

# **INSTITUTO BIOLÓGICO**

## **PÓS-GRADUAÇÃO**

### **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE A INFLUÊNCIA DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS NA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DO COCUERA, MOGI DAS CRUZES - SP**

**LUCAS GALLI DO ROSÁRIO**

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Sanidade, Segurança Alimentar e o Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Luchini  
Co-orientadora: Profa. Dra. Yara M.C. Carvalho

**São Paulo  
2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São**  
**Paulo**  
**Núcleo de Informação e Documentação – IB**

---

Rosário, Lucas Galli do.

Diagnóstico ambiental das influências das práticas agrícolas na Microbacia

do Coquera, Mogi das Cruzes, SP. / Lucas Galli do Rosário. -- São Paulo, 2014.

51 p.

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: **Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossiste-**

**ma.**

Linha de pesquisa: Agrotóxicos e resíduos agrícolas: ecologia e qualidade dos alimentos.

Orientador: Luiz Carlos Luchini.

Versão do título para o inglês: Environmental diagnosis on the influence of agricultural practices in the Micro Watershed of Cocuera, Mogi das Cruzes – SP.

1. Microbacia Cocuera 2. Monitoramento ambiental 3. Contaminação  
4. Impacto ambiental I. Rosário, Lucas Galli do II. Luchini, Luiz Carlos  
III. Instituto Biológico (São Paulo). IV. Título

*IB/Bibl./2014/014*

---



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO BIOLÓGICO**

**Pós-Graduação**

Av. Cons. Rodrigues Alves 1252  
CEP 04014-002 - São Paulo – SP  
secretariapg@biologico.sp.gov.br



## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Nome do Candidato:** Lucas Galli do Rosário

**Título:** DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE A INFLUÊNCIA DE PRÁTICA AGRÍCOLAS NA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DO COCUERA, MOGI DAS CRUZES - SP

**Orientador:** Prof. Dr. Luiz Carlos Luchini

Dissertação apresentada ao Instituto Biológico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de Concentração: Sanidade Animal, Segurança Alimentar e o Ambiente.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Assinatura:

Prof. Dr. Luiz Carlos Luchini

Instituição: Instituto Biológico – IB/SP

Assinatura:

Profa. Dra. Eliane Vieira

Instituição: Instituto Biológico – IB/SP

Assinatura:

Profa. Dra. Maria Inês Zanoli Sato

Instituição: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

## DEDICATÓRIA

**A meu Deus Todo-Poderoso JEOVÁ!**

**A meu Pai Orlando e minha mãe Elizabeth, pelo exemplo de casal e de vida.**

**À minha irmã Tereza, pelo companheirismo e amizade.**

**Aos meus amigos pessoais e de trabalho pelo companheirismo, apoio e ajuda na minha**

**vida.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Luchini, pela orientação, amizade, carinho e profissionalismo, qualidades essenciais para o êxito desse trabalho.

À Prof. Dra. Yara Maria Chagas de Carvalho (Instituto de Economia Agrícola – IEA), pela co-orientação, conhecimento e experiências.

Ao apoio da Coordenadoria e Assistência Técnica Integral – CATI, unidades de Mogi das Cruzes e Campinas, pelo auxílio e materiais elaborados especificamente para o trabalho.

Ao financiamento da pesquisa pelo laboratório de análises ambientais *Operator* e *Grupo TreeBio*, pelo apoio do Sr. Fabricio Balducci e todos os profissionais envolvidos.

Aos Doutores, Mestres, Especialistas, Funcionários e Estagiários do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Proteção Ambiental – Laboratório de Ecologia de Agroquímicos – LEA, Instituto Biológico, SP.

Às Profas. Dras. Maria Olímpia de Oliveira Rezende (USP), Maria Inês Zanoli Sato (CETESB) e Eliane Viera (IB/SP), pela presteza e orientação.

Às amigas da Pós-Graduação pela amizade e risadas!!!

## EPÍGRAFE

*“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.”*

*Roberto Shinyashiki*

ROSÁRIO, L. G. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE A INFLUÊNCIA DE PRÁTICA AGRÍCOLAS NA MICRO BACIA HIDROGRÁFICA DO COCUERA, MOGI DAS CRUZES - SP. São Paulo. 2014. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico.

## RESUMO

A microbacia do Cocuera localiza-se na região leste do estado de São Paulo, especificamente na sub-Bacia hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras, e se caracteriza por intensiva produção de vegetais herbáceos pela olericultura. Uma característica peculiar na microbacia do Cocuera ocorre por sua extensão apresentar nascentes e uma grande área de preservação permanente. O modelo de cultivo das Unidades de Produção Agrícolas – UPAs utiliza defensivos agrícolas e fertilizantes em larga escala no manejo da produção agrícola. Os percursos da drenagem do córrego Cocuera passam nas áreas de produção agrícolas e suas águas são usadas na irrigação das culturas. Por outro lado, as atividades agrícolas interferem na qualidade das águas, pois são fontes de contaminação ambiental difusa por carreamento de substâncias orgânicas e inorgânicas provenientes das atividades agrícolas. O lançamento pontual de efluentes domésticos no corpo hídrico receptor, a utilização de fossa nas propriedades das UPAs, interfere na qualidade das águas do córrego do Cocuera. O trabalho objetivou o diagnóstico preliminar da qualidade das águas e a influência das atividades das UPAs na drenagem do córrego Cocuera, por monitoramentos analíticos periódicos de águas superficiais em sete pontos de amostragem, localizados estrategicamente ao longo do trecho do córrego, desde sua formação até o deságue no rio Tietê. As campanhas de amostragem foram realizadas em períodos de alto, médio e baixos índices pluviométricos nos meses de outubro de 2012, janeiro de 2013 e maio de 2013, totalizando 21 amostras. A caracterização e avaliação da qualidade das águas foram realizadas por medições em campo, e através de ensaios físicos, químicos e bacteriológicos conduzidos em laboratório. O córrego Cocuera foi enquadrado pertencente à classe 1, pela referência do Decreto nº 10.775, de 22 de

Novembro de 1977. Os valores dos resultados das medições em campo e dos ensaios analíticos foram comparados com os limites máximos estabelecidos para qualidade de águas doces classe I do Art.14 da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - nº 357 de 17/03/2005.

Os resultados obtidos evidenciaram o aporte de carga orgânica oriunda das atividades agrícolas e efluente doméstico. Os altos índices bacteriológicos definem as águas como contaminadas por coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, demonstrando a condição higiênica insatisfatória.

O estudo conduzido caracteriza a influência das UPAs na qualidade das águas do córrego do Cocuera, pela presença de poluentes orgânicos, inorgânicos e bacteriológicos, relacionado com o uso e ocupação do solo pelas UPAs promovendo alteração na qualidade hídrica do córrego do Cocuera.

Palavras-chave: Microbacia Cocuera, Monitoramento ambiental, Contaminação, Impacto ambiental.



ROSÁRIO, L. G. ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS ON THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL PRACTICES IN THE MICRO WATERSHED OF COCUERA, MOGI DAS CRUZES – SP. São Paulo. 2014. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico.

## ABSTRACT

The micro watershed of cocuera is located in the eastern region of the state of São Paulo in the Tiete-Cabeceiras with intensive horticulture production. A peculiar feature in the Cocuera watershed occurs due your course presenting water sources and a large area of permanent preservation The Model of Agricultural Production Units - UPAs uses pesticides and fertilizers on a large scale in the management of agricultural practices bordering the Cocuera stream there are areas of agricultural production and its water is used for irrigation of crops. On the other hand, agricultural activities affect the water quality, because they are diffuse sources of environmental contamination by transport of organic and inorganic compound from agricultural activities. The study aimed an initial diagnosis of water quality and the influence of the UPAs activities in the Cocuera stream drainage, for periodic monitoring of surface waters in seven sampling points, strategically located on the way of the stream, from its formation until its end in the Tietê River. The samplings were carried out in periods of high, medium and low rainfall rate in October 2012, January 2013 and May 2013, generating 21 water samples. The characterization and evaluation of water quality were performed by field measurements, and through physical, chemical and bacteriological assays conducted in the laboratory. The Cocuera stream was characterized as a Class 1 river, and the results of field measurements and analytical assays were compared with the maximum limits for class I fresh water quality in accordance with the National Environmental Council - Resolution No. 357. The obtained results showed the contribution of organic matter originating from domestic wastewater and agricultural activities. The high bacteriological indexes define the water as contaminated by thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*, demonstrating the unsatisfactory hygienic condition. The present study characterizes the influence of the UPAs in the Cocuera stream water quality by organic inorganic and bacteriological pollutants related to land uses.

Keywords: Cocuera watershed, environmental monitoring, contamination, environmental impact.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Precipitação média anual nas sub-bacias do Alto Tietê .....	6
<b>Tabela 2</b> - Área de ocorrência e distribuição relativa ao tipo de uso e/ou cobertura do solo da bacia hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) .....	8
<b>Tabela 3</b> - Ciclo de algumas hortaliças no sistema de cultivo tecnificado – ciclo em dias (espaço de 10 dias) .....	12
<b>Tabela 4</b> - Qualificação e quantificação da plantação de culturas na microbacia do Cocuera	13
<b>Tabela 5</b> - Características dos reservatórios que compõem o Sistema Produtor Alto Tietê - (SPAT).....	16
<b>Tabela 6</b> - Identificação e coordenadas geográficas dos sete pontos de amostragem na extensão do córrego Cocuera.....	19
<b>Tabela 7</b> - Grupos dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, selecionados no plano de amostragem incluindo seus receptivos métodos analíticos .....	24
<b>Tabela 8</b> - Distância do pontos de amostragem a partir do PMAS01 .....	26
<b>Tabela 9</b> - Valores de referência das condições e padrões de qualidade de águas doces classe I, do Art. 14 da Resolução do CONAMA nº 357 de 17/03/2005 – Parâmetros Físicos e Químicos .....	26
<b>Tabela 10</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 01 .....	33
<b>Tabela 11</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 02 .....	34
<b>Tabela 12</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 03 .....	34
<b>Tabela 13</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 04 .....	34
<b>Tabela 14</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 05 .....	35
<b>Tabela 15</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 06 .....	35

<b>Tabela 16</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 07 .....	35
<b>Tabela 17</b> - Valores de referência das condições e padrões de qualidade de águas doces classe I, do Art. 14 da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Resolução nº 357 de 17/03/2005 – Parâmetro Inorgânicos .....	38
<b>Tabela 18</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) para os parâmetros inorgânicos - PMAS 01 .....	39
<b>Tabela 19</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 02.....	39
<b>Tabela 20</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 03.....	39
<b>Tabela 21</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 04.....	39
<b>Tabela 22</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 05.....	40
<b>Tabela 23</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 06.....	40
<b>Tabela 24</b> - Concentração (mg L <sup>-1</sup> ) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 07 .....	40
<b>Tabela 25</b> - Valores de referência das condições e padrões de qualidade de águas doces classe I, do Art. 14 da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Resolução nº 357 de 17/03/2005 – Parâmetro bacteriológico (Coliformes termotolerantes e <i>Escherichia coli</i> ), conforme Decisão de Diretoria Nº 112/2013/E, CETESB, de 09 de Abril de 2013. ....	43
<b>Tabela 26</b> – Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 01. ....	43
<b>Tabela 27</b> - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 02.....	43
<b>Tabela 28</b> - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 03.....	43
<b>Tabela 29</b> - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 04.....	44
<b>Tabela 30</b> - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 05.....	44
<b>Tabela 31</b> - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 06.....	44
<b>Tabela 32</b> - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 07.....	44

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Hidrografia da bacia do Alto Tietê .....	5
<b>Figura 2</b> – Sub-bacias e áreas dos municípios das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH-6 .....	6
<b>Figura 3</b> – Localização das UPAs na microbacia do Cocuera, Mogi das Cruzes/SP .....	11
<b>Figura 4</b> – Localização geográfica dos sete pontos de amostragem na extensão do córrego do Cocuera: elaborada a partir de Google Earth (Data de imagem:07/04/2014) .....	19
<b>Figura 5</b> – Vista do ponto de amostragem PMAS-01 (localizado na Rod. Alfredo Rolim de Moura) .....	20
<b>Figura 6</b> - Vista do ponto de amostragem PMAS-02 (localizado na estrada do Cocuera, com a estrada Takaoca) .....	20
<b>Figura 7</b> - Vista do ponto de amostragem PMAS-03 (localizado na estrada Yamashita) .....	20
<b>Figura 8</b> - Vista do ponto de amostragem PMAS-04 (localizado a 150 metros do PMAS-05)	20
<b>Figura 9</b> - PMAS-05 (localizado na estrada Yamashita com a estrada do Ueda) .....	20
<b>Figura 10</b> - PMAS-06 – (água represada para captação das UPAs – localizado a 183 metros do PMAS-05) .....	20
<b>Figura 11</b> - PMAS-07 (localizado a 900 metros da estrada Yamashita com a estrada dos agricultores).....	21
<b>Figura 12</b> – Índice pluviométrico mensal do município de Mogi das Cruzes/SP. ....	21
<b>Figura 13</b> – Índice mensal de temperatura do ar (°C) do município de Mogi das Cruzes, SP.....	22
<b>Figura 14</b> – Frascos utilizados na coleta de amostras de água com etiquetas de identificação do laboratório analítico. ....	23
<b>Figura 15</b> – Frascos com as amostras coletadas e acondicionadas em caixa térmica com gelo.....	23
<b>Figura 16</b> - Temperatura da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013 .....	27
<b>Figura 17</b> – Valores do pH da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013 .....	28
<b>Figura 18</b> - Turbidez da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013.....	29
<b>Figura 19</b> - Condutividade da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013 .....	30
<b>Figura 20</b> - Potencial de oxi-redução da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013 .....	31
<b>Figura 21</b> - Valor de oxigênio dissolvido da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013. ....	32

## SUMÁRIO

FOLHA DE APROVAÇÃO .....	ii
DEDICATÓRIA .....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
EPÍGRAFE .....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
SUMÁRIO.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
3.1. Caracterização da bacia hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) .....	4
3.1.1. Hidrologia da bacia do Alto Tietê .....	4
3.2. Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Alto Tietê .....	7
3.3. Caracterização da agricultura na bacia hidrográfica do Alto Tietê-Cabeceiras, com ênfase no aspecto tecnológico.....	8
3.3.1. Caracterização do meio físico e da produção agrícola da microbacia do Cocuera localizada na bacia hidrográfica do Alto Tietê-Cabeceiras .....	10
3.4. Efeitos da agricultura na qualidade ambiental da água de reservatórios.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1. Caracterização da área de estudo e programa de amostragem.....	18
4.1.1. Diretrizes para escolha dos pontos de amostragem.....	18
4.1.2. Caracterização das condições edafoclimáticas .....	21
4.2. Planejamento e cronograma de amostragem.....	22
4.2.1. Procedimento de coleta, armazenamento e transporte de amostra, visitas de campo, planejamento de técnicas de coletas, determinação de ensaios físicos, químicos e bacteriológicos.....	22
4.3. Procedimentos analíticos .....	23
4.3.1. Medições e leituras de campo.....	23
4.3.2. Análises laboratoriais .....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
6. CONCLUSÃO .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

O modelo atual empregado na produção em larga escala de culturas agrícolas promove a necessidade do uso expressivo de agentes químicos como defensivos agrícolas e fertilizantes industriais. A não observância das boas práticas agronômicas no manejo do solo e da água usada no processo de irrigação, potencializa a contaminação ambiental pelo escoamento superficial de agroquímicos.

O avanço das tecnologias aplicadas na agricultura exige atuação constante do poder público para subsidiar assistência contínua aos produtores, auxiliando no treinamento de boas práticas que beneficiem a produção agrícola e promovam a diminuição ou mitigação de atividades potenciais de contaminação ambiental.

O Ministério Público Estadual desenvolve plano diretor para gerenciar os impactos ambientais promovidos pelas atividades agrícolas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) referente à utilização de defensivos agrícolas e a forma que essas substâncias são incorporadas no compartimento do solo, sedimento e águas. Uma questão importante na forma do gerenciamento das Unidades de Produção Agrícolas (UPA) é o modelo de produção, tendo a utilização de agrotóxicos como a principal ferramenta de controle de pragas e doenças das culturas regionais.

Para o desenvolvimento deste projeto, buscou-se o conhecimento das atividades das UPAs na microbacia do Cocuera no município de Mogi das Cruzes/SP, através da localização geográfica, conhecimento do ciclo das culturas e monitoramento periódico de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, que foram utilizados como indicadores de qualidade das águas do córrego do Cocuera.

O diagnóstico ambiental realizado por ensaios físicos, químicos e bacteriológicos, adotou os critérios de qualidade para águas doces classe I do Art.14 da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Resolução nº 357 de 17/03/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Desta forma, o estudo conduzido pretende contribuir para avaliar possíveis impactos da agricultura na microbacia do Cocuera pertencente à bacia hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras, com uma proposta de diagnóstico preliminar através da caracterização e avaliação da qualidade das águas do percurso da drenagem em pontos de influência das UPAs na microbacia do Cocuera.

Para o diagnóstico ambiental das influências das práticas agrícolas na microbacia do Cocuera, realizado neste estudo, o córrego Cocuera foi enquadrado como corpo de água pertencente à classe 1 pela sua contribuição direta afluente no rio Tietê localizado na bacia

do rio Tietê – Alto Cabeceiras, atendendo as diretrizes do Decreto nº 10.775, de 22 de Novembro de 1977, que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, que regulamenta a Lei nº997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo geral**

Diagnosticar possível contaminação ambiental gerada pelas Unidades de Produção Agrícola (UPA), na microbacia do Cocuera, município de Mogi das Cruzes/SP, através dos resultados de ensaios físicos, químicos e bacteriológicos dos sete pontos de amostragem de águas superficiais no córrego Cocuera.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Analisar parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos em amostras coletadas em sete pontos de amostragem de águas superficiais no córrego Cocuera, no período 2012-2013;
2. Caracterizar e classificar o córrego Cocuera, conforme diretrizes do CONAMA 357/2005;
3. Comparar os resultados dos ensaios físicos, químicos e bacteriológicos com os valores de referência para qualidade de águas doces conforme Resolução n° 357 de 17/03/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).



### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Caracterização da bacia hidrográfica do Alto Tietê (BHAT)**

Para caracterização da BHAT foram utilizados os dados de situação do plano da bacia hidrográfica do Alto Tietê (2009), elaborado pela Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo – FUSP. Esses documentos trazem informações importantes para o conhecimento da hidrografia regional, uso das águas, tecnologias de produção agrícola e qualidade ambiental dos reservatórios da bacia hidrográfica do Alto Tietê.

Além desses documentos foram utilizados relatórios e artigos produzidos pelo projeto NEGOWAT (Facilitating Negotiations over Water Conflicts in Latin-American Periurban Upstream Catchments: Combining Multi-Agent Modelling with Role Game Playing) realizado no período de 2003 a 2006, para atender as necessidades de caracterização e produção de informações sobre a agricultura nas sub-bacias Tietê Cabeceiras e Cotia-Guarapiranga, subdivisões da Bacia do Alto Tietê no estado de São Paulo.

##### **3.1.1. Hidrologia da bacia do Alto Tietê**

A bacia hidrográfica do Alto Tietê – BHAT abrange a maior parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com uma área de drenagem de 5.775 km<sup>2</sup>. Nos municípios de Salesópolis e Paraibuna estão localizadas as nascentes do rio Tietê, tendo em seu percurso em direção leste-oeste, ramificações de diversas drenagens afluentes contribuintes para as drenagens principais da BHAT.

O rio Tietê tem suas nascentes a leste da cidade de São Paulo, junto ao divisor de águas com a vertente oceânica. Seu curso segue a direção geral leste-oeste e ao atingir a Barragem de Rasgão, definida como o limite da Bacia do Alto Tietê, drena uma área de 5.775 km<sup>2</sup>. Em seu curso superior a ocupação da bacia é predominantemente agrícola embora existam neste trecho, centros urbanos de importância, tais como Mogi das Cruzes e Suzano e diversas indústrias de porte (FABHAT, 2013).

O trecho situado a montante da barragem da Penha até Mogi das Cruzes, tem nos seus 124 km e 300 metros de extensão, declividade de apenas 9 cm/km, e no trecho da barragem da Penha até o complexo viário Cebolão, a declividade é baixa, com pouco mais de 25 cm/km.

Na bacia do Alto Tietê podemos destacar uma vasta rede de drenagem em toda sua extensão (FUSP,2009):

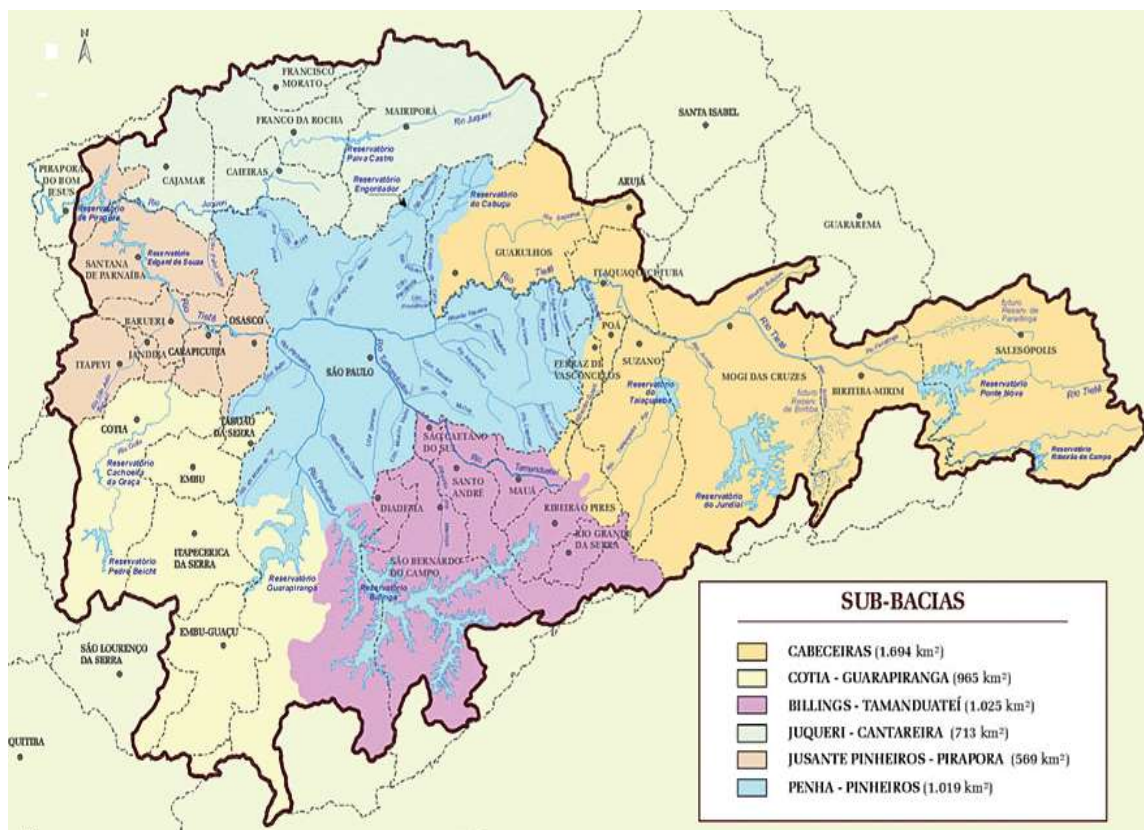
- Margem Direita: rios Paraitinga, Baquirivu-Guaçu, Cabuçu de Cima e Juqueri;

- Margem esquerda: rios Claro, Biritiba-Mirim, Jundiá, Taiaçupeba-Açu, Arincanduva, Tamanduatei, Pinheiros, Cotia e São João do Barueri.

Os principais reservatórios existentes na bacia são: Paratinga, Ribeirão do Campo, Ponte Nova, Biritiba-Mirim, Jundiá, Taiaçupeba, Billings, Guarapiranga, Pirapora, Represas do Sistema Cantareira e Pedro Beicht. Na Figura 1, observa-se a hidrografia da bacia do Alto Tietê.

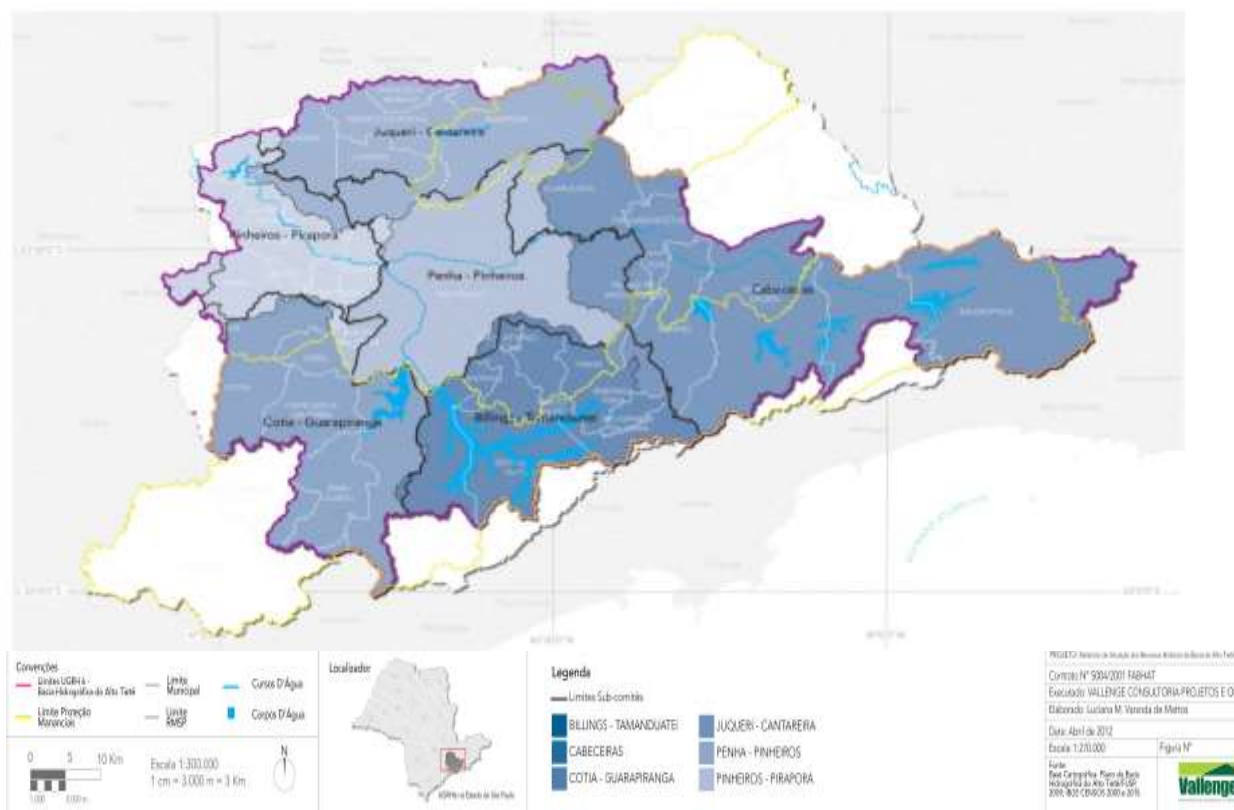
A bacia do Alto Tietê divide-se em seis sub-regiões: Tietê/Cabeceiras, Billings/Tamanduateí, Penha/Pinheiros, Cotia/Guarapiranga, Juqueri/Cantareira e Pinheiro/Pirapora. Na Figura 2, observa-se a localização hidrográfica das seis sub-regiões da bacia do Alto Tietê.

**Figura 1** – Hidrografia da bacia do Alto Tietê



Fonte: FUSP, 2002

**Figura 2** – Sub-bacias e áreas dos municípios das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH-6



Fonte: FUSP, 2009.

Na bacia do Alto Tietê a precipitação pluviométrica média anual é de 1.400 mm, com índices de precipitações elevadas na área próxima a Serra do Mar, diminuindo em direção ao interior. Na Tabela 1 observamos a precipitação média das sub-bacias do Alto Tietê:

**Tabela 1** – Precipitação média anual nas sub-bacias do Alto Tietê

Sub-bacia	Precipitação média (mm)
Cabeceiras	1.411
Cotia/Guarapiranga	1.497
Penha/Pinheiros	1.438
Pinheiros/Pirapora	1.333
Juqueri/Cantareira	1.440
Billings/Tamanduateí	2.151

Fonte: Adaptado FABHAT, 2013.

### 3.2. Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Alto Tietê

Na ocupação territorial da BHAT vários desafios foram enfrentados com respeito à exploração de seus recursos hídricos naturais. O entendimento dos fatores relativos ao uso e ocupação do solo nesta área é essencial para promover o uso sustentável e o bem-estar das comunidades que necessitam dos recursos hídricos da BHAT.

O avanço das técnicas de produção agrícola atualmente está focado principalmente nos aspectos de produtividade e competitividade. Entretanto, a expansão da agricultura para atender à crescente demanda populacional tem como consequência, a diminuição de recursos naturais renováveis e o impacto ambiental gerando consequências desastrosas a humanidade (VEIGA, 2007).

A expansão contínua de áreas para agricultura e implantação de agroindústrias, incluindo a urbanização descontrolada, promove a expansão populacional resultando em desmatamento de florestas e redução de matas ciliares. Para Carrieri e Bastos Filho (1994), em qualquer atividade econômica produtiva o mérito da sustentabilidade deve ser aplicado, para que esta se desenvolva em consonância com a conservação dos recursos naturais e minimização da degradação ambiental.

Os espaços utilizados para as atividades agrícolas pelo setor hortifrutigranjeiro ocupam uma área de 243,13 km<sup>2</sup> na BHAT. A maior produção de frutas, legumes e verduras ocorre na sub-bacia Tietê Cabeceiras, nos municípios de Biritiba-Mirim, Suzano e Mogi das Cruzes. A hortifruticultura está presente com menor intensidade na região sul do Município de São Paulo (Parelheiros) e com maior presença no município de Cotia (FUSP, 2009). O parcelamento e o tipo de ocupação do solo estão detalhados na Tabela 2. As áreas de reflorestamento ocupam 8,63% (885,84 km<sup>2</sup>) da Região Metropolitana de São Paulo-RMSP, e têm especial representatividade nos quadrantes do extremo leste (Salesópolis, Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim e Suzano), noroeste (Cajamar, Franco da Rocha, Pirapora do Bom Jesus e Caieiras) e oeste (Pirapora do Bom Jesus). As espécies predominantes são os eucaliptos e os *Pinus elliottii*, ambas cultivadas com a finalidade de fornecimento de matéria prima para a produção de papel (FUSP, 2009).

**Tabela 2** - Área de ocorrência e distribuição relativa ao tipo de uso e/ou cobertura do solo da bacia hidrográfica do Alto Tietê (BHAT)

Tipo de uso/Cobertura	Área (km <sup>2</sup> )	Percentual em relação à área total da BHAT
Área urbanizada	1.187,20	20,56
Aterro sanitário	6,26	0,11
Campo	623,06	10,79
Capoeira	418,44	7,25
Chácara	347,52	6,02
Equipamento urbano	131,57	2,28
Espelho d'água	200,27	3,47
Favela	60,65	1,05
Hortifrutigranjeiro	196,92	3,41
Indústria	188,86	3,27
Lixão	0,66	0,01
Loteamento desocupado	16,43	0,28
Mata	1.611,53	27,9
Mineração	26,05	0,45
Movimentação de terra/Solo exposto	57,57	1
Outro uso	2,26	0,04
Reflorestamento	553,4	9,58
Reservatório de retenção	1,22	0,02
Rodovia	38,6	0,67
Vegetação de várzea	106,63	1,85
<b>Total</b>	<b>5.775,10</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Adaptado FUSP, 2009.

### 3.3. Caracterização da agricultura na bacia hidrográfica do Alto Tietê-Cabeceiras, com ênfase no aspecto tecnológico

A área drenada pelo rio Tietê da nascente até o município de São Paulo é considerada a sub-bacia Tietê-Cabeceiras. No início, a agricultura de cabeceiras na Região Metropolitana de São Paulo estava associada à produção itinerante. Na história da agricultura da região os colonos oriundos do cultivo do café, instalaram-se em terras próprias ou arrendadas desenvolvendo uma nova base de tecnologia, para produtos altamente perecíveis devido à grande ampliação do mercado consumidor (CARVALHO e FRANCA, 2005).

Com a expansão do mercado consumidor de hortaliças a produção olerícola obteve uma grande importância na economia das regiões metropolitanas. No processo produtivo do cultivo de hortaliças em geral, houve a necessidade de mão-de-obra intensiva e o uso de estufas, e outras técnicas de produção agrícolas (BALSADI e BELIK, 2001).

Pela necessidade de conhecimento sobre os aspectos sócio-econômicos da agropecuária do Alto Tietê-Cabeceiras, um banco de dados foi elaborado pelo Levantamento Cadastral das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo – LUPA, no âmbito da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo de 1995 e 1996, e foram definidas as Unidades de Produção Agropecuária – UPA (PINO *et al.*, 1997).

Na sub-bacia do Tietê-Cabeceiras existem 2.710 UPAs, com área total de 61.307,5 ha. Composto 24,4% de vegetação natural, 29,7% destinadas ao reflorestamento, 12,6% por pastagens (natural e cultivada), 12,9% com culturas anuais e o restante ocupadas por culturas perenes e semi-perenes, incluindo áreas inproveitadas (VICENTE *et al.*, 2006).

As principais culturas produzidas na região são: produção de folhas (alface, espinafre, rúcula, escarola); as brassicáceas (couve, repolho, couve-flor, couve chinesa, brócolis); os legumes (tomate, abobrinha, berinjela, pimentão); as raízes e tubérculos (cenoura, nabo, beterraba, rabanete); as ervas aromáticas (coentro, salsa, cebolinha); as leguminosas (ervilhas e feijões); as frutas (caqui, nêspera, pêssigo, morango); culturas anuais (milho e batata); produções animais (criação bovina extensiva, aves e ovos); espécies florestais tais como, pinus e eucaliptos e plantas ornamentais (flores, em vaso e para corte e arbustos ornamentais).

As Unidades de Produção Agropecuária (UPAs) com até 10,0ha somam 1.702 unidades (62,8% do total), ocupando área de 7.595,4ha (12,4%). Acima de 50,0 ha, foram registradas 156 unidades (5,8% do total) com área correspondente a 36.980,8ha (60,3%) (VICENTE *et al.*, 2006).

De acordo, com os dados do LUPA nas UPAs menores que 15,0 ha predominam culturas anuais de olerícolas, com importância para pastagem e reflorestamento (CARVALHO *et al.*, 2005).

Com relação à mão de obra envolvida nas atividades agrícolas da região, 48% são trabalhadores permanentes funcionários dos proprietários das UPAs, 28,3% proprietários e familiares, 15,4% volantes, 6,4% arrendatários e 1,3% assentados (CARVALHO *et al.*, 2005). Os ciclos produtivos curtos de 40 a 100 dias predominantes na sub-bacia são intensivos de mão-de-obra para a produção olerícolas (BRIGNOL, 2005).

Entre as práticas utilizadas na produção agrícola nas Unidades de Produção Agrícola – UPAs, os agricultores que utilizam adubação verde orgânica, e semente melhorada representam 47% do total e 48,3% efetuam calagem do solo. A utilização de análise química para correção e conservação do solo é realizada por 32,1% dos agricultores, e a técnica de plasticultura é utilizada por 14,3% desses (CARVALHO *et al.*, 2005).

A utilização de aspersão na irrigação foi verificada em 39% das UPAs, sendo a prática de gotejamento observado em 1,7% das UPAs. Na preparação do cultivo tratores de pequeno porte são utilizados com frequência na sub-bacia do Tietê-Cabeceiras (CARVALHO *et al.*, 2005).

De acordo com os indicadores regionais de infraestrutura para atividades agrícolas, a sub-bacia de Tietê Cabeceiras apresenta condições favoráveis através da disponibilidade de energia elétrica em 87,6% das UPAs. No gerenciamento da agricultura por tecnologia computadorizada aproximadamente 4,9% das UPAs, empregam esta tecnologia para otimização e maximização dos processos agrícolas (CARVALHO *et al.*, 2005).

A organização e sindicalização dos produtores são importantes para o sucesso da produção e comercialização dos produtos provenientes da sub-bacia do Tietê Cabeceiras. O suporte governamental e privado auxilia no avanço da agricultura na região. O aspecto tecnológico empregado mostra a profissionalização do segmento olerícola na região e sua importância da agricultura no estado de São Paulo.

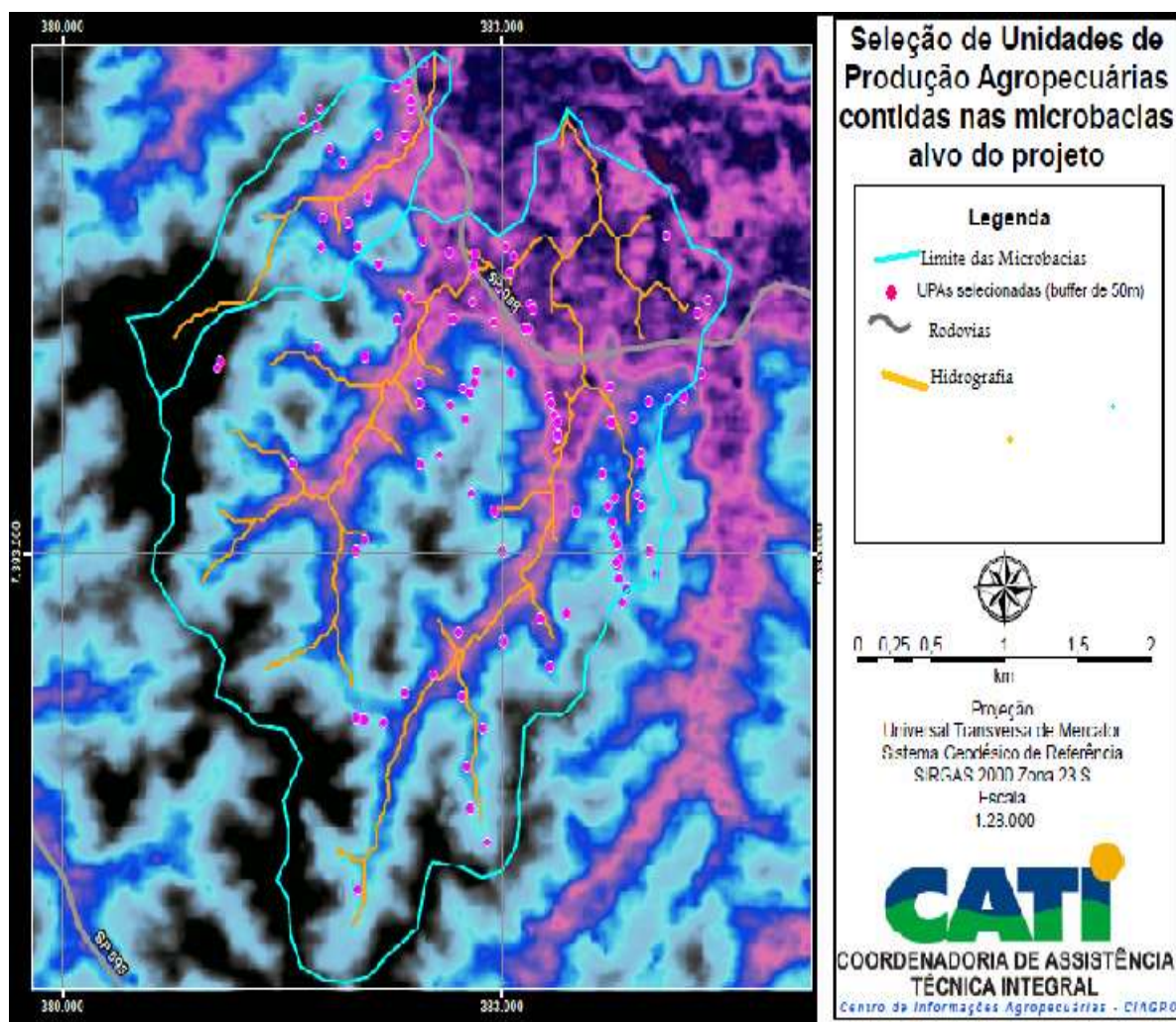
### **3.3.1. Caracterização do meio físico e da produção agrícola da microbacia do Cocuera localizada na bacia hidrográfica do Alto Tietê-Cabeceiras**

O trecho de estudo selecionado na microbacia do Cocuera localiza-se no município de Mogi das Cruzes, com aproximadamente 4.000 metros de extensão. As 114 UPAs, abrangem uma área total de 1.347,5 ha, interferindo na qualidade das águas dos afluentes, e da própria microbacia do Cocuera.

As principais contribuições para alteração da qualidade das águas do córrego Cocuera são: áreas de cultivo próximo ao corpo de água sem proteção de mata ciliar, a captação de água para atividades agrícolas, o processo de carreamento dos produtos usados na produção agrícola, e o lançamento pontual de esgoto doméstico. Na Figura 3 pode-se observar a localização das UPAs em toda a extensão da microbacia do Cocuera.

A microbacia do Cocuera apresenta um total de 5.724 hectares, sendo 529 hectares de APP (Área de Preservação Permanente) com extensão de 71 km de rios, 59 nascentes e 42 km de estradas e vias de acesso. Com essas características apresentadas é a maior microbacia estudada, sendo difícil caracterizá-la uniformemente. A principal atividade agrícola é a olericultura especializada em verduras e legumes. A estrada de Mogi-Salesópolis é utilizada como via principal que corta o bairro ramificando em vias menores sem pavimentação e em sua maioria denominada com nomes de japoneses que tiveram grande importância nas atividades agrícolas locais.

**Figura 3** – Localização das UPAs na microbacia do Cocuera, Mogi das Cruzes/SP

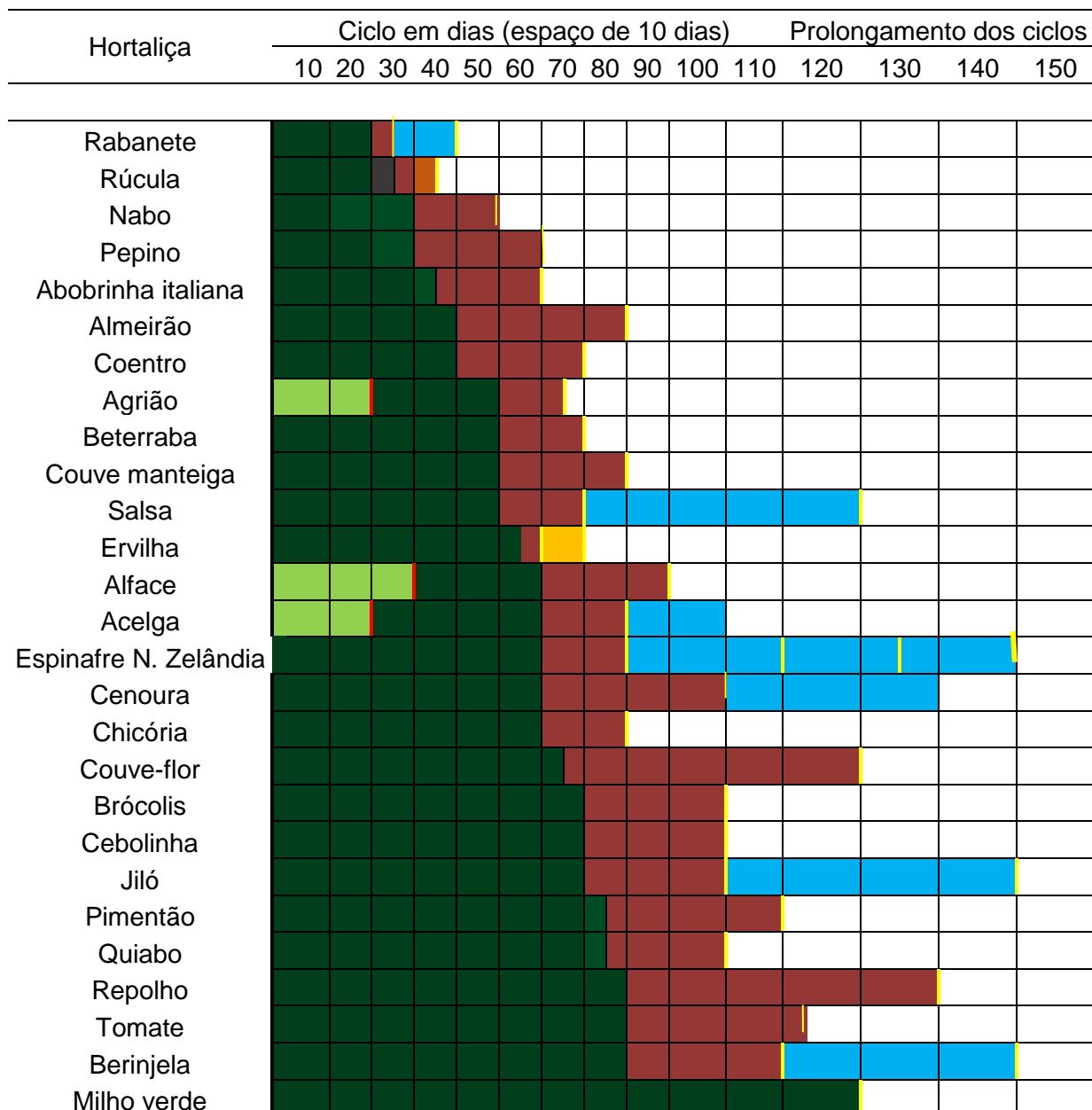


No percurso do córrego Cocuera existem canais de drenagem que passam em algumas propriedades agrícolas e deságuam diretamente nos cursos hídricos superficiais afluentes do rio Tietê, sendo que as águas desses canais são utilizadas na irrigação das culturas locais. Segundo reportado em trabalho de Carvalho *et al.*, (2005), os agricultores aplicam de forma manual e mecanizada os produtos fitossanitários, evitando desperdícios e utilizando EPI's para diminuir o risco de intoxicação e perigo de contaminação. Ainda segundo os autores, as boas práticas agrícolas utilizadas pelos produtores não recomendam a aplicação de defensivos agrícolas nas horas do dia com maiores temperaturas e na presença de vento, para que não ocorra a dispersão fora da área preparada para o cultivo.

Nas UPAs localizadas na microbacia do Cocuera predomina a olericultura intensiva de vegetais herbáceos de ciclo curto entre 30 e 180 dias, com tecnologia de largo uso de insumos industriais, como defensivos agrícolas e adubos químicos (Tabela 3).

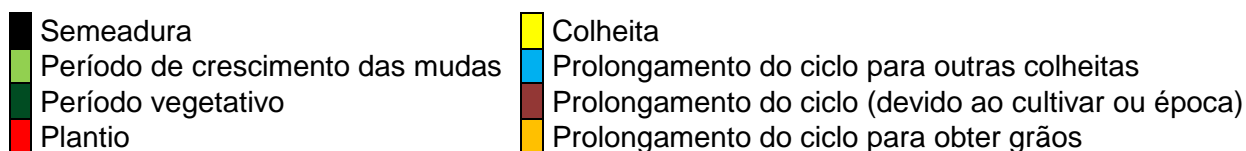


**Tabela 3** - Ciclo de algumas hortaliças no sistema de cultivo tecnificado – ciclo em dias (espaço de 10 dias)



Fonte: Adaptado de Ferreira, S.E. EIA/APTA, 2004.

Legenda:



O processo produtivo na área de cultivo é dividido em canteiros com espaçamento de aproximadamente 1 metro, equivalente à largura da canteiradeira. O dimensionamento dos canteiros varia conforme as características do relevo. Nos relevos ondulados é comum

o plantio no sentido dos declives, a fim de evitar que os escoamentos de águas de chuvas danifiquem os canteiros.

O canteiro funciona como uma célula que permite uma construção de mosaico, permitindo o plantio de hortaliças de diferentes ciclos, condições ambientais e afinidade do produtor pelo cultivo por determinada cultura.

A preparação do solo é mecanizada utilizando tratores de 50 a 60 hp e/ou microtratores de 15 a 20 hp de potência, acoplado com arado e enxada rotativa. Posteriormente, ocorre o processo de preparo e correção do solo utilizando o mineral calcário, revolvendo o solo com arado e/ou enxada rotativa (CARVALHO *et al.*, 2005).

No processo produtivo ocorrem atividades manuais como plantio, capina, amontoa, desbaste, colheita, adubação química e/ou orgânica e aplicação de agroquímicos. A utilização da enxada rotativa causa uma compactação na subsuperfície do solo, sendo altamente degradante e tornando susceptível a erosão.

**Tabela 4** - Qualificação e quantificação da plantação de culturas na microbacia do Cocuera

Cultura	Número de UPAs	Área plantada (ha)	Código Grupo
Abobora (ou jerimum)	4	5,6	T
Acelga	2	9,7	T
Alface	22	112,2	T
Ameixa	4	2,6	P
Aspargo	1	0,2	P
Aveia	1	1	T
Bambu	5	10,8	P
Banana	4	1,6	P
Berinjela	1	0,5	T
Beterraba	3	6,6	T
Braquiária	2	1,2	C
Brocolos (ou brócolis)	15	50	T
Cana-de-açúcar	1	1	T
Capim-gordura	6	20,3	C
Caqui	37	113,2	P
Cenoura	4	14,2	T
Chicória (ou chicória-de-folha-crespa)	1	8,5	T
Cogumelo	10	12,8	T
Couve (ou couve-crespa)	9	30,6	T

Qualificação e quantificação da plantação de culturas na microbacia do Cocuera. Continuação da tabela 4.

Cultura	Número de UPAs	Área plantada (ha)	Código Grupo
Couve-flor	6	8,8	T
Ervas medicinais e aromáticas	2	2,2	T
Ervilha	4	12,2	T
Espinafre (ou espinafre-europeu)	1	11	T
Eucalipto	27	111,7	F
Feijão	2	0,8	T
Feijão-vagem (ou vagem, ou feijão-verde)	4	2,2	T
Fruta-do-conde (ou pinha, ou anona)	3	1,7	P
Goiaba	3	1,2	P
Hortelã	1	1	T
Jiló	1	0,2	T
Kinkan	2	3,9	P
Laranja	3	1,6	P
Mandioca	2	4,3	T
Milheto	1	1	T
Milho	11	14,2	T
Morango	1	0,8	T
Nêspera (ou ameixa-amarela)	20	19,3	P
Outras culturas temporárias	4	3,6	T
Outras frutíferas	1	0,2	P
Outras gramíneas para pastagem	2	8,5	C
Outras olerícolas	14	39,3	T
Pepino	6	4,7	T
Pêssego	1	0,6	P
Pimentão	5	8,1	T
Pomar doméstico	4	2,2	P
Quiabo	1	0,3	T
Repolho	10	18,5	T
Tangerina	5	2,9	P
Tangor	1	161	P
Viveiro de flores e ornamentais	1	0,1	T
<b>Total Geral</b>	<b>284</b>	<b>863,2</b>	<b>-</b>

Fonte: Adaptado de Ferreira, S.E. EIA/APTA, 2004.

Legenda:

(C) Culturas forrageiras/pastagem – (F) Culturas florestais, (P) Culturas perenes e (T) Culturas temporárias.

A prática de irrigação utiliza métodos recomendados como cálculo do balanço hídrico através do equipamento tensiômetro, que determina a capacidade da água armazenada no solo. A irrigação é empregada em dias alternados ou diariamente, no período de alta evapotranspiração.

Os princípios básicos estipulados para irrigação é a umidade nos horizontes A e O no perfil do solo, caracterizados pela alta atividade biológica e aporte de matéria orgânica e substâncias húmicas (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

O teor de umidade disponível e sua distribuição no perfil do solo devem ser monitorados, para que atinja 100% de água possível de ser utilizada pelas raízes das culturas. Posterior ao processo de irrigação o teor de água diminuirá pela captação das plantas, perda para atmosfera através da evaporação e infiltração no solo (FIGUEIRA, 2000).

De acordo com Carvalho *et al.* (2005), o sistema de produção de culturas de hortaliças irrigadas apresenta perdas de água por vazamentos nas conexões dos tubos de irrigação além da irrigação para fora dos além dos canteiros de produção.

Na produção agrícola além da irrigação, fatores ambientais como temperatura e pluviosidade e o manejo do solo podem modificar o potencial de contaminação por agroquímicos e podem influenciar na dinâmica e transporte dos ingredientes ativos além dos locais alvos de aplicação, como no processo de degradação dos compostos no ambiente (BLESSING, 2001).

A precipitação média mensal na região de Mogi das Cruzes, nos meses de janeiro, fevereiro e março é superior a 160 mm de chuva.

### **3.4. Efeitos da agricultura na qualidade ambiental da água de reservatórios**

O processo de produção agrícola é uma das principais atividades antrópicas com maior consumo de água. Os insumos aplicados como agroquímicos e fertilizantes, são fontes de contaminação e degradação de recursos hídricos. As técnicas de tratamento e correção do solo exigem adubação constante de matéria orgânica e inorgânica, com efeitos de geração de sedimento em sistemas de drenagem e reservatórios. O processo de aporte de nutrientes ocasiona a estocagem em compartimentos aquáticos.

O processo de escoamento superficial de material no solo promove o carreamento de nutrientes para corpos de água acelerando o processo de enriquecimento e eutrofização (HENRY *et al.*, 1999; RIOS, 1999).

Ao longo do tempo, os reservatórios foram preenchidos por elevadas concentrações de nutrientes liberados por sedimentos decantados no fundo do leito. A consequência foi o aumento do processo de eutrofização e deterioração da qualidade da

água. Em estudo realizado na região, Carvalho et al., (2005) observaram a proliferação de cianobactérias e o crescimento excessivo de vegetação aquática como o aguapé (*Eichhornia crassipes*) e alface de água (*Pistia stratiotes*) na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Dados de 2003 do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT) que administra o manejo hidráulico e transições de águas entre os reservatórios, Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiá e Taiapuêba estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Características dos reservatórios que compõem o Sistema Produtor Alto Tietê - (SPAT)

Reservatórios	Data	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Área Inundada (km <sup>2</sup> )	Volume útil (m <sup>3</sup> )
Ponte Nova	1972	320	28,07	296×106
Paraitinga	2006	184	6,43	35×106
Biritiba	2006	75	9,24	34.40×106
Jundiá	1992	116	17,42	60×106
Taiapuêba	1976	224	19,36	87.90×106

Fonte: Adaptado de SENDACZ *et al.*, 2005.

O processo de escoamento superficial de produtos usados nas áreas de produção agrícola promove o aporte de nutrientes nos reservatórios. O aumento gradual dos principais nutrientes, nitrogênio e fósforo interferem na qualidade da água dos reservatórios. Esses reservatórios encontram-se eutrofizados em decorrência dos elevados aportes de fósforo (SENDACZ *et al.*, 2005).

As exportações de nutrientes em reservatórios estão normalmente associadas à produção autóctone em sistemas eutrofizados, em função de estoques potenciais de nutrientes no sedimento e grande biomassa de algas (CARMO *et al.*, 2002).

Segundo Carvalho *et al.*, (2005), o uso e ocupação do solo não é a principal força responsável pelo processo de eutrofização, mais sim o manejo a que estão submetidos os reservatórios através da regulação das suas vazões.

O controle de fontes diretas e indiretas de aporte de cargas de matéria orgânica são medidas importantes no programa de manejo, recuperação e conservação da bacia hidrográfica. Essas ações são importantes e promovem efeitos a médio e longo prazo após o encerramento da contribuição externa desses contaminantes nos corpos de água.

### 3.5. Resolução CONAMA 357/2005

A gestão da qualidade da água e os padrões de lançamento de efluentes nos corpos hídricos é um problema que vêm sendo discutido em diversos países. No Brasil, a Resolução CONAMA 357 de 2005 estabeleceu a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos hídricos superficiais, e também os padrões de qualidade da água e as condições e padrões de lançamento de efluentes nos corpos hídricos.

A qualidade das águas é representada por um conjunto de características, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e biológica, sendo um recurso comum a todos. Foram necessárias, para a proteção dos corpos d'água, instituir restrições legais de uso e desse modo, as características físicas e químicas da água devem ser mantidas dentro de certos limites, os quais são representados por padrões e valores orientadores.

A questão da qualidade das águas ganhou evidência com sanção da Lei Federal nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e regulamentou o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, tendo como um dos fundamentos a gestão de tais recursos, proporcionando usos múltiplos, em consonância com objetivos que assegurem a atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Assim, a Lei Federal nº. 9.433 introduziu mudanças na gestão ambiental, na gestão nacional dos recursos hídricos e nos instrumentos de gestão dos recursos naturais até então adotados ressaltando a preocupação com integração da gestão quanto aos aspectos de qualidade e quantidade.

Portanto, para avaliar se um determinado corpo d'água apresenta condições satisfatórias para assegurar os seus usos potenciais, conforme classificação da Resolução CONAMA 357/05, é necessário efetuar a caracterização físico-química e bacteriológica da água, ou seja, avaliar a sua qualidade. A avaliação da qualidade de qualquer sistema ambiental depende fundamentalmente da escolha de parâmetros representativos de seu *status* por ocasião do momento da amostragem. Os parâmetros selecionados para a avaliação da qualidade de águas conforme a Resolução 357/05, foram: demanda bioquímica de oxigênio – DBO, demanda química de oxigênio – DQO, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, sólidos dissolvidos totais, pH, arsênio total, cádmio total, chumbo total, cobre total, cobre dissolvido, cromo total, ferro total, ferro dissolvido, manganês total, mercúrio total, níquel total, vanádio total, zinco total, fósforo (ambiente lêntico), além de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Os pontos de amostragem e monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, foram fixados ao longo do percurso da drenagem hídrica superficial do córrego do Cocuera, sub-microbacia do Cocuera no município de Mogi das Cruzes/SP. A nomenclatura definida para identificar os pontos de monitoramentos foi: Ponto de Monitoramento de Água Superficial – PMAS.

As três campanhas de amostragem e ensaios laboratoriais executadas nos meses de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013, foram planejados para acompanhar o monitoramento dos parâmetros alvo do estudo em função da sazonalidade pluviométrica.

As medições das variáveis físico-químicas foram realizadas em campo e as amostras de água superficial de cada ponto de monitoramento foram encaminhadas para ensaios analíticos no laboratório Operator Assessoria e Análises Ambientais Ltda. Todos os parâmetros dos ensaios analíticos são acreditados pelo INMETRO de acordo com a norma ABNT-NBR-ISO/IEC 17025 de 2005.

### **4.1. Caracterização da área de estudo e programa de amostragem**

A identificação das UPAs, a definição do uso e ocupação do solo, o modelo de atividade agrícola nessas unidades, a distribuição espacial das culturas, o manejo da água de irrigação, o tipo de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, os impactos ambientais das práticas agrícolas além das técnicas de defesa fitossanitária foram extensamente caracterizados nos projetos do NEGOWAT, realizados na região no período de 2003 a 2006. Esses dados foram utilizados neste trabalho como base para o estabelecimento da área de estudo e do programa de amostragem.

#### **4.1.1. Diretrizes para escolha dos pontos de amostragem**

A sub-microbacia do Cocuera contém sete canais de drenagem. Devido a sua extensa malha hidrográfica, foram estabelecidos sete pontos de amostragem à jusante das principais UPAs.

Os sete pontos de amostragem foram selecionados para cobrir toda extensão do córrego Cocuera, próximos das principais atividades antrópicas que pudessem influenciar a qualidade da água. Os critérios adotados de localização dos pontos de amostragem foram as possíveis influências das atividades agrícolas, a captação de água para irrigação das culturas, localização das áreas de cultivo próximas ao córrego Cocuera.

A Figura 4 identifica os sete pontos de amostragem na extensão do córrego Cocuera, os quais têm suas posições georeferenciadas descritas na Tabela 6.

**Figura 4** – Localização geográfica dos sete pontos de amostragem na extensão do córrego do Cocuera: elaborada a partir de Google Earth (Data de imagem:07/04/2014)



No segundo semestre de 2012 foram realizadas algumas visitas no percurso do canal de drenagem com objetivo de avaliar a acessibilidade e determinar os pontos e a técnica de amostragem.

**Tabela 6** - Identificação e coordenadas geográficas dos sete pontos de amostragem na extensão do córrego Cocuera

Pontos de amostragem	Localização geográfica		
	Identificação	Latitude	Longitude
	PMAS-01	23°33'15.39"S	46° 8'56.12"O
	PMAS-02	23°33'27.32"S	46° 9'5.65"O
	PMAS-03	23°33'51.10"S	46° 9'11.62"O
	PMAS-04	23°33'57.73"S	46° 9'24.83"O
	PMAS-05	23°34'0.41"S	46° 9'29.00"O
	PMAS-06	23°34'7.62"S	46° 9'25.95"O
	PMAS-07	23°34'17.44"S	46° 9'26.52"O



As Figuras de números 5 a 11 identificam os pontos de amostragem e do monitoramento dos parâmetros físico-químicos realizados em campo:

**Figura 5** – Vista do ponto de amostragem PMAS-01 (localizado na Rod. Alfredo Rolim de Moura)



**Figura 6** - Vista do ponto de amostragem PMAS-02 (localizado na estrada da Cocuera, com a estrada Takaoca)



**Figura 7** - Vista do ponto de amostragem PMAS-03 (localizado na estrada Yamashita)



**Figura 8** - Vista do ponto de amostragem PMAS-04 (localizado a 150 metros do PMAS-05)



**Figura 9** - PMAS-05 (localizado na estrada Yamashita com a estrada do Ueda)



**Figura 10** - PMAS-06 – (água represada para captação das UPAs – localizado a 183 metros do PMAS-05)



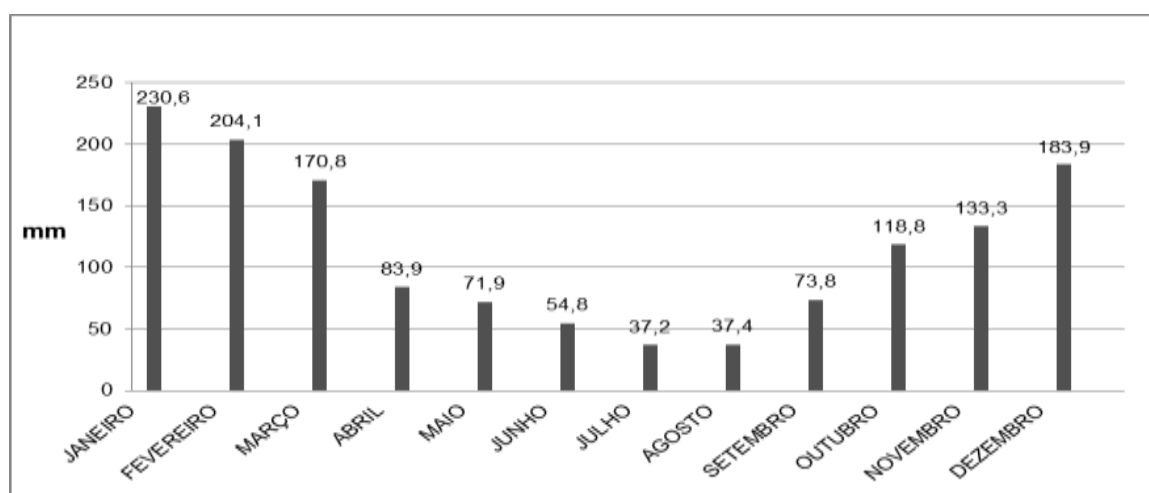
**Figura 11** - PMAS-07 (localizado a 900 metros da estrada Yamashita com a estrada dos agricultores)



#### 4.1.2. Caracterização das condições edafoclimáticas

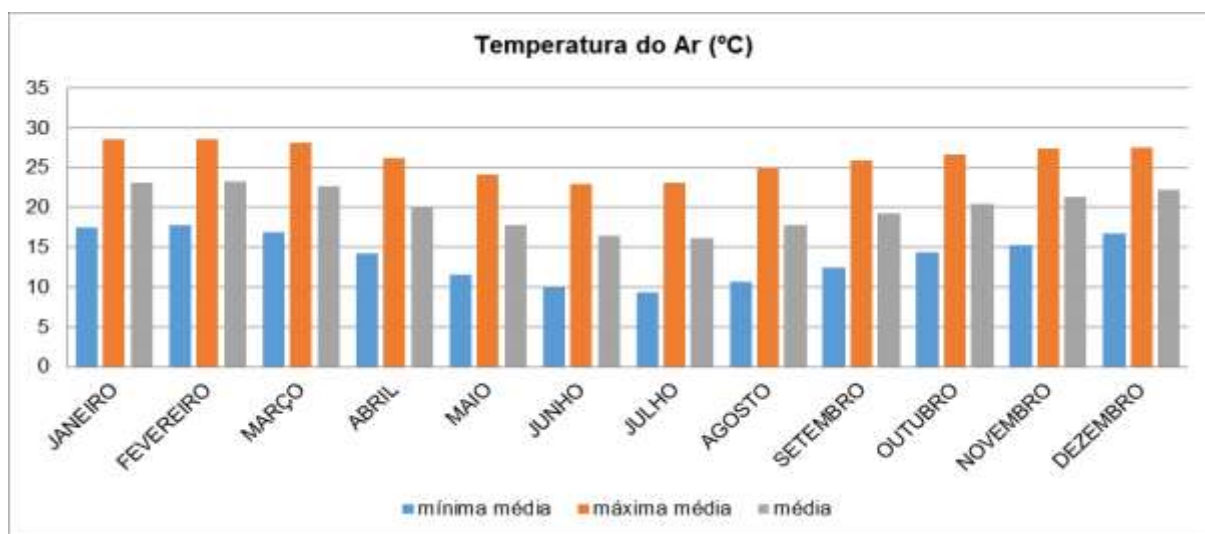
Os valores de referência do balanço hídrico e volume mensal de chuvas foram utilizados para determinar os períodos e as datas das campanhas de monitoramento, em função das características sazonais de estiagem e chuvas na região de Mogi das Cruzes. As informações utilizadas foram do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI, 2013). Nas Figuras 12 e 13 estão reportados o índice pluviométrico e as médias históricas das temperaturas no município de Mogi das Cruzes, no estado de São Paulo.

**Figura 12** – Índice pluviométrico mensal do município de Mogi das Cruzes/SP.



Fonte: CEPAGRI, 2013.

**Figura 13** – Índice mensal de temperatura do ar (°C) do município de Mogi das Cruzes, SP.



Fonte: CEPAGRI, 2013.

## 4.2. Planejamento e cronograma de amostragem

As campanhas de amostragem foram definidas após avaliação da área, com objetivo de se estabelecer o planejamento de execução das diferentes atividades como: visitas de campo, procedimento de coleta, monitoramento de parâmetros *in situ* e ensaios físicos, químicos e bacteriológicos, com a sazonalidade pluviométrica e racionalização dos custos de deslocamento e insumos necessários para execução dos trabalhos em campo.

Informações hidrológicas, cartográficas, climatológicas e do uso e ocupação do solo auxiliaram na caracterização do corpo hídrico. As condições de acessibilidade aos pontos de coleta foram observadas para garantir a qualidade dos procedimentos de amostragem.

### 4.2.1. Procedimento de coleta, armazenamento e transporte de amostra, visitas de campo, planejamento de técnicas de coletas, determinação de ensaios físicos, químicos e bacteriológicos

Os equipamentos utilizados nas coletas e que tiveram contato direto com as amostras foram previamente descontaminados e verificados.

Os reagentes utilizados para limpeza da vidraria e dos frascos de coletas assim como os preservantes específicos para os ensaios laboratoriais das amostras foram previamente verificados quanto aos prazos de validade, conforme preconizado pela CETESB (2011).

Para a coleta e armazenamento das amostras foram utilizados frascos inertes e com perfeita vedação. As amostras coletadas foram imediatamente armazenadas em caixas térmicas de isopor, refrigeradas com gelo e mantidas entre 2,8 e 3,6°C durante o transporte até o laboratório. As Figuras 14 e 15 evidenciam os procedimentos adotados.

**Figura 14** – Frascos utilizados na coleta de amostras de água com etiquetas de identificação do laboratório



**Figura 15** – Frascos com as amostras coletadas e acondicionadas em caixa térmica com gelo.



Cada uma das campanhas de amostragem foi realizada num intervalo máximo de 4 horas, entre o início e o final das coletas das amostras. Após o transporte até o laboratório, o processo analítico das amostras iniciou-se na 8ª hora após a primeira coleta, mantendo-se a validade e integridade das amostras, em cumprimento aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005.

### 4.3. Procedimentos analíticos

#### 4.3.1. Medições e leituras de campo

O monitoramento para avaliação da qualidade das amostras de águas superficiais nos pontos de amostragem foi realizado pela medição *in situ* dos seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura (°C), pH, condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Eh- Redox (mV), oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e turbidez (NTU). Os equipamentos portáteis sonda multiparamétrica YSI profissional e turbidímetro Hach – 2100Q utilizados em campo para essas medições foram calibrados com soluções e instruções dos fabricantes.

#### 4.3.2. Análises laboratoriais

Os ensaios analíticos foram conduzidos no laboratório Operator Assessoria e Análises Ambientais LTDA. A rastreabilidade de todos os ensaios analíticos foi garantida

considerando-se a acreditação específica de cada parâmetro pelo INMETRO (CRL 0309), e tem em seu escopo os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, selecionados neste trabalho. Os parâmetros selecionados e suas respectivas metodologias analíticas são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7** - Grupos dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, selecionados no plano de amostragem incluindo seus respectivos métodos analíticos

Grupos	Parâmetros	Métodos analíticos
Físicos e químicos	Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> ed., 2012 – “5210 – B - Biochemical Oxygen Demand (BOD)”.
	Demanda Química de Oxigênio - DQO	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> ed., 2012 – “5220 D Chemical Oxygen Demand (COD)”.
	Nitrito Nitrito	U.S.EPA - Method 300.1 - Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography - Rev 1 (1999).
	Nitrogênio amoniacal	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> ed., 2012 – “4500 -NH <sub>3</sub> D – Ammonia-Selective Electrode Method”.
	Sólidos dissolvidos totais	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> ed., 2012 – 2540 B - Solids Dried at 103-105 °C.
Inorgânicos	Arsênio total	
	Cádmio total	
	Chumbo total	
	Cobre total	
	Cobre dissolvido	
	Crômio total	
	Ferro total	
	Ferro dissolvido	U.S.EPA - Method 6010 C - Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry Revisão 3 (2007).
	Manganês total	
	Mercúrio total	
	Níquel total	
	Vanádio total	
	Zinco total	
Fósforo (ambiente lântico)		
Bacteriológicos	coliformes termotolerantes <i>Escherichia coli</i>	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> ed., 2012 - “Method 9221 B, C, D, E e F”.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os padrões de qualidade das águas são avaliados por análises de parâmetros capazes de indicar de forma direta ou indireta, a presença comprovada ou potencial de alguma substância ou microorganismo que comprometa essa qualidade e resulte em possíveis impactos sobre a biota nas diferentes bacias hidrográficas (TUNDISI *et al.*, 1999).

As possíveis alterações na qualidade da água podem ser decorrentes de contaminações por substâncias químicas orgânicas e inorgânicas provenientes de fontes naturais ou antrópicas, pelos lançamentos de esgotos urbanos e industriais, disposição de resíduos sólidos e uso de pesticidas na agricultura (VON SPERLING *et al.*, 1995).

Nos meses de abril e maio de 2013 em reunião com o apoio da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI e Instituto de Economia Agrícola – IEA, foram definidas a microbacia e drenagem Cocuera como objeto de avaliação da qualidade do ambiente aquático para este trabalho.

A política nacional dos recursos hídricos considera que a água íntegra as preocupações do desenvolvimento sustentável, cumprindo o princípio ambiental de preservação da sua propriedade ecológica e o reconhecimento do seu valor intrínseco à natureza.

Os critérios adotados do Decreto nº 10.775, de 22 de Novembro de 1977, determinaram o enquadramento da microbacia do Cocuera pertencente à classe 1, pela sua contribuição direta afluyente no rio Tietê localizado na bacia do rio Tietê – Alto Cabeceiras.

O artigo 14 da Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, determina as diretrizes para o enquadramento dos corpos hídricos superficiais no seu estágio atual, com níveis de qualidade que atendam às necessidades da comunidade. Incluindo condições permitidas para o lançamento de efluentes domésticos e industriais, e estabelece nove classes de qualidade de água, em função dos principais usos, cujos padrões devem ser alcançados e/ou mantidos, ao longo do tempo (ROCHA *et al.*, 2004). De acordo com essa resolução, o córrego Cocuera atende as diretrizes ambientais de classificação e enquadramento ambiental de águas doces classe I, de corpo de água superficial com salinidade igual ou inferior a 0,5%, utilizada para abastecimento de consumo humano, proteção de comunidades aquáticas, irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.

Nas visitas de campo realizadas preliminarmente, foram observadas ao longo da margem do córrego Cocuera a remoção da mata ciliar, devido à necessidade do aumento das áreas de cultivo. A retirada da vegetação natural promove um ambiente suscetível à

erosão da margem, assoreamento hídrico, e contaminação da água pelo carreamento de substâncias orgânicas e inorgânicas pelo processo de lixiviação no solo.

Foram observadas ao longo do córrego Cocuera, as possíveis influências das atividades agrícolas das UPAs na qualidade das águas, e em função dessas atividades, foram demarcadas os pontos de amostragem. A localização de cada ponto de amostragem, a partir do ponto inicial PMAS01, foi definida conforme a Tabela 8.

**Tabela 8** - Distância do pontos de amostragem a partir do PMAS01

<b>Pontos de Amostragem</b>	<b>Distância dos Pontos de Amostragem (metros)</b>
PMAS01	0
PMAS02	660
PMAS03	1129
PMAS04	1959
PMAS05	2362
PMAS06	2545
PMAS07	2793

Nos pontos de amostragem a condição da qualidade das águas foi avaliada considerando-se os resultados das medições realizadas “*in loco*” dos parâmetros temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica, potencial de oxi-redução e oxigênio dissolvido (OD). Os valores das medições realizadas nos sete pontos de coleta em 3 campanhas de amostragem, totalizando 126 resultados, estão apresentados nas Figuras de números 16 a 21. Estes resultados foram comparados com os valores de referência para as condições e padrões de qualidade de águas doces classe I, estabelecidos no Art. 14 da Resolução 357 do Conama de 17/03/2005 e reportados na Tabela 9.

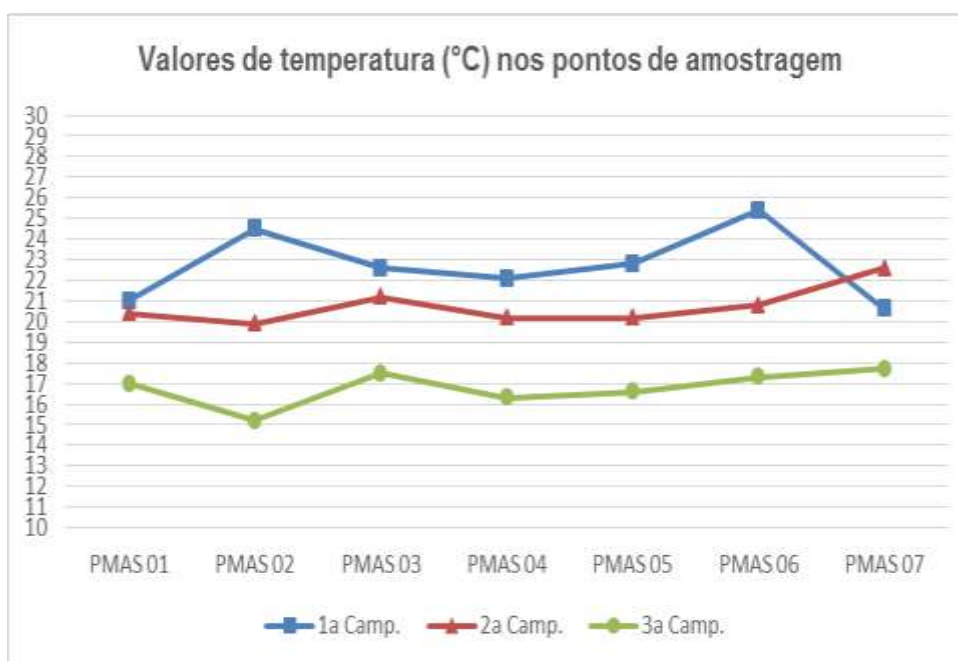
**Tabela 9** - Valores de referência das condições e padrões de qualidade de águas doces classe I, do Art. 14 da Resolução do CONAMA nº 357 de 17/03/2005 – Parâmetros Físicos e Químicos

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores de referência</b>
Temperatura	Inferior a 40°C
pH	6,0 a 9,0
Turbidez	até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT)
Oxigênio dissolvido	não inferior a 6 mg L <sup>-1</sup> de O <sub>2</sub>
DBO 5 dias a 20°C	até 3 mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> ;
DQO	Limite não determinado pela Resolução nº 357 de 17/03/2005
Nitrato	10,0 mg L <sup>-1</sup> N
Nitrito	1,0 mg L <sup>-1</sup> N
Nitrogênio amoniacal total	2,0 mg L <sup>-1</sup> N, para 7,5 < pH < 8,0
Sólidos dissolvidos totais	500 mg L <sup>-1</sup>

As medições pontuais da temperatura do ar, realizadas em campo estiveram dentro da variação média mensal na região estudada, e corresponderam a 24°C na 1ª e 2ª campanhas de amostragem nos meses de outubro de 2012 e janeiro de 2013. No mês de maio de 2013, quando foi realizada a 3ª campanha de amostragem, o resultado da medição de campo foi de 29°C. A temperatura média mensal histórica registrada pelo CEPAGRI (2013), para os meses de outubro, janeiro e maio na região é de 20, 23 e 17°C, respectivamente (Figura 13).

Em relação às medidas da temperatura da água no momento das coletas realizadas, podemos observar pelos resultados apresentados na Figura 16, uma variação de 21 a 25 °C entre as sete amostras de água coletadas na 1ª campanha realizada no mês de outubro de 2012. Na segunda campanha, essa variação foi de 21 a 23°C, e na terceira campanha de amostragem realizada em maio, os valores da temperatura da água ficaram entre 15 a 18°C, bastante abaixo das faixas de temperatura observadas nas campanhas de outubro de 2012 e janeiro de 2013.

**Figura 16** - Temperatura da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013

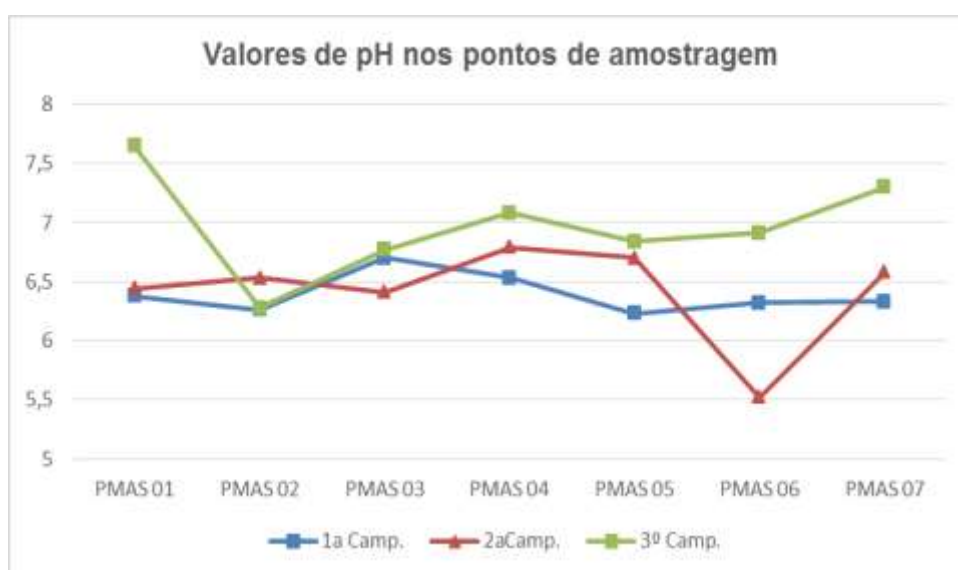


A diminuição da temperatura da água na amostragem realizada em maio de 2013 em relação às primeiras campanhas de amostragem pode estar associada com a temperatura média mensal do ar de 17°C (Figura 13). O valor médio da temperatura da água das 21 amostras coletadas nos sete pontos em três campanhas de amostragem foi de 20,1°C, demonstrando uma condição ideal para biota aquática.



O pH é uma variável comum na avaliação dos índices de qualidade da água por seu potencial como indicador da qualidade da água em geral, do grau de afetação desse recurso por agentes contaminantes e da extensão da contaminação produzida pela descarga de um efluente. A variação nos valores de pH podem indicar entrada de fertilizantes, principalmente quando essa variação está associada a medidas de condutividade do corpo d'água e eutrofização. Além disso, o pH pode alterar a biodisponibilidade de alguns contaminantes como os metais pesados. Muitos sistemas biológicos subsistem apenas na faixa de pH de 6,5 a 8,5. Valores de pH maiores do que 9 e menores que 6 produzem limitações para o desenvolvimento e para a fisiologia de organismos aquáticos (PERES-CASTILHO e RODRIGUES, 2008). Os valores de pH das amostras de água coletadas na campanha de amostragem realizada em outubro de 2012 variaram entre 6,4 a 6,7 nos sete pontos de coleta. Na campanha de amostragem realizada em janeiro de 2013, a variação do pH observada foi de 5,5 a 6,7, e na 3ª campanha de amostragem em maio de 2013, o pH das amostras variou de 6,5 a 7,5.

**Figura 17** – Valores do pH da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013

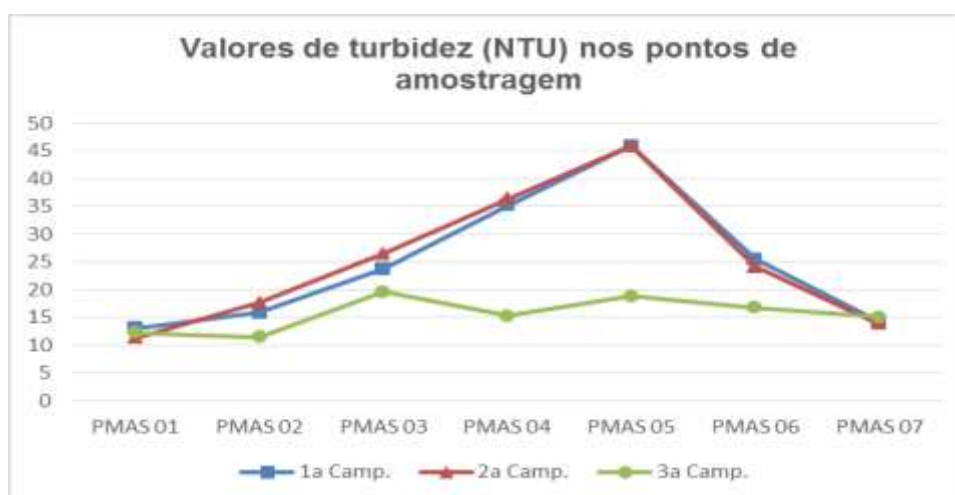


Embora os valores de pH das 21 amostras de água coletada nesses meses caracterizam as águas como ácidas, nenhuma apresentou valores de pH fora da faixa de referência estabelecida no Resolução 357 do Conama (Tabela 9), o que caracterizaria esse corpo hídrico como não adequado ao desenvolvimento de muitos organismos aquáticos.

A turbidez juntamente com sólidos em suas diversas frações e a temperatura é um dos principais parâmetros utilizados para caracterizar fisicamente as águas naturais. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, além do lançamento de esgotos

sanitários e diversos efluentes industriais provocam elevações na turbidez das águas. Na Figura 18 estão apresentados os valores das medições do parâmetro turbidez, as medições variaram na 1ª campanha de amostragem de outubro de 2012, entre 14 a 46 unidades nefelométricas (UNT). Na 2ª campanha de amostragem de janeiro de 2013 os resultados obtidos variaram entre 12 a 46 (UNT). Observa-se, portanto, uma similaridade nos valores de turbidez em todas as amostras coletas dos sete pontos de amostragem nas duas primeiras campanhas realizadas em outubro de 2012 e janeiro de 2013, com exceção do PMAS 05, cujos valores para turbidez foram superiores ao valor de referência de 40 UNT do Conama (Tabela 9). Os valores de turbidez para essas amostras podem estar associados à influência dos maiores índices pluviométricos correspondentes a 230,06 mm no mês de janeiro e 118,8 mm no mês de outubro. Foi evidenciada ainda a constância dos valores obtidos nas medições realizadas nas campanhas de amostragem, com exceção do ponto PMAS 05, cujos valores de turbidez apresentaram-se superiores ao valor de referência do Conama. O ambiente aquático com alta turbidez pode influenciar no processo de fotossíntese da vegetação enraizada submersa, algas e na comunidade biológica aquática (CETESB, 2012).

**Figura 18** - Turbidez da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013



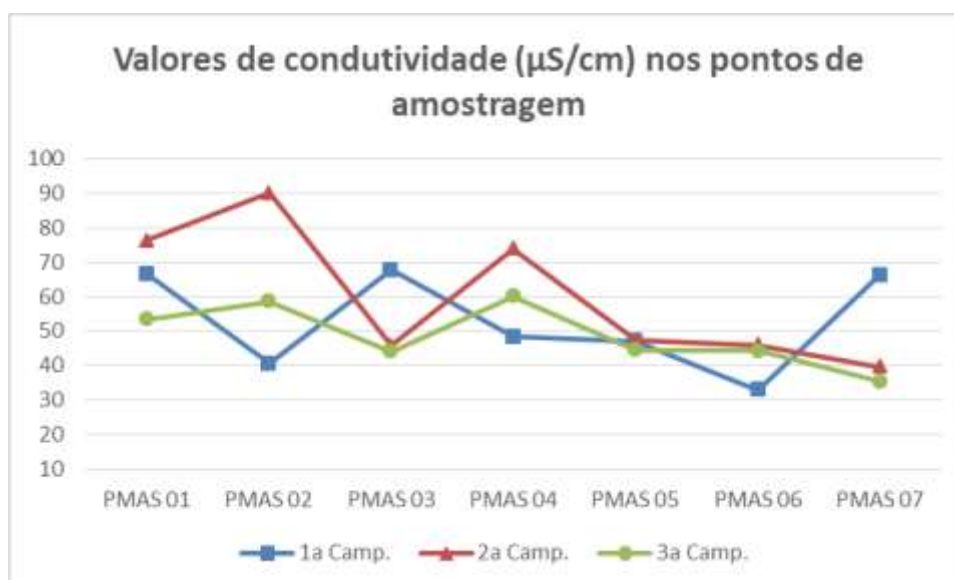
A média das medições das sete amostras analisadas na 3ª campanha de amostragem realizada em maio de 2013, para turbidez variou entre 11 a 20 UNT. O baixo índice pluviométrico mensal de 71,9 mm no período pode ter contribuído para menor presença de sólidos inorgânicos e detritos orgânicos em suspensão.

Segundo Pinto et.al., (2010) a condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica, depende das concentrações iônicas e da temperatura indica a quantidade de sais existentes na água. Em geral, níveis superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados. Assim, o parâmetro condutividade serve como

um sinal entrada de fertilizante inorgânico e por sua relação com as concentrações relativas de cloreto e sulfato de potássio. Segundo Perez-Castilho e Rodrigues (2008), a possibilidade de realizar medições de condutividade *in situ* a custo muito baixo, consiste em um fator que pode dar sustentabilidade a programas de monitoramento. Primavesi et al., (2002) observam que condutividade é uma das variáveis que mais discriminam qualidade da água, entre os pontos de amostragem e seu grau de proteção com relação a alterações antropogênicas. Em geral, tem sido utilizada como um sinal para estabelecer uma fonte de poluição em torno de um ponto de descarga.

Na Figura 19 estão apresentados os resultados das 21 medições da condutividade elétrica da água nas três campanhas de amostragem. Os valores de condutividade para as amostras coletadas na 1ª campanha em outubro de 2012 variou entre 35 a 68  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Na 2ª campanha realizada em janeiro de 2013 as medições variaram entre 40 a 90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esses valores podem estar relacionados com os altos índices pluviométricos, registrados na região nesses períodos do ano (Figura 12).

**Figura 19** - Condutividade da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013



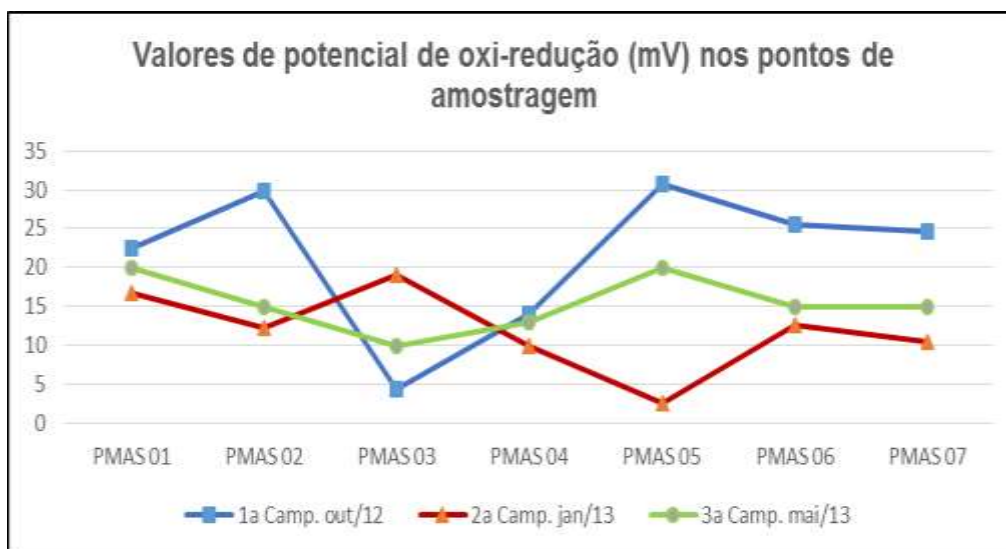
Os valores de condutividade obtidos para as amostras coletadas na 3ª campanha de amostragem variaram entre 38 a 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Influenciado pelo baixo índice pluviométrico para o mês de maio de 2013. O índice inferior a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indica um ambiente com baixo processo de decomposição orgânica, recomendado para o cultivo de organismos aquáticos, o que indica a ausência de fonte de contaminação por fertilizantes.

Na Figura 20 estão apresentados os resultados das 21 medições de oxi-redução (mV). A média das medições na 1ª campanha de amostragem de outubro de 2013, variaram entre 5 a 32 mV, foi observada uma diminuição significativa na medição do PMAS 03 de 5

mV em comparação com a maior medição realizada de 32mV no PMAS 05. A média das medições na 2ª campanha de amostragem de janeiro de 2013, variaram entre 3 a 19mV, entre as medições apresentadas a menor diferença entre a medição do PMAS 05 de 3mV e a maior medição do PMAS 03 de 19mV. A média das medições na 3ª campanha de amostragem de maio de 2013 variou entre 10 a 20 mV, com a menor medição na PMAS 03 e a maior medição no PMAS 01 e PMAS 05.

Os resultados das medições de oxi-redução mensuram a disponibilidade de elétrons para reações de redução, e estabelecem relações com os minerais de características geológicas, que são indicadores de um ambiente aquático equilibrado no aspecto químico (CETESB, 2009). Os altos índices pluviométricos promovem o carreamento de sólidos das margens do corpo hídrico superficial, elevando a turbidez da água, fator observado na 1ª campanha de amostragem realizada em outubro de 2012 e na 2ª campanha em janeiro de 2013.

**Figura 20** - Potencial de oxi-redução da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013

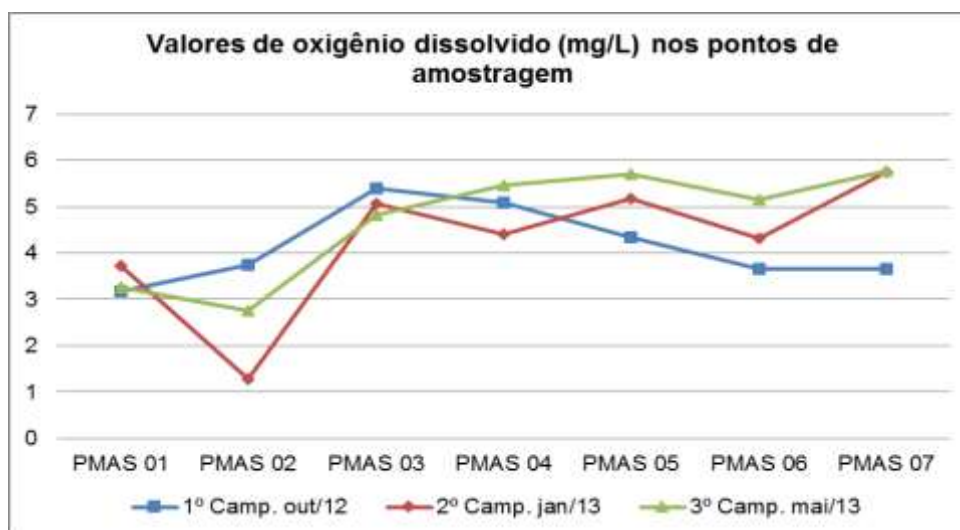


Segundo Pinto et al., (2010) o oxigênio dissolvido é de fundamental importância na manutenção da vida aquática e da qualidade da água devido à sua importância, o oxigênio dissolvido é amplamente utilizado como principal parâmetro de qualidade da água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre corpos hídricos. Para Araújo et. al. (2004) o oxigênio é utilizado como principal parâmetro de qualidade da água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre os corpos da água. É um importante fator no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão de recursos hídricos. O consumo de oxigênio é dado

pela oxidação da matéria orgânica, respiração dos organismos aquáticos e demanda bentônica de oxigênio (sedimentos).

Na Figura 21 estão apresentados os resultados das 21 medições de oxigênio dissolvido nas amostras de água coletadas nas três campanhas de amostragem. Os resultados obtidos nas medições realizadas na 1ª campanha de amostragem variaram entre 3,1 a 5,5 mg L<sup>-1</sup> em outubro, sendo observado o menor valor no ponto PMAS 01 (3,1 mg L<sup>-1</sup>) e o máximo de 5,5 mg L<sup>-1</sup> no PMAS 03. Na segunda campanha de amostragem em janeiro de 2013, observou-se uma variação nos valores de oxigênio dissolvido de 1,1 mg L<sup>-1</sup> no ponto PMAS-02 a 5,9 mg L<sup>-1</sup>, no PMAS 07. A faixa de concentração de oxigênio dissolvido encontrada nas amostras dos sete pontos de coleta foi de 3,1 a 5,9 mg L<sup>-1</sup>, sendo a menor concentração no PMAS 01 e a maior no PMAS 07.

**Figura 21** - Valor de oxigênio dissolvido da água nos pontos de amostragem, nas campanhas de monitoramento de outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013.



Com relação às variações de concentração de oxigênio dissolvido em cada ponto de coleta em razão do período de amostragem observa-se que no ponto PMAS 01 os valores foram de 3,1 mg L<sup>-1</sup>; 3,3 mg L<sup>-1</sup> e 3,7 mg L<sup>-1</sup> respectivamente. O ponto de amostragem é caracterizado como ambiente muito lântico, com alta turbidez aparente, grande quantidade de sólidos provenientes do carreamento de solo da margem do corpo hídrico, matéria orgânica proveniente de lançamento de esgoto, carreamento de substâncias orgânicas usadas na agricultura e vegetação localizada na margem.

No PMAS 02 a primeira medição de oxigênio dissolvido indicou concentração de 3,9 mg L<sup>-1</sup>, passando a 1,1 mg L<sup>-1</sup> e posteriormente a 2,8 mg L<sup>-1</sup> na última coleta, realizada em maio de 2013. Observou-se que no período das coletas, um volume hídrico significativo no córrego do Cocuera, proveniente de um lançamento pontual de águas pluviais.

Nos pontos PMAS 03, 04, 05, 06 e 07 a concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água variaram entre 3,8 a 5,7mg L<sup>-1</sup>. Todos os pontos de amostragem apresentavam baixo volume de água no corpo hídrico, produção de culturas próximas às drenagens afluentes e nas margens de proteção ciliar do córrego Cocuera. Promovendo o carreamento de sólidos no leito da drenagem, incluído fertilizantes orgânicos e produtos oriundos do processo de cultivo.

Em todas as 21 amostras analisadas, a concentração de oxigênio dissolvido foi inferior a 6 mg L<sup>-1</sup> não atendendo ao critério do VMP da Portaria 357 do Conama (Tabela 9). Este fato, aliado às observações de campo, demonstra que em toda sua extensão o córrego Cocuera recebe um aporte de carga orgânica, interferindo na qualidade de suas águas.

O parâmetro oxigênio dissolvido, conforme reportado por Araújo et. al. (2004), é usado como indicador na avaliação de dejetos orgânicos. Neste caso, as bactérias aeróbias durante o processo de estabilização da matéria orgânica fazem o uso do oxigênio, promovendo a redução de sua concentração no meio (VON SPERLING, 1996).

Os parâmetros inorgânicos de qualidade nas águas dos sete pontos de amostragem foram avaliados considerando-se os resultados das análises, realizadas em laboratório, para demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e sólidos dissolvidos totais, e apresentados nas Tabelas de números 10 a 16. Esses valores foram comparados com os valores de referência do Conama, também reportados na Tabela 9.

**Tabela 10** - Concentração (mg L<sup>-1</sup>) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 01

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 01		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
DBO	2	3	9	< 2
DQO	5	21	35	22
Nitrato	0,07	< 0,07	< 0,07	0,08
Nitrito	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal	0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sólidos dissolvidos totais	5	187	82	<5

LQ – Limite de quantificação

**Tabela 11** - Concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 02

Parâmetros	LQ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	PMAS 02		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
DBO	2	< 2	12	< 2
DQO	5	7	36	6
Nitrato	0,07	4,74	< 0,07	< 0,07
Nitrito	0,02	0,09	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal	0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sólidos dissolvidos totais	5	119	63	80

LQ – Limite de quantificação

**Tabela 12** - Concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 03

Parâmetros	LQ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	PMAS 03		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
DBO	2	4	4	<2
DQO	5	18	20	25
Nitrato	0,07	0,55	1,17	6,32
Nitrito	0,02	0,11	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal	0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sólidos dissolvidos totais	5	63	62	132

LQ – Limite de quantificação

**Tabela 13** - Concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 04

Parâmetros	LQ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	PMAS 04		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
DBO	2	3	5	2
DQO	5	18	13	17
Nitrato	0,07	6,64	< 0,07	0,09
Nitrito	0,02	0,08	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal	0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sólidos dissolvidos totais	5	31	120	70

LQ – Limite de quantificação

**Tabela 14** - Concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 05

Parâmetros	LQ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	PMAS 05		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
DBO	2	3	5	<2
DQO	5	13	19	7
Nitrato	0,07	0,64	0,11	0,72
Nitrito	0,02	0,09	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal	0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sólidos dissolvidos totais	5	5	96	11

LQ – Limite de quantificação

**Tabela 15** - Concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 06

Parâmetros	LQ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	PMAS 06		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
DBO	2	3	5	<2
DQO	5	14	14	36
Nitrato	0,07	5,84	0,12	0,87
Nitrito	0,02	0,09	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal	0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sólidos dissolvidos totais	5	37	81	< 5

LQ – Limite de quantificação

**Tabela 16** - Concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) dos parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), série nitrogenada e sólidos dissolvidos totais – PMAS 07

Parâmetros	LQ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	PMAS 07		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
DBO	2	4	5	<2
DQO	5	20	16	<5
Nitrato	0,07	0,11	< 0,07	0,21
Nitrito	0,02	0,10	< 0,02	< 0,02
Nitrogênio amoniacal	0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sólidos dissolvidos totais	5	189	51	<5

LQ – Limite de quantificação



Os valores de DBO estão diretamente relacionados à carga orgânica, ou seja, à quantidade de matéria orgânica oriunda do efluente de atividades antrópicas. A DBO é um parâmetro fundamental de avaliação da poluição de um corpo hídrico superficial pelo lançamento de matéria orgânica oriunda de efluente doméstico, industrial ou agrícola (CETESB, 2012).

As análises realizadas para avaliação da demanda bioquímica de oxigênio nas 21 amostras de água coletadas nas três campanhas de amostragem indicaram valores para DBO entre 2 e 12 mg L<sup>-1</sup>. Das amostras coletadas em outubro de 2012 somente as relacionadas aos pontos de coleta PMAS 03 e PMAS 07 apresentaram valores de DBO de 4 mg L<sup>-1</sup>, e portanto, superiores ao VMP do Conama (3 mg L<sup>-1</sup>). Entretanto, todas as amostras coletadas na campanha de amostragem realizada em janeiro de 2013, apresentaram valores de DBO superiores 4 mg L<sup>-1</sup>, em desacordo com os valores de referência do Conama (Tabela 9). Esses valores estão relacionados com o alto índice pluviométrico na região de 230,6mm no mês de janeiro (Figura 12). No período de cheia as chuvas torrenciais promovem o carreamento de carga orgânica de efluentes agrícolas e domésticos das margens para o corpo hídrico superficial. Na campanha de amostragem de maio de 2013, quando o índice pluviométrico foi menor comparado ao das campanhas anteriores, todos os valores de DBO para as amostras coletados nos 7 pontos de amostragem ficaram abaixo do valor de referência do Conama (3 mg L<sup>-1</sup>).

Avaliando-se os resultados de DBO juntamente com os resultados de oxigênio dissolvido, que apresentaram concentrações inferiores a 6 mg L<sup>-1</sup>(Figura 21), para as 21 amostras de água analisadas, podemos inferir que o índice de oxigênio dissolvido está em consonância com os valores dos ensaios de DBO, com resultados superiores ao VMP de 4 mg L<sup>-1</sup>, demonstrando o consumo de oxigênio disponível para degradação da matéria orgânica aportada ao córrego do Cocuera.

A decomposição de matéria orgânica nitrogenada leva à formação de nitrogênio amoniacal nas águas, nas formas de gás amônia (NH<sub>3</sub>) ou do íon amônia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Nas águas, o nitrogênio amoniacal é oxidado a nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) pelas bactérias Nitrossomonas e, posteriormente a nitrato pelas bactérias Nitrobacter, num processo conhecido como nitrificação. Esse processo implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática. Assim, nitrato e nitrito, são bons indicadores da presença de carga orgânica oriunda de efluentes agrícolas. O nitrato tem grande importância nos ecossistemas aquáticos, pois constitui a principal fonte de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES, 1998).

Para a série nitrogenada (nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal) observou-se que nenhuma amostra, das 21 coletadas nos sete pontos de amostragem, ultrapassou o valor de referência da Resolução 357 do Conama (Tabela 9).

Os resultados dos ensaios analíticos de nitrato e nitrito, em comparação aos valores de DBO e as medições de oxigênio dissolvido disponível na água, são evidências do aporte de matéria orgânica e na alteração da qualidade das águas do córrego do Cocuera.

O parâmetro sólido suspenso é importante para se avaliar o efeito da erosão causada pelas práticas agrícolas e o transporte de materiais transportados durante o escoamento da água de chuva ou irrigação. Os sólidos podem gerar problemas de sedimentação e a sua decantação pode destruir habitats para organismos aquáticos e diminuir a coluna de água. Além disso, há uma estreita relação entre a concentração de sólidos em suspensão e qualidade da água, devido à sua capacidade de adsorção dos contaminantes como pesticidas e nutrientes, sua influência sobre a turbidez da água e sua absorção de calor aumentando a temperatura água (DAGNE et al. 2005).

Os resultados dos ensaios para sólidos dissolvidos totais na 1ª campanha de amostragem em outubro de 2012, variaram entre 5 a 189 mg L<sup>-1</sup>, sendo os maiores valores observados para as amostras dos pontos PMAS 01, PMAS 02 e PMAS 07.

Da mesma forma, na 2ª campanha de amostragem (janeiro de 2013), a concentração de sólidos dissolvidos totais variou entre 51 a 120 mg L<sup>-1</sup>. Nessa amostragem, a maior concentração de sólidos dissolvidos totais foi quantificada no ponto PMAS 04 onde se observou um ambiente muito lântico, presença de muita vegetação no leito do córrego, turbidez alta com valor de 35 NTU (Figura 18). Na 3ª campanha de amostragem, maio de 2013, os resultados para sólidos dissolvidos totais variaram entre <5 132 mg L<sup>-1</sup> sendo observada maior concentração no ponto PMAS 03, que apresentou também maior turbidez nessa amostragem (20 NTU).

Nenhuma das 21 amostras coletadas nas três campanhas de amostragem realizada apresentou concentração de sólidos dissolvidos totais acima do valor de referência do Conama (500 mg L<sup>-1</sup>). Os resultados obtidos para sólidos dissolvidos totais estão em condizentes com os de condutividade (Figura 19) cujos valores encontram-se abaixo de 100µS cm<sup>-1</sup>, uma vez que a condutividade elétrica também é um excelente parâmetro para indicar lixiviação de sólidos totais dissolvidos para os corpos d'água.

As principais substâncias inorgânicas utilizadas na agricultura são: cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Zn), cobalto (Co), níquel (Ni), vanádio (V), arsênio (Ag), cádmio (Cd), crômio (Cr) mercúrio (Hg) e chumbo (Pb). As substâncias inorgânicas classificadas como metais pesados essenciais para o ciclo de vida das plantas são: cobalto (Co), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn). Os micronutrientes como cádmio (Cd), crômio (Cr) e chumbo (Pb) são encontrados em fertilizantes minerais (MALAVOLTA et al. 2006).

Na Tabela 17 estão apresentadas as condições e padrão valores de referência estabelecidos para os parâmetros inorgânicos para a qualidade de águas doces classe I,

conforme o Art.14 da resolução do CONAMA 357/2005, selecionados para avaliação neste trabalho.

**Tabela 17** - Valores de referência das condições e padrões de qualidade de águas doces classe I, do Art. 14 da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Resolução nº 357 de 17/03/2005 – Parâmetro Inorgânicos

Parâmetros	Valores de referência
Arsênio total	0,01 mg L <sup>-1</sup> As
Cádmio total	0,001 mg L <sup>-1</sup> Cd
Chumbo total	0,01 mg L <sup>-1</sup> Pb
Cobalto total	0,05 mg L <sup>-1</sup> Co
Cobre total	(--)
Cobre dissolvido	0,009 mg L <sup>-1</sup> Cu
Cromo total	0,05 mg L <sup>-1</sup> Cr
Ferro total	(--)
Ferro dissolvido	0,3 mg L <sup>-1</sup> Fe
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg L <sup>-1</sup> P
Manganês total	0,1 mg L <sup>-1</sup> Mn
Mercúrio total	0,0002 mg L <sup>-1</sup> Hg
Níquel total	0,025 mg L <sup>-1</sup> Ni
Vanádio total	0,1 mg L <sup>-1</sup> V
Zinco total	0,18 mg L <sup>-1</sup> Zn

(--) Não estabelecido

As Tabelas de números 18 a 24 apresentam as concentrações das substâncias inorgânicas monitoradas nas campanhas de amostragem realizadas nos meses de outubro de 2012, de janeiro de 2013 e outubro de 2013.

Os resultados dos ensaios analíticos foram expressos na concentração total encontrada nas amostras de águas. Os parâmetros inorgânicos cobre e ferro são apresentados nas suas formas solúvel e/ou dissolvida conforme recomendação do Art. 14 da resolução do CONAMA 357/2005.

**Tabela 18** - Concentração (mg L<sup>-1</sup>) para os parâmetros inorgânicos - PMAS 01

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 01		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Cobre dissolvido	0,0017	<b>0,026</b>	< 0,0017	< 0,0017
Ferro dissolvido	0,002	<b>0,569</b>	<b>1.190</b>	<b>0,565</b>
Fósforo total (ambiente lântico)	0,02	<b>0,158</b>	<b>0,045</b>	<b>0,037</b>
Manganês total	0,021	<b>1.056</b>	0,013	0,086

LQ – Limite de quantificação

Valores em negrito estão acima do valor de referência da Resolução 357 - Conama

**Tabela 19** - Concentração (mg L<sup>-1</sup>) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 02

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 02		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Cobre dissolvido	0,0017	<b>0,017</b>	0,0030	< 0,0017
Ferro dissolvido	0,002	0,242	<b>3.626</b>	0,030
Fósforo total (ambiente lântico)	0,02	<b>0,088</b>	<b>0,0677</b>	<b>0,030</b>
Manganês total	0,021	<b>0,974</b>	0,0106	0,098

LQ - Limite de quantificação

Valores em negrito estão acima do valor de referência da Resolução 357 - Conama

**Tabela 20** - Concentração (mg L<sup>-1</sup>) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 03

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 03		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Cobre dissolvido	0,0017	<b>0,022</b>	< 0,0017	<b>0,014</b>
Ferro dissolvido	0,002	<b>0,683</b>	<b>0,409</b>	< 0,020
Fósforo total (ambiente lântico)	0,02	<b>0,173</b>	<b>0,026</b>	<b>0,039</b>
Manganês total	0,021	<b>0,143</b>	0,006	<b>1.660</b>

LQ - Limite de quantificação

Valores em negrito estão acima do valor de referência da Resolução 357 - Conama

**Tabela 21** - Concentração (mg L<sup>-1</sup>) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 04

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 04		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Cobre dissolvido	0,0017	<b>0,015</b>	0,0030	<b>0,017</b>
Ferro dissolvido	0,002	<b>0,475</b>	<b>1.684</b>	<b>0,526</b>
Fósforo total (ambiente lântico)	0,02	<b>0,075</b>	<b>0,072</b>	<b>0,057</b>
Manganês total	0,021	<b>0,104</b>	<b>0,2970</b>	<b>0,125</b>

LQ - Limite de quantificação

Valores em negrito estão acima do valor de referência da Resolução 357 - Conama

**Tabela 22** - Concentração (mg L<sup>-1</sup>) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 05

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 05		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Cobre dissolvido	0,0017	<b>0,017</b>	0,0017	<b>0,090</b>
Ferro dissolvido	0,002	<b>0,458</b>	<b>1.052</b>	<b>0,700</b>
Fósforo total (ambiente lântico)		<b>0,056</b>	<b>0,041</b>	<b>0,021</b>
Manganês total	0,021	<b>0,105</b>	0,0957	0,012

LQ - Limite de quantificação

Valores em negrito estão acima do valor de referência da Resolução 357 - Conama

**Tabela 23** - Concentração (mg L<sup>-1</sup>) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 06

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 06		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Cobre dissolvido	0,0017	0,007	0,0020	< 0,0017
Ferro dissolvido	0,002	<b>0,501</b>	<b>0,920</b>	<b>0,659</b>
Fósforo total (ambiente lântico)	0,02	<b>0,076</b>	<b>0,0351</b>	<b>0,038</b>
Manganês total	0,021	0,074	0,003	<b>0,120</b>

LQ - Limite de quantificação

Valores em negrito estão acima do valor de referência da Resolução 357 - Conama

**Tabela 24**- Concentração (mg L<sup>-1</sup>) para os parâmetros inorgânicos – PMAS 07

Parâmetros	LQ (mg L <sup>-1</sup> )	PMAS 07		
		outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Cobre dissolvido	0,0017	<b>0,011</b>	< 0,0017	< 0,0017
Ferro dissolvido	0,002	<b>0,561</b>	<b>0,809</b>	<b>0,922</b>
Fósforo total (ambiente lântico)	0,02	<b>0,075</b>	<b>0,058</b>	<b>0,073</b>
Manganês total	0,021	<b>0,137</b>	<b>0,101</b>	<b>0,123</b>

LQ - Limite de quantificação

Valores em negrito estão acima do valor de referência da Resolução 357 - Conama

Das 21 amostras de águas superficiais coletadas nas três campanhas de amostragem (outubro/2012, janeiro/2013 e maio/2013), a concentração dos metais pesados: arsênio (<0,002 mg L<sup>-1</sup>) cádmio (<0,0017 mg L<sup>-1</sup>), chumbo (<0,0020 mg L<sup>-1</sup>), cobalto (<0,0020 mg L<sup>-1</sup>), crômio (<0,0055 mg L<sup>-1</sup>), níquel (< 0,0017 mg L<sup>-1</sup>) e vanádio (<0,0010 mg L<sup>-1</sup>) foram menores do que o limite de quantificação do método.

As análises de água coletadas no mês de outubro de 2013, apresentaram concentrações de cobre dissolvido na faixa de 0,007 a 0,026 mg L<sup>-1</sup>. O PMAS 06 foi único ponto de amostragem que apresentou resultado de 0,007 mg L<sup>-1</sup>, inferior ao valor de referência do Conama (0,009 mg L<sup>-1</sup>). Na 2ª campanha de amostragem em de janeiro de

2013, os resultados encontrados variaram de 0,0017 mg L<sup>-1</sup> no PMAS 07 a 0,0030 mg L<sup>-1</sup> no PMAS 07. Todas as amostras coletadas nesta campanha de amostragem apresentaram concentrações de cobre dissolvido menores do que o valor de referência do Conama (Tabela 17). Já nas coletas realizadas em maio de 2013 os resultados encontrados nas amostras coletadas nos pontos PMAS 03, PMAS 04 e PMAS 05 foram maiores do que o valor de referência do Conama.

As principais formas solúveis do cobre encontradas na água são Cu<sup>2+</sup>, Cu (HCO<sub>3</sub>) e Cu (OH)<sub>2</sub>, sendo que a maior parte do cobre (II) dissolvido está na forma complexada e não como íon livre (AZEVEDO, 2003). Todas as amostras coletadas e analisadas quanto à presença de cobre apresentaram concentrações inferiores à concentração letal para peixes (0,5 mg L<sup>-1</sup>) e para microorganismos aquáticos (1,0 mg L<sup>-1</sup>) (CETESB, 2012).

Os resultados dos ensaios analíticos para fósforo total (ambiente lântico) na 1ª campanha de amostragem em outubro de 2012, variaram entre 0,056 a 0,683 mg L<sup>-1</sup>. Na 2ª campanha em janeiro de 2013, os resultados variaram entre 0,0351 a 0,0677 mg L<sup>-1</sup>, e na 3ª campanha realizada em maio de 2013, observou-se uma variação entre 0,021 a 0,073 mg L<sup>-1</sup>. As maiores concentrações de fósforo total foram detectadas nas amostras de água coletadas na 1ª campanha, em outubro de 2012. Estes dados estão relacionados com as maiores medições de turbidez, e baixas concentrações de oxigênio dissolvido, particularmente nos pontos de coleta PMAS 01, PMAS 05, PMAS 06 e PMAS 07. Podemos observar a diminuição gradativa nas concentrações de fósforo total (ambiente lântico) em todos os pontos de amostragem, embora as concentrações de fósforo total foram sempre superiores ao valor de referência do Conama de 0,020 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 17).

Associando-se esses valores às concentrações de nitrato e nitrito, podemos inferir a presença de produtos químicos característicos de fertilizantes no córrego Cocuera, em decorrência da ocupação agrícola, já que além de nitrato e nitrito, o fósforo é inserido no ambiente aquático pelo lançamento de esgotos domésticos, industriais e fertilizantes como reportado por Carvalho (2000).

De acordo com Lamparelli (2005), o fósforo total atua como fator limitante na produção primária dos ecossistemas aquáticos, podendo conduzir à eutrofização, podendo ocasionar modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio, levando a perdas em sua produtividade e biodiversidade.

As análises de ferro dissolvido nas amostras coletadas em outubro de 2012, apresentaram concentrações na faixa de 0,458 a 1.056 mg L<sup>-1</sup>. Somente a amostra coletada no PMAS 02, com concentração igual a 0,242 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 19), apresentou concentração inferior ao valor de referência de 0,3 mg L<sup>-1</sup>. Na 2ª campanha de amostragem em janeiro de 2013, a amostra de água do ponto de coleta PMAS 02 apresentou a maior concentração de ferro dissolvido (3.626 mg L<sup>-1</sup>), sendo a menor concentração detectada na amostra de no

ponto PMAS 03 (Tabela 20). As demais amostras de água apresentaram concentrações superiores ao valor de referência conforme Tabela 17. Na 3ª campanha de amostragem de maio de 2013, todas as amostras de água, com exceção das amostras coletadas nos pontos PMAS 02 e 03, apresentaram concentrações superiores ao valor de referência (Tabela 19).

Observamos as maiores concentrações de ferro dissolvido nas amostras de água da 2ª campanha de amostragem realizada em janeiro de 2013, coincidente o mês com maior índice pluviométrico. As medições de turbidez, os resultados analíticos dos ensaios de sólidos dissolvidos totais, e as maiores concentrações de DBO nas amostras coletadas em janeiro de 2013, evidencia a presença de ferro ligado e/ou combinado no estado coloidal na matéria orgânica disponível no corpo de água superficial (RICHTER e NETO, 1991).

Todas as amostras de água coletadas no mês de janeiro, com exceção da amostra do ponto PMAS 06, apresentaram concentração de manganês total superior à concentração de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ , definida como valor de referência pelo Conama (Tabela 17). Na 2ª campanha de amostragem, apenas as amostras dos pontos PMAS 04 e PMAS 07 apresentaram concentrações superiores ao valor de referência ( $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ). Na 3ª campanha de amostragem em maio de 2013, a maior concentração de manganês ocorreu no PMAS 04 ( $0,125 \text{ mg L}^{-1}$ ), e a menor, no PMAS 05 ( $0,012 \text{ mg L}^{-1}$ ). As concentrações de manganês encontradas nas amostras coletadas nos pontos PMAS 03, PMAS 04, PMAS 06 e PMAS 07 extrapolaram o valor de referência de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

A associação do ferro e manganês confere à água uma coloração amarelada e turva, pelo processo químico de oxidação ( $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{4+}$ ) (RICHTER e NETO, 1991). As chuvas temporais promovem o carreamento do solo exposto na margem da drenagem, o solo predominante na região é o caracterizado como vermelho-escuro, e contém grandes concentrações de ferro-magnesianos (MARTINEZ, 2003). Assim, pode-se constatar, que a presença de manganês nas águas do córrego Cocuera se deve pela lixiviação do solo, particularmente no mês de janeiro, período de maior pluviometria.

Na Tabela 25 estão apresentados os valores máximos para qualidade bacteriológica de águas. De acordo com as referências para qualidade de águas doces classe I do Art.14 da resolução do CONAMA 357/2005, para o ensaio bacteriológico de coliformes termotolerantes, os resultados não deverão exceder o limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Os critérios da Decisão de Diretoria Nº 112/2013/E, da CETESB, de 09 de Abril de 2013, são referências para avaliação da qualidade dos corpos de águas, para o parâmetro *Escherichia coli* no território do estado de São Paulo. Conforme o enquadramento classe I do córrego do Cocuera, o valor de referência da qualidade foi adotado o padrão de 120 NMP/100 mL, ou Percentil 80 de pelo menos 6 amostras anuais (a cada 2 meses).

**Tabela 25** - Valores de referência das condições e padrões de qualidade de águas doces classe I, do Art. 14 da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Resolução nº 357 de 17/03/2005 – Parâmetro bacteriológico (Coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*), conforme Decisão de Diretoria Nº 112/2013/E, CETESB, de 09 de Abril de 2013.

Parâmetros	Valor de referência
Coliformes Termotolerantes	até 200 ou 80% de NMP/100mL
<i>Escherichia coli</i>	até 120 ou 80% de NMP/100mL

(\*) Valor de referência conforme CONAMA 357 (2005)  
NMP – Número Mais Provável

**Tabela 26** – Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 01.

Parâmetros	Unidade 100 mL	LQ NMP	PMAS 01		
			outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Coliformes Termotolerantes	NMP	1,1	<b>1300</b>	<b>1100</b>	140
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1,1	<b>1300</b>	<b>200</b>	<b>140</b>

NMP – Número Mais Provável  
LQ - Limite de quantificação (100mL)  
Valor em negrito superior ao VMP

**Tabela 27** - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 02.

Parâmetros	Unidade 100 mL	LQ NMP	PMAS 02		
			outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Coliformes Termotolerantes	NMP	1,1	<b>790</b>	<b>400</b>	<b>330</b>
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1,1	<b>790</b>	<b>150</b>	20

NMP – Número Mais Provável  
LQ - Limite de quantificação (100mL)  
Valor em negrito superior ao VMP

**Tabela 28** - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 03.

Parâmetros	Unidade 100 mL	LQ NMP	PMAS 03		
			outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Coliformes Termotolerantes	NMP	1,1	<b>460</b>	<b>350</b>	<b>260</b>
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1,1	<b>460</b>	60	40

NMP – Número Mais Provável  
LQ - Limite de quantificação (100mL)  
Valor em negrito superior ao VMP



**Tabela 29** - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 04.

Parâmetros	Unidade 100 mL	LQ NMP	PMAS 04		
			outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Coliformes Termotolerantes	NMP	1,1	<b>790</b>	200	110
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1,1	<b>790</b>	<b>500</b>	68

NMP – Número Mais Provável  
LQ - Limite de quantificação (100mL)  
Valor em negrito superior ao VMP

**Tabela 30** - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 05.

Parâmetros	Unidade 100mL	LQ NMP	PMAS 05		
			outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Coliformes Termotolerantes	NMP	1,1	<b>790</b>	<b>400</b>	<b>260</b>
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1,1	<b>790</b>	<b>840</b>	<b>170</b>

NMP – Número Mais Provável  
LQ - Limite de quantificação (100mL)  
Valor em negrito superior ao VMP

**Tabela 31** - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 06.

Parâmetros	Unidade 100mL	LQ NMP	PMAS 06		
			outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Coliformes Termotolerantes	NMP	1,1	<b>1700</b>	<b>500</b>	110
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1,1	120	<b>135</b>	78

NMP – Número Mais Provável  
LQ - Limite de quantificação (100mL)  
Valor em negrito superior ao VMP

**Tabela 32** - Resultados analíticos dos parâmetros bacteriológicos do ponto de amostragem de água superficial – PMAS 07.

Parâmetros	Unidade 100mL	LQ NMP	PMAS 07		
			outubro/2012	janeiro/2013	maio/2013
Coliformes Termotolerantes	NMP	1,1	<b>790</b>	<b>510</b>	<18
<i>Escherichia coli</i>	NMP	1,1	<b>490</b>	<b>156</b>	<18

NMP – Número Mais Provável  
LQ - Limite de quantificação (100mL)  
Valor em negrito superior ao VMP

Os resultados analíticos dos ensaios bacteriológicos de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* estão apresentados nas Tabelas 26 a 32.

Os resultados dos ensaios bacteriológicos de coliformes termotolerantes nas amostras de água do córrego Cocuera variaram entre 460 a 1700 NMP, para as amostras coletadas na 1ª campanha de amostragem em outubro de 2012. Na 2ª campanha realizada em janeiro 2013, os resultados variaram entre 350 a 1100 NMP, todos os resultados apresentaram-se superiores ao valor de referência das condições e padrões de qualidade de águas doces classe I (Tabela 25). Na 3ª campanha de amostragem em maio de 2013, os resultados variaram entre 110 a 330 NMP. Os valores de concentração de coliformes termotolerantes nas amostras de água dos pontos PMAS 01, PMAS 06 e PMAS 07, apresentaram-se inferiores ao valor de referência, estando em conformidade com a resolução Art. 14 do CONAMA 357/2005.

Observamos a diminuição gradativa dos valores de coliformes termotolerantes entre a 2ª campanha de amostragem, no mês de janeiro e a 3ª campanha no mês de maio de 2013. O PMAS 01 é o ponto de amostragem final, que recebe todo o escoamento hídrico do córrego do Cocuera. Este ponto de amostragem apresentou maior ocorrência de ambiente lântico, elevada turbidez, maior incidência de sólidos e matéria orgânica, menores concentrações de oxigênio dissolvido e maior valor de DBO, observados na amostragem do mês de janeiro de 2013.

No contexto geral, 86% das 21 amostras de águas submetidas aos ensaios bacteriológicos de coliformes termotolerantes, apresentaram valores superiores ao valor de referência (Tabela 25), caracterizando uma condição inadequada das águas para captação e uso. Os Coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*) estão presentes nas fezes humanas de mamíferos e pássaros, e são encontrados em águas com altas concentrações de matéria orgânica proveniente de efluentes domésticos, industriais e processo de decomposição (WHO, 2010).

Os resultados bacteriológicos de *Escherichia coli*, variaram entre 120 a 1300 NMP, na 1ª campanha de amostragem no mês de outubro de 2012. O maior valor apresentado foi de 1300 NMP no PMAS 01, e o menor valor de 120 NMP no PMAS 06. Na 2ª campanha de amostragem em janeiro de 2014, o maior valor apresentado foi de 840 NMP no PMAS 05, e o menor de 60 NMP no PMAS 03. Na campanha de amostragem do mês de maio de 2013, o maior valor apresentado foi de 170 NMP no PMAS 05, e o menor valor de 20 NMP no PMAS 02.

A 1ª campanha de amostragem do mês de outubro de 2012 apresentou o maior valor da bactéria *Escherichia coli* para as amostras de água das três campanhas de amostragem, somente no PMAS 06 o resultado esteve no limite de 120 NMP, nos demais pontos de amostragem, os resultados foram superiores ao valor de referência. Já na 2ª campanha em janeiro de 2013, somente o PMAS 03 apresentou valor inferior a 120 NMP. Na 3ª campanha

em maio de 2013, os valores do PMAS 01 e PMAS 05 foram superiores ao valor de referência de 120 NMP.

Observou-se diminuição gradativa para os valores de concentração da bactéria *Escherichia coli* entre o mês de janeiro e maio de 2013, em comparação ao mês de outubro de 2012.

A bactéria *Escherichia coli* é proveniente de fezes humanas e de animais, encontrada no ambiente pelo lançamento de efluentes domésticos e contaminação fecal (AMARAL *et al.* 2003). Esse microorganismo é o principal indicador de contaminação fecal, o mesmo pode ser isolado de diversos sítios do corpo humano, sendo o responsável por patologias como: pneumonias, meningites e infecções intestinais, que podem causar diarreias moderadas a severas levando o indivíduo à morte quando o tratamento não é eficaz (ALESSIO *et al.* 2009).

A principal forma de contaminação bacteriológica do córrego do Cocuera ocorre por fontes relacionadas com a infiltração de fossas, que comprometem a qualidade do lençol freático pouco profundo na região. O problema de falta de saneamento básico da região produz a canalização de esgoto das residências das UPAs no corpo receptor, ou o contato direto com as fezes humanas ou de animais pelo processo de escoamento superficial do solo pela falta de vegetal ciliar de proteção do corpo hídrico.

Na caracterização e avaliação das condições da qualidade das águas pelos parâmetros bacteriológicos, os resultados apresentados são indicadores das condições insatisfatórias das águas do córrego do Cocuera para captação e uso.

## 6. CONCLUSÃO

Os elevados índices pluviométricos observados nos meses de janeiro (230,6 mm) e outubro (116,8 mm), influenciaram de forma significativa nos piores índices de qualidade de águas do córrego Cocuera.

O sentido do escoamento do córrego do Cocuera foi caracterizado como nordeste, todos os sete pontos de amostragem são considerados lânticos, mesmo em épocas com histórico de alto índice pluviométrico no caso do mês de janeiro e outubro, meses selecionados para amostragem e avaliação da qualidade da água do córrego do Cocuera. O PMAS 01 foi observado como ponto de amostragem com a maior influência da qualidade da água pela sua contribuição hídrica e pela localização final confrontante com o rio Tietê.

As medições em campo realizadas indicaram que as amostras de água sofrem alteração na turbidez, devido à presença de sólidos minerais do solo e matéria orgânica. O pH foi caracterizado como ácido. Os baixos valores de concentração de oxigênio dissolvido na água resultante de lançamentos pontuais de esgoto e carreamento difusa de substâncias químicas usadas na agricultura.

Observou-se correspondência entre os baixos valores de concentração de oxigênio dissolvido na água, com os elevados valores de DBO, confirmando o processo de degradação da matéria orgânica aportada no córrego do Cocuera, e caracterizando a poluição do corpo hídrico pelo lançamento de matéria orgânica de esgoto e atividades agrícolas, promovidas pelas UPAs.

Os ensaios de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* selecionados para avaliação da qualidade bacteriológica da água, indicaram contaminação fecal, demonstrando condição higiênica insatisfatória, com risco a saúde da população, pela contaminação da água por microorganismos, pelas vias de exposição de consumo indireto ou utilização do recurso hídrico na irrigação da agricultura.

Os resultados obtidos são indicadores que alguns compostos encontrados nas campanhas de amostragem retratam a presença de poluentes orgânicos, inorgânicos e bacteriológicos. O motivo pode estar relacionado com o uso e ocupação inadequada do solo pelas UPAs ao longo do percurso do córrego do Cocuera e interferindo na qualidade ambiental do recurso hídrico.

O plano de amostragem teve como proposta um diagnóstico preliminar da qualidade das águas do córrego do Cocuera localizado na microbacia do Cocuera constituinte da sub-bacia hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras, e gerou informações que podem auxiliar as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, sobre diretrizes de utilização dos recursos hídricos na região.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, S. C. de S.; SALLES, P. S. B. de A.; SAITO, C. H. Desenvolvimento tecnológico e metodológico para medição entre usuários e comitês de bacia hidrográfica. Brasília: Departamento de Ecologia. Editora da UNB, 2004. p.9-24.
- ALESSIO, C.E, PINTO FGS, MOURA AC. / UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde. 2009;11(2):41-4.
- AMARAL LA, NADER FILHO N, ROSSI JUNIOR OD, FERREIRA FLA, BARROS LSS. Águas de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, 2003;37(4):510-4.
- AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. (eds). Metais: Gerenciamento da toxicidade. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 554p.
- BALSADI, O. V.; BELIK, W. Emprego na agricultura: atividades intensivas em mão-de-obra oferecem alternativas reais de emprego e renda na agricultura. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 10, p. 50-52, out. 2001.
- BLESSING, A. (ed). Pesticides and water quality – principles, policies and programs. Purdue Pesticide Programs. 2001. Purdue University Cooperative Extension Service. Disponível em: <<http://www.btny.purdue.edu>>. Acesso em: 04 de julho de 2013.
- BRIGNOL, V. Poluições das águas de origem agrícola na bacia vertente do Cabeceiras - Tietê, Região Metropolitana de São Paulo, Brasil. Montpellier: CIRAD-Projeto Negowat, 2005. Mimeo.
- CARMO, C.F., HENRY, R., BICUDO, D.C. & BICUDO, C.E.M. 2002. A degradação nos reservatórios do PEFI. In: D.C. Bicudo, M.C. Forti & C.E.M. Bicudo (eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 271-296.
- CARRIERI, A. P.; BASTOS FILHO, G. S. Diagnóstico e descrição dos sistemas de produção da microbacia do Espraiado, Ribeirão Preto. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 24, n. 11, p. 9-17, nov. 1994.
- CARVALHO, A. R.; SCHILITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. 2000. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, São Paulo, n. 23, p. 618-622, 2000.
- CARVALHO, Y. M. C. de; VICENTE, M. C. M.; FRANCA, T. J. F; Agricultura: um serviço ambiental para a Bacia do Alto Tietê Cabeceiras, 2005.
- CARVALHO, Y. M. C.; FRANCA, T. J. F; A preservação dos mananciais da região metropolitana de São Paulo e a multifuncionalidade. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., Ribeirão Preto, 2005. CD-ROM.]CENSO DEMOGRÁFICO, 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - Acesso dia 15/07/2013 as 23:43.
- CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - Acesso dia 15/07/2013 as 23:43.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Relatório de variáveis de qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo 2012.
- CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidade Aquáticas e Efluentes Líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005.

DAGNE, D., W. OWENS; P. TCHOUNWOU. Comparative assessment of the physico-chemical and bacteriological qualities of selected streams in Louisiana. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2: 94-100. 2005.

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Banco de dados pluviométricos do estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.sigrth.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu>. Acesso em 04 julho.2013.

ESTEVEES, Francisco de Assis. Fundamentos de Limnologia. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – FABHAT; Relatório de Situação dos Recursos Hídricos; Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – UGRHI06; Ano Base 2011, Publicação 2013.

Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo – FUSP; Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, Setembro de 2002

Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo – FUSP; Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, Dezembro de 2009.

G.; STRASKRABA, M. (Ed.) Theoretical reservoir ecology and its applications. s. l.: IIE, BAS, Backhuys Publishers, 1999. p.505-28.

GRANT, C.A.; SHEPPARD, S.C. Fertilizer impacts on cadmium availability in agricultural soils and crops. *Human and Ecological Risk Assessment*, Philadelphia, v.14, n.2, p.210-228, 2008.

HENRY, R.; SANTOS, A. A. N.; CAMARGO, Y. R. Transporte de sólidos suspensos, N e P total pelos rios Paranapanema e Taquari e uma avaliação de sua exportação na represa Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: HENRY, R. (Ed.). *Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais*. Botucatu, SP: FAPESP/Fundibio, 1999. p. 689-710.

LAMPARELLI, M. C. Grau de trofia d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos Métodos de Monitoramento. 2004. 191 f. Tese (Doutorado em Ecossistemas Terrestre e Aquáticos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 631p.

MARTINS, R.C. Agricultura, gestão dos recursos hídricos e desenvolvimento rural: a convergência necessária, uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania. São Carlos: Rima, 2003.

NEGOWAT: Facilitating Negotiations over Water Conflicts in Latin-American Periurban Upstream Catchments: Combining Multi-Agent Modelling with Role Game Playing; 2003 a 2006.

PERES-CASTILHO, A.G.; RODRIGUES, A. Índice físico-químico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.* ISSN-0034-7744) Vol. 56 (4): 1905-1918, 2008.

PINO, F. A. Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo: IEA/CATI/SAA, 1997. 4 v.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da Eficiência da Utilização do Oxigênio Dissolvido como Principal Indicador da Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Córrego Bom Jardim. *Brazilândia/MS. Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino*. Vol.01, Nº 01, 2010.

PRIMAVESI, O; RIBEIRO DE FREITAS, A.; TORRES DE OLIVEIRA, H. Water quality of the Canchim's Creek watershed in São Carlos, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. *Braz.Arch. Biol. Technol.* 45: 209 - 217. 2002.

Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaios e calibração; ABNT NBR ISO/IEC 17025/2005.

RICHTER, C.A., AZEVEDO NETTO, J.M. Tratamento de água. São Paulo: Edgard Blucher, 1991. 332p.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. Introdução à química ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SENDACZ, S.; MONTEIRO, A.J.JR.; MERCANTE, C.T.; MENEZES, L.C.B.; MORAES, J.F. 2005 Sistemas de cascata: concentrações e cargas de nutrientes no sistema produtor Alto Tietê, São Paulo. In: NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R.; JORCIN, A. Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. São Carlos: Rima. p.417-434.

TEIXEIRA, W. FAIRCHILD, Thomas Rich. TOLEDO, M. Cristina Motta de. TAIOLI, Fabio. Decifrando a Terra – 2ª edição. Companhia Editora Nacional. São Paulo. 2009.

TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T. & ROCHA, O., 1999, Theoretical basis for reservoir management, pp. 505-528. In: J. G. Tundisi & M. Straškraba (eds.), Theoretical reservoir ecology and its applications. International Institute of Ecology/Backhuys Publishers, São Carlos, 592p.

VEIGA, M.M. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1):145-152, 2007 *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1):145-152, 2007.

VICENTE, M. C. M. et al. Indicadores da atividade agropecuária e dos produtores nas sub-bacias de Tietê- Cabeceiras e de Guarapiranga. In: CARVALHO, Y. M. C. (Org.). NEGOWAT-APTA Final Report. São Paulo: IEA/APTA, 2006. No prelo.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1.

VON SPERLING, M.; MOREIRA DA COSTA, A. M. & CASTRO, A. A. Esgotos Sanitários. In: BARROS, R. T. de et al (Edit.) Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios, v. 2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. p.113-161.

WORLD HEALTH ORGANIZATION AND UNICEF PROGRESS ON SANITATION AND DRINKING WATER: 2010 Update. 2010. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/9789241563956/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/9789241563956/en/index.html). Acesso no dia 11/06/2014 às 18:10.



SECRETARIA DE  
AGRICULTURA E ABASTECIMENTO

