2013) em outras pesquisas realizadas ao longo do referido sistema.

Tabela 9. Porcentagens de matéria orgânica encontradas no sedimento do Reservatório de Itupararanga nas amostragens realizada em setembro (2013) e em março (2014).

	Matéria Orgânica		Nitrogênio		Fósforo	
	(%)		(mg.Kg ⁻¹)		(mg.Kg ⁻¹)	
	set/13	mar/14	set/13	mar/14	set/13	mar/14
P1	20.7	30.6	1.95	31.90	2.31	145.12
P2	29.9	37.1	11.01	5.10	3.635	2.32
P3	23.9	24.9	26.72	36.91	4.12	14.70
P4	8.2	9.2	5.20	17.10	1.74	3.45
P5	26.0	32.7	5.71	6.20	1.27	0.98
P6	14.2	14.1	2.40	5.12	1.25	1.46

Na primeira amostragem (Set/13), o ponto 1 apresentou-se mais arenoso, 84.6% de areia, em relação aos demais pontos. Em 50% das amostras, os teores de argila foram maiores que as demais frações inorgânicas (Figura 10), classificando o sedimento como argiloso (P3 e P6),

franco-argiloso (P4 e P5) e argilo-siltoso (P2), de acordo com o Embrapa (2006). A segunda amostragem, apresentou as maiores porcentagens de argila, com 56.2% no ponto 3 e 55.7% no ponto 2, dados dispostos na figura 2. O ponto 1, com 81.8% de silte, foi enquadrado como siltoso. Ao contrário dos demais pontos, sendo todos classificados como argilo-siltosos, segundo Embrapa op. cit. Corroborando com Bottino (2011), cujos dados acusaram a prevalência de silte no sedimento. Em ambas amostragens, o início do sistema (P1) apresentou as menores proporções de argila, fato que pode ser explicado pela maior turbulência da água, e arraste das frações com granulações mais finas.

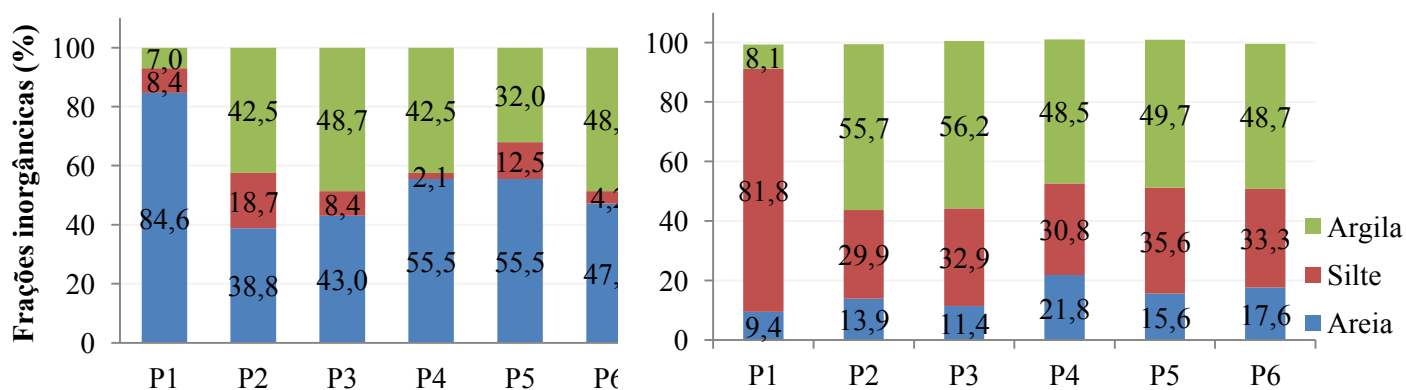


Figura 6. Resultados das frações inorgânicas nas amostras de sedimento, obtidas na 1ª (set/2013) e 2ª (mar/14) coletas.

relativos aos metais totais analisados, em ambas amostragens, as concentrações estiveram todas abaixo do nível no qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota, conforme estabelece a resolução do CONAMA nº 454/12 (Brasil, 2012). No entanto, há relatos de toxicidade aguda para a bactéria *Vibrio fischeri* em água intersticial extraída das amostras obtidas no ano de 2014 (Cetesb, 2015). Indicando que esses poluentes, ou outros contaminantes estão presentes na água intersticial.

A legislação vigente utilizada como referência no presente trabalho, o CONAMA nº 454/12 op cit. estabelece diretrizes gerais e procedimentos para sedimentos a serem dragados em águas e dispostos em outros corpos de água ou no solo. Desta maneira, essa resolução pode não fornecer uma estimativa do risco relevante no qual a massa de água está exposta (Cavalcanti et al., 2014).

Tabela 10. Resultados das análises dos metais totais presentes na água intersticial provenientes das amostras de sedimentos coletadas no reservatório de Itupararanga.

Pontos de coleta	Metais totais intersticiais ($\mu\text{g.L}^{-1}$)						
	Arsênio	Cádmio	Cobalto	Cromo	Cobre	Níquel	Chumbo
	2013						
P1	0.6	< LQ	6.5	25.3	3.0	8.7	< LQ
P2	< LQ	< LQ	5.4	13.9	5.8	3.7	< LQ
P3	< LQ	< LQ	8.9	36.1	17.9	16.7	< LQ
P4	< LQ	< LQ	6.2	31.0	55.9	18.9	17.3
P5	28.5	< LQ	11.8	116.5	68.5	28.2	< LQ
P6	13.5	< LQ	6.6	62.3	17.5	15.1	< LQ
	2014						
P1	6.7	< LQ	14.6	89.5	50.0	23.5	< LQ
P2	< LQ	3.4	11.5	43.1	30.7	16.3	21.9
P3	24.5	9.8	20.7	151.3	67.7	36.0	475.7
P4	116.9	8.7	103.1	303.4	281.5	109.4	112.4
P5	12.8	< LQ	7.2	80.0	59.8	12.8	< LQ
P6	37.2	2.1	33.2	196.7	95.1	51.9	23.1

< LQ – abaixo do limite de quantificação

Smith *et al.* (2014) buscando caracterizar os reservatórios do baixo e médio Tiête avaliaram os metais biodisponíveis no sedimento, e as maiores concentrações foram para Pb, Cu, Co e Cr, corroborando com os resultados obtidos neste estudo (Figura 3). O Cu foi o metal biodisponível que mais se destacou em ambas coletas, fato também observado por Matos *et al.* (2014), os quais avaliaram metais totais em amostras de sedimento no reservatório de Funil (RJ); relacionando-o provavelmente ao uso de algicidas que contém o referido metal, usados para remover as proliferações de cianobactérias. Porém, o sistema estudado não recebe algicidas para controle dessas proliferações, e portanto a provável origem desses metais deve-se aos defensivos agrícolas e fertilizantes comumente utilizados nas atividades agrícolas realizadas no entorno do reservatório.

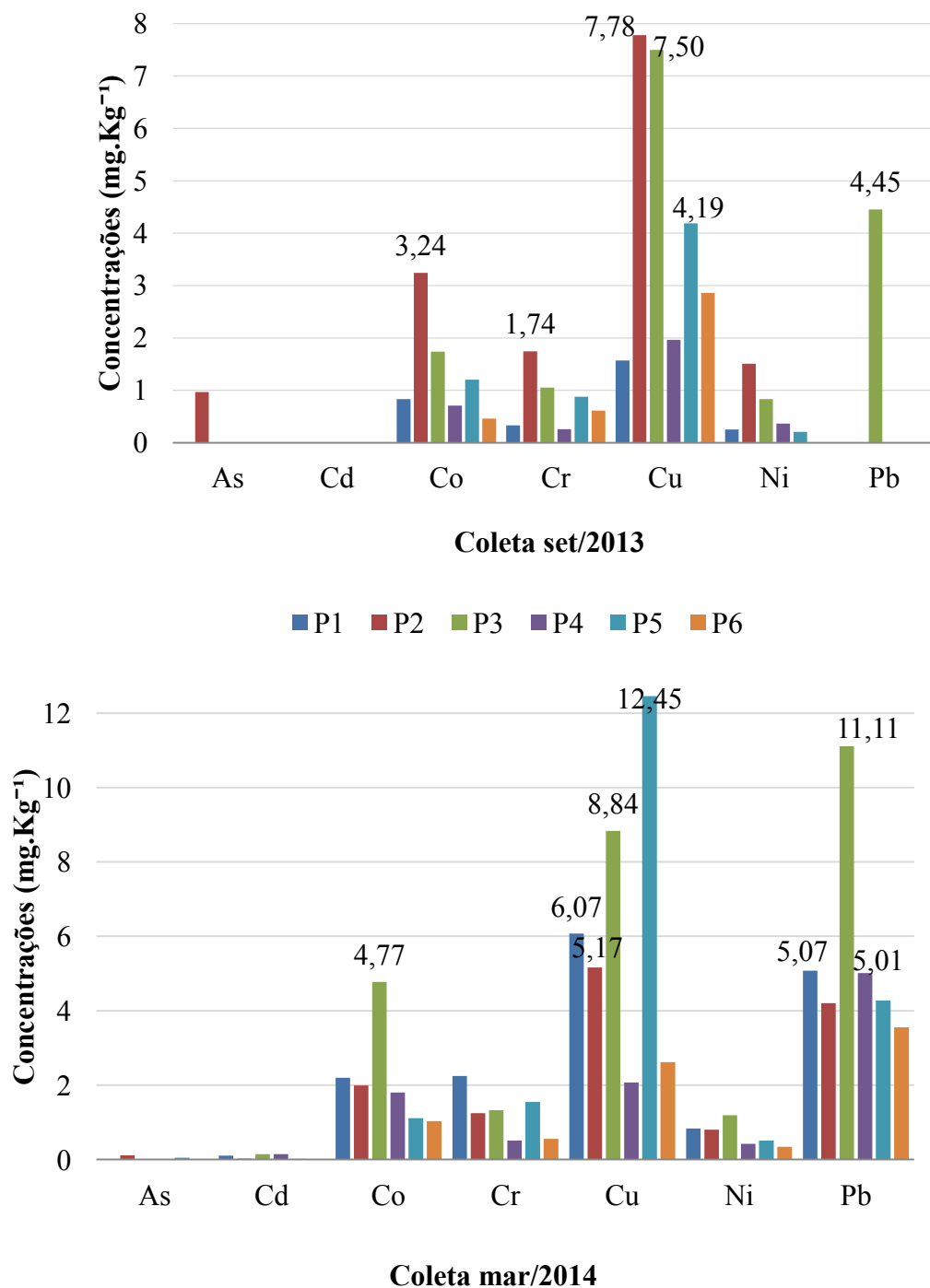


Figura 7. Resultados das análises dos metais biodisponíveis nas amostras de sedimentos coletas no reservatório de Itapararanga.

Através da Análise dos componentes principais foram calculados os autovalores apresentados na Tabela 4, os quais mostram que o eixo 1 explicou mais de 45% da variação encontrada nos dados obtidos na coleta de set/13 e o eixo 2 contribuiu com 22% da variação. No eixo 1 destaca-se a influência do fósforo e denotando a correlação dos metais biodisponíveis As,

Co, Cr, Cu e Ni, que apresentam os maiores autovetores. No eixo 2 destacam-se o Co e Cr intersticiais com fósforo e as porcentagens de silte e matéria orgânica (M.O.).

Já na coleta de mar/14 o eixo 1 explica 44% da variação e o eixo 2 quase 30%. No eixo 1 destaca-se o papel dos metais totais intersticiais As, Cd, Co, Cr, Cu e e Ni, além das porcentagens de areia e argila. No eixo 2 destacou-se o Pb intersticial, o nitrogênio, além de Cd, Co, Ni e Pb biodisponíveis.

Tabela 11. Autovetores das variáveis físicas e químicas das amostras de sedimento, obtidas por meio da Análise de Componentes Principais, e autovalores dos eixos 1, 2 e 3 para as duas coletas.

		set/13			mar/14		
		Eixo 1 ($\lambda=45.8\%$)	Eixo 2 ($\lambda=22\%$)	Eixo 3 ($\lambda=15.5\%$)	Eixo 1 ($\lambda=44.3\%$)	Eixo 2 ($\lambda=29.6\%$)	Eixo 3 ($\lambda=18.8\%$)
Metals totais Intersticiais ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	As	-0.155	0.391	-0.212	0.320	0.053	-0.092
	Cd	-	-	-	0.200	0.276	0.206
	Co	-0.089	0.444	-0.007	0.310	0.049	-0.119
	Cr	-0.175	0.412	-0.117	0.320	0.090	-0.100
	Cu	-0.193	0.284	0.097	0.310	0.040	-0.120
	Ni	-0.215	0.355	0.149	0.320	0.070	-0.110
	Pb	-0.139	-0.174	0.285	0.040	0.350	0.240
M.O. (%)	0.249	0.219	-0.280	-0.310	-0.050	0.120	
N (mg.Kg^{-1})	0.221	0.145	0.368	-0.060	0.390	-0.140	
P (mg.Kg^{-1})	0.307	-0.059	0.170	-0.170	0.120	-0.410	
Areia (%)	-0.192	-0.200	-0.261	0.300	-0.170	0.040	
Silte (%)	0.260	0.152	-0.339	-0.175	0.085	-0.426	
Argila (%)	0.100	0.149	0.399	0.130	-0.050	0.471	
Metals biodisponíveis ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	As	0.284	-0.065	-0.207	-0.131	-0.215	0.261
	Cd	-	-	-	0.088	0.360	-0.135
	Co	0.329	0.053	-0.100	-0.053	0.379	0.170
	Cr	0.314	0.168	-0.097	-0.294	0.095	-0.174
	Cu	0.315	0.191	0.108	-0.210	0.044	0.176
	Ni	0.332	-0.032	0.008	-0.182	0.314	0.138
	Pb	0.137	0.119	0.412	-0.026	0.378	0.190

- Não pode ser considerado na análise

3.2 Testes de toxicidade com as amostras de sedimento

Com relação às amostras de sedimento da coleta realizada em set/13 houve toxicidade aguda nos pontos P2 e P3, com 100% de mortalidade dos organismos expostos e total inibição da reprodução (Figura 4). Pontos nos quais também foram detectadas as maiores concentrações biodisponíveis de metais potencialmente tóxicos, Cu, Co, Cr e As no ponto P2 e Cu, Pb e Co no ponto P3. Os resultados na exposição de *C. dubia* às amostras coletadas no ano seguinte (Mar/14) evidenciaram toxicidade crônica no ponto P2 em relação ao controle, o mesmo ponto (P2) também diferiu significativamente em comparação aos pontos P4 e P6, conforme se pode visualizar na Figura 4.

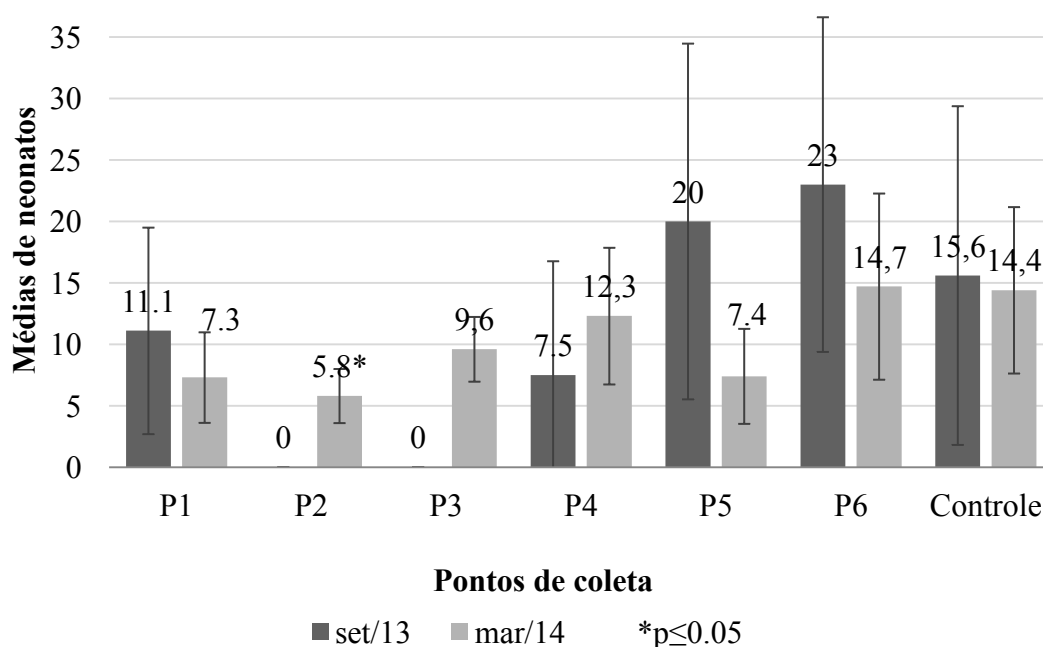


Figura 8. Resultados dos testes de toxicidade crônica e média de neonatos por indivíduo na exposição da *C. dubia* às amostras de sedimento de Itupararanga.

O segundo ponto de coleta, mais a montante do reservatório, apresentou maior carga de matéria orgânica em ambas as coletas e também maior toxicidade em relação aos outros pontos, aguda e crônica. Segundo CETESB (2015) os sedimentos do reservatório possuem características (argilo-siltosos e orgânicos) propícias à adsorção e acúmulo de contaminantes e nutrientes. Os resultados dos ensaios de toxicidade evidenciam que a reprodução dos organismos tende a ser reduzidas nas amostras obtidas no início do sistema (Figura 4), vale ressaltar a influência direta dos rios Una, Sorocabuçu e Sorocamirim que deságuam na represa. Em estações amostrais muito próximas a deste estudo Taniwaki et al. (2013) realizaram análises de

genotoxicidade no ano de 2010 e mostraram que em todas as estações foram observados aumento no índice de alterações cromossômicas quando comparadas ao controle negativo, sendo o ponto no corpo central (P4) o que apresentou o índice mais alto.

A problemática da toxicidade no sedimento tem se demonstrado persistente, pois nos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014 houve toxicidade na água intersticial do sedimento com a bactéria *Vibrio fischeri* (Cetesb, 2013, 2014 e 2015). Confirmada por Beghelli et al. (2012) que avaliando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos verificaram o domínio de espécies bioindicadoras de enriquecimento orgânico e tolerantes à poluição. Assim como Taniwaki et al. (2013), que constataram uma baixa diversidade de organismos bentônicos no sistema, possivelmente relacionada às condições químicas dos sedimentos.

Segundo a análise dos componentes principais, os metais As, Co, Cr, Cu e Ni biodisponíveis e intersticiais explicaram a diferença entre os ponto do sistema, e apesar de estarem em concentrações cuja legislação considera abaixo do nível no qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota tais metais atuando sinergisticamente podem explicar a toxicidade no sedimento do sistema.

4. Conclusão

O sedimento desse sistema é predominantemente argiloso, (apresenta elevada capacidade para retenção de poluentes) e pode estar contribuindo para a instalação da toxicidade. Visto que os resultados de toxicidade demonstraram que o sistema, em alguns períodos apresentam-se com toxicidades agudas e crônica que podem estar relacionadas à outros possíveis contaminantes no sedimento, como cianotoxinas, defensivos agrícolas, fármacos e interferentes endócrinos, não avaliados no presente estudo.

Referências

- APHA - *American Public Health Association*, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. Byrd Prepress Springfield, Washington, DC. 19th ed, 412p.
- APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 2005. Ed. 21. Washington DC: American Public Health Association.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011. NBR 13373/11: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica– método de ensaio com *Ceriodaphnia ssp.* Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007. NBR 15470/07: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Hyalella spp.* – Rio de Janeiro.
- AYRES, M. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 364p.
- BEGHELLI, F. G. S.; SANTOS, A. C. A.; URSO-GUIMARÃES, M. V.; CALIJURI, M. C. Relationship between space distribution of the benthic macroinvertebrates community and trophic state in a neotropical reservoir (Itupararanga, Brazil). **Biota Neotrop.**, 2012, vol. 12, n°. 4.
- BEU, S.E.; DOS SANTOS, A.C.A.; CASALI, S.A. Biodiversidade na APA Itupararanga: Condições Atuais e Perspectivas Futuras, 2011. SMA, UFSCAR/FF/CCR, São Carlos, 152p. PMCid:3008738.
- CAVALCANTI, P.P.; RODRIGUES, L.C.A.; BEIJO, LA.; BARBOSA, S.; XAVIER, TT.; MAGALHÃES, F. Contamination from an affluent of Furnas reservoir by trace metals. **Braz. J. Biol.**, 2014, vol. 74, no. 4, p. 877-885. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.07013>
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório da qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2012**. São Paulo; 2013. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: Junho/2015.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório da qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2013**. São Paulo; 2014. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: Junho/2015.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório da Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014**. São Paulo; 2015. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: Junho/2015.
- CONCEIÇÃO, F.T.; SARDINHA, D.D.; NAVARRO, G.R.B .; ANTUNES, M.L.P.; ANGELUCCI, V.A. Rainwater Chemical Composition and Annual Atmospheric Deposition at Alto Sorocaba Basin (Sp), 2011. **Química Nova** 34: 610-658.
- BOTTINO, Flávia. **Diversidade, biomassa e decomposição de macrófitas aquáticas no Reservatório Itupararanga - SP**. 2011. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-08022012-104315/>>. Acesso em: 2015-07-22.
- BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO Nº 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. **Publicada no Diário Oficial da União**, de 08 de novembro de 2012, Seção 1, pág. 66 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>>. Acesso em: julho/2015.
- CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. **Heterogeneidade espacial e variabilidade temporal do reservatório de Itupararanga: uma contribuição ao manejo sustentável dos recursos hídricos da bacia do rio Sorocaba (SP)**. 2012. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São

- Carlos, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-07012013-090300/>>. Acesso em: 2015-07-22
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos, 2ª. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p., 2006.
- EPA US United States Environmental Protection Agency. *METHOD 3005A: Acid Digestion Of Waters For Total Recoverable Or Dissolved Metals For Analysis By Flaa Or Icp Spectroscopy*, 1992. 1 ed., 5 p.
- EPA US United States Environmental Protection Agency. *METHOD 6010C: Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry*, 2007, 3 ed. 34 p.
- HAMMER, O; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis, 2001. Paleontologia Electronica [electronic resource] 4(1), pp 9.
- ISO 13320, 2009. International Standard - Particle size analysis – laser diffraction methods, 1st ed. 1999, Beuth, Berlin.
- MATOS, M.F.; BOTTA, C.M.R.; FONSECA, A.L. Toxicity Identification Evaluation (Phase I) of water and sediment samples from a tropical reservoir contaminated with industrial and domestic effluents. *Environ Monit Assess*, 2014. Vol. 186:7999–8006. DOI 10.1007/s10661-014-3982-4
- SARDINHA, D.S.; BONOTTO, D.M.; CONCEIÇÃO, F.T. Weathering rates at Alto Sorocaba basin, Brazil, using U-isotopes and major cations. *Environ Earth Sci*, 2010. 61:1025–1036. DOI 10.1007/s12665-009-0424-7
- SILVA, A.M.; MANFREB, L.A.; URBANC, R.C.; SILVA, V.H.O., MANZATTOE, M.P.; NORTONF, L.D. Organic farm does not improve neither soil, or water quality in rural watersheds from southeastern Brazil. *Ecological Indicators*, 2015.vol. 48: 132–146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.044>
- SILVÉRIO, P.F. (1999) *Partição, biodisponibilidade e toxicidade de metais pesados a organismos bentônicos em sedimentos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SMITH, W.S. & PETRERE-JR, M. Spatial and temporal patterns and their influence on fish community at Ituparanga Reservoir, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 2008. Vol 56: 2005-2020.
- SMITH, W.S.; ESPÍNDOLA, E.L.G.; ROCHA, O. Environmental gradient in reservoirs of the medium and low Tietê River: limnological differences through the habitat sequence. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2014. vol. 26, no. 1, p. 73-88. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2014000100009>
- TANIWAKI, R.H.; ROSA, A.H.; DE LIMA, R.; MARUYAMA, C.R.; SECCHIN, L.F.; CALIJURI, M.C.; MOSCHINI-CARLOS, V. A influência do uso e ocupação do solo na qualidade e genotoxicidade da água no reservatório de Ituparanga (SP, Brasil). *Interciência*, 2013. Vol. 38, no. 3, p. 164-170.
- TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Orgs.) *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 558 p.
- TRINDADE, M. (1980). *Nutrientes em sedimentos da represa do Lobo (Brotas - Itirapina)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TÓXICO DE *CYLINDROSPERMOPSIS RACIBORSKII* E *MICROCYSTIS AERUGINOSA* SOBRE *CERIODAPHNIA DUBIA* ANTES E APÓS TRATAMENTO COM ULTRASSOM

Resumo: As diversas fontes de poluição pontual e difusa atingem os corpos de água e acabam por desencadear diversas injúrias, entre elas a eutrofização e consequentes proliferações de algas. O reservatório de Itupararanga tem sofrido com a presença constante de cianobactérias e estas podem liberar grandes quantidades de cianotoxinas quando ocorrem proliferações. Este trabalho investigou se a espécie de cianobactéria dominante (*Cylindrospermopsis raciborskii*) e outra espécie (*Microcystis aeruginosa*; Kützing, 1846) isoladas do reservatório são produtoras de cianotoxinas. Além disso, avaliou a toxicidade dessas substâncias por meio de testes ecotoxicológicos com o organismo-teste *Ceriodaphnia dubia*, em concentrações permitidas pela legislação brasileira vigente para potabilidade e concentração excedendo em 5 vezes as permitidas. Bem como, verificou a potencial eficácia no uso do ultrassom para a redução da toxicidade dessas cianotoxinas. Para tanto, foram coletadas amostras superficiais de fitoplâncton, após isolamento e axenização as espécies foram cultivadas em laboratório. Posteriormente as culturas foram concentradas e a biomassa obtida foi congelada em nitrogênio líquido e liofilizada. A análise das cianotoxinas foi realizada por HPLC, sendo encontradas concentrações de 440 ng.mg⁻¹ de Microcistina (MIC) e 48 ng.mg⁻¹ de Saxitoxina (SAX). Observou-se toxicidade aguda nos ensaios com MIC e toxicidade crônica com SAX, mesmo em concentrações permitidas pela legislação brasileira vigente para potabilidade. E após o tratamento com ultrassom não houve diferença significativa entre o controle e nenhuma das concentrações. Portanto as duas espécies isoladas demonstraram-se potencialmente tóxicas e a remediação de cianotoxinas por meio do ultrassom demonstrou-se eficiente. Diante do exposto, evidencia-se a possibilidade de comprometimento da qualidade desse recurso hídrico, o que limita os seus múltiplos usos, considerando-se tanto o abastecimento humano quanto a possibilidade do prejuízo para a proteção da vida aquática.

Palavras-chave: Cianotoxinas, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Ceriodaphnia dubia* e ultrassom.

1. Introdução

As diversas fontes de poluição pontual e difusa atingem os corpos de água e acabam por desencadear diversas injúrias, entre elas a eutrofização e conseqüentes proliferações de algas. O reservatório de Ituparanga-Votorantim, SP tem sofrido com a presença constante de cianobactérias, no entanto tal problemática não se restringem somente ao Brasil, cada vez mais são relatados casos de cianobactérias potencialmente tóxicas e cianotoxinas presentes em corpos d'água em todo mundo (Dörr et al., 2010; Rastogi et al., 2014; Mowe et al., 2015). Nas regiões tropicais os gêneros citados como predominantes são *Microcystis* e *Cylindrospermopsis* (Mowe et al., 2015), ambas capazes de produzir vasta gama de cianotoxinas. Entre elas as microcistinas, que já se sabe possuem estruturas variadas, como por exemplo, LR, RR, YR, LA, 7dmLR, WR, LF, LYe LW (Dörr et al., 2010; Moreira et al., 2014; Zastepa et al., 2015) e as saxitoxinas, neosaxitoxinas, gonyautoxinas (GTX1-4) e outros análogos (Ferrão-Filho & Kozlowsky-Suzuki, 2011; Carneiro et al., 2013).

No que se refere à padrões para consumo humano a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011) estabelece $1\mu\text{g.L}^{-1}$ de microcistinas (MC-LR) como limite de concentração máximo aceitável, entretanto considera que ainda não há dados suficientes para definir padrões para saxitoxinas. No Brasil a norma vigente de potabilidade da água para consumo humano é a Portaria nº 2.914/2011, a qual foi elaborada considerando as recomendações da 4ª Edição das Diretrizes de Qualidade da Água para Consumo Humano da Organização Mundial da Saúde (Brasil, 2015).

Em relação a saxitoxinas Fitzgerald et al. (1999), baseados em dados de eventos de intoxicação humana, propuseram $3\mu\text{g.L}^{-1}$ como limite máximo aceitável de saxitoxinas em água para consumo humano, valor adotado no Brasil, Austrália e Nova Zelândia (Merel et al., 2013).

Tratando-se de uma questão mundialmente recorrente formas de remediação são imprescindíveis, em vista disso, a utilização de ultrassom no controle de algas possui aplicabilidade em laboratórios, conjuntamente a capacidade de reduzir a toxina das algas, enquanto controla a proliferação das mesmas (Wu et al., 2011; Yamamoto et al., 2015).

Diante do exposto evidencia-se a necessidade de uma abordagem química, biológica e toxicológica integradas; as quais permitirão colaborar para o esclarecimento de algumas das influencias que comprometem os múltiplos usos de sistemas ambientais aquáticos. Desta forma, a presente pesquisa pretende responder as seguintes questões: 1- as cepas de cianobactérias isoladas do reservatório produzem cianotoxinas? 2- essas cianotoxinas em concentrações permitidas pela legislação vigente e acima dela são tóxicas para *Ceriodaphnia dubia*? 3- os

padrões estabelecidos para consumo humano são também adequados para proteção da vida aquática? 4- a utilização de ultrassom tem potencial de remediar a toxicidade?

2. Metodologia

2.1 Área de estudo e coleta

Às margens do sistema em estudo (figura 1) foram coletadas amostras superficiais de organismos fitoplanctônicos por meio de rede com abertura de malha de 0,20 μ m que foi arrastada na água superficial por 20 vezes. A coleta ocorreu em Novembro/13 e após concentração desses organismos, as amostras foram acondicionadas em potes plásticos com capacidade para 100 ml e destinados ao isolamento de cianobactérias predominantes. Para esse fim, as amostras foram direcionadas ao Laboratório de Ecofisiologia Fitoplanctônica da UFSCar – São Carlos-SP .

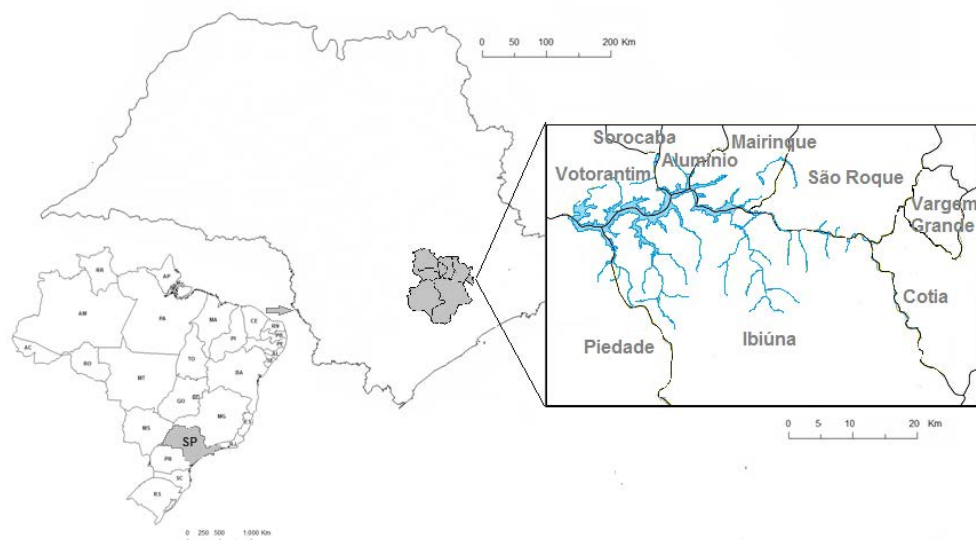


Figura 9. Localização do reservatório de Itupararanga, no qual foram coletados os organismos fitoplanctônicos às margens do sistema.

2.2 Isolamento e cultivo de cepas de cianobactérias

Duas espécies potencialmente tóxicas foram isoladas e axenizadas, sendo uma delas a cianobactéria dominante no reservatório. O isolamento ocorreu por plaqueamento e o cultivo em

meio ASM-1 em frascos de polycarbonato de 9L em pH 7 (8L), seguindo-se recomendações de ABNT NBR 12648 (2011).

Posteriormente as culturas foram concentradas em centrífuga de fluxo contínuo (Heraeus modelo centrifuge stratos) refrigerada a 6000 rpm e 25mL/min. A biomassa obtida foi congelada em nitrogênio líquido e liofilizada, liofilizador Heto drywinner.

2.3 Quantificação de cianotoxinas

As culturas isoladas e liofilizadas foram encaminhadas ao “Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias- LETC” da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, para análise das cianotoxinas - microcistinas, saxitoxinas e cilindrospermopsinas. Tais análises das cianotoxinas foram realizadas por HPLC de acordo com métodos descritos por Ferrão-Filho *et al.* (2009), sendo analisadas microcistinas conforme Spooof *et al.* (2003), saxitoxinas de acordo com Oshima (1995) e cilindrospermopsinas, segundo Eaglesham (1999).

2.4 Desenho experimental

Para realização dos ensaios ecotoxicológicos foram preparadas em duplicatas soluções estoques com as culturas liofilizadas, proporcionalmente nas concentrações de 0.02 mg.L⁻¹ de Microcistina (MC) e 0.04 mg.L⁻¹ de Saxitoxina (STX). Procedeu-se um ciclo com três repetições de congelamento e descongelamento, afim romper as células, e por fim sendo uma de cada sonicada por 5 min com 100 W de potência e 19 kHz (sonicador de ponteira Unique, modelo DES100), exemplificado na figura 2. Verificou-se em microscópio óptico (Zeiss Axiovert40C) em aumento de 40X o rompimento das células. Os ensaios ocorreram expondo-se o organismo-teste, o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, a concentrações permitidas pela legislação brasileira e semelhante a algumas internacionais (1 µg.L⁻¹ de MC e 3 µg.L⁻¹ de STX) e excedendo em 5 vezes tais concentrações (5 µg.L⁻¹ de MC e 15 µg.L⁻¹ de STX), seguindo-se as recomendações de ABNT NBR 13373 (2011).

Através do software Toxstat 3.5 foram realizadas as análises estatísticas de Teste-t com ajuste de Bonferroni (parâmetros reprodutivos) e Teste de Kruskal-wallis (mortalidade) para avaliar a potencial toxicidade crônica e aguda dos ensaios.

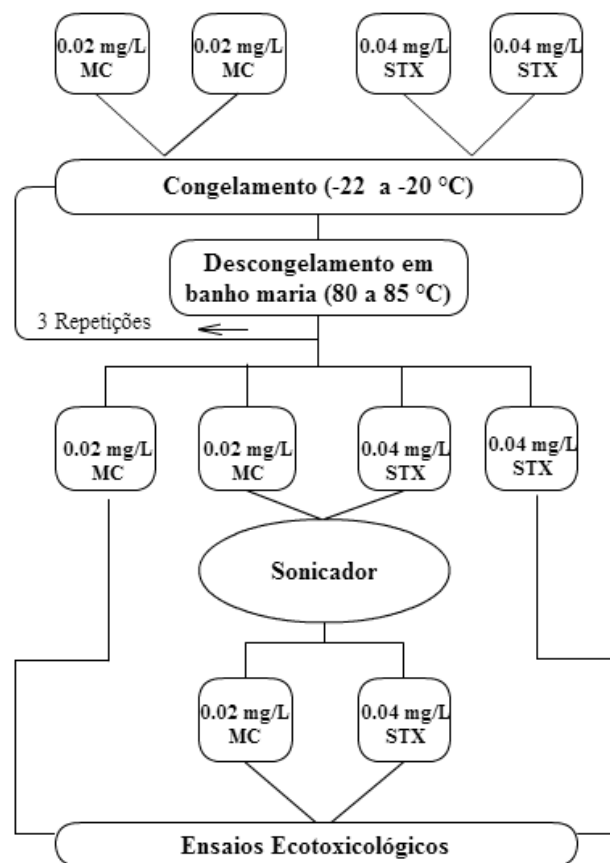


Figura 10. Demonstração do preparo da soluções para os ensaios ecotoxicológicos.

3. Resultados e discussão

As algas foram encaminhadas para análise de microcistina (MC), saxitoxina (STX) e cilindrospermopsina, os resultados demonstraram a presença de $440 \text{ ng} \cdot \text{mg}^{-1}$ de MIC na cepa de *Microcystis aeruginosa*, inferiores à relatadas por Okumura et al. (2007) e $48 \text{ ng} \cdot \text{mg}^{-1}$ de STX na cepa *Cylindrospermopsis raciborskii*, concentração próxima a encontradas por Ferrão-Filho et al. (2010), conforme disposto na tabela 1.

No Brasil outras cepas de *M. aeruginosa* foram isoladas e após investigação confirmaram-se produtoras de MC e/ou respectivas variações químicas (Takenaka, 2007; Bortoli et al., 2014), porém, devido a diversidade de metodologias para quantificação torna-se difícil a comparação deste estudo com outras cepas isoladas (tabela 1).

Tabela 12. Cepas isoladas de alguns corpos d'água brasileiros, e respectivas cianotoxinas analisadas.

Cianobactéria:	Concentrações	Metodologia	Toxicidade	Referências
<i>M. aeruginosa</i>	936 a 15,000 µg.g ⁻¹ de MC	HPLC (cultura liofilizada)	Ensaio agudo com <i>Daphnia similis</i> , <i>C. silvestrii</i> e <i>C.dubia</i>	Okumura et al. (2007)
<i>M. aeruginosa</i>	674.8 a 1745.5 µg.L ⁻¹ de MC	ELISA (cultura líquida)	Ensaio agudo e crônicos (<i>C. dubia</i> e <i>C. silvestrii</i>)	Takenaka (2007)
<i>C. raciborskii</i>	0.000846 a 0.846 ng.L ⁻¹ de STX	HPLC (cultura líquida)	Ensaio agudo com células intactas (<i>D. pulex</i> ,	Ferrão-Filho et al. (2008)
<i>C. raciborskii</i>	0.0937 a 9.37 ng.L ⁻¹ de STX	HPLC (cultura líquida)	<i>D. gessneri</i> e <i>Moina Micrura</i>)	
<i>C. raciborskii</i>	32.0 e 52.0 mg.g ⁻¹ de STX e 47.7 e 55.0 mg.g ⁻¹ de GTX1	HPLC (cultura liofilizada)	Ensaio agudo com células intactas (<i>Daphnia pulex</i> e <i>Moina micrura</i>)	Ferrão-Filho et al. (2010)
<i>C. raciborskii</i>	0.25 a 2.05 µg.L ⁻¹ de STX	ELISA (cultura líquida)	NR	Vargas (2012)
<i>M. aeruginosa</i>	Presença de variações de MC (MC-RR, MC-YR MC-LR, MCDmt)	HPLC (cultura liofilizada)	NR	Bortoli et al. (2014)
<i>C. raciborskii</i>	0.05 a 8.94 ng.L ⁻¹ de STX	HPLC (cultura líquida)	Ensaio crônicos (<i>Daphnia pulex</i> , <i>Daphnia gessneri</i> e <i>Moina micrura</i>)	Costa et al. (2013)
<i>C. raciborskii</i>	1.37 a 10.97 ng.L ⁻¹ de STX	HPLC (cultura liofilizada)	Ensaio agudos (<i>D. similis</i>)	Ferrão-Filho et al. (2014)
<i>C. raciborskii</i>	0.0014 a 14 ng.L ⁻¹ de STX	HPLC (cultura liofilizada)	Ensaio agudos (<i>D. laevis</i>)	Restani & Fonseca (2014)

MC – Microcistina, STX – Saxitoxina, NR – não realizado

No Brasil outras cepas isoladas de *C. raciborskii* também evidenciaram-se produtoras de saxitoxinas (Mendonça, 2006; Ferrão-filho, 2008; Vargas, 2012; Carneiro et al., 2013; Hoff-Risseti, 2013).

Há relatos da predominância da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* no reservatório de Itupararanga - Votorantim (Cunha & Calijuri, 2011; Vargas, 2012; Cetesb, 2014, Cetesb, 2015), bem como do gênero *Microcystis* (Moschini-Carlos, 2007; Cunha & Calijuri, 2011).

Em estudo anterior, Cunha & Calijuri (2011) registraram a variação sazonal dos grupos fitoplanctônicos na represa, entre os anos de 2009 e 2010, e as espécies *C. raciborskii* e *M. aeruginosa* estavam entre as maiores densidades relativas.

Face ao exposto, tais registros corroboram com o estudo em questão, com ênfase para a espécie *C. raciborskii*, aparentemente de domínio perene no sistema, que depois de isolada do reservatório comprovou-se produtora de saxitoxina.

Não somente o reservatório estudado evidencia tal problemática, Soares et al. (2013) avaliando a distribuição e preferências ambientais das cianobactérias no Brasil relataram o domínio de três gêneros, entre eles *Cylindrospermopsis* e *Microcystis*. Outros trabalhos também referiram à presença destes dois gêneros no país (Mendonça, 2006; Sant'Anna et al., 2007; Ferrão-Filho et al., 2009; Moschini-Carlos, 2009, Bittencourt-Oliveira et al., 2014).

A distribuição mundial destes dois gêneros é uma preocupação constante e atual (Dörr et al., 2010; Rastogi et al., 2014; Mowe et al., 2015) e tendo em vista a importância dos recursos hídricos tanto para o abastecimento humano quanto para a manutenção da biota aquática tal problemática merece atenção e melhor compreensão dos seus efeitos sobre os organismos vivos.

As duas concentrações de MC testadas causaram toxicidade aguda nos organismos-teste, conforme demonstrado na figura 2. De acordo com a legislação brasileira vigente, a portaria 2914/11, e a Organização Mundial da Saúde o valor máximo permitido para microcistina é $1 \mu\text{g.L}^{-1}$, ambas visando potabilidade, no entanto os resultados demonstraram que tal concentração pode causar efeito adverso aos organismos aquáticos, ou seja, não garantindo a proteção da vida aquática.

Sotero-Santos et al.(2008) em sua pesquisa com extratos fitoplanctônicos naturais realizaram ensaios agudos com *C. dubia*, obtendo uma CL50 em 48h de exposição na ordem de 18.5 a $90 \mu\text{g.L}^{-1}$ de MC. Efeitos negativos de cepas de *M. aeruginosa* produtoras de microcistina sobre desenvolvimento e reprodução de daphnias também foram confirmados por Li et al. (2014).

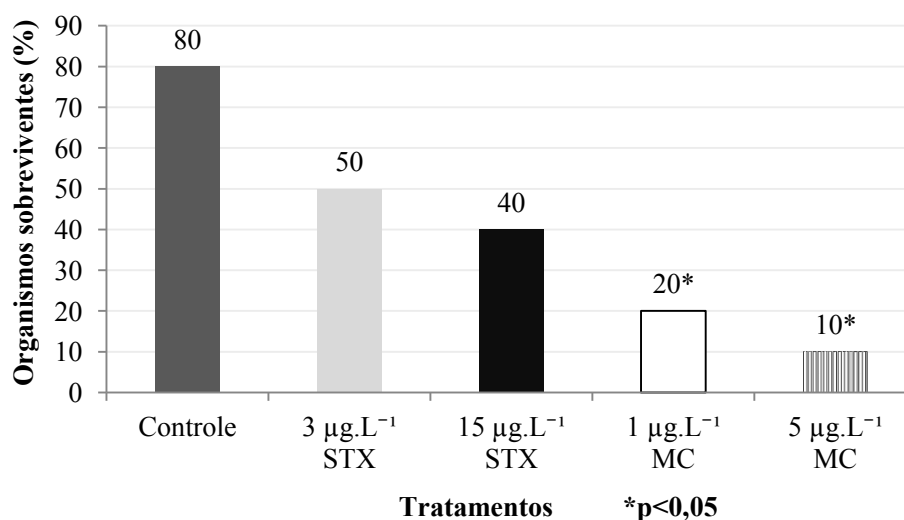


Figura 11. Resultados das porcentagens de sobrevivência de *C. dubia* após oito dias de exposição à cianotoxinas, havendo diferença significativa ($p < 0.05$) em relação ao controle nos dois últimos tratamentos.

Houve redução na produção de neonatos, em ambas as concentrações de MC, quando comparadas ao controle, figura 3. Sendo 2.8 e 6.4 vezes menores para 1 e 5 µg.L⁻¹ de MC, respectivamente. Com concentrações inferiores de microcistina (0.41 a 0.44 µg.L⁻¹), Barrios et al. (2015) também observaram redução na reprodução e sobrevivência de *Ceriodaphnia cornuta*.

Porém, Dao et al. (2010) em ensaios crônicos com *D. magna* e MC-LR (5 µg.L⁻¹), com concentração de MC proporcionalmente igual a utilizada no presente estudo, não observaram efeitos aos organismos. De maneira semelhante, no estudo de Okumura et al. (2007), utilizando concentrações de MC variando de 60 a 480 µg.g⁻¹, da cultura de *M. aeruginosa* liofilizada, não notaram comprometimento da sobrevivência e reprodução em *C. silvestrii*.

Herrera et al. (2015) sugerem que microcistinas-LR provenientes de extratos fitoplanctônicos naturais foram provavelmente as responsáveis pela toxicidade sobre *D. similis*, afirmando que de 83.5 µg.L⁻¹ de MC-LR foram letais para 50% dos cladóceros em 48h de exposição. Ao contrário de Dao et al. (2010), cuja pesquisa mostrou que 50 µg.L⁻¹ de MC-LR não afetaram a sobrevivência da geração parental de *D. magna*, mas sim as gerações seguintes, após dois meses de exposição houve 50% de redução na população avaliada. Porém, deve-se considerar que cepas distintas podem ser mais ou menos tóxicas, podendo produzir diversas variações de microcistinas entre outros metabólitos concomitantemente, ou até mesmo gerá-los quando degradadas (Yang et al., 2012).

Considerando-se os resultados dos testes de toxicidade crônica com *C. dubia*, após o tratamento com ultrassom, não houve diferença significativa entre o controle e concentrações testadas. As soluções de MC não apresentaram toxicidade aguda, apesar da quantidade de

organismos sobreviventes permanecer menor em comparação ao controle (figura 5), cabe ressaltar que após o tratamento a média de neonatos foi superior (12.2 ± 10.3) a dos ensaios sem sonicação (2.3 ± 3.5), como se pode verificar na figura 4.

Diversos trabalhos tem investigado a utilização de tratamentos alternativos para remoção e controle de algas, em particular as cianobactérias. Uma das tecnologias diferenciadas é a utilização de ultrassom, que tem se mostrado um método mais benéfico e eficaz para o controle de florações, do que os tratamentos convencionais (Zhang *et al.*, 2006b; Ahn *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2009; Wu *et al.*, 2011; Rajasekhar *et al.*, 2012a; Purcell *et al.*, 2013), corroborando com os dados obtidos na presente pesquisa.

Zhang *et al.* (2009) investigaram o uso de sonicação para melhorar a remoção por coagulação de *Microcystis aeruginosa*, afirmando a redução das células algas e clorofila a, sem aumentar a concentração de microcistina na água. Fato atestado por Srisuksomwong *et al.* (2011) que perceberam que a quantidade de MC diminuiu significativamente ($p < 0.05$) em amostras naturais de cianobactérias, quando sonicadas por 10 min (3 W) a 108 e 200 kHz, diminuindo em 72.3 e 80.8%, respectivamente.

Investigando a redução de células de *M. aeruginosa*, bem como a inibição de crescimento, libertação de MC e eficiência de sonicação, Rajasekhar *et al.* (2012b) notaram uma redução de mais de 60% das células em suspensão expondo-as por 5 min a 0.32 W.ml^{-1} (20 kHz). Da mesma forma Zhang *et al.* (2006a) averiguaram que a sonicação durante 5 min (0.32 W.ml^{-1} a 25 kHz) também foi eficaz, e após duas semanas a concentração de células foi de apenas 14.1% em relação a cultura não sonicada.

Estudos que fortalecem os resultados desta pesquisa, como a diminuição de toxicidade e aumento da fertilidade, ambos utilizaram o mesmo tempo de sonicação e frequências próximas (19 kHz) a deste estudo. A respeito da frequência ultrassônica, Wu *et al.* (2012) também observaram que a menor frequência por eles avaliada (20 kHz) foi mais eficiente na inativação de células de *M. aeruginosa*.

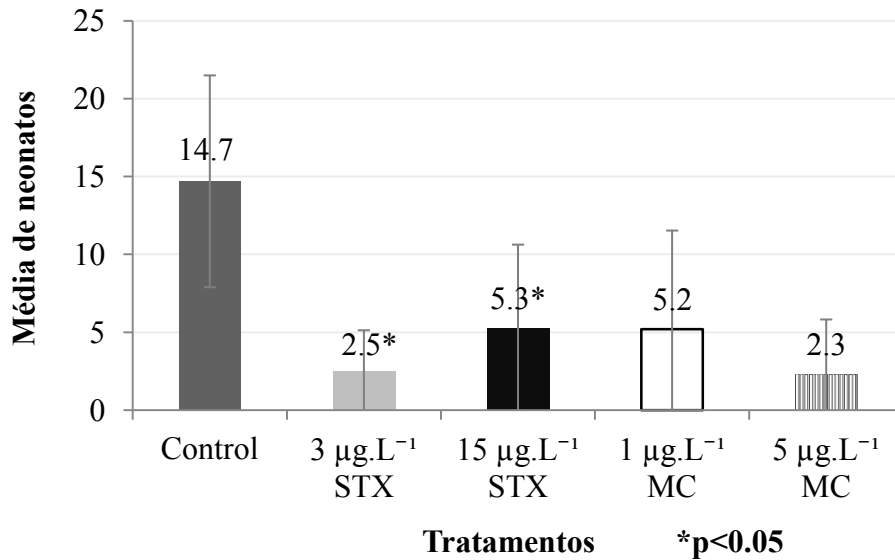


Figura 12. Resultados dos testes de toxicidade crônica, indicando a média de neonatos por tratamento em oito dias de exposição.

No tocante à mortalidade as concentrações de STX não acusaram diferenças significativas em relação ao controle ($p > 0.05$), no entanto, houve 50% a menos sobrevivência na maior concentração ($7.5 \mu\text{g.L}^{-1}$) e 62,5% na menor concentração ($1.5 \mu\text{g.L}^{-1}$), conforme exposto na figura 2. Cabe ressaltar a capacidade de comprometimento dos organismos com baixas quantidades de toxinas, estando a menor delas condizente com a legislação brasileira para potabilidade.

Uma das razões para a diminuição na sobrevivência dos organismos pode ser o comprometimento dos movimentos natatórios e conseqüente capacidade de alimentar-se, haja vista que a STX é uma neurotoxina capaz de comprometer os movimentos natatórios em cladóceros, fato comprovado por Restani & Fonseca (2014), que observaram a imobilização de *D. laevis* em 3h de exposição a concentrações de saxitoxina variando de 0.14 a 1.4 ng.L^{-1} . Ferrão-Filho *et al.* (2010) também averiguaram efeitos tóxicos sobre a mobilidade de *Daphnia pulex* em 3h de exposição a células intactas de *C. raciborskii*, cerca de 2.6 ng.L^{-1} de STX.

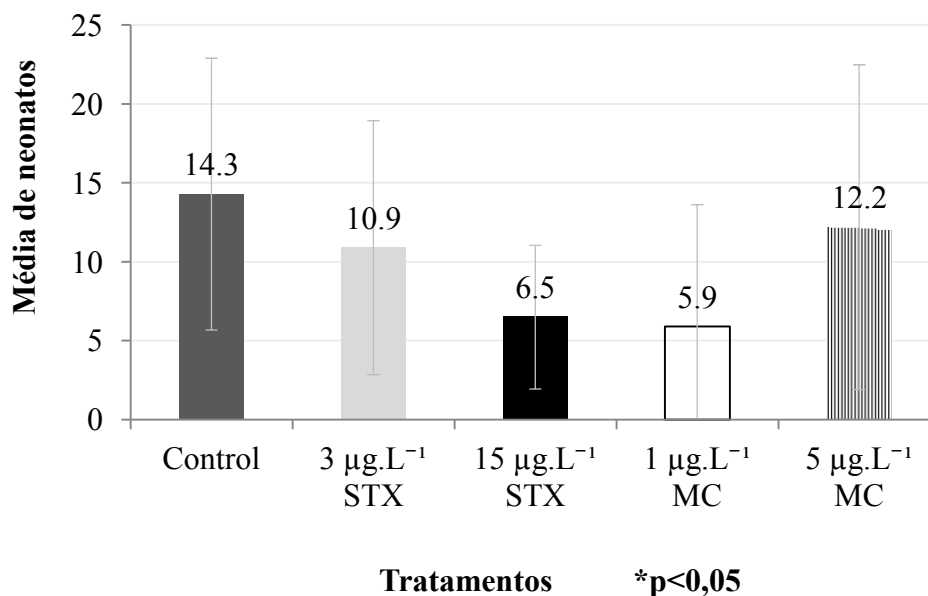


Figura 13. Resultados dos testes de toxicidade após o tratamento com ultrassom, média de neonatos por tratamento em oito dias de exposição.

Nos ensaios crônicos com STX observaram-se diferenças significativas ($p < 0.05$) na reprodução, entre os tratamentos e o controle, ocorrendo redução de quase seis vezes na menor concentração de STX, demonstrada na figura 3. Destaca-se que mesmo a concentração condizente com a legislação causou comprometimento da fertilidade de *C. dubia*, há relatos de imobilização de 50% da população de *D. similis* com 1.37 ng.L^{-1} de STX em duas horas de exposição (Ferrão-Filho, 2014); da mesma forma, concentrações ainda menores (0.24 ng.L^{-1} de STX) inibiram os movimentos natatórios de *D. pulex* (Costa et al. 2013).

A redução na produção de neonatos de *C. dubia* também foi notada por Zagatto et al. (2012), verificando 50% a menos de fertilidade em relação ao controle, bem como na sobrevivência, 0% nas concentrações mais altas, pela exposição a diferentes concentrações de células de duas cepas de *C. raciborskii*, intactas e rompidas. Outros trabalhos também confirmaram os efeitos tóxicos de *C. raciborskii* produtoras de saxitoxina sobre cladóceros (Ferrão-filho et al., 2008; Soares et al., 2009). Assim como com microcistinas oriundas de *M. aeruginosa* (Okumura et al., 2007; Guo & Xie, 2011).

Os ensaios revelaram que a concentração mais baixa de MC teve um efeito mais tóxico sobre a reprodução do organismo. Caso semelhante foi relatado por Takenaka (2007) que a partir de microcistina oriunda de *M. aeruginosa*, em ensaios agudos e crônicos com *C. dubia* e *C. silvestrii*, observou que extratos com menores concentrações de MC ($191,87 \text{ µg.L}^{-1}$) foram mais tóxicos do que aqueles com concentrações maiores ($1194,84 \text{ µg.L}^{-1}$).

O presente estudo não considerou os outros metabólitos que cianobactérias são capazes de produzir, tais como os inibidores da protease, da mesma maneira as variações estruturais das MCs, tais como MC-RR , MC-LR , MC-YR , MC-LF , MC-LW (Dörr et al., 2010; Bortoli et al, 2014; Rastogi et al., 2014) e das STXs e GTXs (Ferrão-Filho et al., 2010, Wiese et al., 2010; Carneiro et al., 2013). Kuster & Elert (2013) verificaram o comprometimento do desenvolvimento de *D. pulex* pós a exposição a diferentes concentrações de duas cepas de *M. aeruginosa* não produtoras de MC mas que continham inibidores de quimotripsina ou tripsina.

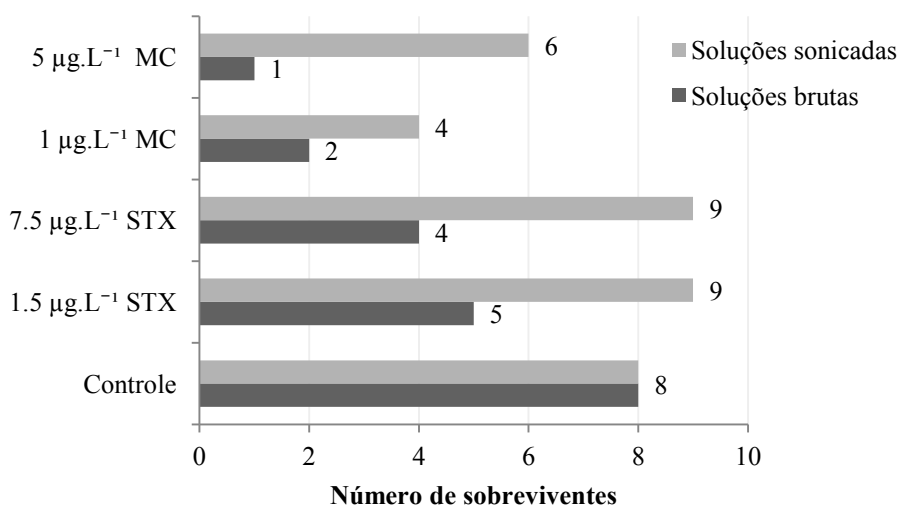


Figura 14. Resultados do número de organismos sobreviventes, após os testes de toxicidade com as soluções de cianotoxinas brutas e sonicadas.

Quanto às soluções de STX sonicadas, as mesmas não causaram toxicidade crônica em *C. dubia* (figura 4). Notou-se um aumento da fertilidade, com destaque para a menor concentração de STX cuja média de neonatos cresceu de 2.5 ± 2.6 para 10.9 ± 8.0 . Na figura 5 é possível visualizar o aumento de até 50% na sobrevivência.

Zagatto et al. (2012), expondo por 48h *D. similis* a diferentes concentrações de células de *C. raciborskii*, intactas e rompidas através de ultrassom, observou maior toxicidade com células intactas ($CE_{50}=218$ células.ml⁻¹) do que sonicadas ($CE_{50}=5101$ células.ml⁻¹). Porém os autores não associaram esses resultados a possível degradação das STXs.

Não há trabalhos avaliando a remediação de STXs e/ou cepas de *C. raciborskii* através de ultrassom. Em compensação, Yamamoto et al. (2015) investigaram o efeito de ondas ultrassônicas em duas espécies de algas, *Chlamydomonas concordia* e *Dunaliella salina*, os resultados mostraram que a redução no número de células foi dependente da frequência e potência acústica, estando estas associadas as propriedades mecânicas de cada célula. Ratificando essa idéia,

Rajasekhar et al.(2012b) sob as mesmas condições de sonicação atestaram que a ordem decrescente de inibição do crescimento das três espécies de algas foi a seguinte: *Anabaena circinalis* > *M. aeruginosa* > *Chlorella sp.*, demonstrando que a sonicação tem o potencial para remover e desativar selectivamente cianobactérias.

4. Conclusão

Observou-se toxicidade aguda nos ensaios com MC e toxicidade crônica com STX. Portanto as duas espécies isoladas demonstraram-se potencialmente tóxicas. Cabe ressaltar as baixas concentrações estudadas, as quais indicaram possibilidade de causar distúrbios à saúde ambiental. Diante do exposto, evidencia-se a possibilidade de comprometimento da qualidade desse recurso hídrico, o que limita os seus múltiplos usos, considerando-se tanto o abastecimento humano quanto a possibilidade do prejuízo para a proteção da vida aquática.

A redução da toxicidade de MC e STX por meio do ultrassom demonstrou-se eficiente. Em vista disso, novos ensaios com outras cianobactérias ou cianotoxinas, diferentes tempos e potências de sonicação, bem como a utilização de outros organismos testes são necessários para uma melhor avaliação da remediação dessas toxinas.

Referências

- AHN, C.Y., JOUNG, S.H., CHOI, A., KIM, H.S., JANG, K.Y., OH, H.M. Selective control of cyanobacteria in eutrophic pond by a combined device of ultrasonication and water pumps. *Environmental Technology*, 2007. vol 28, 371 -379.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 13373/11- Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia ssp.* Rio de Janeiro, 2011.
- BARRIOS, C.; NANDINI, S.; SARMA, S. Effect of crude extracts of *Dolichospermum planctonicum* on the demography of *Plationus patulus* (Rotifera) and *Ceriodaphnia cornuta* (Cladocera). *Ecotoxicology*, 2015, Vol.24(1), pp.85-93.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; PICCIN-SANTOS, V.; MOURA, A.N.; ARAGÃO-TAVARES, N.K.C.; CORDEIRO-ARAÚJO, M.K. Cyanobacteria, microcystins and cylindrospermopsin in public drinking supply reservoirs of Brazil. *Anais Da Academia Brasileira De Ciências*, 2014 Mar, Vol.86(1), pp.297-309.
- BORTOLI, S.; OLIVEIRA-SILVA, D.; KRÜGER, T.; DÖRR, F.A.; COLEPICOLO, P.; VOLMER, D.A.; PINTO, E. Growth and microcystin production of a Brazilian *Microcystis aeruginosa* strain (LTPNA 02) under different nutrient conditions. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 2014, Vol.24(4), pp.389-398
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

- CARNEIRO, R.L.; PACHECO, A.B.F.; AZEVEDO, S.M.F.O. Growth and saxitoxin production by *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) correlate with water hardness. *Marine Drugs*, 2013. vol 11 (8), pp. 2949-2963.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório da qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo* 2013. São Paulo; 2014. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acesso em: Junho/2015.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório da Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014*. São Paulo; 2015. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acesso em: Junho/2015.
- COSTA, S.M.; FERRÃO-FILHO, A.S.; AZEVEDO, S.M.F.O. Effects of saxitoxin- and non-saxitoxin-producing strains of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* on the fitness of temperate and tropical cladocerans. *Harmful Algae*, 2013, Vol.28, pp.55-63 .
- CUNHA, D.G.F.; CALIJURI, M.C. Seasonal variation of phytoplankton functional groups in the arms of a tropical reservoir with multiple uses (SP, Brazil). *Acta Botanica Brasilica*, 2011. vol. 25, no. 4, 822-831 p.
- DÖRR, F.A.; PINTO, E.; SOARES, R.M.; AZEVEDO, S.M.F.O. Microcystins in South American aquatic ecosystems: Occurrence, toxicity and toxicological assays. *Toxicon*, 2010, Vol.56(7), pp.1247-1256
- EAGLESHAM, G.H.; NORRIS, R.L.; SHAW, G.R.; SMITH, M.J.; CHISWELL, R.K.; DAVIS, B.C.; NEVILLE, G.R.; SEAWRIGHT, A.A.; MOORE, M.R. Use of HPLC-MS/MS to monitor cylindrosperpsin, a blue-green algal toxin, for public health purposes. *Environmental Toxicology*, 1999. 14(1): 151-154.
- FERRÃO-FILHO, A. S., COSTA, S. M., RIBEIRO, M. G. L. AND AZEVEDO, S. M. F. O. Effects of a saxitoxin-producer strain of *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) on the swimming movements of cladocerans. *Environ. Toxicol.*, 2008.vol 23: 161–168. doi: 10.1002/tox.20320
- FERRÃO-FILHO, A.S.; SOARES, M.C.S.; MAGALHÃES, V.F.; AZEVEDO, S.M.F.O. Biomonitoring of cyanotoxins in two tropical reservoirs by cladoceran toxicity bioassays. *Ecotoxicology. Environmental Safety*, 2009. vol. 72, 479-489.
- FERRÃO-FILHO, A.S., SOARES, M.C.S., MAGALHÃES, V.F., AZEVEDO, S.M.F.O. A rapid bioassay for detecting saxitoxins using a *Daphnia* acute toxicity test. *Environmental Pollution*, 2010. vol 158: 2084-2093 p.
- FERRÃO-FILHO, A. S., SOARES, M. C. S., LIMA, R. S. AND MAGALHÃES, V. F. Effects of *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) on the swimming behavior of *Daphnia* (cladocera). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2014. Vol. 33: 223–229.
- FITZGERALD, D. J.; CUNLIFFE, D. A.; BURCH, M. D. Development of health alerts for cyanobacteria and related toxins in drinking water in South Australia. *Environmental Toxicol.*, 1999. Vol. 14, 203-207.
- GUO, N.; XIE, P. A study on the effects of food quantity and quality on glutathione S-transferase (GST) activity and growth rate parameters of *Daphnia carinata* varying in age. *Aquatic Ecology*, 2011, Vol.45(1), pp.63-73.

- HERRERA, N.A.; ECHEVERRI, L.F.; FERRÃO-FILHO, A.S. Effects of phytoplankton extracts containing the toxin microcystin-LR on the survival and reproduction of cladocerans. *Toxicon*, 1 March 2015, Vol.95, pp.38-45
- HOFF-RISSETI, C.; DÖRR, F.A.; SCHAKER, P.D.C.; PINTO, E.; WERNER, V.R.; FIORI, M. F. *Cylindrospermopsis* and *Saxitoxin Synthetase* Genes in *Cylindrospermopsis raciborskii* Strains from Brazilian Freshwater. *PLoS ONE*, 2013. Vol 8(8): e74238. doi:10.1371/journal.pone.0074238.
- WHO. Guidelines for drinking-water quality. Fourth ed. Geneva: World Health Organization; 2011.
- YANG, Z.; LÜ, K.; CHEN, Y.; MONTAGNES, D. The Interactive Effects of Ammonia and Microcystin on Life-History Traits of the Cladoceran *Daphnia magna*: Synergistic or Antagonistic? *PLoS One*, Mar 2012, Vol.7(3).
- YAMAMOTO, K.; KING, P.M.; WUB, X.; MASON, T.J.; JOYCE, E.M. Effect of ultrasonic frequency and power on the disruption of algal cells. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2015. Vol. 24,165–171.
- KUSTER, CHRISTIAN ; ELERT, ERIC. Interspecific Differences between *D. pulex* and *D. magna* in Tolerance to Cyanobacteria with Protease Inhibitors. *PLoS One*, May 2013, Vol.8(5).
- LI, FANG ; DENG, DAOGUI ; ZHANG, XIAOLI ; JI, GUOQIANG ; HUANG, QINGFEI Combined effects of four *Microcystis aeruginosa* strains and *Scenedesmus obliquus* concentrations on population dynamics and resting egg formation of two *Daphnia* species. *Limnology*, 2014, Vol.15(3), pp.271-279.
- MENDONÇA, J. M. S. Avaliação da toxicidade de florações naturais e de cultura cianobactérias: efeitos sobre *Ceriodaphnia silvestrii* (crustacea, cladocera). Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Bioecologia Aquática, Natal, 2006.
- MEREL, S.; WALKER, D.; CHICANA, R.; SNYDER, S.; BAURÈS, E.; THOMAS, O. State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins. *Environment International*, 2013, Vol.59, pp.303-327.
- MOSQUINI-CARLOS, V. et al. *Qualidade da água do reservatório de Itupararanga (Bacia do Alto Sorocaba-SP) Gradiente Espacial Vertical*. 2007 Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro, Caxambu – MG. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP. Sorocaba, SP.
- MOSCHINI-CARLOS, V., BORTOLLI, S., PINTO, E., NISHIMURA, PY., FREITAS, LGD., POMPEO, MLM. and DOOR, F. Cyanobacteria and cyanotoxin in the Billings Reservoir (São Paulo, SP, Brazil). *Limnética*, 2009. vol. 28, no. 2, p. 227-236.
- MOWE, M.A.D.; MITROVIC, S.M.; LIM, R.P.; FUREY, A.; YEO, D.C.J. Tropical cyanobacterial blooms: a review of prevalence, problem taxa, toxins and influencing environmental factors. *J. Limnol.*, 2015; 74(2): 205-224.
- OKUMURA, D.; SOTERO-SANTOS, R.; TAKENAKA, R.; ROCHA, O. Evaluation of cyanobacteria toxicity in tropical reservoirs using crude extracts bioassay with cladocerans. *Ecotoxicology*, 2007, Vol.16(2), pp.263-270.
- PURCELL, D.; PARSONS, S.A.; JEFFERSON, B.; HOLDEN, S.; CAMPBELL, A.; WALLEN, A.; CHIPPS, M.; HOLDEN, B.; ELLINGHAM, A. Experiences of algal bloom control

- using green solutions barley straw and ultrasound, an industry perspective. *Water and Environment Journal*, 2013, Vol.27(2), pp.148-156.
- RAJASEKHAR, P.; FAN, L.; NGUYEN, T.; RODDICK, F.A. A review of the use of sonication to control cyanobacterial blooms. *Water Research*, 2012a, Vol.46(14), pp.4319-4329
- RAJASEKHAR, P.; FAN, L.; NGUYEN, T.; RODDICK, F.A. Impact of sonication at 20 kHz on *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena circinalis* and *Chlorella* sp. *Water Research*, 2012 b, Vol.46(5), pp.1473-1481.
- RASTOGI, R.; SINHA, R.P.; INCHAROENSAKDI, A. The cyanotoxin-microcystins: current overview. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 2014, Vol.13(2), pp.215-249.
- RESTANI, G.C.; FONSECA, A.L. Effects of *Cylindrospermopsis raciborskii* strains (Woloszynska, 1912) Senayya & Subba Raju on the mobility of *Daphnia laevis* (Cladocera, Daphniidae). *Braz. J. Biol.*, 2014. São Carlos, v. 74, n. 1, p. 23-31.
- SANT'ANNA, C.L.; MELCHER, S.S.; CARVALHO, M.C.; GEMELGO, M.P.; AZEVEDO, M.T.P. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, 2007. v. 30, n.1, p.1-17.
- SOARES, M. C. S.; LÜRLING, M., PANOSSO, R.; HUSZAR, V. L. M., Effects of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* on feeding and life-history characteristics of the grazer *Daphnia magna*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2009. Vol.: 72, 1183–1189.
- SOARES, M. C. S.; HUSZAR, V. L. M.; MIRANDA, M. N.; MELLO, M. M.; ROLAND, F.; LÜRLING, M., Cyanobacterial dominance in Brazil: distribution and environmental preferences. *Hydrobiologia*, 2013. v.717, p. 1–12.
- SOTERO-SANTOS, R.B.; CARVALHO, E.G.; DELLAMANO-OLIVEIRA, M.J.; ROCHA, O. Occurrence and toxicity of an *Anabaena* bloom in a tropical reservoir (Southeast Brazil) *Harmful Algae*, 2008, Vol.7(5), pp.590-598
- SRISUKSOMWONG, P.; PEERAPORNPIPAL, Y.; WHANGCHAI, N.; YAGITA, Y.; OKADA, K.; NOMURA, N. International. Effects of ultrasonic irradiation on degradation of microcystin in fish ponds. *Journal of Agriculture and Biology*, 2011, Vol.13(1), pp.67-70
- TAKENAKA, R.A.; OKUMURA, D.T.; SOTERO-SANTOS, R.M.B; ROCHA, O.; KURODA, E.; DI BERNARDO, L. *Aplicação de Testes Ecotoxicológicos para Avaliação de Tecnologias de Tratamento de Água para a Remoção de Células e Toxinas de Cianobactérias*. Anais do I Simpósio da Engenharia Ambiental, São Carlos, SP, 2004.
- VARGAS, S.R. *Influência da concentração de nutrientes na Interação entre duas espécies fitoplanctônicas isoladas do Reservatório de Itupararanga S.P.* Tese (Mestre em Hidráulica e Saneamento)- Área de concentração Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- WEST. Inc.; GULLEY, D. Software Toxstat 3.5. Wyoming. USA. University of Wyoming. 1996
- WIESE, M.; D'AGOSTINO, P.M.; MIHALI, T.K.; MOFFITT, M.C.; NEILAN, B.A. Neurotoxic alkaloids: Saxitoxin and its analogs. *Mar. Drugs* 2010, 8, 2185–2211.
- WU, X.; JOYCE, E.; MASON, T. The effects of ultrasound on cyanobacteria. *Harmful Algae*, 2011, vol.10, p. 738–743.

- WU, X.; JOYCE, E.M.; MASON, T.J. Evaluation of the mechanisms of the effect of ultrasound on *Microcystis aeruginosa* at different ultrasonic frequencies. *Water Research*, 2012. vol. 46, 2851-2858.
- ZAGATTO, P. A., BURATINI, S. V., ARAGÃO, M. A. AND FERRÃO-FILHO, A. S. Neurotoxicity of two *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) strains to mice, *Daphnia*, and fish. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2012. vol 31: 857–862. doi: 10.1002/etc.1759.
- ZHANG, G., ZHANG, P., LIU, H., WANG, B. Ultrasonic damages on cyanobacterial photosynthesis. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2006a. vol. 13, 501e505.
- ZHANG, G.; ZHANG, P.; WANG, B.; LIU, H. Ultrasonic frequency effects on the removal of *Microcystis aeruginosa*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2006b. vol.13, ed.5, p.446-450.
- ZHANG, G., ZHANG, P. & FAN, M. Ultrasound-enhanced coagulation for *Microcystis aeruginosa* removal. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2009. vol. 16, p.334–338.

CONCLUSÃO GERAL

Os testes ecotoxicológicos com *Ceriodaphnia dubia* averiguaram que água superficial causou toxicidade aguda na primeira e terceira amostragens no mesmo local de coleta, e toxicidade crônica no início do sistema na primeira coleta. Notou-se o predomínio de cianobactérias no sentido montante-jusante, com domínio da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*. Com relação ao sedimento, as amostras obtidas nos pontos 2 e 3 apresentaram toxicidade aguda no primeiro ano avaliado, apresentando elevada capacidade para retenção de poluentes, os quais podem estar contribuindo para a instalação da toxicidade do sistema. As duas espécies de cianobactérias isoladas demonstraram-se produtoras de microcistina e saxitoxina. Os ensaios ecotoxicológicos com as cepas isoladas comprovaram que mesmos em concentrações condizentes com a legislação brasileira para potabilidade (portaria nº 2.914/2011), tais cianotoxinas podem causar distúrbios à saúde ambiental. A redução da toxicidade de microcistina e saxitoxina por meio do ultrassom demonstrou-se eficiente.

Diante do exposto, evidencia-se a possibilidade de comprometimento da qualidade desse recurso hídrico, o que limita os seus múltiplos usos, considerando-se tanto o abastecimento humano quanto a possibilidade do prejuízo para a proteção da vida aquática. Indicando a necessidade de uma melhor avaliação e monitoramento das cianobactérias, e das possíveis cianotoxinas que podem contribuir com a toxicidade da biota presente, bem como a avaliação de outros possíveis contaminantes como defensivos agrícolas, fármacos e interferentes endócrinos tanto na água quanto no sedimento.

Referências

- BERTOLETTI, E. 2000. Estimativa de efeitos tóxicos crônicos com *Danio rerio* (Pisces, Cyprinidae). PhD Thesis. Universidade de São Paulo, São Paulo, 102 p.
- BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. 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. *Publicada no Diário Oficial da União*, nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br> >. Acesso em: Maio/2015.
- ESTEVES, F.A. 2011. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.
- FRACÁCIO, R., RODRIGUÊS, B.K.; CAMPAGNA, A.F.; VERANI, N.F.; DORNFELD, C.B.; ESPÍNDOLA, E.L.G. 2009. In situ and laboratory evaluation of toxicity with *Danio rerio* Buchanan (1822) and *Poecilia reticulata* Peters (1859). *Acta Limnol. Bras.*, vol. 21, n. 1, p. 111-122.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. Rima, São Carlos, SP. 2008.
- TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J.E.M. 2008. Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. *Brazilian Journal of Biology* 68, 1133-1135.

“Foi o tempo que investiste em tua rosa que fez tua rosa tão importante.”

Antoine de Saint-Exupéry

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continua)

Empresa solicitante:	Renata Fracácio
Endereço:	Avenida Três de março, 511 - - - Sorocaba - SP - CEP: 18.087-180 .
Nome do Solicitante:	Renata Fracácio

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação do Cliente:	Ponto 01		
Amostra Rotulada como:	Água Superficial		
Coletor:	Interessado	Data da coleta:	29/04/2013
		Data de Elaboração do	
Data da entrada no laboratório:	30/04/2013 15:24	BA:	17/05/2013

RESULTADOS PARA A AMOSTRA

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes	---	---	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis	---	---	Ausentes	Ausentes
Substâncias que Comunicam Odor	---	---	Presentes	Não objetável (*)
Corantes Artificiais	---	---	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Objetáveis	---	---	Ausentes	Ausentes
DBO	mg/L	3	< 3	5
DQO	mg/L	5	< 5	---
Turbidez	UNT	0,1	5,6	100
Cor Verdadeira	Pt/Co	5	7	75
Contagem de Cianobactérias	ceL/mL	3	7469	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5	162	500
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,001	0,0304	0,1
Antimônio	mg/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	m g/L	0,001	0,0423	0,7
Berílio	mg/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	mg/L	0,001	0,0082	0,5
Cádmio	mg/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	mg/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	mg/L	0,5	6,9	250
Cobalto	mg/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	mg/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	mg/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	mg/L	0,005	0,2903	0,3
Fluoreto	mg/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	mg/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	mg/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	mg/L	0,001	0,0104	0,1
Mercúrio	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	mg/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (como N)	mg/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (como N)	mg/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,1	< 0,1	Obs (1)
Prata	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	mg/L	0,001	< 0,001	0,01

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais



ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental –
Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	Unidade	LQ	Parâmetros	Unidade
Sulfato	mg/L	0,5	1,7	250
Urânio	mg/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	mg/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	mg/L	0,001	< 0,001	0,18
Acrilamida	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	mg/L	0,001	< 0,001	0,005
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Benzo(a)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
2-Clorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	µg/L	0,1	< 0,1	4
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	0,003
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
Diclorometano	mg/L	0,001	< 0,001	0,02
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Estireno	mg/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	µg/L	1	< 1	90
Índice de Fenóis	mg/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	µg/L	5	< 5	65
Gution	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Índeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacloro	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
Paration	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
PCB's - Bifenilas Policloradas	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Pentaclorofenol	mg/L	1E-5	< 1E-5	0,009
Simazina	µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)	mg/L	0,1	0,33	0,5
2,4,5-T	µg/L	0,005	< 0,005	2,0
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	0,01

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15	Parâmetros
Tolueno	µg/L	1	< 1	2	
2,4,5-TP	µg/L	0,005	< 0,005	10	
Triclorobenzenos	mg/L	0,003	< 0,003	0,02	
Tricloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	0,03	
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	5E-5	< 5E-5	0,01	
Trifluralina	µg/L	0,05	< 0,05	0,2	
Xilenos	µg/L	3	< 3	300	
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065	

VMP CONAMA 357 ART 15: Valores Máximos Permitidos pelo CONAMA 357 artigo 15 de 17 de março de 2005 - Padrão para águas classe 02.

(*) Não Objetável = Ausentes Objetável = Presentes

Obs (1): VMP em função do pH: 3,7m g/L para pH <=7,5; VMP=2,0m g/L para pH de 7,5 a 8,0; VMP=1,0mg/L para pH de 8,0 à 8,5; VMP= 0,5mg/L para pH > 8,5.

Obs (2): VMP Ambiente Lêntico: 0,030 mg/L. / VMP Ambiente Intermediário: 0,050 m g/L. / VMP Ambiente Lótico: 0,100 mg/L

Notas

LQ = Limite de Quantificação. Bioagri Ambiental. - Unidade Piracicaba: Rua Aujovil Martini, 201 - Piracicaba - SP - falecom@bioagriambiental.com.br

Abrangência

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Dados de Origem

Resumo dos resultados da amostra nº 96086/2013-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 96086/2013-0 - Piracicaba anexados a este documento.

Declaração de Conformidade

Com parando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pelo CONAMA 357 artigo 15 de 17 de março de 2005 - Padrão para águas classe 02. podem os observar que:

O(s) parâmetro(s) Substâncias que Comunicam Odor não satisfazem os limites permitidos.

Chave de Validação: b124fb1ece2904abfdb659fbb4f0a420

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
DQO	---	mg/L	5	< 5	---
Contagem de Cianobactérias	---	ceL/mL	3	7469	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	---	mg/L	5	162	500
Alumínio Dissolvido	7429-90-5	mg/L	0,001	0,0304	0,1
Antiônio	7440-36-0	mg/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	7440-38-2	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	7440-39-3	mg/L	0,001	0,0423	0,7
Berílio	7440-41-7	mg/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	7440-42-8	mg/L	0,001	0,0082	0,5
Cádmio	7440-48-4	mg/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	7440-43-9	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	57-12-5	mg/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	16887-00-6	mg/L	0,5	6,9	250
Cobalto	7440-48-4	mg/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	7440-50-8	mg/L	0,001	< 0,001	0,009

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

unesp
Sorocaba

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Cromo	7440-47-3	mg/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	7439-89-6	mg/L	0,005	0,2903	0,3
Fluoreto	7782-41-4	mg/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	14596-37-3	mg/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	7439-93-2	mg/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,001	0,0104	0,1
Mercurio	7439-97-6	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	7440-02-0	mg/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrogênio Amoniacal	7664-41-7	mg/L	0,1	< 0,1	Obs (1)
Prata	7440-22-4	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	7782-49-2	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	14808-79-8	mg/L	0,5	1,7	250
Urânio	7440-61-1	mg/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	7440-62-2	mg/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	7440-66-6	mg/L	0,001	< 0,001	0,18
Acetilamida	79-06-1	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	15972-60-8	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	---	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	1912-24-9	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzo(a)antraceno	56-55-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(a)pireno	50-32-8	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaril	63-25-2	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	---	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
2-Clorofenol	95-57-8	µg/L	0,1	< 0,1	0,1

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Criseno	218-01-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	94-75-7	µg/L	0,1	< 0,1	4
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	8065-48-3	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-Diclorofenol	120-83-2	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	---	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaciclodecano	2385-85-5	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	1031-07-8	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	72-20-8	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Índice de Fenóis	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	1071-83-6	µg/L	5	< 5	65
Gution	86-50-0	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	---	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	193-39-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,05

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA
Lindano (g-HCH)	58-89-9	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	121-75-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacoloro	51218-45-2	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
Paration	56-38-2	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
PCB´s - Bifenilas Policloradas	---	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Pentaclorofenol	87-86-5	m g/L	1E-5	< 1E-5	0,009
Simazina	122-34-9	µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)	---	mg/L	0,1	0,33	0,5
2,4,5-T	93-76-5	µg/L	0,005	< 0,005	2,0
2,4,5-TP	93-72-1	µg/L	0,005	< 0,005	10
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	mg/L	5E-5	< 5E-5	0,01
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	0,05	< 0,05	0,2
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065

CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO

Controle de Qualidade - Metais Dissolvidos - Água - ICP-MS

97102/2013-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas ICP-MS

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Lítio	µg/L	1	< 1
Berílio	µg/L	1	< 1
Boro	µg/L	1	< 1
Alumínio Dissolvido	µg/L	1	< 1
Mercúrio	µg/L	0,1	< 0,1
Vanádio	µg/L	1	< 1
Cromo	µg/L	1	< 1
Manganês	µg/L	1	< 1
Ferro Dissolvido	µg/L	1	< 1
Cobalto	µg/L	1	< 1
Níquel	µg/L	1	< 1
Cobre Dissolvido	µg/L	1	< 1
Zinco	µg/L	1	< 1
Arsênio	µg/L	1	< 1
Selênio	µg/L	1	< 1
Prata	µg/L	1	< 1
Cádmio	µg/L	1	< 1
Antimônio	µg/L	1	< 1
Bário	µg/L	1	< 1

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais



ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Chumbo	µg/L	1	< 1
Urânio	µg/L	1	< 1

97103/2013-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Água ICP-MS

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Lítio	10	µg/L	94	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	96	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	85	80 - 120
Zinco	10	µg/L	83	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	96	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	93	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	85	80 - 120

Surrogates 97102/2013-0 - Branco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas ICP-MS

Itrio (Metais Dissolvidos) 50 % 106 70 - 130

97103/2013-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Água ICP-MS

Itrio (Metais Dissolvidos) 50 % 118 70 - 130

96086/2013-0 - Ponto 01

Itrio (Metais Dissolvidos) 50 % 109 70 - 130

Controle de Qualidade - Metais Totais - Água - ICP-MS

97076/2013-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Lítio	µg/L	1	< 1
Berílio	µg/L	1	< 1
Boro	µg/L	1	< 1
Mercúrio	µg/L	0,1	< 0,1
Vanádio	µg/L	1	< 1
Cromo	µg/L	1	< 1
Manganês	µg/L	1	< 1
Cobalto	µg/L	1	< 1
Níquel	µg/L	1	< 1
Zinco	µg/L	1	< 1
Arsênio	µg/L	1	< 1
Selênio	µg/L	1	< 1
Prata	µg/L	1	< 1
Cádmio	µg/L	1	< 1

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Antimônio	µg/L	1	< 1
Bário	µg/L	1	< 1
Chumbo	µg/L	1	< 1
Urânio	µg/L	1	< 1

Ensaio de Recuperação

97077/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Lítio	10	µg/L	83	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	96	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	85	80 - 120
Zinco	10	µg/L	84	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	85	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	84	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	96	80 - 120

Surrogates 97076/2013-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS

Itrio (Metais Totais)	50	%	112	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

Surrogates 97077/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS

Itrio (Metais Totais)	50	%	114	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

96086/2013-0 - Ponto 01

Itrio (Metais Totais)	50	%	110	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

VMP CONAMA 357 ART 15 Valores Máximos Permitidos pelo CONAMA 357 artigo 15 de 17 de março de 2005 - Padrão para águas classe 02.

Obs (1): VMP em função do pH: 3,7m g/L para pH ≤7,5; VMP=2,0m g/L para pH de 7,5 a 8,0; VMP=1,0mg/L para pH de 8,0 à 8,5; VMP= 0,5mg/L para pH > 8,5.

Obs (2): VMP Am biente Lêntico: 0,030 mg/L. / VMP Ambiente Intermediário: 0,050 m g/L. / VMP Ambiente Lótico: 0,100 mg/L

Notas

LQ = Limite de Quantificação.

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhum a alteração.

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais



ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP**(conclusão)****Responsabilidade Técnica**

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª

Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional José Carlos Moretti, CRQ nº 04107238, 4ª Região.

Declaração da Incerteza de Medição

Nos arquivos da Unidade da Garantia da Qualidade constam a incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2), que será disponibilizada sempre que solicitado pelo cliente.

Referências Metodológicas

Análises foram realizadas conforme a última versão do Standard Methods, EPA e ABNT (quando aplicável).

Contagem de Cianobactérias: POP PA 046 / SMEWW 10200 A-F

Cianeto (CFA): ISO 14403

RG 080 (rev.01) - Emitido em 02.01.2013

Nitrogênio Amoniacal: POP PA 161 / SMEWW 4500 NH3 F

DQO: POP PA 002 / SMEWW 5220 D

Ânions: POP PA 032 / USEPA 300 e 300.1

Acilamida/Acilonitrila: POP PA 094 / USEPA 8316

Surfactantes: POP PA 023 / SMEWW 5540 C

Fósforo Total: POP PA 030 / SMEWW 4500 P - E

Metais (ICP-MS): POP PA 038 / SMEWW 3125 B, USEPA 6020 A

Índice de Fenóis - POP PA 155 / SMEWW 5530 D

Sólidos Dissolvidos: POP PA 009 / SMEWW 2540 C e E

SVOC: POP PA 076 / USEPA 8270D e 3510C, SMEWW 6410B

Revisores

Débora Fernandes da Silva

Rogério Caldorin

Ana Lúcia Cella

Sérgio Stenico Junior

Ayesa Pagani

Mariane Morandini

Chave de Validação:
b124fb1ece2904abfdb659fbb4f0a420

Página 4 de 4 / R.E.:

96086/2013-0 - Piracicaba

Bioagri Ambiental. - Unidade Piracicaba: Rua Aujovil Martini, 201 - Piracicaba - SP - falecom@bioagriambiental.com.br

RG 080 (rev.01) - Emitido em 02.01.2013

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continua)

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa solicitante: Renata Fracácio
Endereço: Avenida Três de março, 511 - - - Sorocaba - SP - CEP: 18.087-180 .
Nome do Solicitante: Renata Fracácio

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação do Cliente: **Ponto 02**
Amostra Rotulada como: Água Superficial
Coletor: Interessado **Data da coleta:** 29/04/2013
Data da entrada no laboratório: 30/04/2013 **Data de Elaboração do BA:** 17/05/2013

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes	---	---	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis	---	---	Ausentes	Ausentes
Substâncias que Com unicam Odor	---	---	Presentes	Não objetável (*)
Corantes Artificiais	---	---	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Objetáveis	---	---	Ausentes	Ausentes
DBO	m g/L	3	< 3	5
DQO	m g/L	5	6,2	---
Turbidez	UNT	0,1	4,9	100
Cor Verdadeira	P t/Co	5	5	75
Contagem de Cianobactérias	ceL/m L	3	174497	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	m g/L	5	186	500
Alumínio Dissolvido	m g/L	0,001	0,0157	0,1
Antimônio	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	m g/L	0,001	0,0344	0,7
Berílio	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	m g/L	0,001	0,0062	0,5
Cádmio	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	m g/L	0,5	7,0	250
Cobalto	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	m g/L	0,001	0,0861	0,3
Fluoreto	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	m g/L	0,001	0,0109	0,1
Mercúrio	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (com o N)	m g/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	m g/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Amoniaco	m g/L	0,1	< 0,1	Obs (1)
Pirato	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	m g/L	0,5	1,1	250
Urânio	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Zinco	m g/L	0,001	0,0098	0,18
Acrilamida	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	m g/L	0,001	< 0,001	0,005

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

unesp
Sorocaba

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Benzo(a)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(a)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
2-Clorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	µg/L	0,1	< 0,1	4
Dem eton (Dem eton-O e Demeton-S)	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
1,2-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
Diclorom etano	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
p,p' -DDT + p,p' -DDD + p,p' -DDE	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfân (a, b e sulfato)	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Estireno	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	µg/L	1	< 1	90
Índice de Fenóis	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	µg/L	5	< 5	65
Gution	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacloro	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
P aration	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
P CB´s - Bifenilas P olicloradas	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
P entaclorofenol	m g/L	0.00001	< 1E-5	0,009
Sim azina	µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)	m g/L	0,1	0,30	0,5
2,4,5-T	µg/L	0,005	< 0,005	2,0
Tetracloro de Carbono	m g/L	0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Tolueno	µg/L	1	< 1	2
2,4,5-TP	µg/L	0,005	< 0,005	10
Triclorobenzenos	m g/L	0,003	< 0,003	0,02
Tricloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,03
2,4,6-Triclorofenol	m g/L	0.00005	< 5E-5	0,01
Trifluralina	µg/L	0,05	< 0,05	0,2
Xilenos	µg/L	3	< 3	300
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA do Ensaio	Data
					3 5 7 A R T 1 5	
Criseno	218-01-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
2,4-D	94-75-7	µg/L	0,1	< 0,1		4
Dem eton (Dem eton-O e Demeton-S)	8065-48-3	µg/L	0,06	< 0,06		0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
2,4-Diclorofenol	120-83-2	µg/L	0,1	< 0,1		0,3
p,p' -DDT + p,p' -DDD + p,p' -DDE	---	µg/L	0,002	< 0,002	0,002	
Dodecacloropentaciclodecano	2385-85-5	µg/L	0,001	< 0,001	0,001	
Endossulfân (a, b e sulfato)	1031-07-8	µg/L	0,009	< 0,009	0,056	
Endrin	72-20-8	µg/L	0,003	< 0,003	0,004	
Índice de Fenóis	---	m g/L	0,001	< 0,001	0,003	
Glifosato	1071-83-6	µg/L	5	< 5		65

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Gutien	86-50-0	µg/L	0,004	< 0,004	0,005	
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	---	µg/L	0,01	< 0,01	0,01	
Indeno(1,2,3,cd)pireno	193-39-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Lindano (g-HCH)	58-89-9	µg/L	0,003	< 0,003	0,02	
Malation	121-75-5	µg/L	0,01	< 0,01		0,1
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	0,05	< 0,05		10
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,03	
P aration	56-38-2	µg/L	0,04	< 0,04	0,04	
P CB's - Bifenilas P olicloradas	---	µg/L	0,001	< 0,001	0,001	
P entaclorofenol	87-86-5	m g/L	0.000	< 1E-5	0,009	
Sim azina	122-34-9	µg/L	0,05	< 0,05		2
Surfactantes (com o LAS)	---	m g/L	0,1	0,30		0,5
2,4,5-T	93-76-5	µg/L	0,005	< 0,005		2,0
2,4,5-TP	93-72-1	µg/L	0,005	< 0,005		10
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	m g/L	0.000	< 5E-5	0,01	
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	0,05	< 0,05		0,2
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065	

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos		
Lítio	µg/L	1		< 1	
Berílio	µg/L	1		< 1	
Boro	µg/L	1		< 1	
Alum ínio	µg/L	1		< 1	
Dissolvido					
Mercúrio	µg/L	0,1		< 0,1	
Vanádio	µg/L	1		< 1	
Crom o	µg/L	1		< 1	
Manganês	µg/L	1		< 1	
Ferro Dissolvido	µg/L	1		< 1	
Cobalto	µg/L	1		< 1	
Níquel	µg/L	1		< 1	
Cobre	µg/L	1		< 1	
Dissolvido					
Zinco	µg/L	1		< 1	
Arsênio	µg/L	1		< 1	
Selênio	µg/L	1		< 1	
P rata	µg/L	1		< 1	
Cádm io	µg/L	1		< 1	
Antím ônio	µg/L	1		< 1	
Bário	µg/L	1		< 1	
Chum bo	µg/L	1		< 1	
Urânio	µg/L	1		< 1	
Lítio	10 µg/L		94		80 - 120
Vanádio	10 µg/L		96		80 - 120
Cobalto	10 µg/L		85		80 - 120
Zinco	10 µg/L		83		80 - 120
Molibdênio	10 µg/L		96		80 - 120
Antím ônio	10 µg/L		93		80 - 120
Chum bo	10 µg/L		85		80 - 120

Itrio (Metais Dissolvidos)

50 % 118 70 - 130

96089/2013-0 - Ponto 02

Itrio (Metais Dissolvidos)

50 % 101 70 - 130

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos		
Lítio	µg/L	1		< 1	
Berílio	µg/L	1		< 1	
Boro	µg/L	1		< 1	
Mercúrio	µg/L	0,1		< 0,1	
Vanádio	µg/L	1		< 1	
Crom o	µg/L	1		< 1	
Manganês	µg/L	1		< 1	
Cobalto	µg/L	1		< 1	

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

unesp
Sorocaba

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(conclusão)

Níquel		µg/L		1		< 1
Zinco		µg/L		1		< 1
Arsênio		µg/L		1		< 1
Selênio		µg/L		1		< 1
Prata		µg/L		1		< 1
Cádmio		µg/L		1		< 1
Antimônio		µg/L		1		< 1
Bário		µg/L		1		< 1
Chumbo		µg/L		1		< 1
Urânio		µg/L		1		< 1
Parâmetros		Quantidade Adicionada			Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS						
Lítio	10	µg/L			85	80 - 120
Vanádio	10	µg/L			82	80 - 120
Cobalto	10	µg/L			96	80 - 120
Zinco	10	µg/L			96	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L			86	80 - 120
Antimônio	10	µg/L			83	80 - 120
Chumbo	10	µg/L			96	80 - 120
Surrogates						
97078/2013-0 - Banco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS						
Itrio (Metais Totais)	50	%			102	70 - 130
97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS						
Itrio (Metais Totais)	50	%			118	70 - 130
96089/2013-0 - Ponto 02						
Itrio (Metais Totais)	50	%			109	70 - 130
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos		VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes		---	---	---	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis		---	---	---	Ausentes	Ausentes
Substâncias que Com unicam Odor		---	---	---	Presentes	Não objetável (*)
Corantes Artificiais		---	---	---	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Objetáveis		---	---	---	Ausentes	Ausentes
DBO		---	mg/L	3	< 3	5
Turbidez		---	UNT	0,1	4,9	100
Cor Verdadeira		---	P t/Co	5	5	75
Nitrato (com o N)	14797-55-8	---	mg/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	14797-65-0	---	mg/L	0,02	< 0,02	1
Benzeno	71-43-2	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,005
1,2-Dicloroetano	107-06-2	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	75-35-4	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,003
Dicloroetano	75-09-2	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,02
Estireno	100-42-5	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	100-41-4	---	µg/L	1	< 1	90
Tetracloroeto de Carbono	56-23-5	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroetano	127-18-4	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,01
Tolueno	108-88-3	---	µg/L	1	< 1	2
Triclorobenzenos	---	---	mg/L	0,003	< 0,003	0,02
Tricloroetano	79-01-6	---	mg/L	0,001	< 0,001	0,03
Xilenos	1330-20-7	---	µg/L	3	< 3	300

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continua)

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa solicitante: Renata Fracácio
Endereço: Avenida Três de março, 511 - - Sorocaba - SP - CEP: 18.087-180 .
Nome do Solicitante: Renata Fracácio

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação do Cliente:	Ponto 03			
Amostra Rotulada como:	Água Superficial			
Coletor:	Interessado	Data da coleta:	29/04/2013	
Data da entrada no laboratório:	30/04/2013 15:25	Data de Elaboração do BA:	20/05/2013	
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes	---	---	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis	---	---	Ausentes	Ausentes
Substâncias que Comunique Odor	---	---	Ausentes	Não objetável (*)
Corantes Artificiais	---	---	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Objetáveis	---	---	Ausentes	Ausentes
DBO	m g/L	3	< 3	5
DQO	m g/L	5	5,6	---
Turbidez	UNT	0,1	7,0	100
Cor Verdadeira	P t/Co	5	10	75
Contagem de Cianobactérias	ceL/m L	3	244922	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	m g/L	5	65	500
Alumínio Dissolvido	m g/L	0,001	0,0175	0,1
Antimônio	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	m g/L	0,001	0,0337	0,7
Berílio	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	m g/L	0,001	0,0072	0,5
Cádmio	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	m g/L	0,5	6,3	250
Cobalto	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	m g/L	0,005	0,1320	0,3
Fluoreto	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	m g/L	0,001	0,0102	0,1
Mercúrio	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (com o N)	m g/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	m g/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Amoniacal	m g/L	0,1	< 0,1	Obs (1)
Pirato	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	m g/L	0,5	1,1	250
Urânio	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	m g/L	0,001	0,0012	0,18
Acrilamida	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	m g/L	0,001	< 0,001	0,005

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais



ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15	
Benzo(a)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	0,02	
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,02	< 0,02	0,04	
2-Clorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,1	
Criseno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
2,4-D	µg/L	0,1	< 0,1	4	
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	µg/L	0,06	< 0,06	0,1	
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
1,2-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01	
1,1-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,003	
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,3	
Diclorometano	m g/L	0,001	< 0,001	0,02	
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	µg/L	0,002	< 0,002	0,002	
DodecACLOROPENTACILODECANO	µg/L	0,001	< 0,001	0,001	
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,009	< 0,009	0,056	
Endrin	µg/L	0,003	< 0,003	0,004	
Estireno	m g/L	0,001	< 0,001	0,02	
Etilbenzeno	µg/L	1	< 1	90	
Índice de Fenóis	m g/L	0,001	< 0,001	0,003	
Glifosato	µg/L	5	< 5	65	
Gution	µg/L	0,004	< 0,004	0,005	
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	< 0,01	0,01	
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,003	< 0,003	0,02	
Malation	µg/L	0,01	< 0,01	0,1	
Metolaclo	µg/L	0,05	< 0,05	10	
Metoxiclo	µg/L	0,01	< 0,01	0,03	
Paration	µg/L	0,04	< 0,04	0,04	
P CB's - Bifenilas Policloradas	µg/L	0,001	< 0,001	0,001	
Pentaclorofenol	m g/L	0,00001	< 1E-5	0,009	
Simazina	µg/L	0,05	< 0,05	2	
Surfactantes (com o LAS)	m g/L	0,1	< 0,1	0,5	
2,4,5-T	µg/L	0,005	< 0,005	2,0	
Tetracloro de Carbono	m g/L	0,001	< 0,001	0,002	
Tetracloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01	
Tolueno	µg/L	1	< 1	2	
2,4,5-TP	µg/L	0,005	< 0,005	10	
Triclorobenzenos	m g/L	0,003	< 0,003	0,02	
Tricloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,03	
2,4,6-Triclorofenol	m g/L	0,00005	< 5E-5	0,01	
Trifluralina	µg/L	0,05	< 0,05	0,2	
Xilenos	µg/L	3	< 3	300	
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065	
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
DBO	---	m g/L	3	< 3	5
DQO	---	m g/L	5	5,6	---
Turbidez	---	UNT	0,1	7,0	100
Cor Verdadeira	---	P t/Co	5	10	75
Contagem de Cianobactérias	---	cel/m L	3	244922	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	---	m g/L	5	65	500

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Alumínio Dissolvido	7429-90-5	m g/L	0,001	0,0175	0,1
Antimônio	7440-36-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	7440-38-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	7440-39-3	m g/L	0,001	0,0337	0,7
Berílio	7440-41-7	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	7440-42-8	m g/L	0,001	0,0072	0,5
Cádmio	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	7440-43-9	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	57-12-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	16887-00-6	m g/L	0,5	6,3	250
Cobalto	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	7440-50-8	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	7440-47-3	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	7439-89-6	m g/L	0,005	0,1320	0,3
Fluoreto	7782-41-4	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	14596-37-3	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	7439-93-2	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	7439-96-5	m g/L	0,001	0,0102	0,1
Mercurio	7439-97-6	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	7440-02-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (com o N)	14797-55-8	m g/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	14797-65-0	m g/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Amoniaco	7664-41-7	m g/L	0,1	< 0,1	Obs (1)
Prata	7440-22-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	7782-49-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	14808-79-8	m g/L	0,5	1,1	250
Urânio	7440-61-1	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	7440-62-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	7440-66-6	m g/L	0,001	0,0012	0,18
Acrilamida	79-06-1	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	15972-60-8	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	---	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	1912-24-9	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	71-43-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Benzo(a)antraceno	56-55-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Benzo(a)pireno	50-32-8	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaryl	63-25-2	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	---	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
2-Clorofenol	95-57-8	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	218-01-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	94-75-7	µg/L	0,1	< 0,1	4
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	8065-48-3	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
1,2-Dicloroetano	107-06-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	75-35-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
2,4-Diclorofenol	120-83-2	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
Dicloroetano	75-09-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	---	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaclodecano	2385-85-5	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	1031-07-8	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	72-20-8	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Estireno	100-42-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	100-41-4	m g/L	1	< 1	90
Índice de Fenóis	---	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	1071-83-6	µg/L	5	< 5	65
Gutition	86-50-0	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	---	µg/L	0,01	< 0,01	0,01

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Indeno(1,2,3,cd)pireno	193-39-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	58-89-9	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	121-75-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
P aration	56-38-2	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
P CB 's - Bifenilas P olicloradas	---	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
P entaclorofenol	87-86-5	m g/L	0.00001	< 1E-5	0,009
Sim azina	122-34-9	µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)	---	m g/L	0,1	< 0,1	0,5
2,4,5-T	93-76-5	µg/L	0,005	< 0,005	2,0
Tetracloroeto de Carbono	56-23-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroeteno	127-18-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Tolueno	108-88-3	µg/L	1	< 1	2
2,4,5-TP	93-72-1	µg/L	0,005	< 0,005	10
Triclorobenzenos	---	m g/L	0,003	< 0,003	0,02
Tricloroeteno	79-01-6	m g/L	0,001	< 0,001	0,03
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	m g/L	0.00005	< 5E-5	0,01
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	0,05	< 0,05	0,2
Xilenos	1330-20-7	µg/L	3	< 3	300
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos		
Lítio	µg/L	1	< 1		
Berílio	µg/L	1	< 1		
Boro	µg/L	1	< 1		
Alum ínio Dissolvido	µg/L	1	< 1		
Mercurío	µg/L	0,1	< 0,1		
Vanádio	µg/L	1	< 1		
Crom o	µg/L	1	< 1		
Manganês	µg/L	1	< 1		
Ferro Dissolvido	µg/L	1	< 1		
Cobalto	µg/L	1	< 1		
Níquel	µg/L	1	< 1		
Cobre Dissolvido	µg/L	1	< 1		
Zinco	µg/L	1	< 1		
Arsênio	µg/L	1	< 1		
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos		
Selênio	µg/L	1	< 1		
P rata	µg/L	1	< 1		
Cádm io	µg/L	1	< 1		
Antim ônio	µg/L	1	< 1		
Bário	µg/L	1	< 1		
Chum bo	µg/L	1	< 1		
Urânio	µg/L	1	< 1		
Lítio	10 µg/L	97	80 - 120		
Vanádio	10 µg/L	92	80 - 120		
Cobalto	10 µg/L	82	80 - 120		
Zinco	10 µg/L	87	80 - 120		
Molibdênio	10 µg/L	96	80 - 120		
Antim ônio	10 µg/L	96	80 - 120		
Chum bo	10 µg/L	83	80 - 120		
Surrogates					
97104/2013-0 - B ranco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas ICP-MS					
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	112	70 - 130	
97105/2013-0 - Amostra Controle - Metais Dis					
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	116	70 - 130	
96090/2013-0 - Ponto 03					
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	107	70 - 130	

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Lítio	µg/L	1	< 1
Berílio	µg/L	1	< 1
Boro	µg/L	1	< 1
Mercúrio	µg/L	0,1	< 0,1
Vanádio	µg/L	1	< 1
Cromo	µg/L	1	< 1
Manganês	µg/L	1	< 1
Cobalto	µg/L	1	< 1
Níquel	µg/L	1	< 1
Zinco	µg/L	1	< 1
Arsênio	µg/L	1	< 1
Selênio	µg/L	1	< 1
Prata	µg/L	1	< 1
Cádmio	µg/L	1	< 1
Antimônio	µg/L	1	< 1
Bário	µg/L	1	< 1
Chumbo	µg/L	1	< 1
Urânio	µg/L	1	< 1

97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS

Lítio	10	µg/L	85	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	82	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	96	80 - 120
Zinco	10	µg/L	96	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	86	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	83	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	96	80 - 120

Surrogates

97078/2013-0 - B ranco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS

Itrio (Metais Totais)	50	%	102	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS

Itrio (Metais Totais)	50	%	118	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

96090/2013-0 - Ponto 03

Itrio (Metais Totais)	50	%	106	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

Controle de Qualidade - VOC - Água

106327/2013-0 - B ranco de Análise - VOC - Água

Parâmetros	Unidade	LQ	
1,1-Dicloroetano	µg/L	1	
1,2-Dicloroetano	µg/L	1	
Benzeno	µg/L	1	
Diclorometano	µg/L	1	
Estireno	µg/L	1	
Etilbenzeno	µg/L	1	
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	1	
Tetracloroetano	µg/L	1	
Tolueno	µg/L	1	
Tricloroetano	µg/L	1	

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
------------	-----------------------	---------	------------------------------------

106328/2013-0 - Amostra Controle - VOC - Água

1,1-Dicloroetano	20	µg/L	70 - 130
Benzeno	20	µg/L	70 - 130
Tricloroetano	20	µg/L	70 - 130

PROGRAMA DE POST-GRADUATION em

ciências ambientais

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(conclusão)

Tolueno	20		µg/L	70 - 130
Clorobenzeno	20		µg/L	70 - 130
Surrogates				
106327/2013-0 - B ranco de Análise - VOC - Água				
p-Brom ofluorbenzeno	20		%	70 - 130
Dibrom ofluorom etano	20		%	70 - 130
106328/2013-0 - Amostra Controle - VOC - Água				
p-Brom ofluorbenzeno	20		%	70 - 130
Dibrom ofluorom etano	20		%	70 - 130
96090/2013-0 - Ponto 03				
Dibrom ofluorom etano	20		%	70 - 130
p-Brom ofluorbenzeno	20		%	70 - 130
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos
				VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes			---	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis			---	Ausentes
Substâncias que Com unicam Odor			---	Não obj etável (*)
Corantes Artificiais			---	Ausentes
Resíduos Sólidos Obj etáveis			---	Ausentes

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continua)

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa solicitante:	Renata Fracácio
Endereço:	Avenida Três de março, 511 - - - Sorocaba - SP - CEP: 18.087-180 .
Nome do Solicitante:	Renata Fracácio

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação do Cliente:	Ponto 04			
Amostra Rotulada como:	Água Sup erficial			
Coletor:	Interessado	Data da coleta:	29/04/2013	
Data da entrada no laboratório:	30/04/2013 15:26	Data de Elaboração do BA:	17/05/2013	
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes	---	---	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis	---	---	Ausentes	Ausentes
Substâncias que Com unicam Odor	---	---	Ausentes	Não obj etável (*)
Corantes Artificiais	---	---	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Obj etáveis	---	---	Ausentes	Ausentes
DBO	m g/L	3	< 3	5
DQO	m g/L	5	< 5	---
Turbidez	UNT	0,1	5,7	100
Cor Verdadeira	P t/Co	5	7	75
Contagem de Cianobactérias	ceL/m L	3	113884	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	m g/L	5	72	500
Alum ínio Dissolvido	m g/L	0,001	0,0123	0,1
Antim ônio	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	m g/L	0,001	0,0416	0,7
Berílio	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	m g/L	0,001	0,0079	0,5
Cádm io	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chum bo	m g/L	0,001	< 0,001	0,01

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Cianeto Livre	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	m g/L	0,5	7,8	250
Cobalto	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Crom o	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	m g/L	0,001	0,0584	0,3
Fluoreto	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	m g/L	0,001	0,0321	0,1
Merúrio	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (com o N)	m g/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	m g/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Am oniacal	m g/L	0,1	0,1	Obs (1)
P rata	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	m g/L	0,5	1,1	250
Urânio	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	m g/L	0,001	< 0,001	0,18
Acrilam ida	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Benzo(a)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
2-Clorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	µg/L	0,1	< 0,1	4
Dem eton (Dem eton-O e Demeton-S)	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
1,2-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
Diclorom etano	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
p,p' -DDT + p,p' -DDD + p,p'-DDE	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Estireno	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	µg/L	1	< 1	90
Índice de Fenóis	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	µg/L	5	< 5	65
Gution	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacloro	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
P aration	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
P CB's - Bifenilas P olicloradas	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
P entaclorofenol	m g/L	0,00001	< 1E-5	0,009
Sim azina	µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)	m g/L	0,1	< 0,1	0,5

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

unesp
Sorocaba

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

2,4,5-T	µg/L	0,005	< 0,005	2,0	
Tetracloroeto de Carbono	m g/L	0,001	< 0,001	0,002	
Tetracloroeteno	m g/L	0,001	< 0,001	0,01	
Tolueno	µg/L	1	< 1	2	
2,4,5-TP	µg/L	0,005	< 0,005	10	
Triclorobenzenos	m g/L	0,003	< 0,003	0,02	
Tricloroeteno	m g/L	0,001	< 0,001	0,03	
2,4,6-Triclorofenol	m g/L	0.00005	< 5E-5	0,01	
Trifluralina	µg/L	0,05	< 0,05	0,2	
Xilenos	µg/L	3	< 3	300	
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065	
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
DQO	---	m g/L	5	< 5	---
Contagem de Cianobactérias	---	ceL/m L	3	113884	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	---	m g/L	5	72	500
Alum ínio Dissolvido	7429-90-5	m g/L	0,001	0,0123	0,1
Antim ônio	7440-36-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	7440-38-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	7440-39-3	m g/L	0,001	0,0416	0,7
Berílio	7440-41-7	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	7440-42-8	m g/L	0,001	0,0079	0,5
Cádm io	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chum bo	7440-43-9	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	57-12-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	16887-00-6	m g/L	0,5	7,8	250
Cobalto	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	7440-50-8	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Crom o	7440-47-3	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	7439-89-6	m g/L	0,001	0,0584	0,3
Fluoreto	7782-41-4	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	14596-37-3	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	7439-93-2	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	7439-96-5	m g/L	0,001	0,0321	0,1
Mercurio	7439-97-6	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	7440-02-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrogênio Am oniacal	7664-41-7	m g/L	0,1	0,1	Obs (1)
P rata	7440-22-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	7782-49-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	14808-79-8	m g/L	0,5	1,1	250
Urânio	7440-61-1	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	7440-62-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	7440-66-6	m g/L	0,001	< 0,001	0,18
Acrilam ida	79-06-1	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	15972-60-8	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	---	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	1912-24-9	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	71-43-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Benzo(a)antraceno	56-55-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(a)pireno	50-32-8	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaril	63-25-2	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	---	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
2-Clorofenol	95-57-8	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	218-01-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	94-75-7	µg/L	0,1	< 0,1	4
Dem eton (Dem eton-O e Demeton-S)	8065-48-3	µg/L	0,06	< 0,06	0,1

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

1,2-Dicloroetano	107-06-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	75-35-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
2,4-Diclorofenol	120-83-2	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
Dicloroetano	75-09-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
p,p' -DDT + p,p' -DDD + p,p' -DDE	---	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaciclodecano	2385-85-5	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	1031-07-8	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	72-20-8	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Estireno	100-42-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	100-41-4	µg/L	1	< 1	90
Índice de Fenóis	---	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	1071-83-6	µg/L	5	< 5	65
Gution	86-50-0	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	---	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	193-39-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	58-89-9	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	121-75-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
P aration	56-38-2	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
P CB's - Bifenilas P olicloradas	---	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
P entaclorofenol	87-86-5	m g/L	0,00001	< 1E-5	0,009
Sim azina	122-34-9	µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)	---	m g/L	0,1	< 0,1	0,5
2,4,5-T	93-76-5	µg/L	0,005	< 0,005	2,0
Tetracloroeto de Carbono	56-23-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroetano	127-18-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Tolueno	108-88-3	µg/L	1	< 1	2
2,4,5-TP	93-72-1	µg/L	0,005	< 0,005	10
Triclorobenzenos	---	m g/L	0,003	< 0,003	0,02
Tricloroetano	79-01-6	m g/L	0,001	< 0,001	0,03
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	m g/L	0,00005	< 5E-5	0,01
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	0,05	< 0,05	0,2
Xilenos	1330-20-7	µg/L	3	< 3	300
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Lítio	µg/L	1	< 1
Berílio	µg/L	1	< 1
Boro	µg/L	1	< 1
Alum ínio Dissolvido	µg/L	1	< 1
Merúrio	µg/L	0,1	< 0,1
Vanádio	µg/L	1	< 1
Crom o	µg/L	1	< 1
Manganês	µg/L	1	< 1
Ferro Dissolvido	µg/L	1	< 1
Cobalto	µg/L	1	< 1
Níquel	µg/L	1	< 1
Cobre Dissolvido	µg/L	1	< 1
Zinco	µg/L	1	< 1
Arsênio	µg/L	1	< 1
Selênio	µg/L	1	< 1
P rata	µg/L	1	< 1
Cádm io	µg/L	1	< 1
Antim ônio	µg/L	1	< 1
Bário	µg/L	1	< 1
Chum bo	µg/L	1	< 1

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Urânio	µg/L	1	< 1
Lítio	10 µg/L		97
Vanádio	10 µg/L		92
Cobalto	10 µg/L		82
Zinco	10 µg/L		87
Molibdênio	10 µg/L		96

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP
(conclusão)

Antimônio	10	µg/L	96	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	83	80 - 120
Surrogates				
97104/2013-0 - B ranco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas ICP-MS				
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	112	70 - 130
97105/2013-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Água ICP-MS				
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	116	70 - 130
96094/2013-0 - Ponto 04				
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	107	70 - 130
	Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Lítio		µg/L	1	< 1
Berílio		µg/L	1	< 1
Boro		µg/L	1	< 1
Mercurio		µg/L	0,1	< 0,1
Vanádio		µg/L	1	< 1
Cromo		µg/L	1	< 1
Manganês		µg/L	1	< 1
Cobalto		µg/L	1	< 1
Níquel		µg/L	1	< 1
Zinco		µg/L	1	< 1
Arsênio		µg/L	1	< 1
Selênio		µg/L	1	< 1
Prata		µg/L	1	< 1
Cádmio		µg/L	1	< 1
Antimônio		µg/L	1	< 1
Bário		µg/L	1	< 1
Chumbo		µg/L	1	< 1
Urânio		µg/L	1	< 1
97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS				
Lítio	10	µg/L	85	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	82	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	96	80 - 120
Zinco	10	µg/L	96	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	86	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	83	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	96	80 - 120
Surrogates				
97078/2013-0 - B ranco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS				
Itrio (Metais Totais)	50	%	102	70 - 130
97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS				
Itrio (Metais Totais)	50	%	118	70 - 130
96094/2013-0 - Ponto 04				
Itrio (Metais Totais)	50	%	110	70 - 130
Controle de Qualidade - VOC - Água				
100115/2013-0 - B ranco de Análise - VOC - Água				
	Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
1,1-Dicloroetano		µg/L	1	< 1
1,2-Dicloroetano		µg/L	1	< 1
Benzeno		µg/L	1	< 1
Diclorometano		µg/L	1	< 1
Estireno		µg/L	1	< 1

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continua)

DADOS REFERENTES A AMOSTRA				
Identificação do Cliente:	Ponto 05			
Amostra Rotulada como:	Água Superficial			
Coletor:	Interessado	Data da coleta:	29/04/2013	
Data da entrada no laboratório:	30/04/2013 15:26	Data de Elaboração do BA:	20/05/2013	
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes	---	---	Ausentes	Ausentes
	---	---	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis				
Substâncias que Com unicam Odor	---	---	Ausentes	Não objetável (*)
Corantes Artificiais	---	---	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Objetáveis	---	---	Ausentes	Ausentes
DBO	m g/L	3	< 3	5
DQO	m g/L	5	< 5	---
Turbidez	UNT	0,1	7,3	100
Cor Verdadeira	P t/Co	5	8	75
Contagem de Cianobactérias	ceL/m L	3	48579	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	m g/L	5	100	500
Alumínio Dissolvido	m g/L	0,001	0,0211	0,1
Antimônio	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	m g/L	0,001	0,0406	0,7
Berílio	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	m g/L	0,001	0,0079	0,5
Cádmio	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	m g/L	0,5	6,5	250
Cobalto	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	m g/L	0,001	0,0517	0,3
Fluoreto	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	m g/L	0,001	0,0286	0,1
Mercurio	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (com o N)	m g/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	m g/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Amoniaco	m g/L	0,1	0,1	Obs (1)
Plata	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	m g/L	0,5	1,4	250
Urânio	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	m g/L	0,001	0,0013	0,18
Acrilamida	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05

PRC < 0,01 MA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15	
Benzo(a)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	0,02	
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,02	< 0,02	0,04	
2-Clorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,1	
Criseno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
2,4-D	µg/L	0,1	< 0,1	4	
Dem eton (Dem eton-O e Demeton-S)	µg/L	0,06	< 0,06	0,1	
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
1,2-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01	
1,1-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,003	
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,3	
Diclorom etano	m g/L	0,001	< 0,001	0,02	
p,p' -DDT + p,p' -DDD + p,p' -DDE	µg/L	0,002	< 0,002	0,002	
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	< 0,001	0,001	
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,009	< 0,009	0,056	
Endrin	µg/L	0,003	< 0,003	0,004	
Estireno	m g/L	0,001	< 0,001	0,02	
Etilbenzeno	µg/L	1	< 1	90	
Índice de Fenóis	m g/L	0,001	< 0,001	0,003	
Glifosato	µg/L	5	< 5	65	
Gution	µg/L	0,004	< 0,004	0,005	
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	< 0,01	0,01	
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05	
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,003	< 0,003	0,02	
Malation	µg/L	0,01	< 0,01	0,1	
Metolacloro	µg/L	0,05	< 0,05	10	
Metoxicloro	µg/L	0,01	< 0,01	0,03	
P aration	µg/L	0,04	< 0,04	0,04	
P CB' s - Bifenilas P olicloradas	µg/L	0,001	< 0,001	0,001	
P entaclorofenol	m g/L	0,00001	< 1E-5	0,009	
Sim azina	µg/L	0,05	< 0,05	2	
Surfactantes (com o LAS)	m g/L	0,1	< 0,1	0,5	
2,4,5-T	µg/L	0,005	< 0,005	2,0	
Tetracloroeto de Carbono	m g/L	0,001	< 0,001	0,002	
Tetracloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01	
Tolueno	µg/L	1	< 1	2	
2,4,5-TP	µg/L	0,005	< 0,005	10	
Triclorobenzenos	m g/L	0,003	< 0,003	0,02	
Tricloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,03	
2,4,6-Triclorofenol	m g/L	0,00005	< 5E-5	0,01	
Trifluralina	µg/L	0,05	< 0,05	0,2	
Xilenos	µg/L	3	< 3	300	
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065	
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
DBO	---	m g/L	3	< 3	5
DQO	---	m g/L	5	< 5	---
Turbidez	---	UNT	0,1	7,3	100
Contagem de Cianobactérias	---	ceL/m L	3	48579	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	---	m g/L	5	100	500
Alum ínio Dissolvido	7429-90-5	m g/L	0,001	0,0211	0,1
Antim ônio	7440-36-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	7440-38-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	7440-39-3	m g/L	0,001	0,0406	0,7
Berílio	7440-41-7	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	7440-42-8	m g/L	0,001	0,0079	0,5
Cádm io	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chum bo	7440-43-9	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	57-12-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	16887-00-6	m g/L	0,5	6,5	250

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Cobalto	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	7440-50-8	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	7440-47-3	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	7439-89-6	m g/L	0,001	0,0517	0,3
Fluoreto	7782-41-4	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	14596-37-3	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	7439-93-2	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganes	7439-96-5	m g/L	0,001	0,0286	0,1
Mercurio	7439-97-6	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	7440-02-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (com o N)	14797-55-8	m g/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	14797-65-0	m g/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Am oniacal	7664-41-7	m g/L	0,1	0,1	Obs (1)
Parata	7440-22-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	7782-49-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	14808-79-8	m g/L	0,5	1,4	250
Urânio	7440-61-1	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	7440-62-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	7440-66-6	m g/L	0,001	0,0013	0,18
Acrilamida	79-06-1	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	15972-60-8	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	---	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	1912-24-9	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzeno	71-43-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Benzo(a)antraceno	56-55-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(a)pireno	50-32-8	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaril	63-25-2	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	---	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
2-Clorofenol	95-57-8	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	218-01-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	94-75-7	µg/L	0,1	< 0,1	4
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	8065-48-3	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
1,2-Dicloroetano	107-06-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	75-35-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
2,4-Diclorofenol	120-83-2	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
Diclorometano	75-09-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	---	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecatoropentaciclodecano	2385-85-5	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	1031-07-8	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	72-20-8	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Estireno	100-42-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	100-41-4	µg/L	1	< 1	90
Índice de Fenóis	---	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	1071-83-6	µg/L	5	< 5	65
Gution	86-50-0	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	---	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	193-39-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	58-89-9	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	121-75-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
Paration	56-38-2	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
P CB's - Bifenilas P olicloradas	---	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Pentaclorofenol	87-86-5	m g/L	0,0000	< 1E-5	0,009
Simazina	122-34-9	µg/L	0,05	< 0,05	2

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

unesp
Sorocaba

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Surfactantes (com o LAS)	---	m g/L	0,1	< 0,1	0,5
2,4,5-T	93-76-5	µg/L	0,005	< 0,005	2,0
Tetracloroeto de Carbono	56-23-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroeteno	127-18-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Tolueno	108-88-3	µg/L	1	< 1	2
2,4,5-TP	93-72-1	µg/L	0,005	< 0,005	10
Triclorobenzenos	---	m g/L	0,003	< 0,003	0,02
Tricloroeteno	79-01-6	m g/L	0,001	< 0,001	0,03
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	m g/L	0,0000	< 5E-5	0,01
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	0,05	< 0,05	0,2
Xilenos	1330-20-7	µg/L	3	< 3	300
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065
	Parâmetros	Unidade	LQ		Resultados analíticos
Lítio		µg/L	1		< 1
Berílio		µg/L	1		< 1
Boro		µg/L	1		< 1
Alumínio Dissolvido		µg/L	1		< 1
Mercurio		µg/L	0,1		< 0,1
Vanádio		µg/L	1		< 1
Cromo		µg/L	1		< 1
Manganês		µg/L	1		< 1
Ferro Dissolvido		µg/L	1		< 1
Cobalto		µg/L	1		< 1
Níquel		µg/L	1		< 1
Cobre Dissolvido		µg/L	1		< 1
Zinco		µg/L	1		< 1
Arsênio		µg/L	1		< 1
Selênio		µg/L	1		< 1
	Parâmetros	Unidade	LQ		Resultados analíticos
P rata		µg/L	1		< 1
Cádmio		µg/L	1		< 1
Antimônio		µg/L	1		< 1
Bário		µg/L	1		< 1
Chumbo		µg/L	1		< 1
Urânio		µg/L	1		< 1
Lítio	10	µg/L	97		80 - 120
Vanádio	10	µg/L	92		80 - 120
Cobalto	10	µg/L	82		80 - 120
Zinco	10	µg/L	87		80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	96		80 - 120
Antimônio	10	µg/L	96		80 - 120
Chumbo	10	µg/L	83		80 - 120
Surrogates					
97104/2013-0 - B rranco de Análise - Metais Dissolvidos - Águas ICP-MS					
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	112		70 - 130
97105/2013-0 - Amostra Controle - Metais Dissolvidos - Água ICP-MS					
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	116		70 - 130
96095/2013-0 - Ponto 05					
Itrio (Metais Dissolvidos)	50	%	104		70 - 130
	Parâmetros	Unidade	LQ		Resultados analíticos
Lítio		µg/L	1		< 1
Berílio		µg/L	1		< 1
Boro		µg/L	1		< 1
Mercurio		µg/L	0,1		< 0,1
Vanádio		µg/L	1		< 1
Cromo		µg/L	1		< 1
Manganês		µg/L	1		< 1
Cobalto		µg/L	1		< 1
Níquel		µg/L	1		< 1
Zinco		µg/L	1		< 1
Arsênio		µg/L	1		< 1
Selênio		µg/L	1		< 1
P rata		µg/L	1		< 1

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(conclusão)

Cádm io	µg/L	1	< 1
Antim ônio	µg/L	1	< 1
Bário	µg/L	1	< 1
Chum bo	µg/L	1	< 1
Urânio	µg/L	1	< 1

97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS

Lítio	10	µg/L	85	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	82	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	96	80 - 120
Zinco	10	µg/L	96	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	86	80 - 120
Antim ônio	10	µg/L	83	80 - 120
Chum bo	10	µg/L	96	80 - 120

Surrogates

97078/2013-0 - B ranco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS

Itrio (Metais Totais)	50	%	102	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

97079/2013-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS

Itrio (Metais Totais)	50	%	118	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

96095/2013-0 - Ponto 05

Itrio (Metais Totais)	50	%	108	70 - 130
-----------------------	----	---	-----	----------

Controle de Qualidade - VOC - Água

100115/2013-0 - B ranco de Análise - VOC - Água

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continua)

DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Empresa solicitante: Renata Fracácio
Endereço: Avenida Três de março, 511 - - - Sorocaba - SP - CEP: 18.087-180 .
Nome do Solicitante: Renata Fracácio

DADOS REFERENTES A AMOSTRA

Identificação do Cliente: **Ponto 06**
Amostra Rotulada como: Água Sup erficial
Coletor: Interessado **Data da coleta:** 29/04/2013
Data da entrada no laboratório: 30/04/2013 15:27 **Data de Elaboração do BA:** 17/05/2013

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Materiais Flutuantes	---	---	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas Visíveis	---	---	Ausentes	Ausentes
Substâncias que Com unicam Odor	---	---	Ausentes	Não objetável (*)
Corantes Artificiais	---	---	Ausentes	Ausentes
Resíduos Sólidos Obj etáveis	---	---	Ausentes	Ausentes
DBO	m g/L	3	< 3	5
DQO	m g/L	5	< 5	100
Turbidez	UNT	0,1	6,9	75
Cor Verdadeira	P t/Co	5	7	50000
Contagem de Cianobactérias	cel/m L	3	210355	500
Sólidos Dissolvidos Totais	m g/L	5	88	500

PROGRAMA DE PÓS-GRATUIÇÃO em

ciências ambientais



ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Alumínio Dissolvido	m g/L	0,001	0,0117	0,1
Antimônio	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	m g/L	0,001	0,0391	0,7
Berílio	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	m g/L	0,001	0,0081	0,5
Cádmio	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloro	m g/L	0,5	7,7	250
Cobalto	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	m g/L	0,001	0,0574	0,3
Fluoreto	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	m g/L	0,001	0,0250	0,1
Mercúrio	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrato (com o N)	m g/L	0,1	< 0,1	10
Nitrito (com o N)	m g/L	0,02	< 0,02	1
Nitrogênio Amoniaco	m g/L	0,1	0,1	Obs (1)
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Benzo(a)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaril	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	µg/L	0,02	< 0,02	0,04
2-Clorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	µg/L	0,1	< 0,1	4
Demeton (Demeton-O e Demeton-S)	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
1,2-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
1,1-Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
Dicloroetano	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
p,p'-DDT + p,p'-DDD + p,p'-DDE	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Estireno	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Etilbenzeno	µg/L	1	< 1	90
Índice de Fenóis	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	µg/L	5	< 5	65
Gution	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	µg/L	0,003	< 0,003	0,02

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(continuação)

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Malation		µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacoloro		µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro		µg/L	0,01	< 0,01	0,03
Paration		µg/L	0,04	< 0,04	0,04
P CB's - Bifenilas Policloradas		µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Pentaclorofenol		m g/L	0.00001	< 1E-5	0,009
Simazina		µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)		m g/L	0,1	< 0,1	0,5
2,4,5-T		µg/L	0,005	< 0,005	2,0
Tetracloroeto de Carbono		m g/L	0,001	< 0,001	0,002
Tetracloroeteno		m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Tolueno		µg/L	1	< 1	2
2,4,5-TP		µg/L	0,005	< 0,005	10
Triclorobenzenos		m g/L	0,003	< 0,003	0,02
Tricloroeteno		m g/L	0,001	< 0,001	0,03
2,4,6-Triclorofenol		m g/L	0.00005	< 5E-5	0,01
Trifluralina		µg/L	0,05	< 0,05	0,2
Xilenos		µg/L	3	< 3	300
Hexaclorobenzeno		µg/L	0,005	< 0,005	0,0065
DQO	---	m g/L	5	< 5	---
Contagem de Cianobactérias	---	ceL/m L	3	210355	50000
Sólidos Dissolvidos Totais	---	m g/L	5	88	500
Alumínio Dissolvido	7429-90-5	m g/L	0,001	0,0117	0,1
Antimônio	7440-36-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Arsênio	7440-38-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Bário	7440-39-3	m g/L	0,001	0,0391	0,7
Berílio	7440-41-7	m g/L	0,001	< 0,001	0,04
Boro	7440-42-8	m g/L	0,001	0,0081	0,5
Cádmio	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,001
Chumbo	7440-43-9	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Cianeto Livre	57-12-5	m g/L	0,001	< 0,001	0,005
Cloreto	16887-00-6	m g/L	0,5	7,7	250
Cobalto	7440-48-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Cobre Dissolvido	7440-50-8	m g/L	0,001	< 0,001	0,009
Cromo	7440-47-3	m g/L	0,001	< 0,001	0,05
Ferro Dissolvido	7439-89-6	m g/L	0,001	0,0574	0,3
Fluoreto	7782-41-4	m g/L	0,05	0,1	1,4
Fósforo Total	14596-37-3	m g/L	0,01	< 0,01	Obs (2)
Lítio	7439-93-2	m g/L	0,001	< 0,001	2,5
Manganês	7439-96-5	m g/L	0,001	0,0250	0,1
Mercúrio	7439-97-6	m g/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
Níquel	7440-02-0	m g/L	0,001	< 0,001	0,025
Nitrogênio Amoniaco	7664-41-7	m g/L	0,1	0,1	Obs (1)
Paratolueno	7440-22-4	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Selênio	7782-49-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,01
Sulfato	14808-79-8	m g/L	0,5	1,1	250
Urânio	7440-61-1	m g/L	0,001	< 0,001	0,02
Vanádio	7440-62-2	m g/L	0,001	< 0,001	0,1
Zinco	7440-66-6	m g/L	0,001	< 0,001	0,18
Acrilamida	79-06-1	µg/L	0,1	< 0,1	0,5
Alaclor	15972-60-8	µg/L	0,005	< 0,005	20
Aldrin + Dieldrin	---	µg/L	0,005	< 0,005	0,005
Atrazina	1912-24-9	µg/L	0,01	< 0,01	2
Benzo(a)antraceno	56-55-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(a)pireno	50-32-8	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Carbaryl	63-25-2	µg/L	0,02	< 0,02	0,02
Clordano (cis e trans)	---	µg/L	0,02	< 0,02	0,04

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em

ciências ambientais

ANEXO A – Relatório emitido pela empresa de consultoria Bioagri Ambiental – Piracicaba-SP

(conclusão)

2-Clorofenol	95-57-8	µg/L	0,1	< 0,1	0,1
Criseno	218-01-9	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-D	94-75-7	µg/L	0,1	< 0,1	4
Dem eton (Dem eton-O e Demeton-S)	8065-48-3	µg/L	0,06	< 0,06	0,1
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
2,4-Diclorofenol	120-83-2	µg/L	0,1	< 0,1	0,3
p,p' -DDT + p,p' -DDD + p,p'-DDE	---	µg/L	0,002	< 0,002	0,002
Dodecacloropentaciclododecano	2385-85-5	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
Endossulfan (a, b e sulfato)	1031-07-8	µg/L	0,009	< 0,009	0,056
Endrin	72-20-8	µg/L	0,003	< 0,003	0,004
Índice de Fenóis	---	m g/L	0,001	< 0,001	0,003
Glifosato	1071-83-6	µg/L	5	< 5	65
Gution	86-50-0	µg/L	0,004	< 0,004	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	---	µg/L	0,01	< 0,01	0,01
Indeno(1,2,3,cd)pireno	193-39-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,05
Lindano (g-HCH)	58-89-9	µg/L	0,003	< 0,003	0,02
Malation	121-75-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,1
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	0,05	< 0,05	10
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	0,01	< 0,01	0,03
P aration	56-38-2	µg/L	0,04	< 0,04	0,04
P CB's - Bifenilas P olicloradas	---	µg/L	0,001	< 0,001	0,001
P entaclorofenol	87-86-5	m g/L	0.00001	< 1E-5	0,009
Parâmetros	CAS	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP CONAMA 357 ART 15
Sim azina	122-34-9	µg/L	0,05	< 0,05	2
Surfactantes (com o LAS)	---	m g/L	0,1	< 0,1	0,5
2,4,5-T	93-76-5	µg/L	0,005	< 0,005	2,0
2,4,5-TP	93-72-1	µg/L	0,005	< 0,005	10
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	m g/L	0.00005	< 5E-5	0,01
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	0,05	< 0,05	0,2
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	0,005	< 0,005	0,0065