

MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA: SUPORTE PARA GESTÃO AMBIENTAL NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA OLARIA

Antonio Lucio Mello Martins¹¹

Maria Conceição Lopes¹²

Mariana Bárbara Lopes Simedo¹³

1 INTRODUÇÃO

O monitoramento é um dos instrumentos de gestão estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos, com vistas ao enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Para este enquadramento, são estabelecidos padrões de qualidade (BRASIL, 2005). Segundo Magalhães Jr. (2000), o monitoramento deve ser visto como um processo essencial à implementação dos instrumentos de gestão das águas, pois permite a obtenção de informações estratégicas, acompanhamento das medidas efetivadas, atualização dos bancos de dados e o direcionamento das decisões.

De acordo com Belitz et al. (2004), monitorar a qualidade das águas brasileiras oferece a base necessária ao gerenciamento do referido recurso, auxiliando na tomada de decisão e analisando a eficácia das decisões tomadas, com foco na manutenção, remediação, proteção e manutenção dos recursos hídricos.

De acordo com Reis (2009), a cada dia se torna mais evidente a relação entre as alterações nas bacias hidrográficas ocasionadas pelo desenvolvimento de atividades antrópicas em seu entorno. A existência destas alterações leva a necessidade de se criar uma gestão integrada dos recursos hídricos.

A bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001).

Nas subdivisões da bacia hidrográfica aparece na literatura o termo microbacia. Uma variedade de conceitos é aplicada na definição de microbacias, podendo ser adotados critérios como unidades de medida, hidrológicos e ecológicos (LEONARDO, 2003).

¹¹ Pesquisador Científico VI no Polo Regional Centro Norte – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA. Pindorama – SP. E-mail: lmartins@apta.sp.gov.br

¹² Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UNESP, Câmpus de Jaboticabal. E-mail: conceição@apta.sp.gov.br

¹³ Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UNESP, Câmpus de Jaboticabal. E-mail: mariana_blopes@hotmail.com

A caracterização da qualidade da água é um elemento essencial para a gestão dos recursos hídricos (ANA, 2005). A qualidade da água pode ser avaliada por meio de parâmetros físicos e químicos como pH, oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica entre outros.

De acordo com Donadio et al. (2005), o uso de indicadores físico-químicos da qualidade da água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na microbacia, sejam essas de origem antrópica ou natural. Segundo Lopes (2011), a qualidade do recurso hídrico está intensamente ligada ao uso do solo praticado nas vertentes das bacias. A quantificação da qualidade hídrica serve de base para o projeto de planejamento do uso do solo e da aplicação de práticas conservacionistas. A análise da qualidade do recurso hídrico pode detectar ou não a influência dos diferentes usos do solo.

Os corpos de água têm capacidade de assimilar poluentes e autodepurar-se, mas essa capacidade é limitada. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução 357/2005, estabelece uma classificação para os corpos de água e oferece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como descreve as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de outras providências relacionadas ao assunto (BRASIL, 2005).

Nesse contexto, os objetivos deste capítulo foram avaliar os parâmetros físicos químicos e biológicos de qualidade de água dos corpos hídricos da Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria, quanto à classificação do Índice da Qualidade da Água - IQA e seu respectivo enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

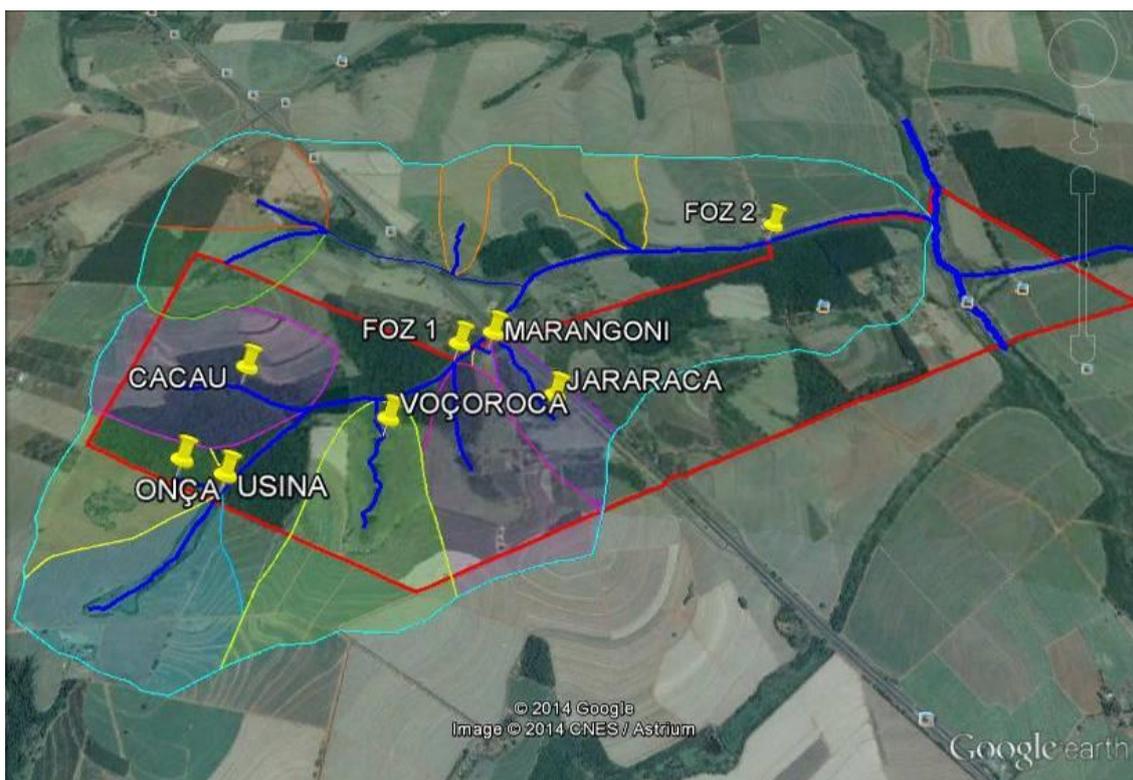
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

2.1.1 Localização geográfica

O local para realização do presente trabalho é a Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria, localizada no município de Pindorama - SP; região noroeste do Estado de São Paulo. Apresenta as coordenadas geográficas: entre as latitudes 21°05'47,80" S e 21°19'35,93" S; e longitudes 49°03'02,88" W e 48°42'52,27" W, com uma área de 9,17 Km², entre as coordenadas UTM, zona 22K, e faz parte da sub-bacia hidrográfica do rio São Domingos, pertencente a Bacia Hidrográfica dos rios Turvo e Grande (Figura 1). A microbacia situa-se no Polo Regional Centro Norte – APTA, Unidade de Pesquisa vinculada à Secretaria de Agricultura do Governo do Estado São Paulo (SAA), com uma área de 532,8 ha e aproximadamente 120 ha de mata nativa, a qual foi transformada em Reserva Biológica em 1986.

Figura 1: Microbacia do Córrego da Olaria.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2014.

2.1.2 Clima

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima enquadra-se em Aw, definido como clima mesotérmico de inverno seco, onde a temperatura média do mês mais frio é abaixo de 18°C e do mês mais quente, acima de 22°C.

2.1.3 Aspectos geológicos e pedológicos

Geologicamente, a Microbacia do Córrego da Olaria encontra-se na Bacia do Paraná, unidade geotectônica estabelecida sobre a Plataforma Sul Americana a partir do Devoniano Inferior. Estratigraficamente, a área pertence ao Grupo Bauru e Grupo São Bento. O relevo é ondulado nas partes de altitudes maiores, passando a suave-ondulado nas altitudes menores. A maior parte dos declives está compreendida entre 2% e 10%, havendo pequenas áreas quase planas de 0% a 2% de declive, nos topos das elevações e nas várzeas, e algumas com declives entre 10% e 20% próximas aos cursos d'água.

2.1.4. Monitoramento da qualidade do recurso hídrico nas nascentes e foz da microbacia do Córrego da Olaria

A tabela 1 relaciona as características das nascentes com as nomenclaturas que foram adotadas em cada uma delas.

Tabela 1: Características dos pontos de coleta de água nas microbacias do Córrego da Olaria

Nascentes	Pontos	Uso e Ocupação do Solo
Nascente 1	P1	Nascente em área de pastagem (reflorestamento em APP) - Marangoni
Nascente 2	P2	Nascente em área de mata parcialmente em regeneração e reflorestada – Jararaca
Nascente 3	P3	Córrego da Olaria, com intensa ocorrência de plantas aquáticas - Foz 1
Nascente 4	P4	Nascente localizada em mata nativa com marcante presença de serapilheira Cacau
Nascente 5	P5	Nascente em área de antiga voçoroca recuperada por prática de conservação de solo (açudes artificiais), com implantação de mata ciliar e uso de Sistema Agroflorestal (SAF), e apresenta áreas agricultáveis no entorno - Voçoroca
Nascente 6	P6	Nascente em área de mata nativa – Onça
Nascente 7	P7	Nascente em área agrícola (cultivo de cana-de-açúcar) - Usina
Nascente 8	P8	Córrego da Olaria, com intensa ocorrência de vegetação na margem - Foz 2

Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

Para avaliar a qualidade do recurso hídrico, as amostras de água foram coletadas nestas seis nascentes e foz no período de 01 de outubro de 2013 a 30 de setembro de 2014.

Para determinação das propriedades químicas e bacteriológicas: dureza total, amônio, nitrato, nitrogênio, fósforo, coliformes totais e fecais, foram coletadas amostras de água mensalmente, utilizando um recipiente “limpo”, com capacidade volumétrica de até 1/2 litro. Foi utilizada a metodologia da água superficial citada em (MAZZER, 2008) e analisadas no laboratório de múltiplo uso. Foi também avaliado trimestralmente a classificação do Índice da Qualidade da Água - IQA – CETESB, que incorpora nove variáveis, (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez, sólidos totais dissolvidos, nitrogênio total, fósforo e coliformes fecais). Os parâmetros pH e oxigênio dissolvido foram analisados “*in loco*” com sonda de multiparâmetros nos dias da coleta.

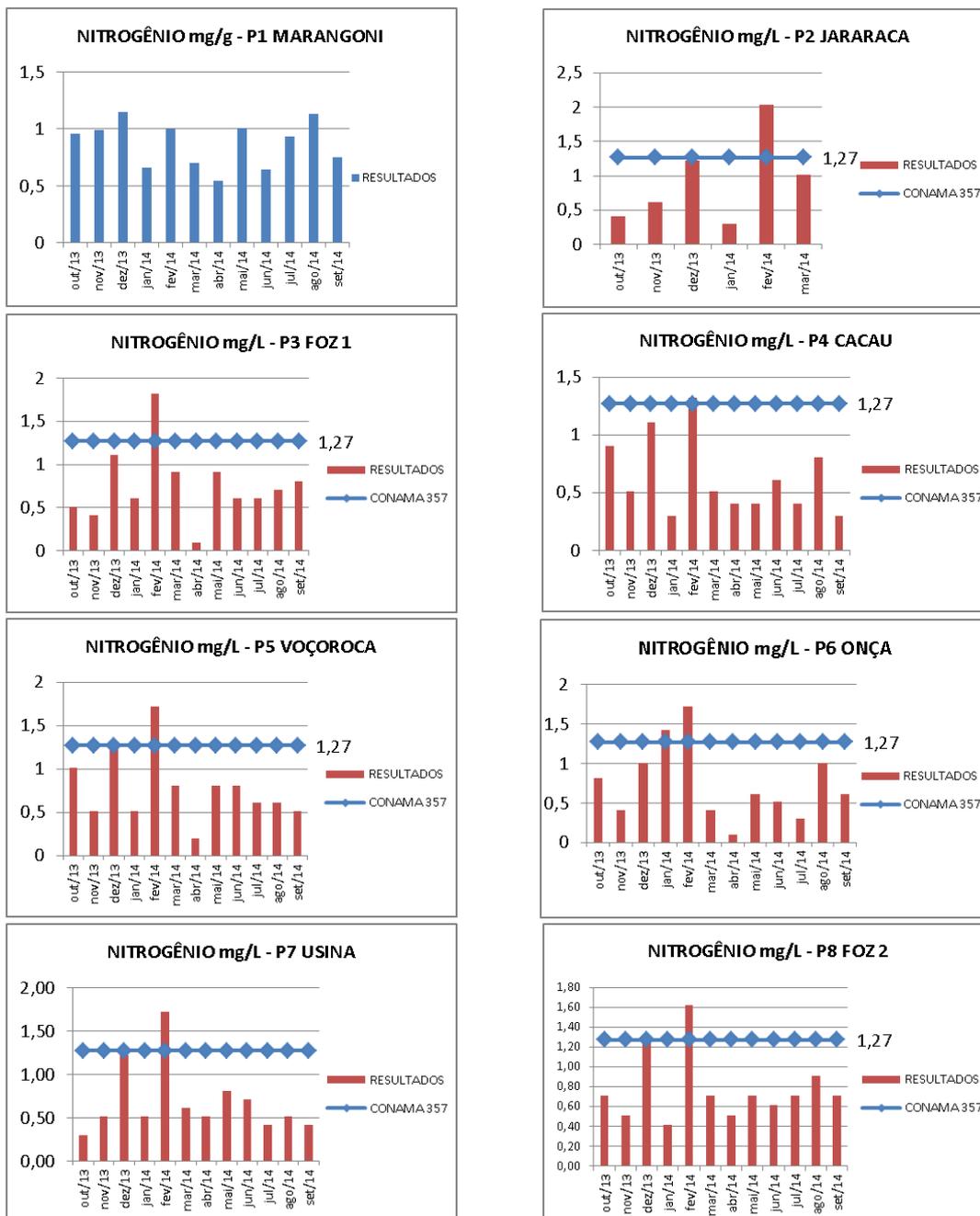
3 RESULTADOS

3.1 Análises laboratoriais do parâmetro nitrogênio

O nitrogênio pode ser encontrado no meio aquático nas seguintes formas: nitrogênio molecular e nitrogênio orgânico. O nitrogênio total apresentou valores acima do estabelecido pelo CONAMA 357 em todos os pontos de coletas (Figura 2), possivelmente ao acúmulo de nutrientes derivados da mata. Este resultado condiz com Aun (2007), o qual confirma que a quantificação do nitrogênio orgânico, é constituído principalmente por ureia, aminoácidos e outras substâncias orgânicas com o grupo amino. É importante ressaltar que no ponto 1 – Marangoni, houve apenas coletas de sedimentos em todo o período devido a ausência de água

na nascente, e que não há limite de detecção de qualidade no solo para os parâmetros apresentados.

Figura 2: Resultados do parâmetro Nitrogênio em todos os pontos de coleta da Microbacia



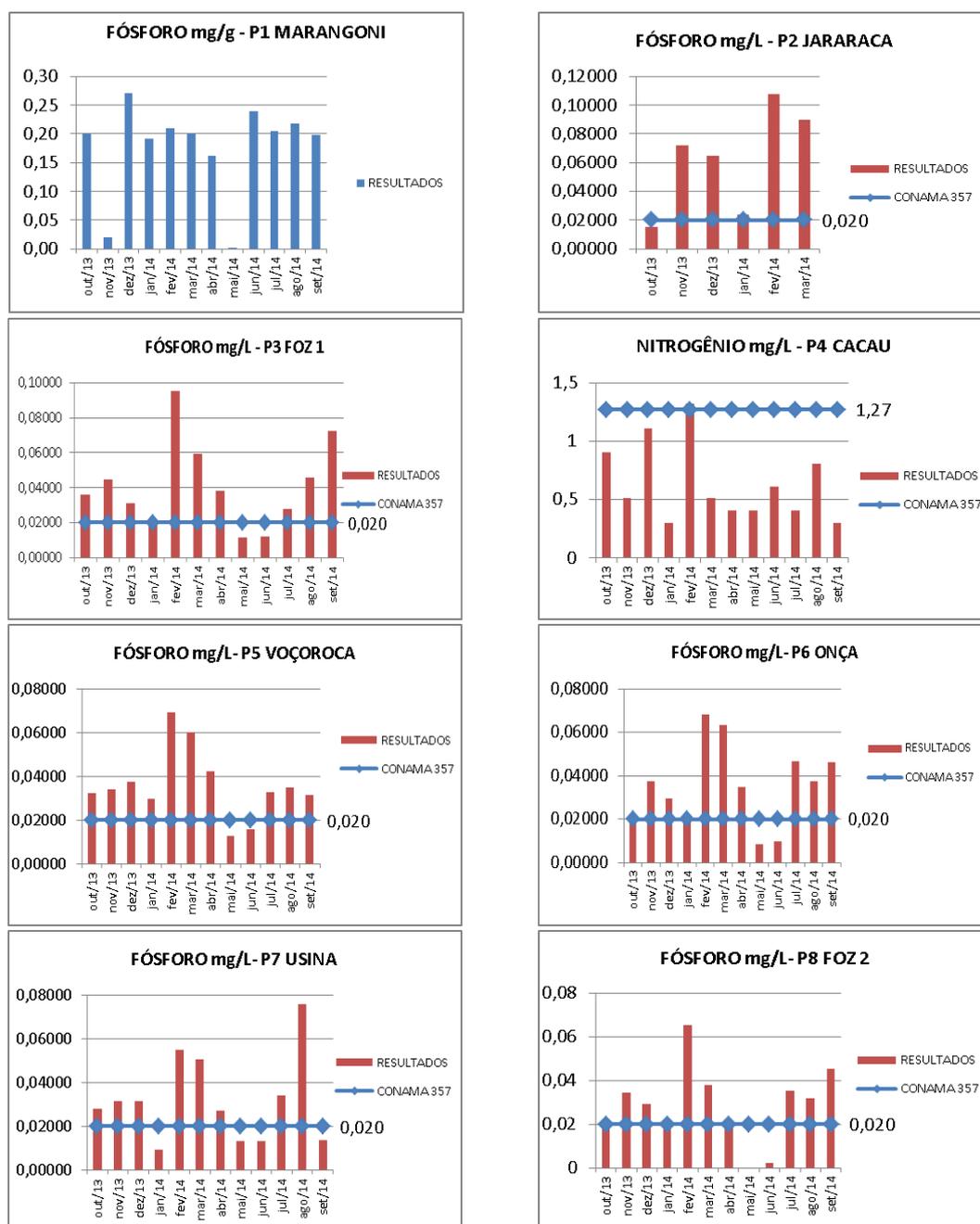
Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

3.1.2 Análises laboratoriais do parâmetro fósforo

O elemento fósforo na natureza é proveniente da dissolução dos solos e decomposição de matéria orgânica, já a sua ocorrência antrópica pode advir do uso de fertilizantes, despejos domésticos e industriais (SPERLING, 2005). O parâmetro fósforo apresentou valor acima do

permitido pelo CONAMA 357 em todos os pontos de coletas, sendo com maior valor nos pontos 2 - foz e ponto 5 - voçoroca, nos meses de outubro e fevereiro coincidindo com época de chuva, (figura 3). Considerando que a microbacia é de iminência rural e possui muitas áreas agrícolas, este fato confirma que as atividades antrópicas têm aumentado a concentração do fósforo (WITHERS & JARVIE, 2008).

Figura 3: Resultados do parâmetro Fósforo em todos os pontos de coleta da Microbacia

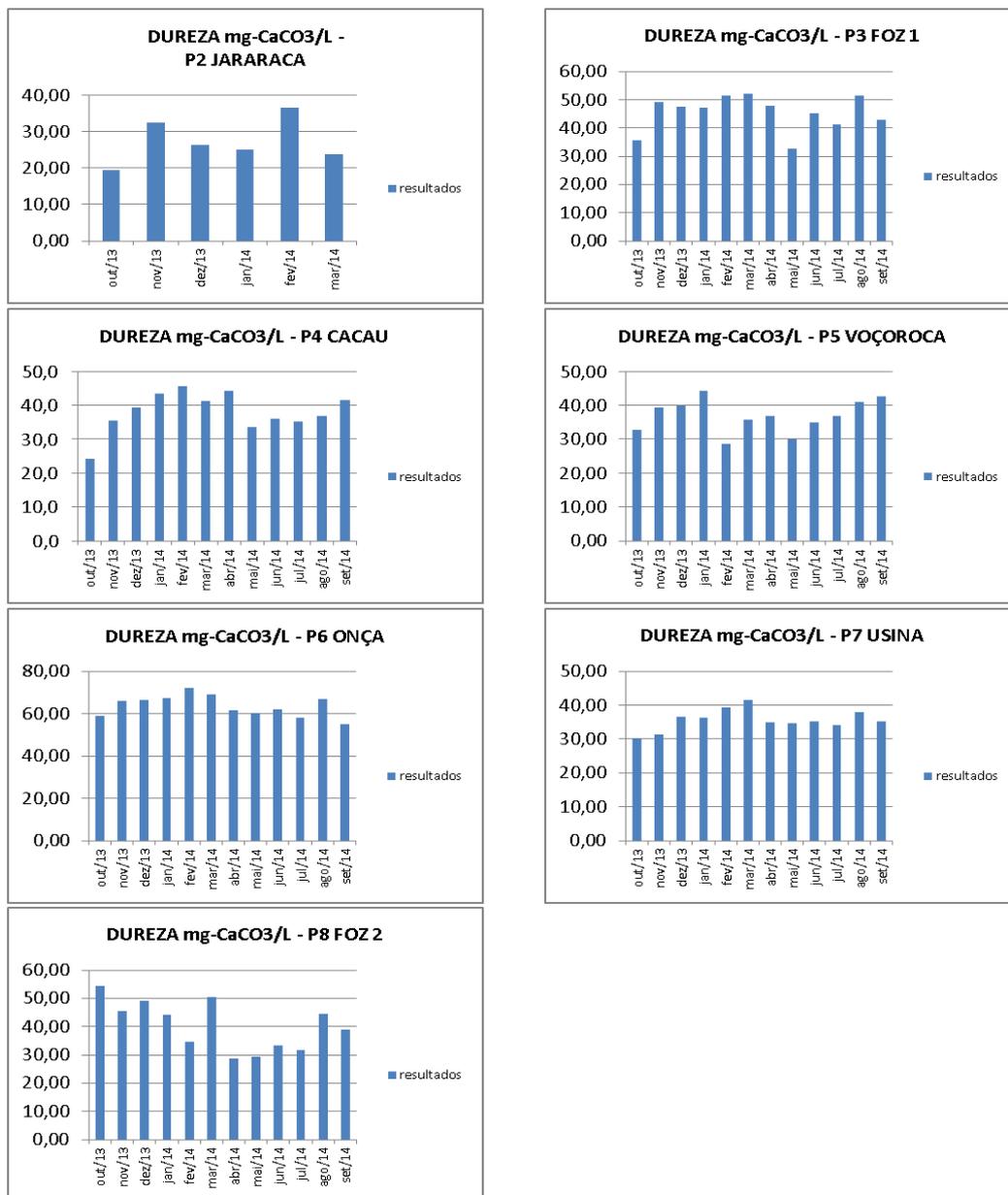


Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

3.1.3 Análises laboratoriais do parâmetro dureza

O maior valor encontrado foi no ponto 6 - Onça, com 60 mg/L (Figura 4). Isso ocorreu devido à geologia do local, os processos erosivos incidentes e a própria decomposição da serapilheira. De acordo com Moura et al. (2011), as áreas de pastagem e de constante revolvimento do solo e matas contribuem de forma significativa para o aumento da dureza total nos corpos hídricos

Figura 4: Resultados do parâmetro Dureza em todos os pontos de coleta da Microbacia

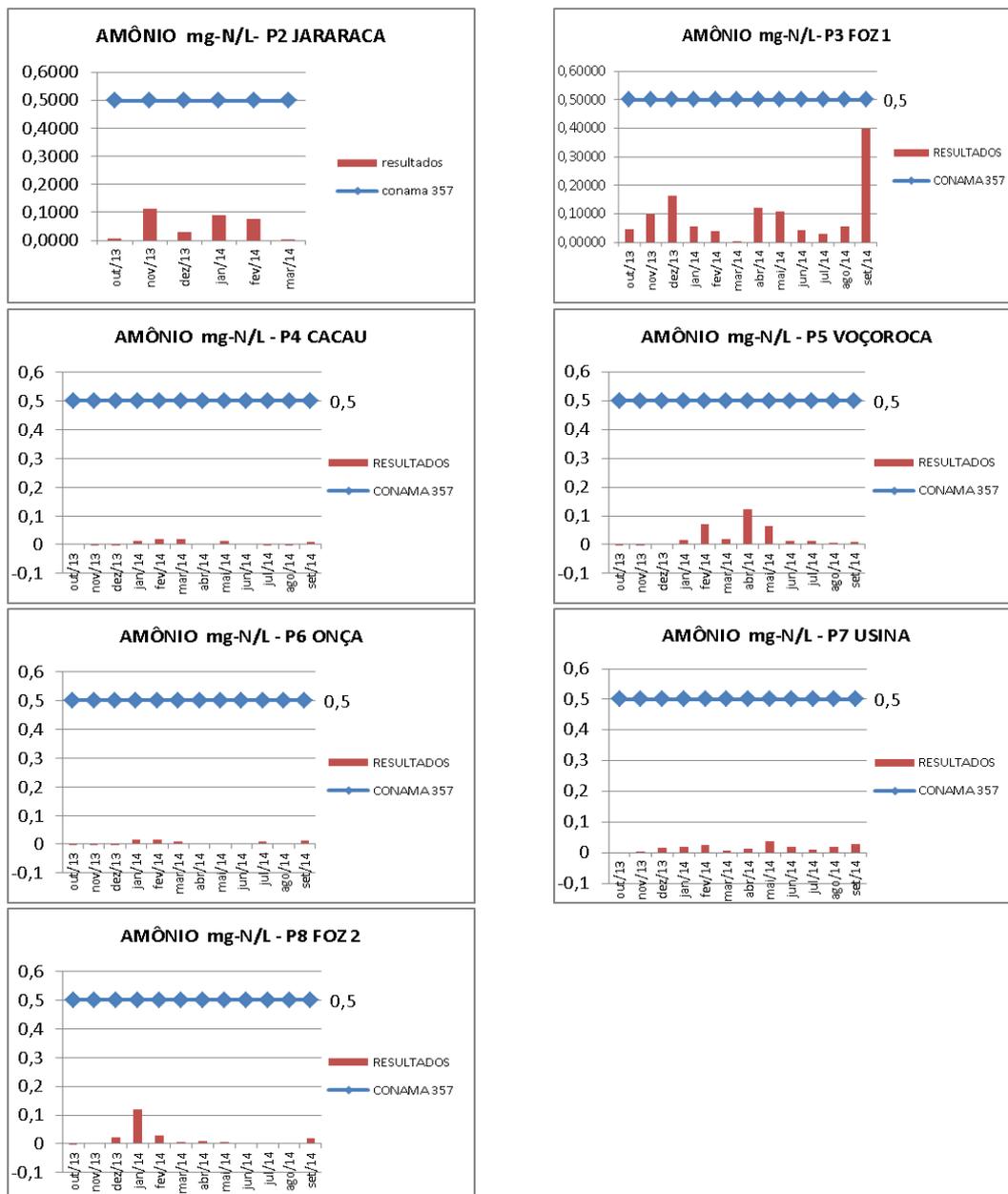


Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

3.1.4 Análises laboratoriais do parâmetro amônio

O amônio pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas. O parâmetro foi encontrado em todos os pontos de coleta, com maiores valores no ponto 3 - foz 1 (Figura 5). A microbacia contém 120 ha de mata nativa e possui uma fauna diversificada. O amônio externo relaciona-se com a urina e fezes dos animais, que se aproximam dos corpos de água, e resultam na identificação deste parâmetro.

Figura 5: Resultados do parâmetro Amônio em todos os pontos de coleta da Microbacia

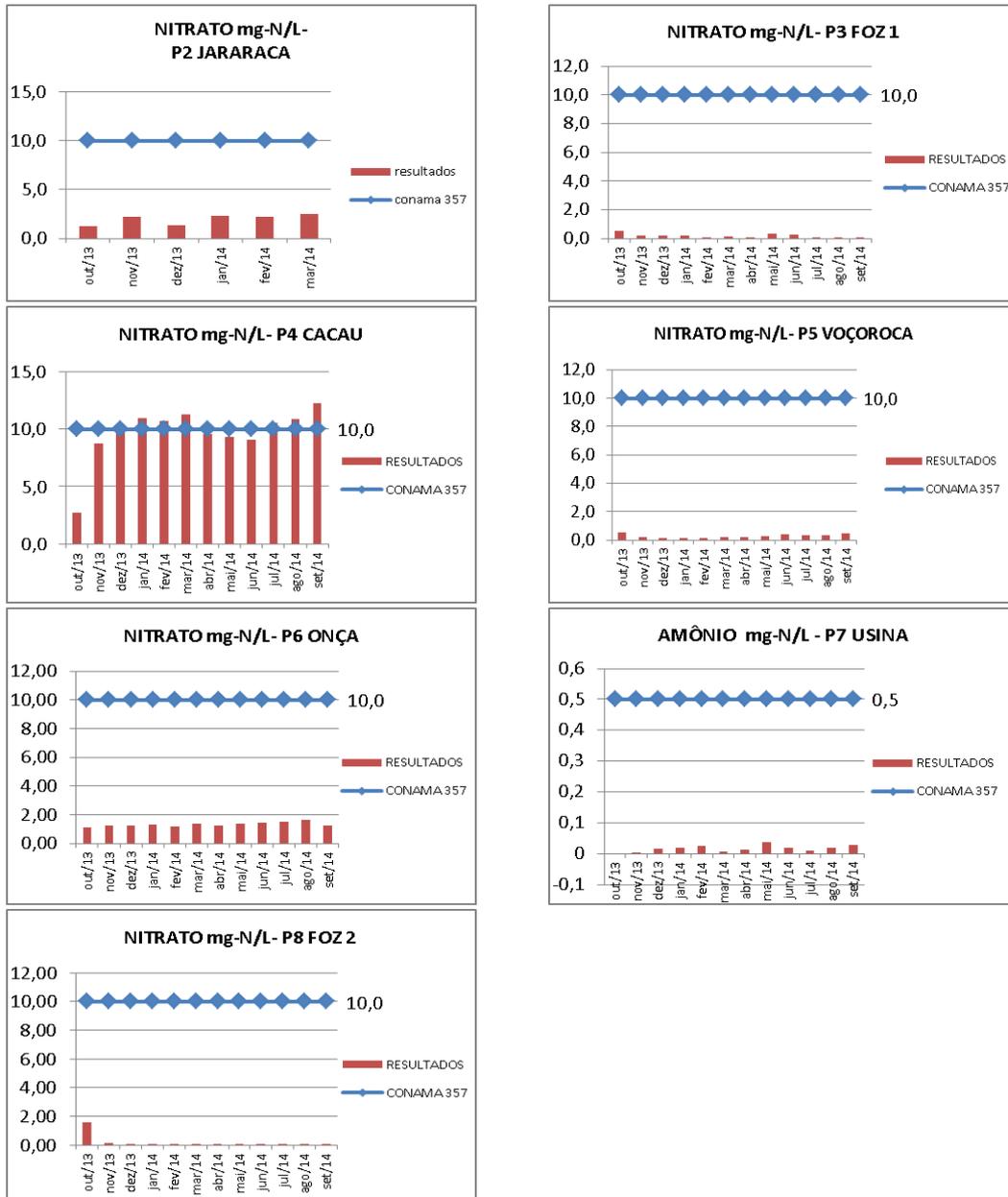


Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

3.1.5 Análises laboratoriais do parâmetro nitrato

O parâmetro nitrato apresentou valor acima do permitido no ponto 4 - cacau (Figura 6). Em todo o entorno dessa nascente há práticas agrícolas com cana-de-açúcar, amendoim e milho, que podem gerar resíduos que alcancem os corpos d'água. De acordo com Brito et al. (2005), a concentração de nitrato foi elevada em regiões em que o uso intensivo de fertilizantes e defensivos são em áreas agrícolas.

Figura 6: Resultados do parâmetro Nitrato em todos os pontos de coleta da Microbacia

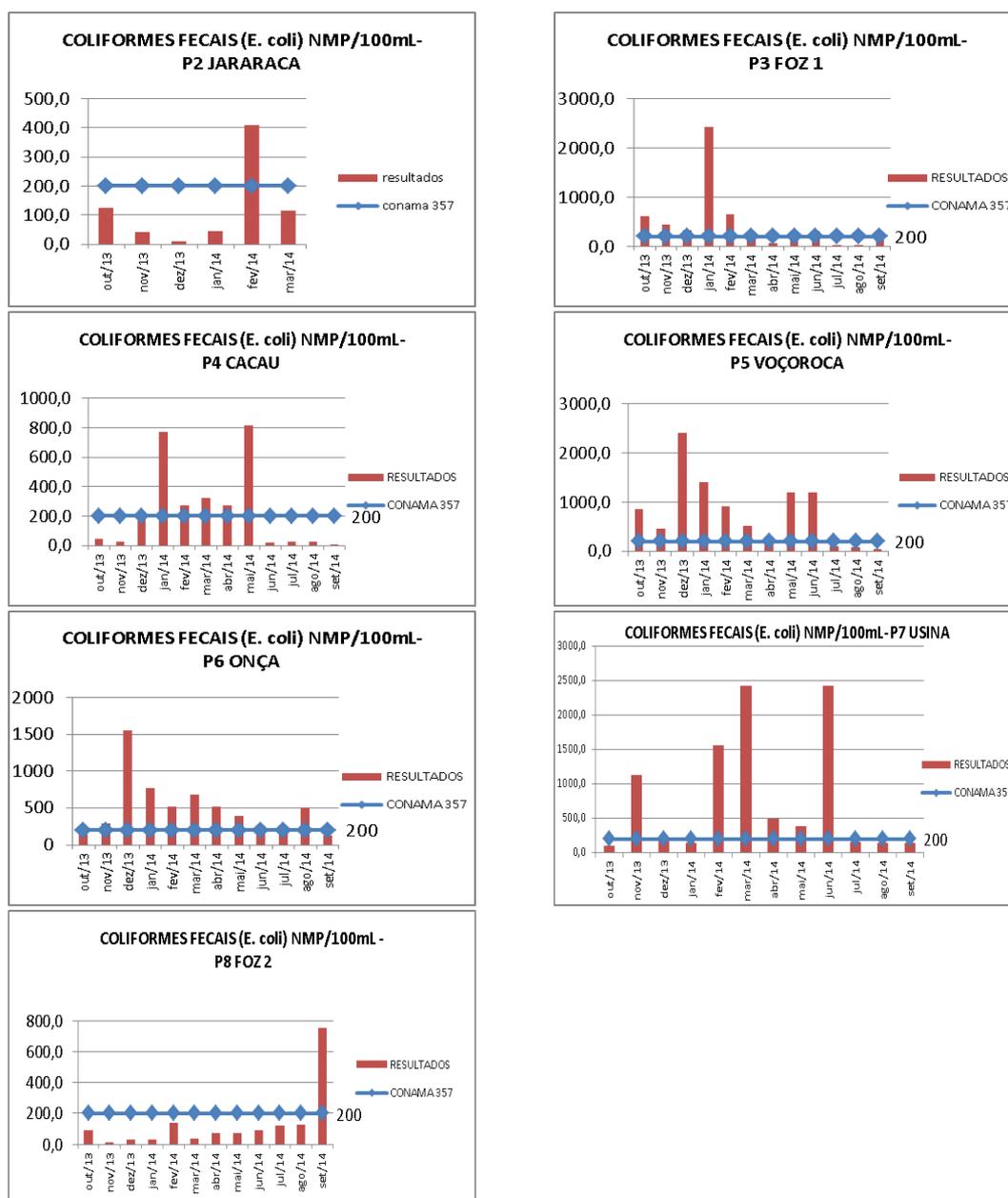


Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

3.1.6 Análises laboratoriais do parâmetro coliformes fecais

A contaminação fecal do parâmetro coliforme fecal foi identificada em todos os pontos de coleta (Figura 7). Este se origina de fezes de animais de sangue quente da fauna local que entram em contato com a água. Segundo Tortora et al. (2005), a presença da bactéria *Escherichia coli* na água e alimentos é um indicativo de contaminação fecal, ou seja, por dejetos humanos ou animais de sangue quente.

Figura 7: Resultados do parâmetro Coliformes Fecais em todos os pontos de coleta da Microbacia



Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

3.1.7 Classificação do Índice de Qualidade das Águas - IQA

A partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o IQA – Índice de Qualidade das Águas que incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, as quais são: Coliformes Fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e Oxigênio Dissolvido.

Considerando os resultados dos cálculos do IQA realizado em fevereiro de 2014 e julho de 2014, os pontos de coleta caracterizaram-se por boa qualidade da água. A análise dos resultados permitiu concluir que a qualidade da água da microbacia enquadra-se na classe 2 segundo CONAMA 357/2005, adequada para uso agrícola e biota aquática, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros físico-químico-biológicos, quanto à classificação do Índice da Qualidade da Água (IQA) referente aos limites conforme o CONAMA n. 357/2005 para as classes 2, 3 e 4

Fevereiro 2014	Ponto 02 Jararaca	Ponto 03 Foz 1	Ponto 04 Cacau	Ponto 05 Voçoroca	Ponto 06 Onça	Ponto 07 Usina	Ponto 08 Foz 2
Resultado do IQA	-	56	75	70	74	71	57
Qualidade da água	-	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Julho 2014	Ponto 02 Jararaca	Ponto 03 Foz 1	Ponto 04 Cacau	Ponto 05 Voçoroca	Ponto 06 Onça	Ponto 07 Usina	Ponto 08 Foz 2
Resultado do IQA	-	80	69	74	75	73	61
Qualidade da água	-	Ótima	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa

Fonte: RELATÓRIO FAPESP, 2013

4 CONCLUSÕES

Os valores obtidos no monitoramento da microbacia diferiram em cada ponto de acordo com os usos do solo. A qualidade das águas da Microbacia Córrego da Olaria caracteriza-se por boa qualidade da água segundo a classificação do Índice da Qualidade da Água – IQA.

A qualidade das águas do Córrego da Olaria alcança a classe 2 segundo a resolução CONAMA 357/2005.

5 AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro e institucional.

REFERÊNCIAS

- ANA - **Estudo de Consolidação dos Procedimentos Metodológicos na Elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos / Relatório final - RF / Estruturação da Base de Dados. Agência Nacional das Águas.** Estudos realizados pela empresa TC/BR Tecnologia e Consultoria Brasileira S/A - Brasília, ANA, SPR, 2005 118 p.
- ALABURDA, J., NISHIHARA, L. **Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços.** Revista Saúde Pública. 1998, vol.32, n.2, p. 160-165.
- AUN, M. V. **Estudo da remoção de nitrogênio via nitrito e via nitrato em sistemas de lodo ativado alimentados por despejo com alta concentração de fenol.** Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2007. 22 p.
- BELITZ, K; et al. **California Groundwater Quality Monitoring: Framework for a Comprehensive, Statewide Program. Denver Annual Meeting. Geological Society of America.** Abstracts with programns, 2004. v. 36, n. 5.
- BRASIL. **Caderno de recursos hídricos.** Agência Nacional das Águas – ANA. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos: Brasília, 2005.
- BRITO, L. T. de; SRINIVASSAN, V. S.; Silva, A. de S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. de O.; Hermes, L. C. **Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2005. v.9, p.596-602.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 08 de maio de 2015.
- DONADIO N. M. M., GALBIATTI J. A., PAULA R. C. **Qualidade da Água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 2005. v.25, n.1, p.115-125.
- LEONARDO, H.C.L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. 121p.
- LOPES, M. C. **Ações de Educação Ambiental e Monitoramento da Água no Córrego da Olaria, Apta-Pindorama, SP.** Dissertação de Mestrado, Curso de Agronomia, Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Paulista de São Paulo, UNESP – Jaboticabal-SP, 2011. 64 p.
- MAGALHÃES Jr., A. P. **A situação do monitoramento das águas no Brasil – Instituições e Iniciativas monitoramento das águas no Brasil.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre/RS: ABRH, 2000. Vol.5, nº 3, p. 113-115.
- MAZZER, F. R. **Caracterização Hídrica em Função das Condições de Uso e Manejo do Solo na Microbacia do Córrego da Fazenda da Glória, Taquaritinga, SP.** Dissertação de Mestrado, Curso de Agronomia, Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Universidade Paulista de São Paulo, UNESP – Jaboticabal-SP, 2008. 101p.

70 - Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro, Maria Helena Pereira Mirante e Sandra Medina Benini (Orgs.)

Moura, R. da S.; Hernandez, F. B. T.; Leite, M. A.; Franco, R. A. M.; Feitosa, D. G.; Machado, L. F. **Qualidade da água para fins de irrigação na Microbacia do Córrego do Cinturão Verde, município de Ilha Solteira**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, 2011. v.5, p.68-74.

REIS, J. S. A. **Modelagem Matemática da Qualidade de Água para o Alto Rio das Velhas/MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2009. 169 p.

RELATÓRIO TÉCNICO CIENTÍFICO DO PROJETO FAPESP 2013/11932-1. **Monitoramento dos Recursos Hídricos para Avaliação das Alterações Associadas ao Uso e Manejo do Solo da Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria**. APTA - Polo Regional Centro Norte – Pindorama – SP, 2014.

SILVEIRA, A. L. L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica**. In: TUCCI, C. E. M. (Org) Hidrologia: Ciência e aplicação. São Paulo: EDUSP, 2001. p 35.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3° ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

TORTORA, G. J. et al. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre, Brasil: Artmed, 2005. 920p.

WITHERS, P. J A; JARVIE, H. P. **Delivery and cycling of phosphorus in rivers: A review**. *Science Of The Total Environment*. 2008 p.379 - 395.