

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM MICRO-BACIAS AGRÍCOLA E FLORESTAL NA REGIÃO DE ITU - SP

Gerson Araujo de Medeiros^{1}; Iris Sayuri Fukuda Tomaz¹; Admilson Irio Ribeiro¹; Regina Marcia Longo²; Roberto Wagner Lourenço¹; Viviane Carlos Moschini¹; Ricardo Gallinaro Pessoa¹; Lucas Henrique da Silva Ferreira¹*

Resumo – O estudo das micro-bacias hidrográficas assumem importância nos dias atuais, pois elas alimentam os grandes rios e abrangem um número reduzido de municípios, ou usuários, facilitando a implantação de estratégias de gestão ambiental no meio rural, para a recuperação dos recursos hídricos. Apesar desse entendimento, poucos estudos têm sido realizados de forma sistematizada em micro-bacias hidrográficas, notadamente em áreas rurais brasileiras. A presente proposta visa diagnosticar os recursos hídricos do Centro de Experimentos Florestais SOS Mata Atlântica – Grupo Schincariol (CEF), localizado no município de Itu – SP. A metodologia se baseou no levantamento de informações de uso e ocupação do solo, e nos seguintes parâmetros de qualidade da água: nitrogênio total, coliformes totais e termotolerantes. Os resultados demonstraram uma degradação microbiológica da qualidade da água na saída de um remanescente florestal, provavelmente devido a uma fonte pontual de poluição externa ao CEF, demonstrando a vulnerabilidade dos recursos hídricos locais.

Palavras-Chave – poluição aquática, recursos hídricos, coliformes.

EVALUATION OF WATER QUALITY IN AGRICULTURAL AND FORESTRY MICRO-BASIN IN THE REGION OF ITU - SP

Abstract – The study of micro-basins are gaining in importance nowadays, because they feed the major rivers and across a smaller number of municipalities, or users, facilitating the implementation of environmental management strategies in rural areas, for the restoration of water resources. Despite this understanding, few studies have been performed systematically in micro-watersheds, especially in rural areas of Brazil. This proposal aimed at diagnosing water resources of the Centro de Experimentos Florestais SOS Mata Atlântica – Grupo Schincariol (CEF), located in the city of Itu - SP. The methodology was based on survey information related to the use and occupation of soil, and the following water quality parameters: total nitrogen, total and fecal coliforms. The results demonstrated a microbiological degradation of water quality in the output of a forest fragment, probably due to a point source of pollution outside the CEF, demonstrating the vulnerability of local water resources.

Keywords – water pollution, water resources, sewage.

1. INTRODUÇÃO

A micro-bacia hidrográfica é entendida como uma área fisiográfica drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento

¹ Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Sorocaba. Av. Três de Março, 511, Bairro Alto da Boa Vista, CEP 18087-611, Sorocaba – SP. e-mail: gerson@sorocaba.unesp.br; admilson@sorocaba.unesp.br;

² Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUCCAMP. Rua Dom Bosco, 100, Bairro Santa Catarina, CEP 13466-327, Americana – SP. e-mail: ana.tresmondi@am.unisal.br; brígida.queiroz@am.unisal.br;

integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido. Os trabalhos em micro-bacias hidrográficas pretendem integrar os interesses de todos os segmentos da sociedade em termos de abastecimento, saneamento, habitação, lazer, proteção e conservação do meio ambiente, produtividade, elevação da renda e bem estar de toda a comunidade (Bertoni; Lombardi Neto, 1990).

Apesar da reconhecida importância de estudos dessa natureza, existe uma lacuna de informações na área de recursos hídricos referente às pequenas e micro-bacias hidrográficas (Paiva, 2001).

Nesse contexto, a necessidade de se buscar tratar a questão de recursos hídricos em áreas homogêneas tanto nos aspectos fisiográficos quanto na estrutura sócio econômica, com o envolvimento das comunidades, tem levado ao incremento de programas e projetos em que a micro-bacia hidrográfica é a unidade básica para a gestão ambiental territorial dos municípios, porém a disponibilidade de resultados publicados ainda é escassa.

O objetivo do presente trabalho é realizar um diagnóstico dos recursos hídricos em micro-bacias hidrográficas na região de Itu, no Estado de São Paulo, por meio do levantamento de suas características físicas e da avaliação da qualidade da água, como base para se estabelecer estratégias de gestão ambiental regional e rural.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O trabalho em campo foi realizado em micro-bacias localizadas na antiga Fazenda São Luís, atual Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica – Grupo Schincariol, no município de Itu – SP.

A cidade de Itu, localizada no sudeste do estado de São Paulo, possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 23° 15' 57" Sul; longitude de 47° 17' 57" Oeste, em uma altitude média de 583 metros. Itu está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, mais precisamente na sub-bacia do Médio Tietê Superior.

A Fundação SOS Mata Atlântica se instalou em uma antiga fazenda de café, com área de 526 hectares, de terras cedidas em comodato por 20 anos pelo Grupo Schincariol. Desse total, 400 hectares de terras degradadas serão restaurados com espécies vegetais nativas e características da Mata Atlântica.

A classificação climática para este município, segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa, ou seja, clima mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais quente é superior a 24°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C. A precipitação total anual atinge um valor médio de 1.299,6 mm, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso, alcançando uma precipitação média de 225,1 mm, enquanto o mês mais seco corresponde a agosto, quando a média atinge 37,8 mm (CEPAGRI, 2013).

Na região de Itu, os principais tipos de solos encontrados pertencem a quatro grandes grupos: argissolos vermelho-amarelos distróficos, textura média/argilosa, argissolos vermelho-amarelos distróficos, textura média cascalhenta/argilosa fase pedregosa e rochosa, argissolos vermelho-

amarelos distróficos e eutróficos, textura argilosa cascalhenta não rochosa e rochosa, e latossolos vermelhos distróficos textura argilosa (Torrado, 2009).

O Centro de Experimentos Florestais SOS Mata Atlântica – Grupo Schincariol apresenta a maior parte de sua área composta por Campo Sujo, o qual pertence ao bioma Cerrado. Esse tipo de vegetação tem por característica arbustos e subarbustos cujas plantas são menos desenvolvidas que as árvores do Cerrado (Ribeiro, Walter, 2007). Acrescentem-se os fragmentos de remanescente florestal e revegetação e a área cultivada da fazenda.

2.2. Amostragem da qualidade da água

Foram monitorados quatro pontos, denominados Ponto 1, Ponto 2, Ponto 3 e Ponto 4, os quais correspondiam a distintos usos do solo (Figura 1).

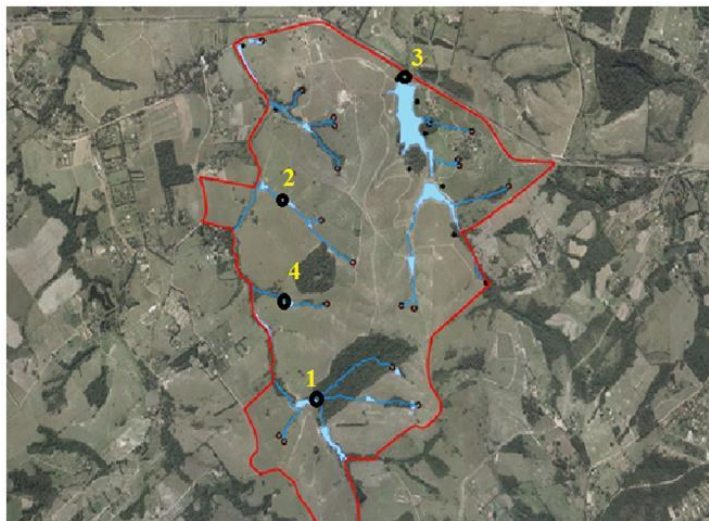
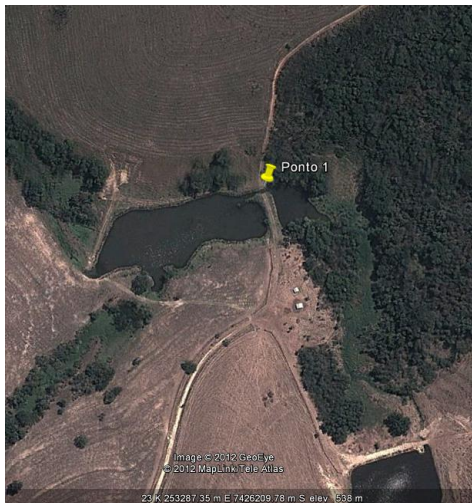


Figura 1. Limite da fazenda do Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica - Grupo Schincariol (CEF), com a localização dos pontos de coleta de água.

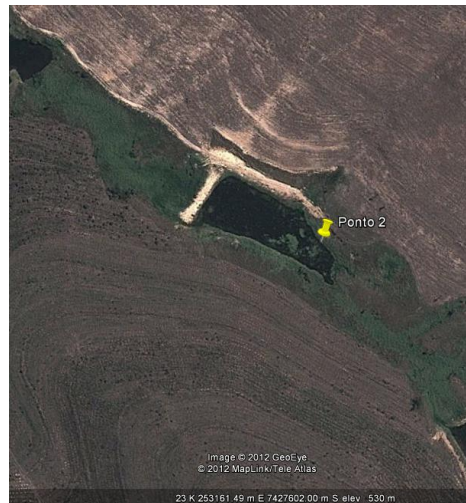
O Ponto 1 abrange uma micro-bacia composta por um remanescente em grande parte de sua área (Figura 2a); o Ponto 2 delimita uma bacia ocupada com pastagem, denominada de campo sujo (Figura 2b); o Ponto 3 está próximo ao extravasador de uma represa (Figura 2c) e o Ponto 4 corresponde a uma micro-bacia na qual predomina pasto, mas com uma pequena parte de remanescente (Figura 2d).

As coordenadas geográficas e altitudes dos pontos selecionados para a avaliação da qualidade da água se encontram na Tabela 1. Os levantamentos de qualidade de água foram realizados mensalmente (março a julho/2012), com exceção do mês de junho. Essas coletas tiveram o apoio da Fundação SOS Mata Atlântica que disponibilizou pessoal e estrutura de veículo para as amostragens de campo.

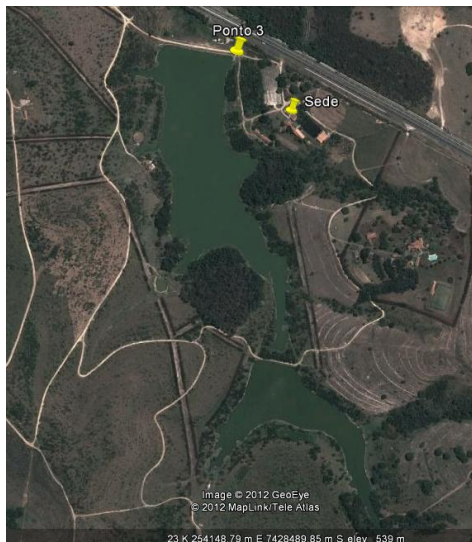
As análises biológicas incluíram os coliformes totais e termotolerantes, enquanto a análise química correspondeu a concentração de nitrogênio total, as quais foram realizadas no Laboratório de Biologia da UNESP, Campus de Sorocaba.



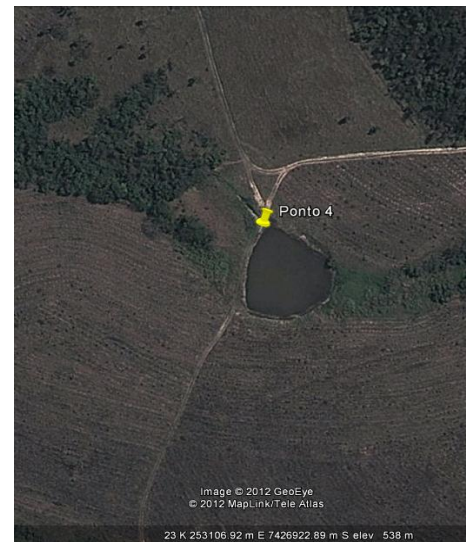
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2. Visualização dos locais de amostragem de coleta da água no Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica - Grupo Schincariol (CEF), correspondendo ao Ponto 1 (a); Ponto 2 (b); Ponto 3 (c) e Ponto 4 (d) (Fonte: Google, Earth, 2012).

Tabela 1. Localização geográfica das seções de monitoramento de qualidade da água no Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica - Grupo Schincariol (CEF).

Ponto	Localização geográfica	Altitude
1	23 K 253287,35 m E 7426209,78 m S	538 m
2	23 K 253161,49 m E 7427602,00 m S	530 m
3	23 K 254148,79 m E 7428489,85m S	539 m
4	23 K 253106,92 m E 7426922,89 m S	538 m

Esse laboratório dispunha da seguinte infra-estrutura: Espectrofotômetro visível DR 2700 (HACH) e kit para medição de nitrogênio total (HACH) para a determinação de nitrogênio total; e o Método do Colilert para a estimativa dos coliformes totais e termotolerantes. O método do Colilert utiliza a tecnologia de substrato definido (Defined Substrate Technology® (DST®)) para a detecção de coliformes totais e *E. coli* em água.

Os resultados das análises dos córregos selecionados do CEF foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 375/2005 (BRASIL, 2005) para a classificação de corpos d'água

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os locais de amostragem apresentavam características de ambientes lênticos. Durante as análises de coliformes, foi observado que o limite máximo de detecção da metodologia utilizada foi alcançado, por isso, foi necessária a realização de diluições para se obter a quantidade mais realista dos parâmetros microbiológicos avaliados.

Os resultados das análises de coliformes realizadas entre os períodos de março a julho de 2012 são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Análises microbiológicas do no Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica - Grupo Schincariol (CEF), em Itu – SP, no ano de 2012

Data	Ponto	<i>C. Totais</i>	<i>C. Termo (E. Coli)</i>
		<i>(NMP/100 mL)</i>	
14/mar	4	10112	31
	3	9139	10
21/mar	1	101120	91390
	2	75566	1060
25/abr	1	378400	7200
	2	6300	1000
02/mai	1	396800	9500
	2	9800	2000
23/jul	1	24100	1000
	3	22300	1000

C.Totais: Coliformes Totais; C. Termo.: Coliformes Termotolerantes

Nessa tabela, pode-se observar que os valores registrados para o Ponto 1 foram os maiores em relação aos demais, para todas as datas de monitoramento, independente da sazonalidade das chuvas

Comparando os dados do Ponto 1 (ao lado de uma área de remanescente) e do Ponto 2 (em meio de campo sujo), o primeiro apresentou as maiores cargas de coliformes. Nesse ponto, a contagem de coliformes totais variou de 24.100 NMP/100 mL a 396.800 NMP/100 mL. Já para os coliformes termotolerantes, essa faixa de variação apresentou um mínimo de 1.000 NMP/100 mL e um máximo de 91.309 NMP/100 mL. Esses resultados são comparáveis aqueles obtidos por autores, em levantamentos realizados em córregos urbanos poluídos com lançamento de esgoto doméstico, como Stacciarini (2002), Medeiros et al. (2009), Buzanello et al. (2008) entre outros. Tratava-se de

um resultado inesperado, pois a paisagem nas proximidades do local de amostragem é tipicamente rural, além de abranger o maior fragmento florestal nos limites da fazenda.

Examinando a imagem da área de contribuição definida pela seção de controle do Ponto 1, observa-se a presença de construções no interior dos limites da micro-bacia hidrográfica, como mostra a Figura 3.



Figura 3. Imagem de parte da área da micro-bacia hidrográfica contribuinte do Ponto 1, destacando-se a presença de construções.

Tal observação sugere que a fonte de emissão de poluentes possa ter origem a partir dessa concentração de edifícios. Corroborar para essa hipótese, a melhora na qualidade da água verificada uma semana após a ocorrência de chuvas, na coleta do dia 23 de julho, quando se tem uma elevação da vazão e renovação da água represada na área alagada do Ponto 1. Essa observação levanta a necessidade de futuras amostragens em seções de controle externas a área da fazenda.

No Ponto 2 a concentração de coliformes totais variou de 9.800 NMP/100 mL a 75.566 NMP/100 mL, enquanto os coliformes termotolerante apresentaram um mínimo de 1.000 NMP/100 mL e um máximo de 2.000 NMP/100 mL, demonstrando uma faixa de variação bem inferior ao Ponto 1.

Segundo a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), o limite para coliformes termotolerantes pré-estabelecido para águas doces de Classe 3, não deverá ser excedido 1000 NMP/100 mL de coliformes, então os cursos d'água localizados nos pontos 3 e 4 se enquadram no limite estabelecido. Já os pontos 1 e 2 ultrapassaram este valor.

As análises de nitrogênio foram realizadas nos meses de abril, maio e julho e os resultados obtidos se encontram na Tabela 3. O nitrogênio total é um elemento químico que sugere a presença global de nutrientes em água e o nível de eutrofização da mesma (Borges et al., 2003)

Tabela 3. Análises de Nitrogênio Total do CEF SOS Mata Atlântica – Grupo Schincariol, em 2012.

Data	Ponto	N total (mg/L)
25/abr	1	26,7
	1	27,8
	2	53,1
	2	56,9
02/mai	1	20,6
	1	26,2
	2	33,9
	2	35,5
23/jul	1	2,2
	1	0,5

Comparando os resultados com a resolução CONAMA 357/05 (MMA, 2005), os limites pré-estabelecidos de nitrogênio total para rios de classe 3 devem atingir no máximo: 13,3 mg/L N, para $\text{pH} \leq 7,5$; 5,6 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; 2,2 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$; e 1,0 mg/L N, para $\text{pH} > 8,5$. Ainda que o pH dos cursos d'água não tenham sido aferidos, nota-se, comparando os valores da Tabela 3 com os limites da resolução que, com exceção do Ponto 1 na última coleta realizada, todos os valores estão acima do limite exigido na legislação.

Os resultados de nitrogênio total foram bem superiores aqueles observados em áreas urbanas (Borges et al., 2003) e rurais (Donadio et al., 2005)

4. CONCLUSÕES

A avaliação de coliformes totais e termotolerantes apresentou valores elevados, mesmo para um recurso que aparentemente não recebe efluente antrópico diretamente. Nesse aspecto, investigações realizadas a partir de imagens de satélite, indicaram a presença de construções no interior da bacia hidrográfica abrangida pela rede de drenagem que flui através da seção de controle nomeada, nesse trabalho, de Ponto 1.

Os resultados obtidos para o nitrogênio total apresentaram variações entre os locais de amostragem, sendo que o Ponto 2, o qual era predominantemente ocupado com pastagem, apresentou os maiores valores, em relação a micro-bacia hidrográfica ocupada com as maiores áreas de remanescente florestal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Pró Reitoria de Pesquisa (PROPE) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) pelo apoio financeiro ao presente trabalho (Programa Primeiros Projetos Edital 05/2011).

Os autores agradecem à equipe do Centro de Experimentos Florestais da Fundação SOS Mata Atlântica, que auxiliou com informações e locomoção dentro da Fazenda, em especial a Bióloga Aretha Medina.

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo auxílio financeiro como forma de bolsa de iniciação científica a acadêmica Iris Sayuri Fukuda Tomaz.

REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (1990) *Conservação do solo*. São Paulo, Ed. Ícone, 355p.
- BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. (2003) Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 161-171.
- BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005: Diário Oficial da União, Brasília, 18/03/2005.
- BUZANELLO, E.B.; MARTINHAGO, M.W.; ALMEIDA, M.M.; PINTO, F.G.S. (2008) Determinação de Coliformes totais e termotolerantes na água do Lago Municipal de Cascavel, Paraná. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 6(1):59-60.
- CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas. UNICAMP, Campinas. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_275.html> Acesso em: 26 de março de 2013.
- DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. (2005) Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 25(1):115-125.
- MEDEIROS, G.A.; ARCHANJO, P.; SIMIONATO, R.; REIS, F.A.G.V. (2009) Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do Córrego Recanto, em Americana, no Estado de São Paulo. *Revista Geociências*, 28(2), pp.181-191.
- PAIVA, E. M. C. D. (2001) Rede de monitoramento hidrológico. In: PAIVA, J. B. D. *Hidrologia aplicada à gestão de bacias hidrográficas*. Porto Alegre: ABRH, p. 493 – 506.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. (2007) Campo Sujo. Embrapa. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_49_911200585233.html> Acesso em: 25 de março de 2013
- SÃO PAULO (1977). Decreto Estadual no 10.755, de 22 de novembro de 1977.
- STACCIARINI, R. (2002) *Avaliação da qualidade dos recursos hídricos junto ao município de Paulínia, Estado de São Paulo, Brasil*. Campinas. 183p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- TORRADO, P. V. (2009) *Levantamento Pedológico do Centro de Experimentos Florestais SOS Mata Atlântica – Schincariol, Fazenda São Luiz – Itu – SP*, 19p.