



Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água Superficial em Microbacias com Condições de Solo Diferentes⁽¹⁾.

Maria Conceição Lopes⁽²⁾; Antonio Lucio Mello Martins⁽³⁾; Teresa Cristina Tarlé Pissarra⁽⁴⁾, Mariana Bárbara Lopes Simedo; Renato Farias do Valle Junior; Nilton Eduardo Torres Rojas

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

⁽²⁾ Oficial de ApCT IV; APTA-Polo Regional Centro Norte; Pindorama, SP; conceicao@apta.sp.gov.br; ⁽³⁾ Pesquisador Científico VI; APTA-Polo Regional Centro Norte; Pindorama, SP; ⁽⁴⁾ Professor Assistente Doutor; UNESP Campus de Jaboticabal, SP; Mestranda; UNESP Campus de Jaboticabal, SP; Professor efetivo do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro campus Uberaba, MG; Pesquisador Científico VI; APTA Pescado Continental de São José do Rio Preto, SP.

RESUMO: A água ocupa um lugar específico entre os recursos naturais. O presente estudo objetivou realizar o diagnóstico e a classificação físico-química das águas da Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria, situada no Polo Regional Centro Norte, município de Pindorama – SP, no período de 01 de outubro de 2013 a 30 de setembro de 2014 e seu respectivo enquadramento de acordo com a CONAMA 357 (Brasil 2005), correlacionando-o com as possíveis fontes poluidoras de origem antrópica ou natural associadas ao uso e ocupação dos solos. Foi realizado o monitoramento “in loco” da água dos parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido em seis nascentes e foz da microbacia em estudo. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância para compreender a variabilidade ao longo dos meses em relação as condições do uso do solo e o recurso hídrico. Os resultados indicaram que o manejo do solo nas vertentes influenciou a qualidade do recurso hídrico. A água apresenta-se adequada para uso agrícola e biota aquática.

Termos de indexação: geomorfologia, recurso hídrico, uso do solo.

INTRODUÇÃO

A água ocupa um lugar específico entre os recursos naturais. É a substância mais abundante no planeta, embora disponível em diferentes quantidades, em diferentes lugares. É um bem essencial no ambiente e na vida humana. A caracterização da qualidade da água é um elemento essencial para a gestão dos recursos hídricos (Ana, 2005). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução 357/2005, estabelece uma classificação para os corpos de água e dá 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).

A qualidade da água pode ser avaliada por meio de parâmetros físicos (cor, turbidez, sabor/odor, temperatura, condutividade e sólidos) e químicos (pH, alcalinidade, acidez, dureza, oxigênio dissolvido, Demanda Química de Oxigênio, dentre 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. Para Valle Jr et al. (2013), estabelecer um plano de ação e obter padrões de qualidade de água são necessários a conservação do solo e a proteção dos corpos d'água.

O presente estudo objetivou realizar o diagnóstico e a classificação físico-química da Microbacia Hidrográfica do Córrego da Olaria, situada no Polo Regional Centro Norte, município de Pindorama-SP, e seu respectivo enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, correlacionando-o com as possíveis fontes poluidoras de origem antrópica ou natural associada ao uso e ocupação dos solos.

MATERIAL E MÉTODOS

O limite da propriedade na extremidade oeste situa-se parte no divisor de águas das bacias dos Rios Tietê e Turvo e a unidade está inserida na Sub-racial do Rio São Domingos.

A microbacia do Córrego da Olaria possui 9,17 Km², e situa-se dentro dos limites do Polo Regional Centro Norte, no município de Pindorama, SP (UTM zona 22K, balizados nas coordenadas 716899,250 W e 7651094,500 N) e faz parte da sub-bacia hidrográfica do rio São Domingos, pertencente a Bacia Hidrográfica dos rios Turvo e Grande. Esta



microbacia possui seis nascentes que contribuem para formação de açúdes (**Figura 1**).

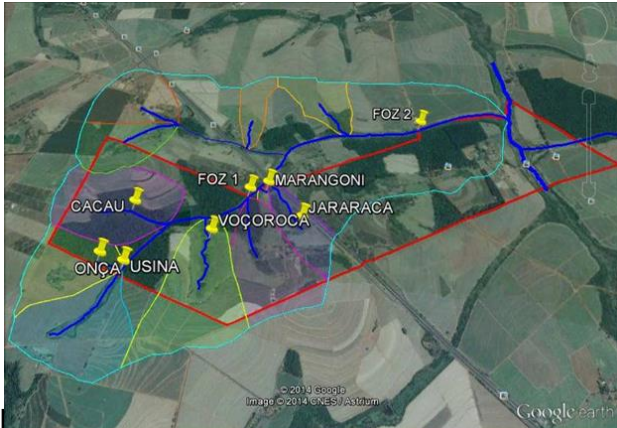


Figura 1 - Localização da microbacia "Córrego da Olaria" Pindorama, SP. **Fonte:** Google Earth (2014).

O Polo Regional Centro Norte, pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), órgão vinculado a Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA) possui 532,8 ha e 120 ha de mata divididas em quatro fragmentos.

Segundo a Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1981) o município faz parte do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo e assenta-se nos sedimentos da Formação Bauru Cretáceo Superior. O clima enquadra-se, segundo a Classificação Climática de Köppen, em Aw, definido como inverno seco, com temperatura média do mês mais frio é abaixo de 18 °C e do mês mais quente, acima de 22°C. As ocorrências e distribuições do uso e ocupação do solo são principalmente com zonas urbanas e agricultura, com destaque a cultura de cana-de-açúcar. As principais unidades de solos encontradas na região são: Argissolos, que ocupam as nascentes nas cotas superiores, em um relevo mais acidentado e no relevo mais suave e ocupam a área à jusante nas microbasins (EMBRAPA, 1999).

Monitoramento da Qualidade do Recurso Hídrico

A qualidade da água foi monitorada em seis nascentes e foz da microbacia que apresentam condições de solo diferentes (**Tabela 1**).

Foram analisados "in loco", quinzenalmente os parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, com a Sonda multiparâmetros de profundidade, marca HORIBA. Em cada ponto analisado foram realizadas o número de cinco repetições.

Tabela 1 - Uso e ocupação do solo de cada nascente nas microbasins do Córrego da Olaria, município de Pindorama, SP.

| Nascentes | Ponto | Uso e Ocupação do Solo |
|------------|-------|---|
| Nascente 1 | P1 | Nascente em área de pastagem |
| Nascente 2 | P2 | Nascente em área de mata em regeneração - Jararaca |
| Nascente 3 | P3 | Córrego da Olaria, com ocorrência de plantas aquáticas - Foz 1 |
| Nascente 4 | P4 | Nascente em mata nativa com presença de serapilheira - Cacau |
| Nascente 5 | P5 | Nascente com açúdes artificiais, reflorestamento nas margens e áreas agricultáveis no entorno - Voçoroca |
| Nascente 6 | P6 | Nascente em Mata nativa - Onça |
| Nascente 7 | P7 | Nascente em área agrícola (cultivo de cana-de-açúcar) - Usina |
| Nascente 8 | P8 | Córrego da Olaria, com intensa vegetação na margem - Foz 2 |

Análise estatística

Realizou-se a análise estatística de variância no software MINITAB 14, em delineamento inteiramente casualizado, e teste de médias Tukey 5%. (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Análises físico-químicas com valores mínimos, médios e o erro padrão da média.

| Variável | Nascente | Valor médio | Desvio padrão |
|---------------------------|----------|-------------|---------------|
| Temperatura (°C)(**) | 1 | 20,193 a | 3,127 |
| | 2 | 20,849 a | 0,879 |
| | 3 | 24,151 b | 3,415 |
| | 4 | 19,980 a | 1,795 |
| | 5 | 20,249 a | 2,051 |
| | 6 | 19,632 a | 2,894 |
| pH(**) | 1 | 6,551 b | 0,404 |
| | 2 | 5,998 a | 0,450 |
| | 3 | 7,201 d | 0,173 |
| | 4 | 7,035 c | 0,172 |
| | 5 | 6,966 c | 0,162 |
| | 6 | 6,646 b | 0,172 |
| Condutividade (mS/cm)(**) | 1 | 62,30 b | 26,78 |
| | 2 | 56,90 b | 24,42 |
| | 3 | 100,00 a | 0,02 |
| | 4 | 150,00 a | 0,03 |
| | 5 | 57,60 b | 24,77 |
| | 6 | 100,00 a | 0,03 |
| OD (mg/L) | 1 | 6,531 b | 2,603 |
| | 2 | 6,542 b | 1,358 |
| | 3 | 6,112 b | 1,310 |
| | 4 | 6,720 b | 1,115 |
| | 5 | 7,443 c | 1,210 |
| | 6 | 4,480 a | 2,790 |
| | 1 | 9,109 b | 7,587 |
| | 2 | 3,621 a | 5,172 |



Houve diferença significativa entre os as variáveis (Temperatura, pH; Condutividade; Sólidos e OD) entre as épocas de seca e chuvosa segundo Tukey 5%.

O pH, condutividade e temperatura apresentam os menores valores na época seca.

Existe diferença significativa segundo análise de variância para $p < 0,01$ entre as nascentes e épocas de coleta.

Segundo os dados estatísticos os pontos de coleta localizados na foz e nascentes do Córrego da Olaria diferem das demais médias quanto ao parâmetro pH.

Na **tabela 3** relacionam-se os valores médios dos parâmetros analisados, segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 3 - Valores médios dos parâmetros analisados, de acordo com a Resolução CONAMA 357/20.

| Parâmetros Analisados | Média | Desvio Padrão | Resolução CONAMA 357/2005 (classe 2) |
|-------------------------|--------|---------------|---|
| Temp(°C) | 20,84 | 2,36 | Não estabelecido |
| pH (unid) | 6,73** | 1,53 | 6 a 9 |
| Conduct.(mS/cm) | 87,80 | 12,67 | Valor máximo permitido 100 μ S cm ⁻¹ |
| OD(mg L ⁻¹) | 5,80** | 1,79 | Não inferior a 5 mgL ⁻¹ |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises de parâmetros “in loco” do parâmetro pH

O pH médio para a microbacia Córrego da Olaria manteve-se nos limites médios exigidos pela resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), a qual estabelece uma faixa de 6,0 a 7,5. O menor valor de pH médio obtido foi 5,32 para o ponto cacau, em seguida de 5,93 ponto jararaca, ambas localizadas em mata nativa, com marcante presença de serrapilheira. O mesmo fato ocorreu no ponto foz 1, onde encontra-se situação de várzea. Outros pontos apresentam valor 6,0 de média. O parâmetro pH está relacionado aos fatores intrínsecos como o excesso de matéria orgânica em redor do fluxo da água da nascente. A baixa oscilação do pH ao longo do tempo pode ser natural sendo que, na maioria dos mananciais, apresentou valores de pH entre de 6,0 e 8,0; resultados semelhantes também foram obtidos por Moraes (2001). No período de menor precipitação, um fator que pode ter contribuído para o aumento do pH, é a redução da turbidez da água, que ao favorece a proliferação de algas. Já no

período de maior precipitação, além da água da chuva apresentar naturalmente um pH em torno de 5,0, segundo Tomaz (2003), com o escoamento superficial, quanto maior a área drenada por cada ponto, maior é a quantidade de matéria orgânica transportada para o leito do córrego, resultando em redução nos valores de pH da água, fato este que pode explicar este comportamento na microbacia.

Análises de parâmetros “in loco” do parâmetro condutividade elétrica

O parâmetro condutividade elétrica na microbacia nos meses de outubro, fevereiro e setembro foi observado em todos os pontos com exceção no ponto Foz 2, onde a condutividade ultrapassou o valor máximo permitido pela legislação vigente. Estes valores coincidiram com as menores precipitações registradas, comprovando que há aumento de concentrações de sais na água em períodos de estiagem. A condutividade pode mostrar-se, inversamente proporcional a quantidade de chuva acumulada entre os intervalos de avaliação. Isto ocorre porque, durante o período seco, com a redução do volume de água do córrego, a concentração de sais dissolvidos torna-se maior, ocasionando um aumento neste parâmetro.

Observou-se ainda que na estatística os valores não se diferem entre as nascentes situadas em matas nativas, pontos: onça, cacau, usina, jararaca, voçoroca, foz 1. A nascente onça apresentou os maiores valores, podendo ser decorrente de processos erosivos situados no entorno desta nascente. Em concordância a Barboza (2010), os valores de condutividade elétrica estão associados à concentração de sólidos dissolvidos dos mananciais.

Esta concentração está estritamente relacionada às características geoquímicas da região, principalmente as áreas degradadas e as áreas com concentração de matéria orgânica e constante adubação.

Análises de parâmetros “in loco” do parâmetro temperatura

Os valores da temperatura da água diferiram estatisticamente entre todo os pontos de coleta: cacau, onça, jararaca, usina e foz 1, os quais apresentaram os valores médios entre 20 a 22 °C, diferenciando do ponto voçoroca com 28,66 °C, que reflete a diferença de efeito em uso e ocupação nas vertentes das microbacias. A temperatura da água não consta na Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), mas é importante, pois reflete bem as variações sazonais dos parâmetros físico químicos da água. Em geral, à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30 °C, tensão superficial, calor



específico, ionização diminuem, enquanto a condutividade térmica aumenta com a elevação da temperatura. De acordo com Arcova & Cicco (1999), as microbacias florestadas apresentam níveis de temperatura da água inferiores aos das microbacias agrícolas e as diferenças de temperatura da água verificadas entre as microbacias com uso florestal e aquelas com agricultura devem-se, principalmente, à presença ou não da mata ciliar associada aos rios.

Análises de parâmetros “in loco” do parâmetro oxigênio dissolvido (OD).

Segundo Baumgarten & Pozza (2001), o oxigênio dissolvido é um importante parâmetro para o controle dos níveis de poluição da água, e fundamental para manter e verificar as condições aeróbicas num curso d'água que recebe material poluidor. Os pontos jararaca, foz 1, cacau, voçoroca, onça e usina, apresentaram os valores de (OD) abaixo da Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece um limite mínimo de 6 mg L⁻¹ para as águas de classe 1. Estes valores representando entre 3,43 e 5,71 aconteceram nos meses em época de estiagem e em locais onde plantas aquáticas predominam, ocorrendo o consumo de OD, em função da decomposição das macrófitas existentes no lugar e dos resíduos sólidos que entram em contato com a água. Carvalho et al. (2000), afirmam que o excesso de matéria orgânica na água ocasiona a diminuição do teor de oxigênio dissolvido.

CONCLUSÕES

Os valores obtidos no monitoramento da microbacia diferiram em cada ponto de acordo com os usos do solo.

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

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.5, n.6, p.125-34, 1999.

ANA - Estudo de Consolidação dos Procedimentos Metodológicos Relatório de Recursos Hídricos - Brasília, ANA, SPR, 2005 118p

Barboza, G. C. Monitoramento da qualidade e disponibilidade da água do córrego do Coqueiro no noroeste paulista para fins de irrigação. Ilha Solteira: UNESP, 2010. 143p. Dissertação Mestrado.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; Pozza, S. A. Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Ed. FURG, 2001. 166p.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente – CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, 2005.

CARVALHO, A.R.; MINGANTE, F.H.; TORNISIELO L. Relação da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. *Revista Química Nova*, São Paulo, SP, v.23, n.5, p.618- 22. 2000.

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, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

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.

R. F. do Valle Junior, GALBIATTI J. A.; PISSARRA T.C.T.; Martins M. V. F., Diagnóstico do Conflito de Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Rio Uberaba, Gl. Si Techno, Rio Verde, v. 06, n. 01, p.40 – 52, jan/abr. 2013.

TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva. São Paulo, SP: Navegar Editora, 180 p. 2003.