

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

Campus Experimental de Ourinhos

**EVOLUÇÃO DOS PADRÕES DE QUALIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS
SUPERFICIAIS EM MICROBACIAS DO MUNICÍPIO DE OURINHOS/SP E SUAS
INTERFACES COM O MEIO RURAL E URBANO**

RITA DE CÁSSIA FERREIRA DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca
examinadora para obtenção do título de Bacharel em
Geografia pela UNESP – Campus Experimental de
Ourinhos.*

OURINHOS – SP
Setembro/2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”

Campus Experimental de Ourinhos

**EVOLUÇÃO DOS PADRÕES DE QUALIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS
SUPERFICIAIS EM MICROBASIAS DO MUNICÍPIO DE OURINHOS/SP E SUAS
INTERFACES COM O MEIO RURAL E URBANO**

RITA DE CÁSSIA FERREIRA DA SILVA

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca
examinadora para obtenção do título de Bacharel em
Geografia pela UNESP – Campus Experimental de
Ourinhos.*

OURINHOS – SP
Setembro/2013

Banca examinadora

Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione (orientador)

Prof. Dr. Edson Luís Piroli

Prof^a. Dr^a. Marcilene dos Santos

Ourinhos, 3 de setembro de 2013.

Dedico esta conquista aos meus pais, que sempre abriram mão de seus sonhos pelos sonhos de seus filhos, e pelo infinito amor e incentivo durante toda minha vida. Sou uma filha eternamente grata!

E aos meus verdadeiros amigos e amigas, que sempre torceram pela minha felicidade!

Pelo respeito e a consideração... dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, por permitirem que eu chegasse ao fim desta etapa sempre me incentivando e tendo muita paciência, apesar das dificuldades. Agradeço por todo o amor, educação e confiança dedicados! Às minhas irmãs Mariana, Carolina, Maria Vitória e ao meu irmão Daniel, por me proporcionarem momentos de alegria que eu tanto aprecio.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione, pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho, pois suas idéias e ensinamentos contribuíram para meu crescimento científico, intelectual e ético, agradeço pela confiança depositada desde o início.

Aos meus companheiros de laboratório Aira e Régis, agradeço não só pela contribuição científica, mas também pela amizade e companheirismo nesses anos em que passamos pelas mesmas dificuldades, e assim crescemos juntos.

Ao biólogo Jakson José Ferreira, por desempenhar um papel fundamental neste trabalho, pois sem seu auxílio e instruções técnicas principalmente nos trabalhos de campo, eu não teria conseguido realizar este trabalho.

Às minhas companheiras de república, Juliana e Gabriela, não só por terem me acolhido em um momento que tanto precisei, mas também por terem se tornado grandes amigas, nas quais compartilhei momentos maravilhosos nesses cinco anos na Unesp.

Às minhas amigas Tati, Jéssica, Jaque e aos meus amigos Lucas, Filipe, Théo e Johnny por todos esses anos de amizade, apoio e carinho.

E por fim, à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Ourinhos, aos meus professores por fazerem parte da minha formação como geógrafa e aos funcionários por sempre me atender prontamente quando precisei.

À todos que fizeram parte dessa história, todo o meu apreço e carinho!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2. 1 Objetivos gerais	14
2. 2 Objetivos específicos.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 A importância das pequenas bacias hidrográficas na questão do planejamento dos recursos hídricos	15
3. 2 O programa Estadual de Microbacias Hidrográficas no contexto do município de Ourinhos/SP.....	16
3.3 Considerações a respeito da qualidade da água e suas variáveis limnológicas	19
3.4 Considerações a respeito da legislação Brasileira e a qualidade dos recursos hídricos	24
3.5 Atividades antrópicas poluidoras dos corpos hídricos	27
3.6 Considerações a respeito do Plano Diretor do Município de Ourinhos	29
4. MATERIAIS E MÉTODOS	35
4. 1 Área de estudo.....	35
4. 1. 1. Microbacia do Córrego Fundo	35
4. 1. 2 Microbacia do Córrego Chumbeadinha.....	39
4. 1. 3 Microbacia do Córrego Furninha	42
4.2 Características da pluviosidade no município de Ourinhos	45
4. 3 Monitoramento das microbacias	47
4.3.1 Diagnóstico da Situação dos Recursos Hídricos Por Microbacia.....	47
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
5.1 Análise integrada dos pontos amostrais da Microbacia do Córrego Fundo	48
5.1.1 Análise estatística dos dados do Córrego Fundo.....	53
5.2 Análise integrada dos pontos amostrais da Microbacia do Córrego Chumbeadinha.....	55
5.2.1 Análise estatística dos dados do Córrego Chumbeadinha	59
5.3 Análise integrada dos pontos amostrais da Microbacia do Córrego Furninha	60
5.3.1 Análise estatística dos dados do Córrego Furninha.....	67
6. ANÁLISE DOS RESULTADOS	69
6.1 Microbacia do Córrego Fundo.....	69
6.2 Microbacia do Córrego Chumbeadinha	70
6.3 Microbacia do Córrego Furninha.....	72
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Áreas prioritárias para a implantação do PEMBH I.	17
Figura 2: Níveis de suscetibilidade de erosão por área no Estado de São Paulo, segundo o PEMBH I.	18
Figura 3: Bacia do Médio Paranapanema.	35
Figura 4 - Delimitação da microbacia do Córrego Fundo.....	36
Figura 5 - Delimitação da microbacia do Córrego Chumbeadinho e Córrego Monjolinho.	40
Figura 6 - Lixo deixado por pescadores nas margens do primeiro represamento (P2).	41
Figura 7 - Pontos amostrais e principais empreendimentos próximos ao córrego.	41
Figura 8: Delimitação da microbacia do Córrego Furninha.....	43
Figura 9: Classificação Climática de Köppen do Estado de São Paulo.	45
Figura 10: Precipitação total anual	46
Figura 11: Precipitação média mensal 10 anos.....	46
Figura 12: Valores de pH da água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.....	49
Figura 13: Condutividade elétrica da água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.	50
Figura 14: Turbidez da água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.	51
Figura 15: Oxigênio dissolvido na água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.	52
Figura 16: Oxigênio dissolvido na água na microbacia do Córrego Chumbeadinho no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.....	55
Figura 17: Temperatura da água na microbacia do Córrego Chumbeadinho no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.	56
Figura 18: pH da água na microbacia do Córrego Chumbeadinho no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.	57
Figura 19: Condutividade Elétrica na água na microbacia do Córrego Chumbeadinho no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.....	58
Figura 20: Turbidez na água na microbacia do Córrego Chumbeadinho no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.	59
Figura 21: pH na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	61
Figura 22: Condutividade Elétrica na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.....	62
Figura 23: Oxigênio Dissolvido na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.....	62
Figura 24: Temperatura na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	63
Figura 25: Turbidez na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	64
Figura 26: Amônia na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	64
Figura 27: Zinco na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	65
Figura 28: Nitrato na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	66
Figura 29: Alumínio na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	66

Figura 30: Cromo na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.	67
Figura 31: P3 (lago) após o rompimento da barragem do Córrego Chumbeadinha.	71
Figura 32: P3 (lago) após o rompimento da barragem do Córrego Chumbeadinha.	72
Figura 33: Lago no entorno da nascente do Córrego Furninha.	73
Figura 34: P1 nascente do Córrego Furninha.	73
Figura 35: P1 nascente do Córrego Furninha após assoreamento.	74
Figura 36: Presença de Taboa (<i>Typhadomingensis Pers.</i>) no P5 do Córrego Furninha.	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Valores recomendados para organismos aquáticos de água doce, classe II, de acordo com a norma vigente do CONAMA, 2005.....	20
Tabela 2: Valores recomendados para o consumo humano, de acordo com a norma vigente do Ministério da Saúde, 2011.....	20
Tabela 3: Padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357, de acordo com a classificação dos usos preponderantes.	26
Tabela 4: Pontuação de acordo com o índice de qualidade da água, de acordo com os 14 parâmetros observados.	48
Tabela 5: Estatística descritiva dos parâmetros analisados na microbacia do Córrego Fundo	54
Tabela 6: Estatística descritiva dos parâmetros analisados na microbacia do Córrego Chumbeadinha.	60
Tabela 7: Estatística descritiva dos parâmetros analisados na microbacia do Córrego Furninha.	68
Tabela 8: Resultados do índice de pontuação da qualidade da água em três microbacias do município de Ourinhos/SP.	69
Tabela 9: Resultados do índice de pontuação da qualidade da água em três microbacias do município de Ourinhos/SP.	69

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Classificação das águas doces, de acordo com o a Res. N° 357 do CONAMA.....	25
Quadro 2: As várias atividades humanas e o acúmulo de usos múltiplos produzem diferentes ameaças e problemas para a disponibilidade de água e causam riscos elevados.	28
Quadro 3: Política Municipal do Meio Ambiente do município de Ourinhos/SP.	31
Quadro 4: Política Municipal do Meio Ambiente do município de Ourinhos/SP.	32
Quadro 5: Política Municipal do Meio Ambiente do município de Ourinhos/SP.	33
Quadro 6: Prioridades do PEMBH I de acordo com o Plano da Microbacia do Córrego Fundo (2002).	37
Quadro 7: Descrição dos pontos amostrais na Bacia do Córrego Fundo, Ourinhos/SP.....	39
Quadro 8: Descrição dos pontos amostrais na Bacia do Córrego Chumbeadinha, Ourinhos/SP.	42
Quadro 9: Descrição dos pontos amostrais na Bacia do Córrego Furninha, Ourinhos/SP.....	44

RESUMO

Os rios são sistemas complexos. A demanda de recursos hídricos tem aumentado nas últimas décadas, seja para o abastecimento doméstico, seja para a manutenção de atividades industriais e agrícolas. As bacias hidrográficas como unidade de gerenciamento dos recursos hídricos, têm sofrido degradação contínua devido à ocupação desordenada nas áreas rurais e urbanas, causando impactos ambientais muitas vezes irreversíveis. A qualidade da água em microbacias hidrográficas está intimamente ligada ao uso da terra e tipo de manejo que são submetidos. O presente trabalho objetivou verificar a qualidade das águas de três microbacias representativas localizadas nas zonas rural e urbana do município de Ourinhos (SP): A microbacia do Córrego Fundo, Córrego Chumbeadinha e Córrego Furninha, ambas inseridas na UGRHI 17 no Médio Paranapanema, através da amostragem a campo de parâmetros como Ph, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez, amônia, cromo, nitrogênio, alumínio e zinco, entre os anos de 2012 e 2013, comparando com estudos anteriores, e baseado na legislação vigente (Lei 12.651/12, Portaria 2.914/11 e Resolução nº 357/05), foram quantificados e comparados, gerando um Guia de Avaliação da qualidade da água. Os resultados também contribuíram para de fato inferir como tem sido o planejamento e a gestão dos recursos hídricos no município de Ourinhos como um todo.

Palavras chave: gestão de microbacias, monitoramento, planejamento, qualidade da água.

ABSTRACT

Rivers are complex systems. The demand for water has increased in the last decades, whether for domestic supply, or for the maintenance of industrial and agricultural activities. The watersheds as unit of management of water resources have suffered unceasing degradation due to sprawl in rural and urban areas, causing environmental impacts often irreversible. The quality of water in watersheds is closely linked to land use and type of management that are submitted. This study aimed to check the quality of water of three representative watersheds located in rural and urban areas of Ourinhos city, which is located in the state of São Paulo: Fundo Stream watershed, Chumbeadinha Stream and Furninha Stream, both inserted in UGRHI 17 in Paranapanema middle river, through sampling of parameters like pH, electrical conductivity, temperature, dissolved oxygen, turbidity, ammonia, chromium, nitrogen, aluminum and zinc, between 2012 and 2013, compared with previous studies, and based on current legislation (Lei 12.651/12, Portaria 2.914/11 e Resolução nº 357/05), were quantified and compared, generating a Water Quality Evaluation Guide. The results also contributed to conclude how has been the planning and management of water resources in Ourinhos as a whole.

keywords: watershed management, monitoring, planning, water quality.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural fundamental para a nossa sobrevivência, e sua demanda tem aumentado nos últimos anos, seja para o abastecimento doméstico ou para a manutenção de atividades industriais e agrícolas. A necessidade da obtenção de água de qualidade e com baixo custo de tratamento e de distribuição tem contribuído para a extração cada vez maior deste recurso no Brasil, onde a água doce ainda é encontrada em abundância, uma vez que as principais bacias hidrográficas do planeta estão presentes em todo o território nacional.

Em muitos casos a ausência de planejamento e a falta de estudos em relação à qualidade e vulnerabilidade de bacias hidrográficas, levam ao comprometimento dos pequenos mananciais e se essa tendência à falta de planejamento continuar, futuramente os custos para o tratamento da água mesmo para o consumo, poderão aumentar e tornar este recurso quase inacessível.

Devido à crescente demanda de seu uso, a água tem se tornado um recurso finito, e atualmente já se enfrenta problemas em relação ao alto custo de tratamento ou para a obtenção deste recurso, devido aos fatores físicos ou a falta de planejamento. Portanto, é necessário o conhecimento sistemático sobre a situação dos recursos hídricos em escala local, regional e global para a implantação de uma política eficaz de gestão dos recursos naturais.

A legislação brasileira prevê que a água é um bem finito e dotado de valor econômico, como observado na Política Nacional de Recursos Hídricos instituída em janeiro de 1997, através da Lei 9.433, que se baseia entre seus principais fundamentos no art. 1º:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

Segundo o Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos, “a utilização das informações e dos indicadores sobre a situação dos recursos hídricos, seja do ponto de vista quantitativo, seja qualitativo, tem como objetivo principal fornecer subsídios para os gestores e os tomadores de decisão” (ANA, 2011). Portanto estudar e monitorar a situação dos recursos hídricos é uma prática necessária para o planejamento e gestão ambiental.

Para o monitoramento desses recursos é preciso considerar uma área representativa como um todo para a coleta e análise de dados, que no caso são as bacias hidrográficas que constituem um elemento fundamental no planejamento ambiental (ARAÚJO e PINESE, 2006).

A bacia hidrográfica como unidade de recorte espacial do planejamento constitui-se em elemento fundamental do manejo e gestão ambiental dos recursos naturais, por integrar o solo e a água, essenciais para a sustentação e manutenção da vida. Território onde é possível estabelecer as inter-relações dos elementos constituintes da paisagem (clima, vegetação, solos) e os processos que atuam na sua esculturação (sol, chuvas, ventos). Entender a bacia hidrográfica em sua complexidade de formas e funções requer separar e conceituar os termos envolvidos em sua análise, para poder posteriormente uni-los e integrá-los na dinâmica conexão natureza x sociedade. (ARAÚJO e PINESE, 2006).

Vários autores apresentam definições distintas a respeito da classificação de bacias hidrográficas (TEODORO *et al*, 2007). Segundo Vilella e Mattos (1975, *apud* TEODORO *et al*, 2007) as características físicas de uma bacia constituem elementos de grande importância para a avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecerem relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, pode-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltem dados.

Os autores Lima e Zakia (2000, *apud* TEODORO *et al*, 2007) acrescentam uma abordagem sistêmica à bacia hidrográfica. Para estes: “elas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma perdem energia através do deflúvio, sendo assim, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.”

A Política Nacional de Recursos Hídricos já se baseava em seu artigo 1º, no fundamento de que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”, sendo, portanto, a unidade territorial representativa para a implantação de projetos e gerenciamento dos recursos hídricos. A exemplo desses projetos, o Estado de São Paulo implantou, a partir do ano 2000, o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, cujo objetivo e sua implantação, serão discutidos adiante.

Devido a estes fatores o estudo da qualidade da água é uma das ações essenciais para o planejamento da gestão e distribuição dos recursos hídricos como um todo. O monitoramento constante se faz necessário para que, futuramente, bacias hidrográficas como a do Médio Paranapanema, não enfrentem problemas em relação à qualidade da água, que pode levar a escassez deste recurso. Mesmo tendo tal recurso em abundância no estado de São Paulo,

algumas importantes bacias como as dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, inseridas na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos 05 (UGRHI 05) que já enfrentam problemas de escassez devido à má qualidade da água naquela região, e, portanto, os municípios são obrigados a obter o abastecimento através de transposições de outros rios da bacia, tornando o fornecimento de água e o tratamento de esgoto mais caro para a população.

2. OBJETIVOS

2. 1 Objetivos gerais

O objetivo geral deste trabalho foi realizar o monitoramento da qualidade da água de três microbacias hidrográficas no município de Ourinhos/SP. Através do estudo da variação espaço-temporal das características físicas, químicas e biológicas da água, em uma microbacia rural (Córrego Fundo), uma microbacia urbana (Córrego Chumbeadinha) e uma microbacia localizada na área rural e urbana (Córrego Furninha), e, a partir desses parâmetros, realizar um diagnóstico da situação dos recursos hídricos no município de Ourinhos (SP).

Os resultados foram comparados com os resultados de análises em anos anteriores, oriundos de estudos de monitoramento realizados nas microbacias do Córrego Fundo por Batista, no Córrego Chumbeadinha por Bergamaschi e no Córrego Furninha por Longo Júnior, visando identificar possíveis alterações naturais ou devido à intervenção antrópica durante o ciclo hidrológico.

2. 2 Objetivos específicos

- Entender a dinâmica dos recursos hídricos a partir da análise sistemática das três microbacias no município de Ourinhos;
- Inferir sobre a dinâmica de uso e ocupação do solo nas regiões das microbacias, e como essa dinâmica interfere ao longo do curso dos mananciais;
- Realizar um diagnóstico dos possíveis problemas a partir dos resultados obtidos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A importância das pequenas bacias hidrográficas na questão do planejamento dos recursos hídricos

A bacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade quando se deseja a monitorar os recursos hídricos, já que as atividades desenvolvidas no seu interior têm influência sobre a quantidade e qualidade da água. Portanto, a bacia hidrográfica constitui a mais adequada representação da espacialidade dos recursos hídricos para o planejamento, uso e exploração dos recursos naturais, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área. O próprio conceito de bacia hidrográfica nos remete a idéia de um sistema, formado por elementos naturais e antrópicos:

O conceito de bacia hidrográfica está associado à noção de sistema, nascentes, divisores de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade. A medida de algumas variáveis permite interpretar, pelo menos parcialmente, a soma de eventos. Essa é uma das peculiaridades que induz os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como unidade de gestão. (SANTOS, 2004, p. 85-86)

Segundo Paiva (2003, p.11) “no Brasil, há grande carência de dados hidrológicos de pequenas bacias. A instalação e coleta de dados tiveram como seu principal agente o setor de geração de energia elétrica. Desta forma há poucos postos em bacias com menos de 500 km². O monitoramento das pequenas bacias reveste-se, portanto, de fundamental importância para a complementação da rede de informações hidrológicas, além de sua natural vocação para o estudo do funcionamento dos processos físicos, químicos e biológicos atuantes no ciclo hidrológico”.

Isso faz com que muitas vezes as microbacias não sejam incluídas no planejamento e gestão de recursos hídricos. Há de se tomar cuidado na avaliação dessas reservas à medida que a economia Brasileira fica cada vez mais dependente da atividade agrícola:

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para diversos usos atua como fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma comunidade. Atender a esta demanda constitui um dos maiores desafios do homem na atualidade, devido à escassez crescente e o comprometimento da qualidade das águas.

A questão a ser verificada pelos gestores é se existe disponibilidade de água não somente em quantidade, mas também, se sua qualidade é adequada para os usos pretendidos. O desejo do homem de planejar o futuro resultou em muitos monitoramentos ambientais capacitando-o para avaliar o desempenho e estimar as tendências futuras. (GASTALDINI, 2003, p. 429)

Conhecer situação dos recursos hídricos é um passo de fundamental importância para o manejo e conservação desse recurso natural tão essencial à vida humana. O desafio da gestão de microbacias é promover o uso consciente da água, seja no meio rural ou urbano. O poder público tem o papel principal, de criar mecanismos e meios de gestão adequados.

3. 2 O programa Estadual de Microbacias Hidrográficas no contexto do município de Ourinhos/SP

O Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas foi instituído através do Decreto nº 94.076, em 5 de Março de 1987. O PNMH visava “executar ações voltadas para a prática de manejo e conservação dos recursos naturais renováveis, evitando sua degradação, com o objetivo de aumentar de forma sustentável a produção agropecuária, bem como da renda dos produtores rurais; estimulando a participação dos produtores rurais e suas organizações nas atividades do PNMH.

No Estado de São Paulo, a partir do ano 2000 foi implantado o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (PEMBH I), inspirado nos projetos “Microbacias” (1991-1999) do Estado de Santa Catarina, e “Paraná Rural” (1989-1996) do Estado do Paraná, através do Decreto 41.990, de 1997. A gerência do programa ficou sob a responsabilidade da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), órgão subordinado à Secretaria da Agricultura. O programa se caracterizava por abranger três princípios básicos: a busca de sustentabilidade socioeconômica e ambiental na microbacia (unidade física de intervenção do programa), participação e envolvimento da sociedade civil, descentralização e transparência nas ações governamentais (NEVES NETO e HESPAHOL, 2008).

A Figura 1 mostra as áreas prioritárias para a implantação do PEMBH I, de acordo com os critérios desenvolvidos pela Cordenadoria de Assistência Técnica Integral.

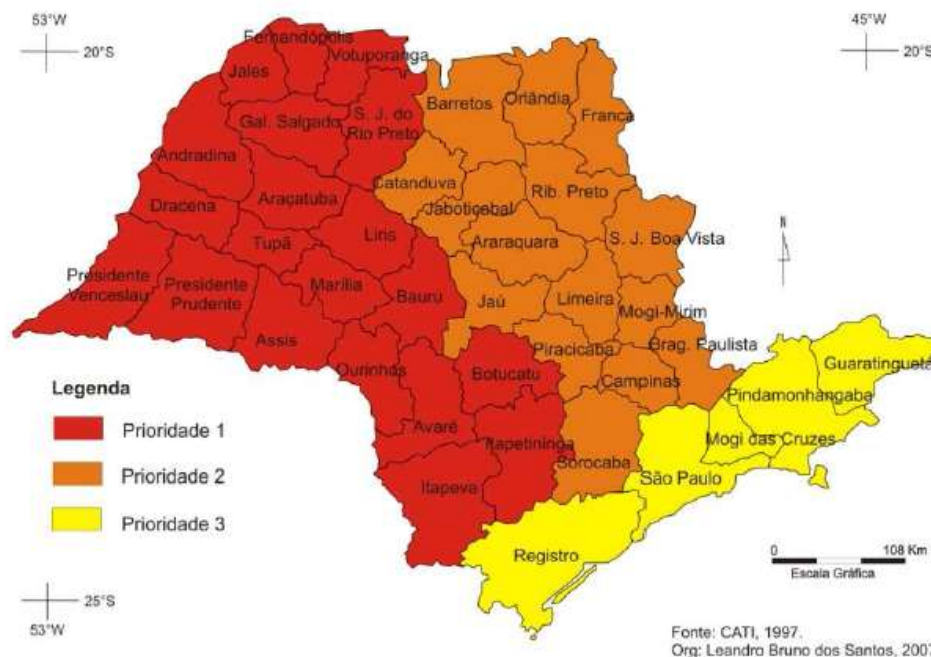


Figura 1: Áreas prioritárias para a implantação do PEMBH I.

Fonte: CATI, 2007.

O desenvolvimento deste programa se deve principalmente ao histórico do desenvolvimento agropecuário no Brasil, que ao longo dos anos passou a apresentar um quadro de degradação avançado, sobretudo durante os governos militares, como afirmam NEVES NETO e HESPANHOL:

A utilização dos produtos do pacote tecnológico da “Revolução Verde” (inseticidas, pesticidas, insumos, sementes geneticamente modificadas, maquinário agrícola) no Brasil, sobretudo a partir dos governos militares (1964-1985), se por um lado, aumentou a produtividade das lavouras; por outro, causou enormes danos ao meio ambiente: erosão dos solos, assoreamento dos rios, desmatamento dos principais biomas, como o Cerrado, a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica (2008, p.530).

Para a implantação do programa, foram definidas áreas prioritárias, onde a qualidade de vida e o ambiente encontravam-se altamente prejudicados, para de fato beneficiar principalmente os pequenos produtores rurais e suas famílias (CATI, 1997). A escolha das áreas prioritárias verificou áreas com solos altamente erodidos ou com alta suscetibilidade à erosão, pois indicam as áreas com maiores problemas de natureza ambiental; e áreas com maiores níveis de indigência, que indicam as áreas mais pobres. A Figura 2 indica as áreas de maior suscetibilidade à erosão no estado de São Paulo, de acordo com os critérios adotados pela CATI.



Figura 2: Níveis de suscetibilidade de erosão por área no Estado de São Paulo, segundo o PEMBH I.
 Fonte: CATI, 2007.

O custo estimado para intervenção do PEMBH I no estado de São Paulo, segundo HESPANHOL (2005) foi de US\$ 124.740.200,00. Deste total US\$ 55.348.200,00 foi financiado pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o restante, US\$ 69.392.000,00 pelo estado de São Paulo. Cerca de US\$ 102 milhões foram investidos na adoção de práticas conservacionistas que incluem a conservação de estradas rurais, incentivos individuais e coletivos (SÃO PAULO [ESTADO], 1997). O custo estimado por hectare foi de US\$28,00 requerendo, em média, US\$83.000,00 por microbacia e US\$ 1.400,00 por beneficiário (HESPANHOL, 2005).

No município de Ourinhos/SP, a Bacia do Córrego Fundo foi uma das microbacias selecionadas para a aplicação das ações do PEMBH I, e por ser uma área de prioridade um, cabe ressaltar que Ourinhos foi um dos municípios que recebeu mais investimentos do programa.

O nível de degradação ambiental na microbacia do Córrego Fundo é preocupante. Há presença de erosões laminares e em sulcos, que ocorrem principalmente nas áreas de pastagens, onde não há terraceamento, e também devido ao mau manejo da pastagem, as erosões também ocorrem perto das nascentes do córrego.

Ao longo do córrego, ainda há sinais visíveis de intenso assoreamento, provocado por anos de intensa erosão nas áreas de entorno, pois antes da implantação do programa não havia nenhum tipo de controle das águas pluviais além de mau uso do solo agrícola (plantios “morro abaixo”, falta de terraceamento, culturas que não propiciavam boa proteção ao solo,

estradas mal planejadas e manejo inadequado do solo). A falta de mata ciliar também influencia de maneira gradativa no assoreamento (CATI, 2002). Os resultados da intervenção do PEMBH I na microbacia do Córrego Fundo serão discutidos no final deste trabalho.

3.3 Considerações a respeito da qualidade da água e suas variáveis limnológicas

O monitoramento limnológico é o principal meio para a gestão adequada e a conservação dos recursos hídricos. A água em seu estado natural é composta por nutrientes que são fundamentais para a manutenção da vida como cálcio, magnésio, ferro e iodo. Por outro lado a presença atípica desses e outros constituintes nos corpos hídricos podem indicar anomalias na composição química e física da água, resultando em alterações em sua cor, odor e sabor.

Essas alterações podem interferir em alguns usos da água como recreação e principalmente para o consumo humano. Constituintes como o flúor, nitrato e sódio são contaminantes mais importantes em termos negativos à saúde humana, o excesso de nitrato na água, por exemplo, ($> 10 \text{ mg L}^{-1}$) pode causar metahemoglobinemia¹ em crianças, que ocorre quando o nitrato reage com o oxigênio no sangue e reduz a capacidade da hemoglobina de transportá-lo (EMBRAPA, 2011, p.13). A EMBRAPA² ainda determina que:

a caracterização físico-química da água e de soluções aquosas tem como objetivo identificar e quantificar os elementos e espécies presentes nesses compostos e associar os efeitos de suas propriedades às questões ambientais, permitindo a compreensão dos processos naturais ou alterações no meio ambiente. O conhecimento dessas propriedades permite responder a questões como, quais e em que níveis eles podem ser prejudiciais aos ecossistemas e à saúde humana (EMBRAPA 2011, p. 10).

Os níveis de aceitação para o consumo humano, e para ecossistemas aquáticos, são definidos pela Resolução nº 357 do CONAMA e através da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde. Os valores de referência estão expressos nas Tabelas 1 e 2.

¹ Os sintomas estão relacionados com a diminuição da oxigenação e incluem cefaléia, fraqueza, taquicardia e dificuldade respiratória evoluem progressivamente com concentrações de metahemoglobina superiores a 20%. (adaptado de <http://www.saudeemmovimento.com.br>)

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Tabela 1: Valores recomendados para organismos aquáticos de água doce, classe II, de acordo com a norma vigente do CONAMA, 2005.

Parâmetros de qualidade da água	Valores recomendados pela CETESB
pH	6,0 até 9
Oxigênio Dissolvido	> 5,0
Turbidez	100 UNT
Condutividade Elétrica	---
Temperatura	---

Fonte: Resolução nº 357, CONAMA.

Organizado por: SILVA, R.C.F

Tabela 2: Valores recomendados para o consumo humano, de acordo com a norma vigente do Ministério da Saúde, 2011.

Parâmetros de qualidade da água	Valores recomendados pela CETESB
pH	6,0 até 9,5
Oxigênio Dissolvido	> 5,0
Turbidez	5 UNT
Condutividade Elétrica	---
Temperatura	---

Fonte: Portaria nº 2.914, Ministério da Saúde.

Organizado por: SILVA, R.C.F

Os parâmetros de análise da qualidade da água foram escolhidos de acordo com o Manual de Procedimentos de Amostragem e análise físico-química de água (2011) da EMBRAPA Florestas, sendo eles:

- Potencial Hidrogeniônico (pH)

O termo pH é uma grandeza que varia em 0 a 14, é o índice de concentração de hidrogênio na água, usado para indicar se a água é ácida ($\text{pH} < 7$), ou se a água é básica ($\text{pH} > 7$). Os valores recomendados pelo CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) para organismos aquáticos de água doce das classes 1, 2 e 3 variam entre 6 até 9. Um pH. Os valores flutuam durante o dia e de acordo com a profundidade da água, pois os valores de pH estão relacionados com a concentração de dióxido de carbono. Durante o dia ocorre a remoção de CO_2 pelo processo de fotossíntese realizado pelas plantas aquáticas, causando a elevação do pH, durante a noite ocorre o processo inverso, o CO_2 se acumula na água gerando acidez devido ao declínio do pH, sendo que o menor valor de pH ocorre perto do amanhecer (EMBRAPA, 2011, p.14).

- Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é muito importante por várias razões, além de a água melhorar a paladar humano, ele garante a sobrevivência dos peixes e outros organismos menores em águas naturais, ou seja, é essencial para o metabolismo dos microorganismos aeróbicos presentes na água, os peixes não sobrevivem a concentrações menores que 4,0 mg/l de oxigênio na água, e os valores recomendados pelo CONAMA variam por classe de água, sendo 6,0 mg/l para corpos hídricos de Classe 1; 5,0 mg/l para Classe 2 e 4,0 mg/l para rios de classe 3 (EMBRAPA, 2011, p.16).

- Condutividade Elétrica (CE)

É a capacidade de uma solução aquosa de conduzir eletricidade. Esta capacidade depende da presença de íons, da concentração total, valência, mobilidade e medidas de temperatura. As soluções ácidas, sais inorgânicos e bases geralmente são boas condutoras, as aplicações práticas para a tomada de medida de condutividade são: indicação de grau de mineralização da água e indicação rápida de variações nas concentrações de minerais dissolvidos (EMBRAPA *apud* Clesceri *et al*, 2011, p.17).

- Turbidez

É a expressão da propriedade óptica que faz com que a luz seja espalhada e absorvida e não transmitida em linha reta, devido à presença de partículas insolúveis como argila, silte, areia fina, material mineral, plâncton e matéria orgânica. A turbidez é um parâmetro físico importante, já que a clareza da água indica o grau da qualidade para o abastecimento público (EMBRAPA *apud* Clesceri *et al*, 2011, p.18)., o padrão exigido pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde nº 518, do Ministério da Saúde estabelece que o teor máximo permitido para o consumo humano é de 5 UNT (unidade nefelométrica de turbidez).

- Temperatura

A temperatura é uma variável importante no sistema aquático e vários processos químicos, físicos e biológicos são influenciados por essa variável. Com a elevação da temperatura, de 0° C a 30 ° C, a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem. Outras propriedades fatores como a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com o aumento da temperatura (ESTEVES, 1998, p.32). Determinadas espécies

animais e vegetais crescem melhor em uma faixa específica de temperatura (entre 25° a 30° C), outros organismos como bactérias, fitoplânctons, bem como os processos físicos e químicos, podem responder favoravelmente ao aumento da temperatura. A taxa da maioria dos processos que afetam a qualidade da água e do solo dobra a cada aumento de 10° C na temperatura, a sazonalidade também pode influenciar nesse processo (EMBRAPA, 2011, p. 21).

- Série nitrogenada (nitrogênio orgânico, amônia, nitrato e nitrito)

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob várias formas, como por exemplo: nitrato (NO_3), nitrito (NO_2), amônia (NH_3), íon amônio (NH_4), óxido nitroso (N_2O), nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico dissolvido (peptídeos, purinas, aminas, aminoácidos, etc.). As principais fontes de nitrogênio podem ser oriundas tanto da chuva, como do lançamento de efluentes domésticos ou industriais. O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos. Esta importância deve-se principalmente à sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa. Quando presente em baixas concentrações pode atuar como fator limitante na produção primária de ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998, p. 60).

Grande parte do nitrogênio é absorvida pelas plantas na forma inorgânica como amônio e o nitrato. Porém o excesso de nitrogênio acrescentado às culturas agrícolas via fertilização também pode ser uma fonte de contaminação da água superficial e subterrânea, resultado da perda de nitrato por lixiviação no solo (EMBRAPA, 2011, p. 22).

O nitrito é considerado um estado de oxidação intermediário de nitrogênio. Ele pode ocorrer tanto pela oxidação do amônio, como pela redução do nitrato (EMBRAPA, 2011, p.22). Segundo Esteves (1998, p.72), no ciclo do nitrogênio, o nitrito pode ser assimilado pelo fitoplâncton, porém somente em caso de escassez do íon amônio ou do nitrato. Em altas concentrações, o nitrito pode ser extremamente tóxico à maioria dos organismos aquáticos.

O íon amônio (NH_4) ocorre em baixos teores em águas naturais, devido ao processo de degradação biológica da matéria orgânica. O processo pelo qual o nitrogênio molecular é convertido em amônio é denominado fixação de nitrogênio. Concentrações mais altas podem ser encontradas em esgotos e efluentes industriais, ou afluxo de fertilizantes (EMBRAPA, 2011, p.23). Ele é muito importante para os organismos produtores, especialmente porque sua absorção é energeticamente mais viável. Altas concentrações do íon amônio podem ter grandes implicações ecológicas como, por exemplo: influenciando fortemente a dinâmica do oxigênio dissolvido do meio, uma vez que para oxidar 1,0 miligrama do íon amônio, são necessários cerca de 4,3 mg de oxigênio e influenciando a comunidade de peixes, pois em pH

básico o íon amônio se transforma em amônia (NH₃ livre, gasoso), que dependendo de sua concentração pode ser tóxica para estes organismos. (ESTEVES, 1998, *apud* Trussel, 1972, p. 74).

- Alumínio

A concentração de alumínio em áreas urbanas varia de 3,7 a 11,6µg/kg quando é encontrado na poeira das ruas. No ar a concentração pode variar 0,5 ng/m³ sobre a Antártica a mais de 1000 ng/m³ em áreas industrializadas.

A presença de alumínio na água pode ser influenciada pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos e matéria orgânica. Sua solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0. Durante a estação das chuvas, podem ser encontrados teores elevados de alumínio, esse aumento de concentrações de alumínio associado ao período das chuvas, e, portanto, a alta turbidez. Outro aspecto chave da química do alumínio é sua dissolução no solo para neutralizar a entrada de ácidos com as chuvas ácidas. Nesta forma, ele é extremamente tóxico à vegetação e pode ser escoado para os corpos d'água (CETESB).

A principal via de exposição humana não ocupacional ao alumínio é pela ingestão de alimentos e água. Não há indicações de que o alumínio apresente toxicidade aguda por via oral, apesar de ampla ocorrência em alimentos, água potável e medicamentos. Não há indicação de carcinogenicidade para o alumínio. A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde 518/04 estabelece um valor máximo permitido de alumínio de 0,2 mg/L como padrão de aceitação para água de consumo humano (LONGO JR, 2011).

- Cromo

O cromo é utilizado na produção de ligas metálicas, galvanoplastia, estruturas da construção civil, fertilizantes, tintas, pigmentos, curtumes, preservativos para madeira, entre outros usos. A maioria das águas superficiais contem entre 1 e 10 mg/L de cromo. A concentração do metal na água subterrânea geralmente é baixa (< 1 mg/L). Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. Os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente. Apesar das concentrações de cromo em água doce serem baixas, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde 518/04 do Ministério da Saúde, estabelece um valor máximo permitido de 0,05 mg/L de cromo na água potável (CETESB).

- Zinco

O zinco é também bastante utilizado em galvanoplastias na forma metálica e de sais tais como cloreto, sulfato, cianeto, etc. A presença de zinco é comum nas águas naturais, e é um elemento essencial para o crescimento, porém, em concentrações acima de 5,0 mg/L, confere sabor à água e uma certa opalescência a águas alcalinas. Em águas superficiais, normalmente as concentrações estão na faixa de <0,001 a 0,10 mg/L. É largamente utilizado na indústria e pode entrar no meio ambiente através de processos naturais e antropogênicos. Os efeitos tóxicos do zinco sobre os peixes são muito conhecidos, assim como sobre as algas. A ação desse íon metálico sobre o sistema respiratório dos peixes é semelhante à do níquel. Entretanto, é preciso ressaltar que o zinco em quantidades adequadas é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. A deficiência do zinco nos animais pode conduzir ao atraso no crescimento. Os padrões para águas reservadas ao abastecimento público indicam 5,0 mg/L como o valor máximo permissível (CETESB).

O zinco, por ser um elemento essencial para o ser humano, só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito altas, o que é extremamente raro. Neste caso, pode acumular-se em outros tecidos do organismo humano; isso só ocorre quando as taxas de ingestão diária são elevadas (CETESB).

3.4 Considerações a respeito da legislação Brasileira e a qualidade dos recursos hídricos

A legislação Brasileira determina através do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) a classificação dos corpos hídricos de acordo com os usos preponderantes. O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), foi instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90 (BRASIL³).

Através da Resolução n.º 357 de 2005 (BRASIL, 2005), o CONAMA dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelecendo também as condições e padrões de lançamento de efluentes entre outras providências.

A classificação dos corpos hídricos no Brasil é definida de acordo com o tipo de manancial e seu uso preponderante, qualificando as águas como doces, salobras e salinas, e em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros (CONAMA, 2005). O Art. 3 do Cap. II dispõe que:

³ <http://www.mma.gov.BR> - 153/port/conama/estr.cfm

As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

O Quadro 1 mostra quais são as classes das águas doces definidas pelo CONAMA, e seus respectivos usos de acordo com a legislação. As classes de água doce são divididas em Classe Especial, Classe I, II, III e IV.

Quadro 1: Classificação das águas doces, de acordo com o a Res. Nº 357 do CONAMA.

Classe	Usos preponderantes
Especial	a) abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe I	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe II	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, Conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) aquicultura e a atividade de pesca.
Classe III	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) pesca amadora; d) recreação de contato secundário; e e) dessedentação de animais.
Classe IV	a) navegação; e b) harmonia paisagística.

Fonte: CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.

Organizado por: SILVA, R.C.F

As classes são definidas de acordo com as características da qualidade da água, de acordo com os parâmetros observados na Tabela 3, onde o CONAMA estabelece os limites tolerantes para cada padrão observado.

Tabela 3: Padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357, de acordo com a classificação dos usos preponderantes.

Parâmetro	Classe especial	Classe I	Classe II	Classe III
Oxigênio dissolvido (mg.L-1)	Nesta classe deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água	6,0	5,0	4,0
Turbidez (UNT)		40	100	100
pH		6 a 9	6 a 9	6 a 9
Temperatura °C		-	-	-
Condutividade Elétrica (µS.cm-1)		-	-	-
Cloreto (mg.L-1)		250	250	250
Dureza Total (CaCO ₃ .mg.L-1)		500	500	500
**Amônia (como N-NH ₃ .mg.L-1)		1,5	1,5	1,5
Ortofosfato (mg.L-1)		-	-	-
Nitrito (mg.L-1)		1,0	1,0	1,0
Nitrato (mg.L-1)		10	10	10
Cu (mg.L-1)		0,009	0,009	0,0013
*Fe (mg.L-1)		0,3	0,3	0,5
*Al (mg.L-1)		0,1	0,1	0,2
Zn (mg.L-1)		0,18	0,18	5,0
Cr (mg.L-1)		0,05	0,05	0,05

Fonte: CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente, 2005.

Notas: (-) Limite não citado pela legislação ambiental; (*) Limites para os elementos dissolvidos. (**) Limite segundo a Portaria nº 2.914 de 12 de Dezembro de 2011 – Ministério da Saúde.

Organizado por: SILVA, R.C.F

O presente trabalho foi organizado de acordo com as normas vigentes na legislação Brasileira, em relação à potabilidade da água, tanto para o consumo humano como para a vida aquática. Os padrões da qualidade da água analisados foram comparados à Resolução nº 357 do CONAMA e através da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da

Saúde.

As amostras foram analisadas considerando que as microbacias estão enquadradas como corpos hídricos de Classe II, cujos usos preponderantes são voltados principalmente para: O abastecimento para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário e a atividade de pesca.

3.5 Atividades antrópicas poluidoras dos corpos hídricos

Tanto no meio urbano como no meio rural, a presença das atividades humanas causam impactos irreversíveis ao meio ambiente. Esses impactos podem ser diretos e indiretos no meio, e atingir ao mesmo tempo o solo, a água e o ar, causando uma reação em cadeia e produzindo a contínua deterioração dos recursos naturais.

O próprio crescimento da população e o aumento das atividades humanas são responsáveis por esses impactos. A Quadro 2 mostra como as diversas atividades humanas impactam nos ecossistemas aquáticos, em relação aos valores dos serviços em risco devido aos usos múltiplos da água:

Quadro 2: As várias atividades humanas e o acúmulo de usos múltiplos produzem diferentes ameaças e problemas para a disponibilidade de água e causam riscos elevados.

Atividade humana	Impacto nos ecossistemas aquáticos	Valores/serviços em risco
Construção de represas	Altera o fluxo dos rios e o transporte dos nutrientes e interfere na migração e reprodução de peixes.	Altera habitats e a pesca comercial e esportiva. Altera os deltas e suas economias.
Construção de diques e canais	Destrói a conexão do rio com as áreas inundáveis.	Afeta a fertilidade natural das várzeas e os controles das enchentes.
Alteração do canal natural dos rios	Danifica ecologicamente os rios. Modifica os fluxos dos rios.	Afeta os habitats e a pesca comercial e esportiva. Afeta a produção de hidroeletricidade e transporte.
Drenagem de áreas alagadas	Elimina um componente-chave dos ecossistemas aquáticos.	Perda da biodiversidade. Perda de funções naturais de filtragem e reciclagem de nutrientes. Perda de habitats para peixes e aves aquáticas.
Desmatamento/uso do solo	Altera padrões de drenagem, inibe a recarga natural dos aquíferos, aumenta a sedimentação.	Altera a qualidade e a quantidade da água, pesca comercial, biodiversidade e controle de enchentes.
Poluição não controlada	Diminui a qualidade da água.	Altera o suprimento de água. Aumenta os custos de tratamento. Altera a pesca comercial. Diminui a biodiversidade. Afeta a saúde humana.
Remoção excessiva de biomassa	Diminui os recursos vivos e a biodiversidade.	Altera a pesca comercial e esportiva. Diminui a biodiversidade. Altera os ciclos naturais dos organismos.
Introdução de espécies exóticas	Elimina as espécies nativas. Altera os ciclos de nutrientes e ciclos biológicos.	Perda de habitats e alteração da pesca comercial. Perda da biodiversidade natural e estoques genéticos.
Poluentes do ar (chuva ácida) e metais pesados	Altera a composição química dos rios e lagos.	Altera a pesca comercial. Afeta a biota aquática. Afeta a recreação. Afeta a saúde humana. Afeta a agricultura.
Possíveis mudanças globais no clima	Afeta drasticamente o volume dos recursos hídricos. Altera os padrões de distribuição de precipitação e evaporação.	Afeta o suprimento de água, transporte, produção de energia elétrica, produção agrícola e pesca e aumenta enchentes e o fluxo de água nos rios.
Crescimento da população e padrões gerais de consumo	Aumenta a pressão para a construção de hidroelétricas e aumenta a poluição água e a acidificação de lagos e rios. Altera os ciclos hidrológicos.	Afeta praticamente todas as atividades econômicas que dependem dos serviços dos ecossistemas aquáticos.

Fonte: Turner *et al.* (1990b); NAS (1999); Tundisi *et al.* (2000); Tundisi (2002).

Organizado por: SILVA, R.C.F

Existem outros tipos de degradação dos ecossistemas aquáticos, como a eutrofização, que ocorre com frequência em reservatórios, represamentos artificiais e lagos. A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades. Como decorrência deste processo, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico (ESTEVES, 1998).

Segundo Esteves (1998, p. 205), a eutrofização pode ser natural ou artificial. Quando natural, é um processo lento e contínuo que resulta do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre. Esse processo corresponde ao que poderia ser chamado de “envelhecimento natural” do lago. Quando ocorre artificialmente, ou seja, quando é induzido pelo homem, os nutrientes da eutrofização podem ter diferentes origens, como: efluentes domésticos, efluentes industriais e/ou atividades agrícolas, entre outras. Este tipo de eutrofização é responsável pelo “envelhecimento precoce” de ecossistemas lacustres. A eutrofização artificial é um processo dinâmico, no qual ocorrem profundas modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, podendo ser considerada uma forma de poluição.

Os impactos sobre as águas tanto superficiais, como subterrâneas, são progressivos e iminentes. Tanto os impactos naturais como os causados pela interferência antrópica, tendem a afetar cumulativamente o funcionamento dos ecossistemas e o ciclo hidrológico. As consequências desses processos de degradação já são conhecidas. Portanto, cabe ao poder público, promover a gestão integrada deste recurso, para garantir a disponibilidade e qualidade da água para as futuras gerações.

3.6 Considerações a respeito do Plano Diretor do Município de Ourinhos

O Plano diretor do município de Ourinhos foi implantado através da Lei Complementar nº. 499 de 28 em dezembro de 2006. De acordo com a Constituição Federal (art. 182, § 1o), o Plano Diretor consiste em um instrumento básico para o desenvolvimento político das cidades:

No qual deverão estar contidos os aspectos físicos, sociais, econômicos e sociais desejados pela coletividade. Por meio do Plano Diretor, deve-se procurar alterar a realidade presente para que se possa obter uma melhor qualidade de vida da população... o que concebe a competência municipal para promover a ordenação adequada de seu território, inclusive por meio do controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Consiste o planejamento em um mecanismo ou processo técnico, por intermédio do qual o administrador efetiva suas ações de governo, com o objetivo de alterar e transformar a realidade em busca do desenvolvimento econômico e social (CEPAM, 2005, p.17).

O plano diretor dispõe como um todo, parte integrante do processo de planejamento municipal, ordenando o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, da propriedade urbana e da garantia das condições para assegurar o bem estar de seus habitantes, elaborado com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade.

Uma das diretrizes estabelecidas no plano (art. 3º), a atuação dos agentes públicos e privados deve ser voltada para a elaboração e a consolidação do planejamento, visando o desenvolvimento sustentável compatível com o desenvolvimento econômico e social, e a preservação ambiental. Para tanto, o artigo 7º estabelece que o plano diretor deve:

- V. promover as políticas setoriais, compatibilizando o desenvolvimento urbano com a proteção do meio ambiente, através de sua utilização racional, voltada à conservação e recuperação do patrimônio natural, em benefício das atuais e futuras gerações;
- XII. fortalecer a gestão ambiental local, visando o efetivo monitoramento e controle ambiental [...]

Para garantir que fossem cumpridas as políticas setoriais do meio ambiente, foi criada, junto ao plano diretor, a Política Municipal do Meio Ambiente. De acordo com o plano diretor, essa política visa “garantir a todos o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, regulando a ação do Poder Público Municipal e sua relação com os munícipes”, portanto, as instituições públicas e privadas deveriam construir uma plataforma de orientação e referência para promover o desenvolvimento sustentável. Ao Poder Público compete garantir o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e saudável, para os presentes e futuras gerações.

Os Quadros 3, 4 e 5 mostram de forma resumida as incumbências e as ações da Política Municipal do meio Ambiente.

Quadro 3: Política Municipal do Meio Ambiente do município de Ourinhos/SP.

Capítulo/Seção	Objetivos
Cap. I, Art. 10	Promover: • a valorização, • o planejamento, • controle, • preservação, • conservação e recuperação ambiental.
SEÇÃO I, Art. 11	Os mecanismos básicos para o cumprimento da Política Municipal do Meio Ambiente além de outros previstos nas legislações Federal, Estadual e Municipal são: • planos, programas e um inventário de dados ambientais, visando a instrumentalizar o sistema de informações para o planejamento e sua democratização, transformando a informação em bem público; • educação ambiental, transversal e multidisciplinar, através do ensino fundamental, de programas de caráter informal e também destinada às Secretarias Municipais; • incentivos fiscais e orientação de ação pública que estimulem as atividades destinadas a manter o equilíbrio ambiental; • formas de compensação ou retribuição, pelo aproveitamento econômico ou social dos recursos ambientais, que visem a disciplinar o seu uso, assim como obter meios para a conservação ambiental; • controle e a fiscalização das atividades impactantes ao meio ambiente; • poder de polícia administrativa, inerente ao desempenho da gestão ambiental; • sistema de gestão integrada de resíduos sólidos e efluentes do Município.
SEÇÃO II, Art. 12	O Sistema Municipal de Áreas Verdes, além do especificado no art. 320 da Lei Orgânica do Município será composto das praças públicas, parques existentes e os a seguir relacionados, propostos no • parques e praças públicas municipais; • áreas de proteção permanente; • equipamentos públicos de lazer - EPL; • parque arqueológico; • parques lineares, rodoviário, ferroviário, fluvial; • mata nativa.
SEÇÃO II, Art. 14	As áreas com vegetação nativa arbórea de propriedade particular, em área urbana, desde que preservadas, independentes de seu estado de conservação, poderão ser beneficiadas com incentivos fiscais.

Fonte: Lei Complementar nº. 499 de 28 em dezembro de 2006

Organizado por: SILVA, R. C. F.

Quadro 4: Política Municipal do Meio Ambiente do município de Ourinhos/SP.

Capítulo/Seção	Objetivos
SEÇÃO II, Art. 15	Em caso de necessidade do corte de vegetação nas áreas verdes existentes, deverá ser apresentado projeto de licenciamento, ouvido o COMDEMA, a ser analisado pelos órgãos competentes.
SEÇÃO II, Art. 16	Nas áreas particulares que margeiam os córregos, rios, nascentes e lagos, em área urbana ou rural, deverá ser solicitada autorização para os órgãos competentes, para manejo e recomposição com espécies nativas específicas de mata ciliar regional.
SEÇÃO III, Art. 18	São objetivos relativos aos Recursos Hídricos: • realizar o controle da exploração e de eventual contaminação potencial ou real da água subterrânea, mediante medidas de quantificação, monitoramento e legislação específica pertinente; • executar o monitoramento dos corpos d'água superficiais do Município, a fim de subsidiar a adoção de medidas de intervenção e descontaminação, propiciando condições de vida aquática e de provisionamento de mananciais; • fiscalizar o lançamento de resíduos sólidos; • observar as normas técnicas para a aprovação de obras de movimentação de terra que provoquem erosão e ou assoreamento dos corpos d'água; • estabelecer normas de controle do uso e ocupação do solo, nas áreas de proteção permanente dos mananciais; • implantar áreas verdes em cabeceiras de drenagem, às margens de corpos d'água e estabelecer programas de recuperação, com o apoio da iniciativa privada, em especial: • Córrego Jacuzinho; • Córrego Jacu; • Córrego Monjolinho; • Córrego das Águas das Furnas; • Córrego Christoni; • Córrego Chumbeadinha; • Córrego Água da Veadá; • Várzea da bacia do Rio Paranapanema (Rod. Mello Peixoto). • consolidação e fortalecimento do Município no Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paranapanema (UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídrico 17, Lei Estadual nº. 7663/91). • promoção do tema Gestão de Recursos Hídricos no planejamento pedagógico da rede pública de ensino, através de programa de educação ambiental, visando à sensibilização da importância dos cursos d'água da micro bacia, na qualidade de vida do Município.

Fonte: Lei Complementar nº. 499 de 28 em dezembro de 2006

Organizado por: SILVA, R. C. F.

Quadro 5: Política Municipal do Meio Ambiente do município de Ourinhos/SP.

Capítulo/Seção	Objetivos
SEÇÃO V, Art. 27	As Áreas de Especial Interesse Ambiental, delimitadas no Mapa de Sistema Municipal de Áreas Verdes, Anexo 1, integrante desta Lei Complementar, constituem-se em áreas de fundo de vale, áreas de várzea, áreas sujeitas à inundação, mananciais, topo de morro e cabeceiras de drenagem, em especial: I. o leito do Rio Paranapanema, nas marginais direita e esquerda da Rodovia Mello Peixoto juntamente com as cavas de extração de argila; II. cabeceiras, nascentes e cursos d'água integrantes das micro-bacias do município.
SEÇÃO V, Art. 28	As áreas de especial interesse ambiental terão na política municipal de meio ambiente atenção quanto à sua proteção, preservação, conservação, controle e recuperação do ambiente.
SEÇÃO V, Art. 29	São diretrizes relativas à política de áreas de especial interesse ambiental: I. a implantação de parques lineares, parques de fundo de vale, vias verdes e EPL – Equipamentos Públicos de Lazer; II. a minimização dos impactos negativos das atividades de mineração e movimentos de terra; III. o estabelecimento de controle de uso e ocupação do solo compatível; IV. o planejamento e a implantação de atividades turísticas.
SEÇÃO VI, Art. 30	O serviço de drenagem pluvial deverá assegurar, através de sistemas físicos naturais e construídos, o escoamento das águas pluviais em toda a área do município, de modo a manter o equilíbrio entre absorção, retenção e escoamento, propiciando segurança e conforto a todos os seus habitantes.
SEÇÃO VI, Art. 31	São diretrizes para o sistema de drenagem de águas pluviais: I. controlar o processo de impermeabilização do solo; II. proteger os cortes e aterros contra a erosão; III. buscar o escoamento rápido das águas de chuvas evitando-se inundações e empoçamento de água nas vias; IV. disciplinar a ocupação nas cabeceiras e várzeas das bacias do Município, preservando a vegetação existente e visando a sua recuperação; V. implementar a fiscalização do uso do solo nas faixas sanitárias, várzeas e fundos de vale; VI. definir mecanismos de fomento para usos do solo compatíveis com áreas de interesse para drenagem, tais como parques lineares, margens de ribeirões córregos, etc., áreas de recreação e lazer, e manutenção da vegetação nativa.

Fonte: Lei Complementar nº. 499 de 28 em dezembro de 2006

Organizado por: SILVA, R. C. F.

A estrutura do Plano Diretor propõe, portanto, que a preservação ambiental aliada ao desenvolvimento sustentável, seja prioridade da administração pública.

O Anexo I expõe o mapa do Sistema Municipal de Áreas verdes, onde os três mananciais estudados estão inclusos. O Anexo II expõe a lista de Indústrias Poluidoras e de grande porte do município.

De acordo com o artigo nº 320 da Lei Orgânica do Município, o poder público deve adotar dentre outras providências no sentido de:

- Prevenir a degradação em todas as suas formas e impedindo ou mitigando impactos ambientais negativos e recuperando o meio ambiente degradado;
- Proteger a flora e a fauna, nesta compreendidos todos os animais silvestres, exóticos e domésticos, vedadas as praticas que coloquem em risco sua função ecológica e que provoquem extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade, fiscalizando a extração, produção, criação, métodos de abate, transporte, comercialização e consumo de seus espécimes e subprodutos;
- As áreas definidas em loteamento ou pelo plano diretor como áreas institucionais ou integrantes do sistema de áreas verdes não poderão ter sua destinação, fim e objetivos originariamente estabelecidos alterados;
- Implantação de áreas verdes, inclusive arborização de logradouros públicos, visando ao estabelecimento de uma relação de, no mínimo, quinze metros quadrados de área verde por habitante nas zonas urbanas;
- Promoção e manutenção do inventário e mapeamento da cobertura vegetal nativa, visando à adoção de medidas de proteção e de reflorestamento, particularmente em relação às margens de lagoas, represas, nascentes e cursos d'água;
- Exigência de que os estabelecimentos que desenvolvam atividades potencialmente poluidoras do meio ambiente adotem medidas para evitar a poluição, sob pena de revogação da licença para funcionamento, interdição ou fechamento.

A partir do estudo do plano diretor, da legislação brasileira, e do monitoramento limnológico das três microbacias, este trabalho analisou como o poder publico e a população (que nesse caso, representam os usuários dos recursos hídricos) interferem na preservação ou na degradação dos corpos hídricos, através de um diagnóstico da situação atual das microbacias. As conclusões apontam referências às três microbacias estudadas, e a situação delas em estudos anteriores comparados aos estudos realizados recentemente.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

As microbacias estudadas estão inseridas na UGRHI 17, região hidrográfica que representa a Bacia do Médio Paranapanema (Figura 3). As três microbacias pertencem ao município de Ourinhos-SP, e estão dispostas de diferentes formas na área do município, sendo que a microbacia do Córrego Fundo está localizada na área rural, a microbacia do Córrego Chumbeadinha está localizada na área urbana e a microbacia do Córrego Furninha está localizada em parte da área urbana e parte na área rural do município.

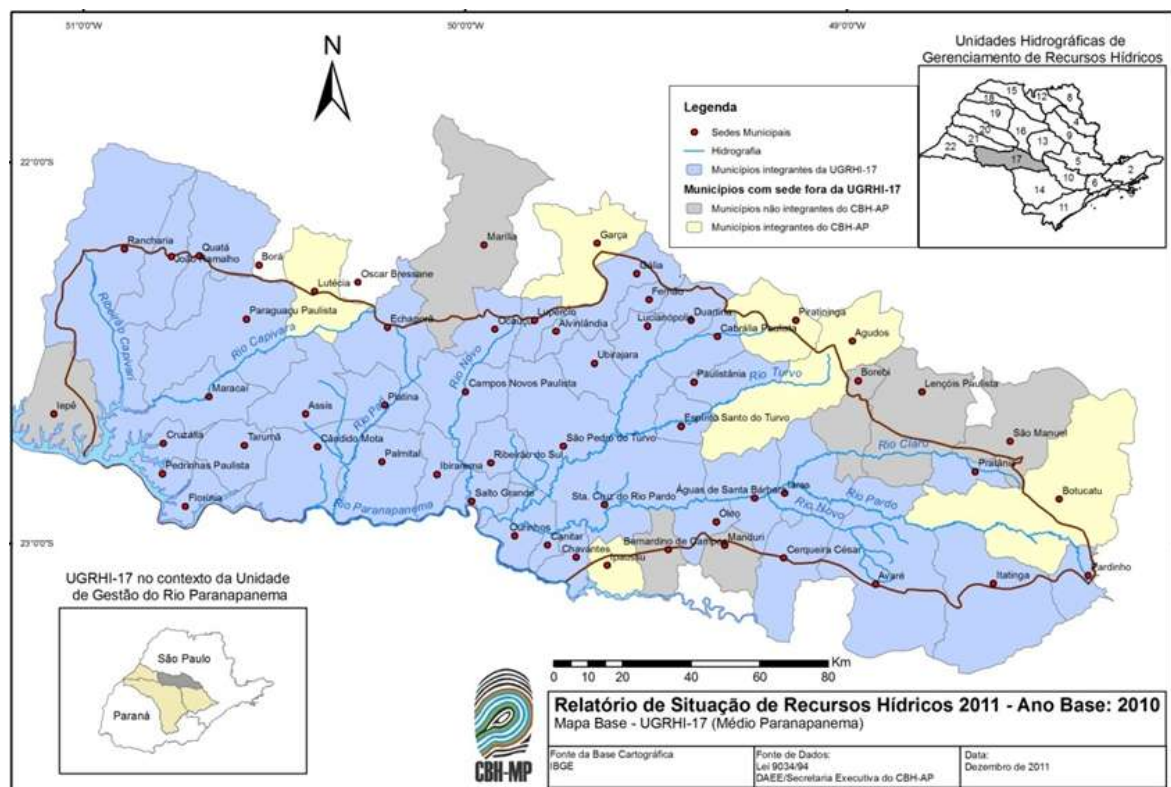


Figura 3: Bacia do Médio Paranapanema.

Fonte: Relatório da Situação de Recursos Hídricos 2011.

4.1.1. Microbacia do Córrego Fundo

A microbacia do Córrego Fundo (Figura 3) está localizada na área rural do município de Ourinhos (SP) e faz parte da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema, inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 17 (UGRHI 17), correspondendo a uma área total de aproximadamente 15 Km². A hidrografia é composta por dois canais que se confluem e formam o córrego até a sua desembocadura no Rio Turvo. Ao longo do percurso há presença de represamentos e diversos banhados com a predominância de “taboa” (*Typhadomingensis Pers.*) (BATISTA, 2008, p 23). Devido ao uso do solo para a agricultura, cerca de 95% da

área ao longo da microbacia foi desmatada restando apenas fragmentos de mata nativa nas Áreas de Preservação Permanente do entorno das nascentes e áreas reflorestadas nas margens do Córrego Fundo. A vegetação original era do tipo Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO, 1991 *apud* BATISTA, 2008).

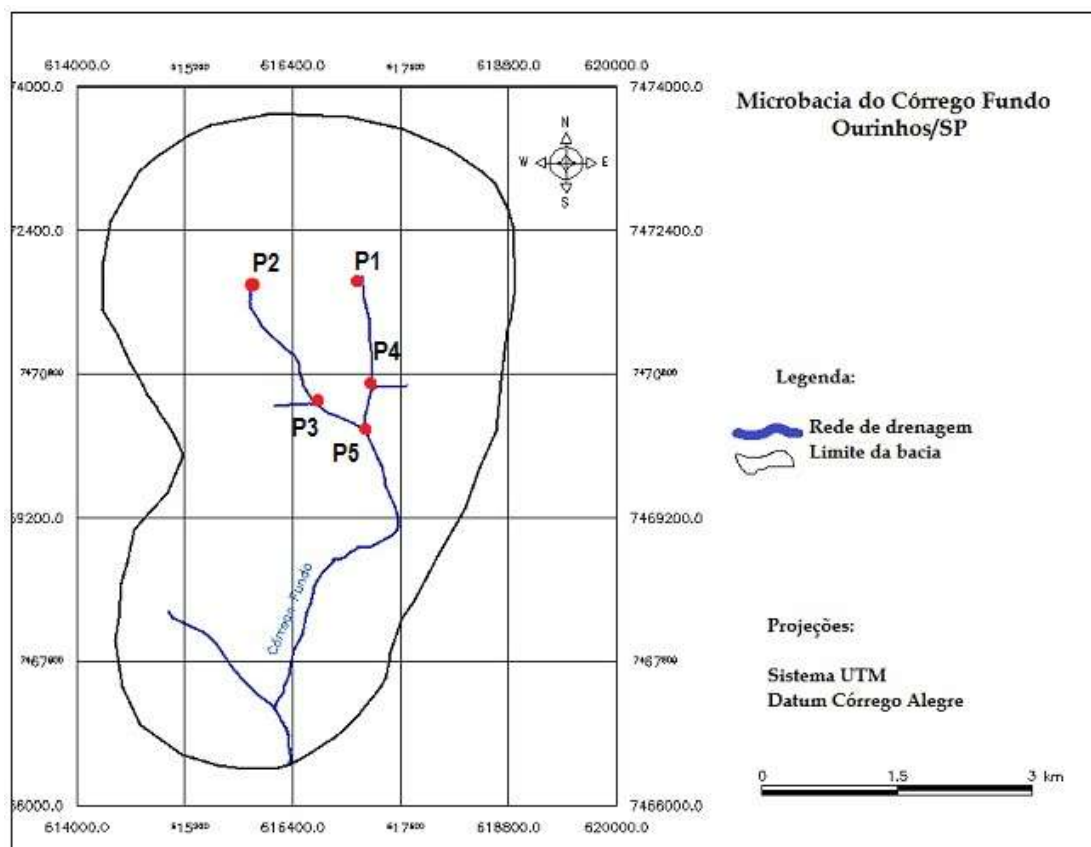


Figura 4 - Delimitação da microbacia do Córrego Fundo.

Os solos predominantes na região são os Latossolos Vermelhos, que são muito lixiviados e suscetíveis a erosão, com a presença predominante de culturas como cana-de-açúcar e soja. Devido ao nível de degradação ambiental, a bacia foi escolhida para a implantação do PEMBH I, após reunião realizada entre o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural em parceria com a CATI. A microbacia foi escolhida a partir dos seguintes critérios: Nível de degradação Ambiental, concentração de pequenos produtores, explorações predominantes, mananciais de abastecimento de água, receptividade por parte dos produtores, área da microbacia hidrográfica dentro ou próximo de Unidade de Conservação de uso Indireto e maior porcentagem de área de preservação permanente na MBH. O Plano da Microbacia do Córrego Fundo elaborado pela CATI elucidou os problemas da bacia no ano da implantação do programa em 2002. Os problemas ambientais priorizados na época estão dispostos no Quadro 6:

Quadro 6: Prioridades do PEMBH I de acordo com o Plano da Microbacia do Córrego Fundo (2002).

Prioridades	Causas	Atividades e ações
Estradas intransitáveis na época das águas	Água das propriedades marginais invadindo a estrada Traçado inadequado em parte da estrada.	- Capacitação dos produtores e operadores de máquina em conservação de estradas - Projeto técnico da adequação das estradas elaborado - Conservação de solo nas áreas adjacentes as estradas - Adequação de 4 km, de estrada - Adequação das demais estradas através de recursos da Prefeitura
Erosão	Conservação do solo inexistente ou inadequada.	- Capacitação dos produtores em conservação de solo - Elaboração dos PIP's (Projeto <i>Integral</i> de Propriedade) - Locação de linhas de nível - Plantio de espécies para adubação verde - Elaboração dos PEC's (Projeto de Empreendimento Comunitário) - Implantação de práticas mecânicas e incentivo ao uso do plantio direto - Máquinas e Equipamentos adquiridos (roçadeira, distribuidor de calcário, pulverizador, maquina de plantio direto e rolo faca) com incentivo ao manejo e conservação de solo e controle da poluição, com consequente benefício aos produtores
Assoreamento dos córregos	Ausência de mata ciliar. Água das estradas e das propriedades assoreando o córrego por transporte de terra. Conservação do solo inadequada.	- Capacitação dos produtores em Preservação Ambiental - Plantio de mudas de espécies nativas

Fonte: CATI, 2002.

Organizado por: SILVA, R.C.F.

Exatamente dez anos após a implantação do programa, ainda é possível observar os mesmos problemas na microbacia, entre eles estão o reflorestamento inadequado ao longo dos canais, o assoreamento e o predomínio dos cultivares de milho e cana-de-açúcar muito próximos aos canais. Devido à presença de uma usina de cana-de-açúcar na região, algumas propriedades arrendam terras para o seu cultivo em grande escala, e o uso predatório e o manejo inadequado do solo pode interferir na qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

O Córrego Fundo é uma das microbacias que estão inseridas na área de atuação do

PEMBHI, não só devido ao nível de degradação ambiental, mas a concentração de pequenos produtores e o uso predatório do solo. A bacia possui um total de 45 propriedades rurais e 43 proprietários, sendo que 37 (84,4%) são agricultores familiares (CATI, 2002). A região ainda preserva a característica de ter a maioria de seus agricultores residindo em suas propriedades rurais, fato esse que obriga o bairro a ter fornecimento de água para consumo humano suficiente para atender a grande demanda. A maioria das propriedades possui poços caipiras, e algumas ainda utilizam esta água para o abastecimento e consumo, apesar da presença de um poço artesiano perfurado para atender todas as propriedades, fato que ressalta a necessidade de monitoramento e preservação do manancial. Um dos fatores que motivou o estudo nesta microbacia é o fato de que a Bacia do Córrego Fundo foi a microbacia que alcançou a maior pontuação na área do município de Ourinhos a respeito do nível de degradação de acordo com os critérios do PEMBH I. Ainda no Plano da Microbacia, consta que:

O desmatamento foi realizado ao longo dos anos de maneira desenfreada e sem preocupação com o meio ambiente, a agricultura sem as práticas de conservação de solo, uma vez que a tecnologia usada na agricultura familiar é quase inexistente. Portanto tem-se a necessidade de fazer um trabalho de conscientização quanto à conservação e preservação ambiental. O assoreamento dos córregos é flagrante e a deterioração do meio ambiente tem que ser barrada para que a biodiversidade tenha condições de se restabelecer tanto através da preservação quanto do enriquecimento. A questão da conservação dos solos é fundamental, pois será o primeiro passo para se restabelecer um equilíbrio no meio e evitar o avanço dos processos erosivos, que está prejudicando a atividade econômica do Bairro Córrego Fundo (CATI, 2002).

O monitoramento da microbacia foi realizado a partir da coleta de amostras em pontos representativos ao longo do ano de 2012, sendo um ponto em cada uma das nascentes (Ponto 1 e Ponto 2), um ponto em cada um dos dois canais (Ponto 3 e Ponto 4) e um ponto após a sua confluência (Ponto 5). Os locais foram balizados pelo trabalho de Batista (2008) que monitorou padrões de qualidade da água da bacia no ano de 2008. A metodologia de ambos os estudos foi a mesma, respeitando as condições de coleta, amostragem e acondicionamento dispostas no Manual de Procedimentos de Amostragem e análise físico-química de água da EMBRAPA (2011). Foram escolhidos cinco pontos amostrais, os quais estão descritos no Quadro 5 abaixo:

Quadro 7: Descrição dos pontos amostrais na Bacia do Córrego Fundo, Ourinhos/SP.

Ponto	Localização	Situação atual
P1	Nascente do Córrego Fundo	Área parcialmente preservada, terreno muito íngreme, o que possibilita o carreamento de resíduos para o interior da nascente.
P2	Nascente do Ribeirão Fundo	Área parcialmente preservada com a vegetação nativa, porém há plantações de cana-de-açúcar e milho no entorno da nascente.
P3	Ponte após a nascente do Ribeirão Fundo	Área de pastagens e propriedades, não há vegetação nativa no local. A presença de vegetação no interior do córrego indica o grau avançado de assoreamento.
P4	Represamento após a nascente do CF	Praticamente não há vegetação nativa no entorno do represamento. Existem evidências da tentativa de um reflorestamento na área, porém as árvores foram plantadas distantes umas das outras, e ainda há presença de vegetação no interior do represamento, o que dificulta observar o corpo d'água.
P5	Confluência dos dois canais do córrego	É predominante a presença de “taboa” (<i>Typhadomingensis Pers.</i>), e a estrada que passa acima do ponto, propicia o carreamento de solo para o interior do córrego. A plantação de cana-de-açúcar e a área de pastagem estão muito próximas ao córrego.

Organizado por: SILVA, R.C.F

4. 1. 2 Microbacia do Córrego Chumbeadinha

A microbacia do Córrego Chumbeadinha situa-se na porção oeste de Ourinhos. Sua nascente está localizada na área urbana do município, nas coordenadas 22°58'14.30" S e 49°53'12.14" (BERGAMASCHI *et al.*, 2012). Ao todo foram escolhidos quatro pontos amostrais, sendo o primeiro na nascente (P1), o segundo ponto no primeiro represamento após a nascente (P2), o terceiro ponto no segundo represamento conhecido por Lago da Unimed (P3) e o quarto ponto no ladrão (P4), que segue o curso do córrego até desaguar no Rio Paranapanema. Da nascente a foz, o córrego tem aproximadamente 4,1Km de extensão, perpassando 1/4 dentro do perímetro urbanizado, sofrendo com a degradação ambiental

causada pelo não gerenciamento adequado dos corpos hídricos urbanos (BERGAMASCHI *et al.*, 2012).

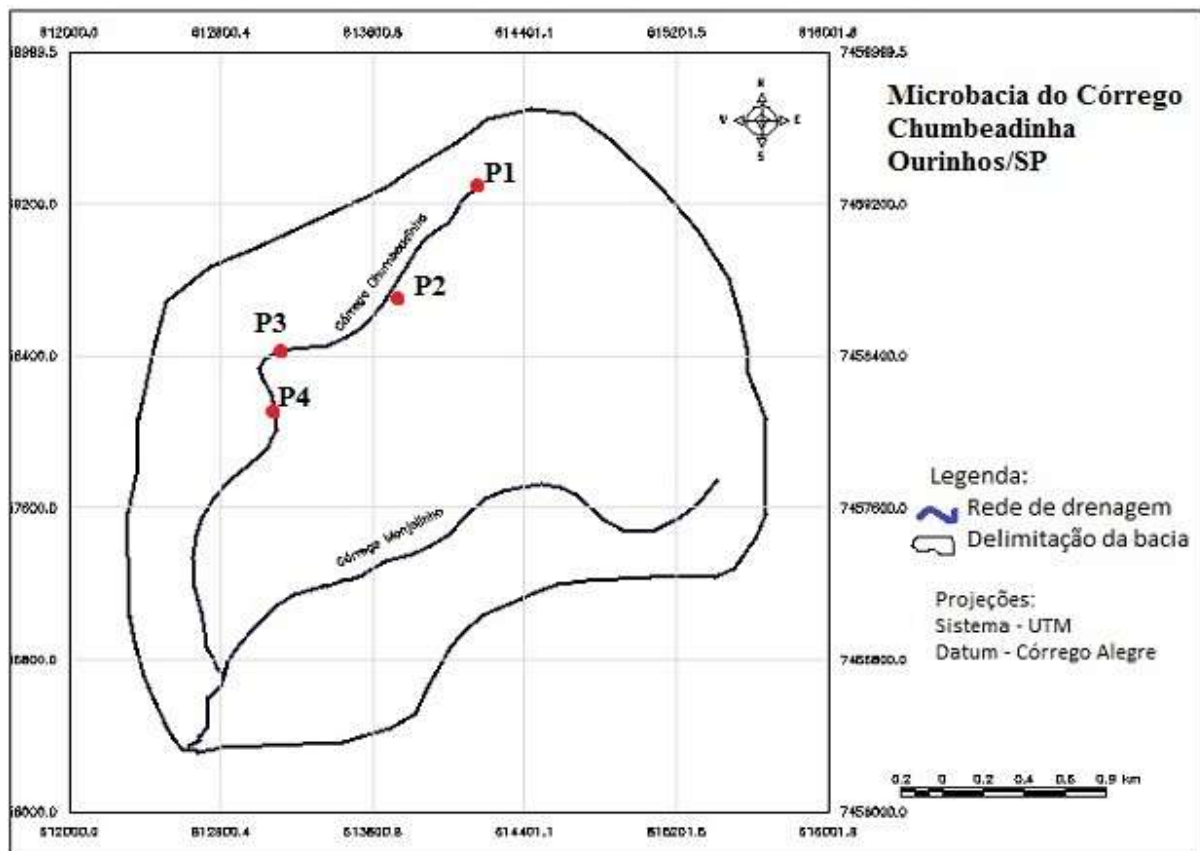


Figura 5 - Delimitação da microbacia do Córrego Chumbeadinha e Córrego Monjolinho.

Ao longo do canal existem dois represamentos, onde a presença de pescadores é comum, fato que contribui para a poluição das margens do córrego, uma vez que o lixo deixado pelos pescadores no local pode prejudicar a vida aquática e causar a poluição das águas, como ilustrado na Figura 5.



Figura 6 - Lixo deixado por pescadores nas margens do primeiro represamento (P2).

No segundo represamento (P3), em uma das margens, a área está sendo preparada para a construção de um novo loteamento (Figura 6), deixando o solo desprotegido pela vegetação, esse fator pode acelerar o transporte de solo para o lago, provocando o assoreamento do canal.



Figura 7 - Pontos amostrais e principais empreendimentos próximos ao córrego.

Quadro 8: Descrição dos pontos amostrais na Bacia do Córrego Chumbeadinha, Ourinhos/SP.

Ponto	Localização	Situação atual
P1	Nascente do Córrego Chumbeadinha	Área preservada seguindo os padrões mínimos exigidos pela Lei 12.651/12, terreno levemente íngreme, e há presença de uma fábrica de tijolos á 50 metros.
P2	Primeiro represamento	Esse represamento ocorre a cerca de 400 m da nascente. Segundo Bergamaschi (2009, p.65), ao lado desse ponto, existe um condomínio fechado e um bairro localizado a montante da nascente, e despeja suas águas pluviais diretamente no primeiro lago formado pelo Córrego Chumbeadinha.
P3	Segundo represamento	No 2º represamento, praticamente não há presença de mata nativa. Um novo loteamento está sendo preparado ao lado do lago, deixando o solo desprotegido e contribuindo para o assoreamento do córrego. A presença de pescadores é comum, e o lixo deixado por pescadores no local (Figura 5).
P4	Ladrão	A partir desse ponto, as águas do córrego correm para o rio Paranapanema. O terreno é muito íngreme devido à construção da barragem do P3 e o mau cheiro das águas é comum.

Organizado por: SILVA, R.C.F

4. 1. 3 Microbacia do Córrego Furninha

A microbacia do Córrego Furninha (Figura 7) está localizada na interface entre a área rural e a área urbana do município, na porção noroeste de Ourinhos. Devido a sua localização, a microbacia apresenta diversas fontes potencialmente poluidoras, como o Aterro Sanitário localizado a 600 m de sua nascente e um Parque Industrial a uma distância de 1.100 m e o uso ocasional de pastagens em seu entorno. Uma de suas nascentes que é nosso objeto de estudo está localizada nas coordenadas 22°57'48.54"S e 49°05'19.98"O. Poucos metros após sua nascente suas águas são represadas em uma pequena lagoa e posteriormente as águas descem sentido a Rodovia Transbrasiliana (BR), onde são previamente canalizadas, continuando seu curso abaixo e então dando origem a Lagoa Furninha. Depois as águas da lagoa irão ao encontro do Rio Pardo (LONGO JR, 2011). A qualidade das águas da microbacia foi

monitorada durante os anos de 2010-2011 e novamente no ano de 2013.

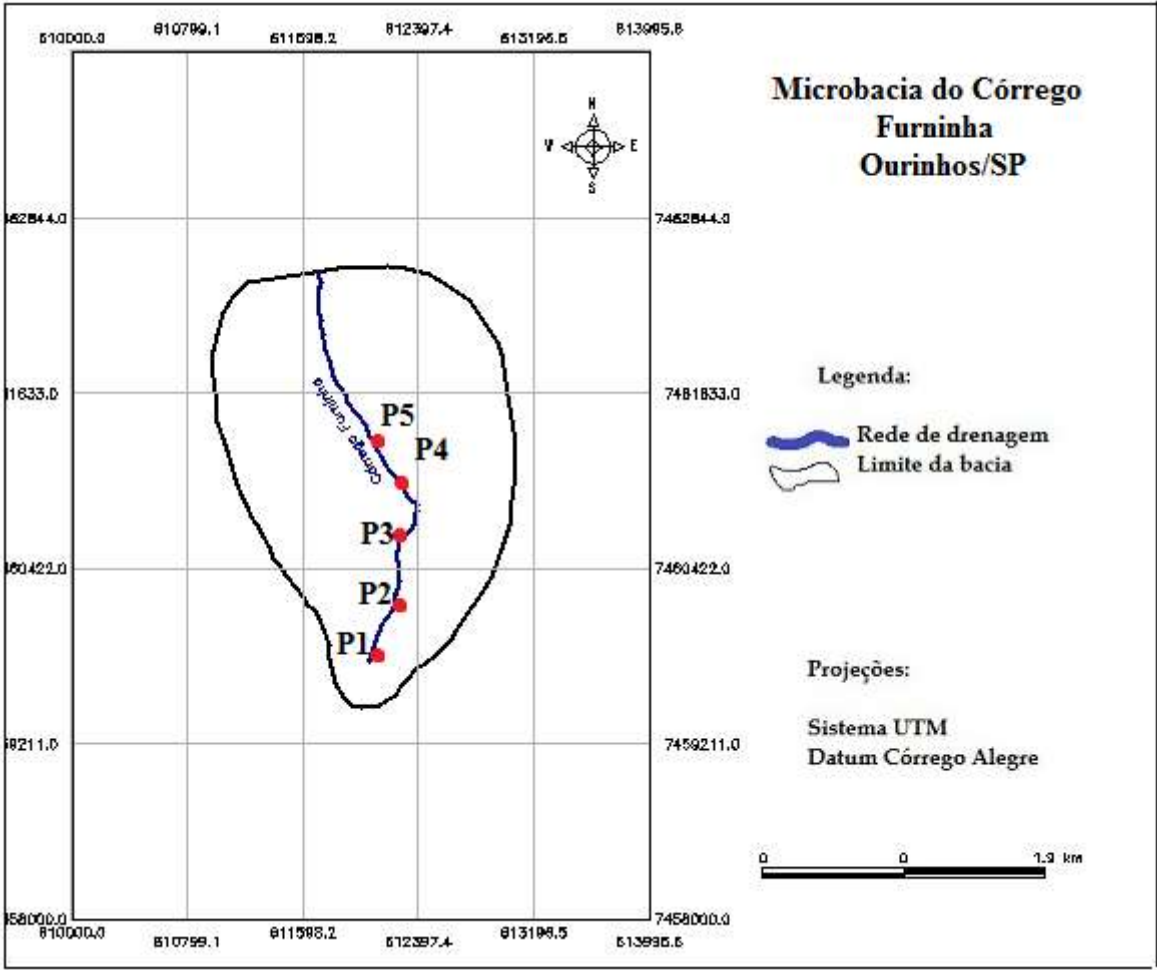


Figura 8: Delimitação da microbacia do Córrego Furninha

Quadro 9: Descrição dos pontos amostrais na Bacia do Córrego Furninha, Ourinhos/SP.

Ponto	Localização	Situação atual
P1	Nascente do Córrego Furninha	Área com vegetação rasteira e pastagens em seu entorno. Praticamente não há vegetação nativa preservada, e frequentemente cavalos e bois pastam no local, pisoteiam a nascente e defecam na nascente, aumentando potencialmente a quantidade de matéria orgânica.
P2	Após a canalização da BR	A Jusante da nascente, após a água percorrer 500 metros, ela passa abaixo de uma pavimentação urbana (BR), com canaletas direcionado suas águas pluviais para o mesmo curso (LONGO JR, 2011).
P3	Canal após o P2	Prosseguindo pelo curso da água tem-se a presença de uma construção em plena margem do córrego. O posseiro da região altera o meio natural promovendo agricultura familiar, utiliza a água para irrigação, consumo próprio, higiene pessoal e alimentando animais silvestres (LONGO JR, 2011).
P4	Represamento artificial	A Lagoa Furninha é usada pela população para atividades de pesca e recreação. No entorno da lagoa há uma plantação de Eucaliptos, portanto toda a mata nativa foi praticamente removida.
P5	Ponte após o represamento	Após o represamento, a água segue em direção ao rio Pardo, percorrendo cerca de 1200 metros. Da nascente até sua foz a água percorre um caminho de aproximadamente, 2500 metros (LONGO JR, 2011). É predominante a presença de “taboa” (<i>Typhadomingensis Pers.</i>), e a estrada que passa acima do ponto e o terreno íngreme, propicia o carreamento de solo para o interior do córrego.

Organizado por: SILVA, R.C.F

Ao longo da área do córrego, a mata nativa foi removida para o plantio de eucaliptos. Apesar de parte de o córrego passar na interface rural, a falta de preocupação na preservação da nascente é nítida, talvez por falta de orientação ao proprietário da região. Não há mata nativa na nascente do córrego, onde por lei, deveria haver o mínimo de preservação.

A microbacia do Córrego Furninha não participa de nenhum programa do governo de apoio a agricultura familiar ou de recuperação de bacias.

4.2 Características da pluviosidade no município de Ourinhos

O município de Ourinhos está localizado na bacia hidrográfica do Médio Paranapanema. Três rios da bacia do Paranapanema passam pelo município, esses rios são o Rio Paranapanema, Rio Pardo e Rio Turvo. A hidrografia do município pode proporcionar um aumento na umidade relativa e no índice pluviométrico. Ourinhos localiza-se próxima ao trópico de Capricórnio e apresenta um clima tropical úmido (classificação de Köeppen), caracterizado por inverno seco, onde o mês mais frio tem temperatura média maior que 18,0°C (CNPQ, 2011).

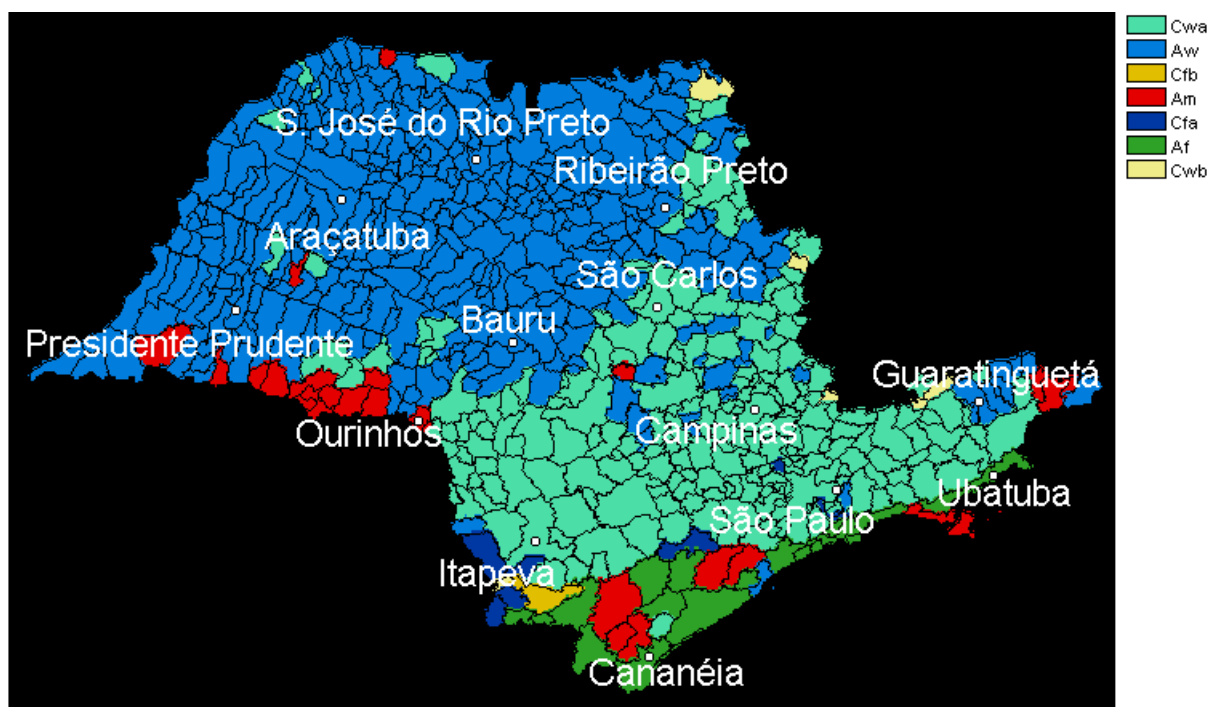


Figura 9: Classificação Climática de Köeppen do Estado de São Paulo.

Fonte: Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI, 2011).

Segundo Batista (2008), a região de Ourinhos enquadra-se no grupo dos climas controlados pelas massas de ar tropical e polar em permanente interação. O regime pluviométrico da região é marcado pela combinação de sistemas frontais e complexos convectivos de mesoescala no período que começa na primavera, e segue aproximadamente até o final do verão.

As séries pluviométricas do município permitem analisar a precipitação média anual em um período dos últimos dez anos, que compreendem os anos de 2002 a 2012 (Figura 9). A média da precipitação anual nesse período chegou a 1.329,23 mm/ano.

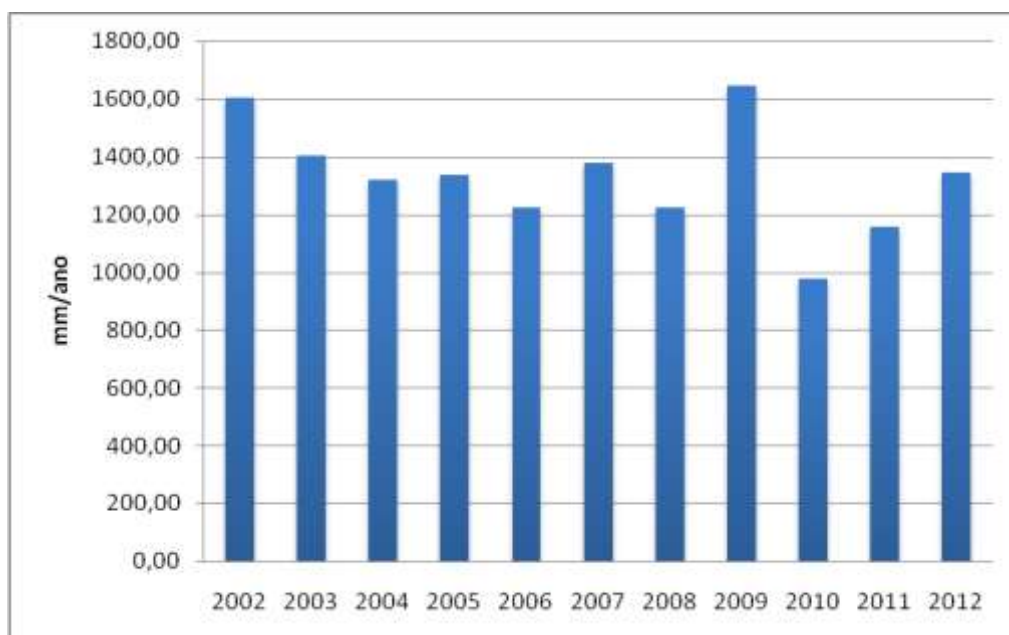


Figura 10: Precipitação total anual

Fonte: Ciiagro

Organizado por: SILVA, R. C. F.

A Figura 9 permite analisar que, desde o início das coletas nas três microbacias estudadas, o ano de 2009 foi o ano com maior pluviosidade no município, enquanto o ano de 2010 foi o ano mais crítico quanto á precipitação anual total, pois em 2009 a precipitação total chegou a superar os 1.600 mm, enquanto no ano de 2010 a precipitação anual total não ultrapassou os 1.000 mm, bem abaixo da média dos dez anos analisados.

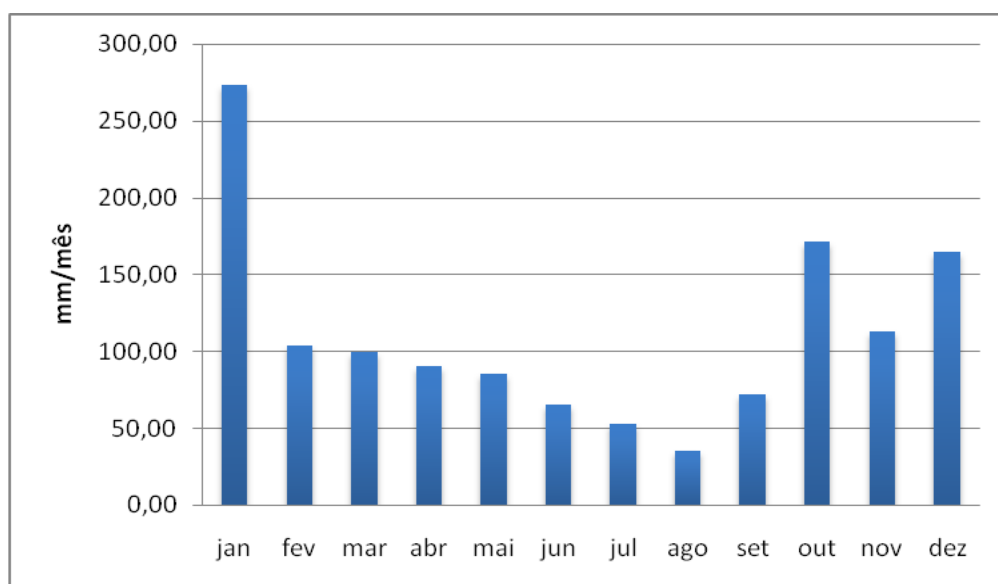


Figura 11: Precipitação média mensal 10 anos

Fonte: Ciiagro

Organizado por: SILVA, R. C. F.

A precipitação média por mês nos últimos dez anos mostra que o mês de agosto é o

mais crítico em relação aos outros meses, a precipitação média é inferior a 50 mm/mês, enquanto no mês de janeiro, a precipitação ultrapassa os 250 mm/mês no período analisado.

O município de Ourinhos tem como principal característica, o verão marcado por médias da precipitação altas, como se pode observar na Figura 10 onde nos meses de outubro a março, as médias na precipitação são sempre iguais ou superiores a 100 mm/mês, podendo chegar a superar 250 mm/mês. Já o período seco, compreende os meses de abril a setembro, as médias da precipitação não ultrapassam os 100 mm/mês.

4.3 Monitoramento das microbacias

O monitoramento das microbacias foi realizado a partir da coleta de amostras em pontos representativos em cada um dos córregos, semelhante aos pontos de amostragem realizados por Batista (2008), Bergamaschi (2010) e Longo Júnior (2011). Foram determinados períodos de maior interferência antrópica na qualidade dessas águas para conferência de alguns dos padrões de qualidade preconizados pela CETESB (2010), como oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (Ph), condutividade elétrica (CE), temperatura, turbidez e metais pesados como amônia, alumínio, cromo, zinco e nitrato.

A temperatura do ar, da água e a condutividade elétrica foram medidas com o condutivímetro da marca MARTE, modelo MB – 11p com o software versão 6.2, anota-se e repete-se a medição e vezes. O pH foi medido com o aparelho da marca CRISON, modelo PH25, onde os resultados são apresentados em uma amplitude de 0 a 14, anotou-se e repetiu-se a medição 3 vezes. O oxigênio dissolvido foi analisado com o aparelho CRISON, modelo OXI45. Para a aferição da presença de metais pesados, foi usada a metodologia da espectrofotometria UV-visível para medir a concentração de alumínio, cromo, nitrato, zinco e amônia.

4.3.1 Diagnóstico da Situação dos Recursos Hídricos Por Microbacia.

O diagnóstico da situação da qualidade da água nas microbacias analisadas foi avaliado a partir dos parâmetros usados na metodologia da Fundação SOS Mata Atlântica, dentro do canal Rede das Águas. Os resultados contribuíram para o programa chamado “Observando os Rios”, um programa de educação ambiental e mobilização para gestão em recursos hídricos, desenvolvido pela Fundação SOS Mata Atlântica, onde o objetivo é:

Capacitar cidadãos, usuários de água, sociedade civil organizada, educadores, estudantes e gestores do setor público para a gestão integrada da água, implementada no país a partir da Lei 9.433/97 e promover o uso sustentável por meio do desenvolvimento de ações locais replicáveis, em bacias e regiões hidrográficas Brasileiras.

Segundo Longo Júnior (2011), A metodologia desenvolvida especialmente por Samuel Murgel Branco para a Fundação SOS Mata Atlântica, vem sendo aplicada desde a instituição do Núcleo União Pró-Tietê, em 1991, como uma ferramenta de engajamento da sociedade paulista a campanha em prol da despoluição do Rio Tietê. Ao longo dos anos foi aperfeiçoada e ampliada para ser aplicada em diversos rios e bacias hidrográficas Brasileiras, por meio da formação de grupos de monitoramento da qualidade da água. O programa segue um dos preceitos básicos da Agenda 21, onde “a participação dos cidadãos é pré-requisito fundamental para alcançar o desenvolvimento sustentável”.

Os parâmetros analisados pelo programa são: Transparência da água; Espumas; Lixo flutuante ou acúmulo nas margens; Cheiro; Material sedimentável; Peixes; Larvas e vermes vermelhos; Larvas e vermes transparentes ou escuros, conchas; Coliformes; Oxigênio dissolvido; Demanda bioquímica de oxigênio; pH; Nitrato e Fósforo. Na impossibilidade de medir alguns parâmetros (por exemplo: peixes, larvas e vermes), efetue a seguinte conta: Divida o número de pontos obtidos (27) pelo número de pontos medidos (11). Exemplo: 27 pontos / 11 parâmetros = 2,45. Em seguida multiplique o resultado por 14 (o nº total de parâmetros) $2,45 \times 14 = 34,3$ e confira na tabela. O resultado para este exemplo é **qualidade Aceitável** (Guia de Avaliação – Observando os Rios, 2013).

Tabela 4: Pontuação de acordo com o índice de qualidade da água, de acordo com os 14 parâmetros observados.

Pontuação	Nota Final
Entre 14 e 20 pontos	Péssima
Entre 21 e 26 pontos	Ruim
Entre 27 e 35 pontos	Aceitável
Entre 36 e 40 pontos	Boa
Acima de 40 pontos	Ótima

Fonte: Guia de Avaliação da Qualidade da Água – Observando os Rios
Organizado por: SILVA, R. C. F.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise integrada dos pontos amostrais da Microbacia do Córrego Fundo

Os resultados obtidos nas análises da microbacia do Córrego Fundo se referem ao período de abril a julho de 2008; e abril a julho de 2012. Ao todo foram realizadas nove visitas a campo no ano de 2012, e os resultados foram agrupados por mês (média aritmética)

de acordo com as Figuras 12 a 15 apresentadas a seguir.

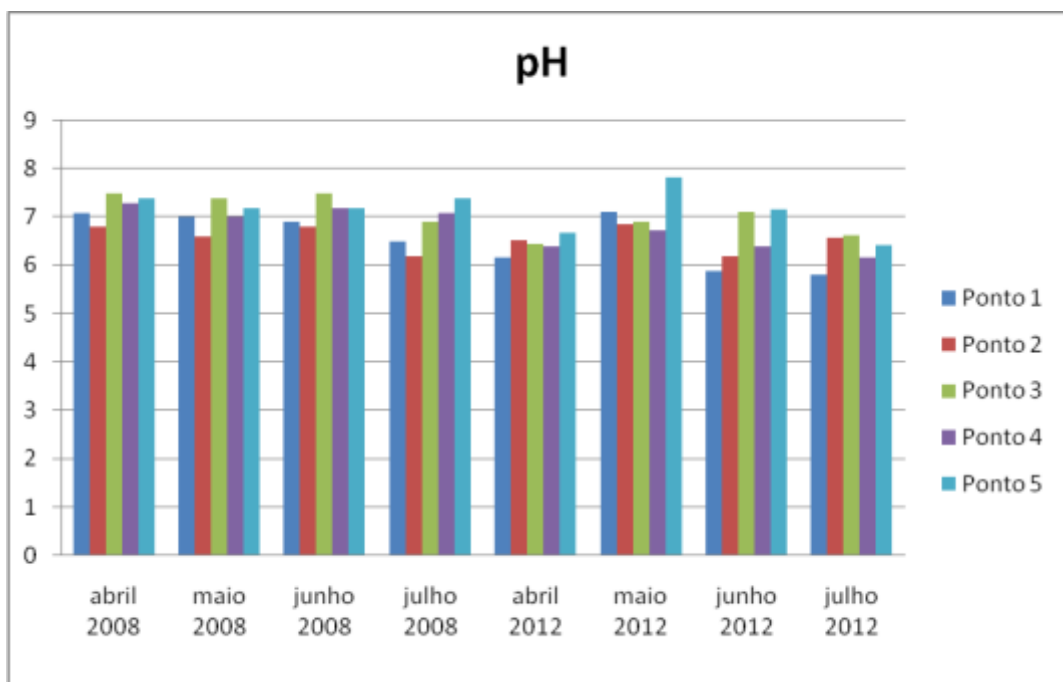


Figura 12: Valores de pH da água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.

O pH variou pouco em função da sazonalidade. Os valores de todos os pontos variaram próximos a neutralidade, sendo que os menores valores estão no P1 (nascente 1) que chegaram a 5,82 e o maior valor foi constatado no P5 (à jusante) chegando a 7,16. Embora os valores chegassem próximos à neutralidade, o ideal para a vida aquática e para o consumo humano varia entre 6 e 9,5. Portanto a tendência é que os pontos apresentem uma tendência levemente ácida. Não houve variação significativa entre os anos de 2008 e 2012.

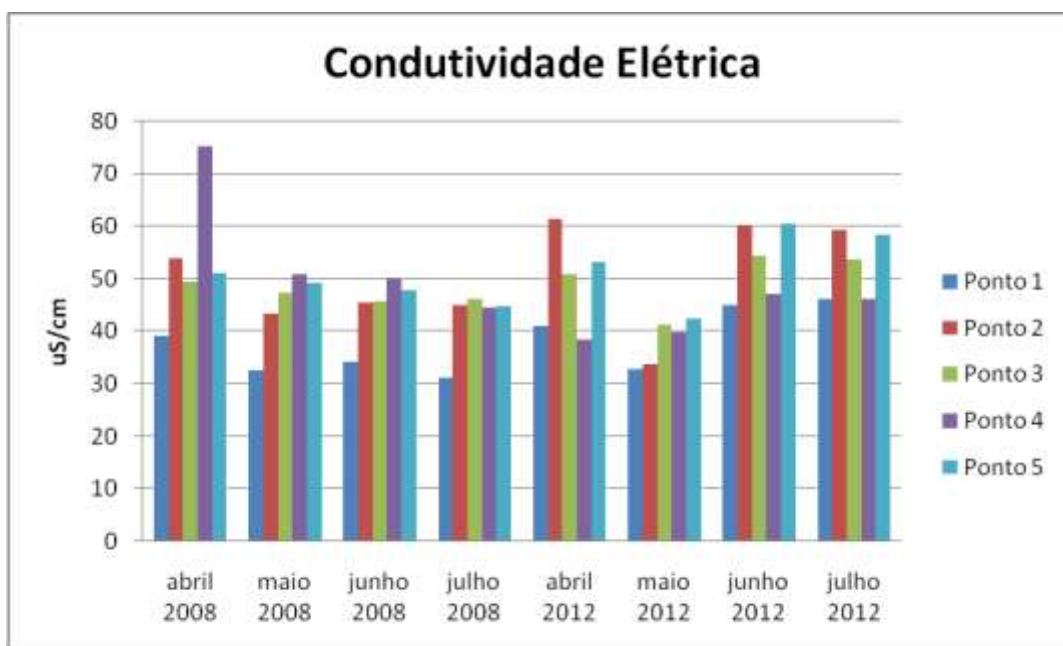


Figura 13: Condutividade elétrica da água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.

Para a condutividade elétrica não foi estabelecido um parâmetro na legislação, porém em sua maior concentração por ser indicativo do grau de salinização ou grau de minerais dissolvidos na água (EMBRAPA, 2011). Os valores aumentaram gradativamente entre 2008 a 2012 conforme observado (Figura 13). No P4 a condutividade elétrica apresentou um valor discrepante em abril de 2008, porém foi um evento isolado, que pode estar associado à concentração de sais na água ou mesmo despejo de alguma substância no manancial. Os pontos P2 (nascente 2) P3 e P5, apresentaram os maiores valores em 2012. A hipótese é que nesses pontos houve o carreamento de fertilizantes para o córrego, devido ao plantio de cana-de-açúcar e milho no entorno da bacia.

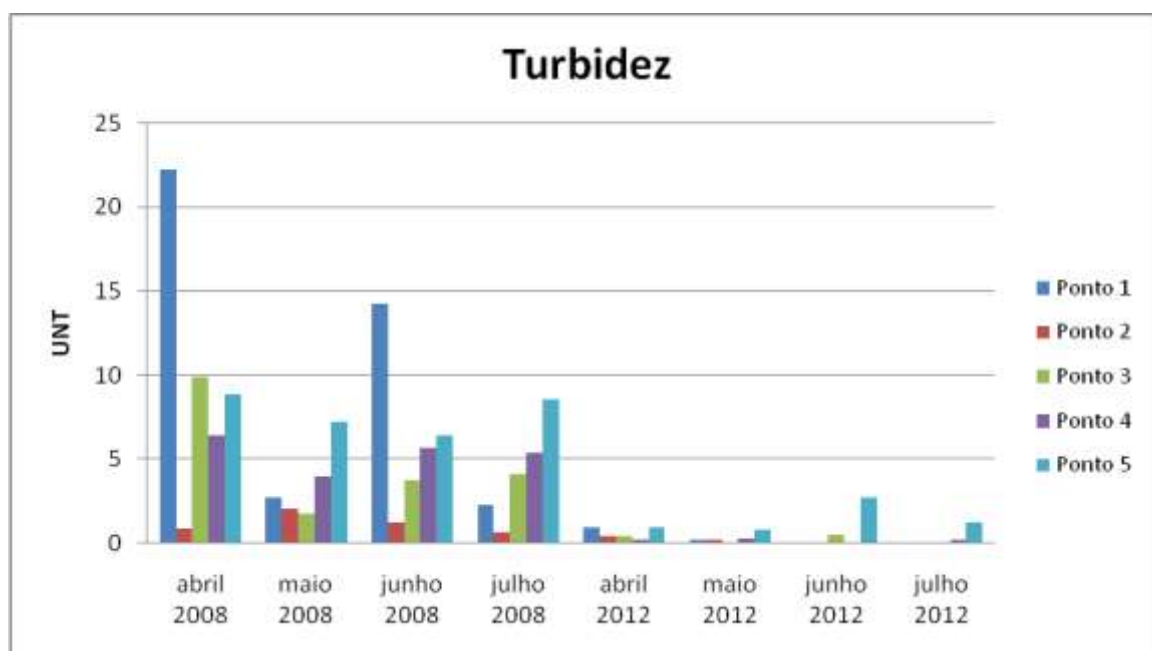


Figura 14: Turbidez da água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.

A turbidez apresentou uma variação positiva, entre 2008 e 2012. Seus valores diminuíram gradativamente, apresentando valores muito próximos de 0 UNT no período mais seco. Em períodos chuvosos, a tendência da turbidez é aumentar, devido à lixiviação e o transporte de partículas do solo para as margens dos cursos d'água, entretanto. Conforme foi constatado em campo, a diminuição dos valores de turbidez pode estar associado ao reflorestamento recente realizado nos pontos 3 e 4 do córrego, onde se formam dois represamentos artificiais.

Uma vez que os valores aceitáveis para consumo humano, de acordo com a legislação vigente (CETESB, 2005), são de até 5 UNT e, para a organismos aquáticos, considerando um manancial de água doce classe 2 são de até 100 UNT, não há maiores problemas na bacia durante o período estudado. Entretanto, para uma caracterização mais fidedigna quanto à turbidez na Bacia do Córrego Fundo recomenda-se que o monitoramento seja feito de maneira contínua, em todos os períodos do ano, de modo que eventos críticos possam ser mensurados. Entende-se como eventos críticos chuvas intensas que, possivelmente, carregariam material particulado para a drenagem, uma vez que a cobertura vegetal na Área de Preservação Permanente (APP) é pequena e não obedece a legislação (BRASIL, 2012).

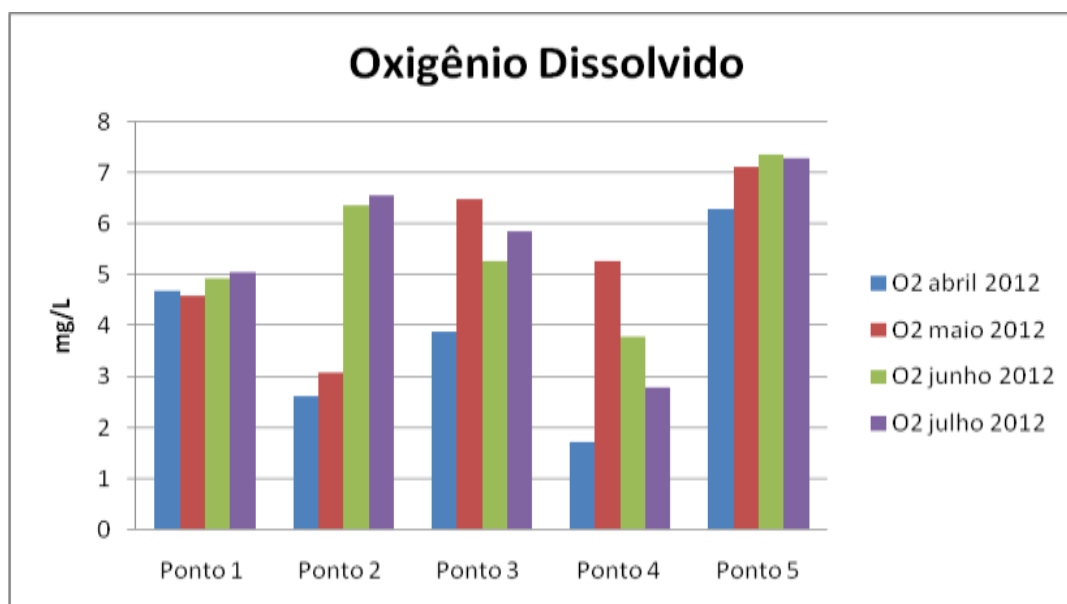


Figura 15: Oxigênio dissolvido na água na microbacia do Córrego Fundo no período de abril a julho de 2008 e abril a julho de 2012.

O oxigênio dissolvido foi realizado como análise complementar, já que os estudos de Batista (2008) não contemplaram tal parâmetro. Conforme observado na Figura 15, os pontos P2 (nascente) e P4 (represamento após a nascente) apresentaram uma variação atípica do nível de oxigênio dissolvido. No caso de nascentes é de se esperar valores mais baixos de oxigênio já que as águas não estavam em contato com a atmosfera. Entretanto as diferenças entre os valores das duas nascentes (P1 e P2) demonstra que as razões podem ser outras. Outra hipótese levantada é de que fertilizantes usados no solo após serem convertidos em substâncias como o nitrato (NO_3) e transportados para as lagoas e represamentos, alteraram principalmente a quantidade de oxigênio dissolvido pelo crescimento excessivo de plantas que consumirão esse oxigênio, levando a processos de degradação como a eutrofização.

Já a alteração atípica dos padrões de oxigênio dissolvido no P4 em relação ao P1 (nascente do curso) denotam que o corpo d'água sofre alterações ao longo do seu curso (SILVA, *et al*, 2012). Os plantios de cana de açúcar no entorno do represamento, aliado a falta de práticas adequadas de conservação do solo e ausência de uma vegetação ciliar exuberante, seguindo minimamente os padrões estabelecidos pelo Código Florestal - Lei Nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012) contribuem para o carreamento de fertilizantes e sedimentos a represa, favorecendo o crescimento de plantas aquáticas que consomem o oxigênio causando a perda da qualidade da água. A presença de macrófitas na lagoa formada pelo represamento foi verificada em campo. Segundo Resende (2002, p.14), em casos mais extremos o nitrato (principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agropecuárias) pode ser prejudicial aos animais e à saúde humana em quantidades elevadas nos corpos hídricos, aumentando o risco de impactos ambientais devido a essas atividades.

5.1.1 Análise estatística dos dados do Córrego Fundo

Os trabalhos de campo foram realizados no Córrego Fundo no período de abril a julho do ano de 2008, e abril a julho do ano de 2012. A análise estatística permite avaliar pontualmente a média, desvio padrão e coeficiente de variação das amostras. As médias por ponto foram calculadas a partir dos dados dos dois períodos analisados.

Ao observar a Tabela 5, pode-se notar que as médias de todos os pontos nos trabalhos de campo, se mantiveram nos limites estabelecidos pela legislação, exceto pelo P4, onde uma alteração atípica nos níveis de oxigênio dissolvido, que registraram média total de 3,26 mg/L, abaixo dos 5 mg/L permitidos tanto para consumo humano, como para a vida aquática.

Tabela 5: Estatística descritiva dos parâmetros analisados na microbacia do Córrego Fundo

1° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	24,50	0,02	0,37	21	22
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,83	0,04	0,20	4,5	5,1
Condutividade elétrica (μ/cm)	40,54	0,14	5,56	32,89	48,11
pH	6,52	0,92	0,80	5,16	7,9
Turbidez (unt)	0,30	1,52	0,46	0	0,97
2° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	21,74	0,04	0,79	21	23
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,04	0,37	1,86	2,2	6,7
Condutividade elétrica (μ/cm)	52,49	0,21	11,02	33,43	61,5
pH	6,64	0,05	0,34	6,15	7,2
Turbidez (unt)	0,16	1,23	0,19	0	0,41
3° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	20,76	0,12	2,42	18	24,1
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,3	0,19	1,01	3,8	7,2
Condutividade elétrica (μ/cm)	50,34	0,10	4,90	40,99	54,58
pH	6,88	0,05	0,33	6,4	7,5
Turbidez (unt)	0,245	1,00	0,25	0	0,48
4° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	20	0,12	2,36	17	22,6
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,26	0,39	1,26	1,7	5,3
Condutividade elétrica (μ/cm)	41,85	0,12	4,89	30,48	47,07
pH	6,69	0,10	0,65	6,04	8,6
Turbidez (unt)	0,18	0,50	0,09	0,05	0,26
5° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	19,02	0,10	1,87	17	22
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,02	0,06	0,41	6,3	7,6
Condutividade elétrica (μ/cm)	53,87	0,12	6,53	42,22	61,17
pH	7,08	0,08	0,55	6	8,1
Turbidez (unt)	1,44	0,60	0,87	0,84	2,71

5.2 Análise integrada dos pontos amostrais da Microbacia do Córrego Chumbeadinha

Para realizar as análises no Córrego Chumbeadinha, foram adotados os mesmos procedimentos aplicados na Bacia do Córrego Fundo. Os resultados analisados se referem ao período de setembro 2009 a janeiro de 2010 obtidos por Bergamaschi (2010); e setembro 2012 a janeiro de 2013 observados nesse estudo. Ao todo foram realizadas 09 visitas a campo no ano de 2012. Os pontos de amostragem apresentam características diferentes devido ao uso e ocupação do solo. No P1 (nascente) a presença de mata ciliar obedece aos padrões mínimos regidos pelo Código Florestal - Lei nº 12.727 (BRASIL, 2012).

Apesar de o local ser uma área de preservação permanente, a nascente divide espaço com uma construtora que a 50 metros da nascente fabrica tijolos. O P2 apresenta características de assoreamento devido à presença de vegetação no interior do lago, e ainda há a hipótese de descarte inadequado de efluentes domésticos no córrego, oriundo de um condomínio. No P3 há indícios de eutrofização possivelmente com presença de bactérias cianofíceas (algas azuis), que quando presentes em águas doces podem ser capazes de produzir toxinas, nesse processo a oferta de nutrientes é fundamental tanto para o crescimento quanto para a produção de cianotoxinas (SIQUEIRA e OLIVEIRA, 2008). O P4 apresentava características da qualidade da água semelhantes ao P3, exceto pela ausência de cianobactérias. Os resultados foram agrupados por mês (média aritmética) de acordo com as Figuras 16 a 19 apresentadas a seguir.

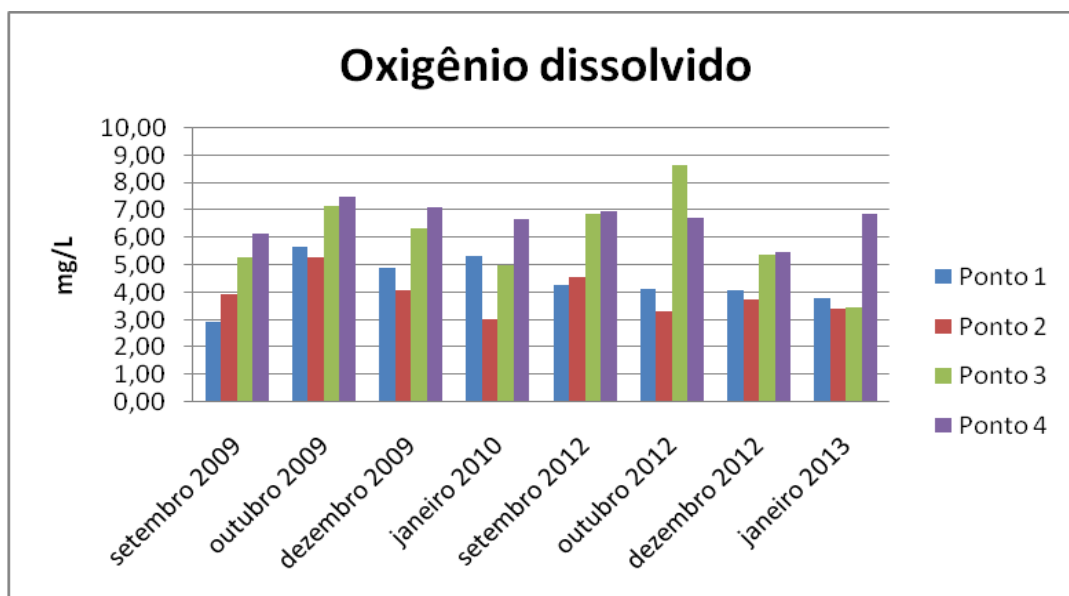


Figura 16: Oxigênio dissolvido na água na microbacia do Córrego Chumbeadinha no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.

As taxas de oxigênio dissolvido variaram entre 2,95 mg/L no P1 em setembro de 2009, a 8,63 no P3 em outubro de 2012. Essa diferença está associada aos períodos de fotossíntese da vegetação presente ao longo do curso d'água e das bactérias cianofíceas presentes no P3 (lago).

A fotossíntese do fitoplâncton é a principal fonte de oxigênio dissolvido na água de lagos, rios e mares. Durante o dia, o fitoplâncton remove o gás carbônico da água e produz oxigênio mais rapidamente que o oxigênio que é consumido pela respiração dos organismos vivos, essa variação dos níveis de oxigênio dissolvido ocorre durante o dia atingindo o nível máximo durante a tarde (EMBRAPA, 2000). Os pontos que recebem maior incidência da luz solar são o P3 e o P4, e, portanto esses pontos atingiram os maiores valores de oxigênio dissolvido durante o período estudado.

Em relação ao P1, há a presença de vida aquática. Entretanto o IQA (Índice de Qualidade da Água) adotado a partir de 1975 pela CETESB, indica que o valor ideal de oxigênio dissolvido para a manutenção de ecossistemas aquáticos deve ser maior que 5 mg/L. No entanto, nos pontos P1 e P2, os níveis de oxigênio dissolvido mínimos variam entre 2,95 mg/L e 3,01 mg/L respectivamente. Algumas espécies de organismos aquáticos podem suportar valores baixos de oxigênio dissolvido que chegam a 2,00 mg/L. Porém as baixas concentrações de oxigênio dissolvido tornam esses organismos estressados e suscetíveis a doenças (EMBRAPA, 2000). No caso, por ser uma nascente e as coletas feitas próximas ao olho d'água, valores mais baixos de oxigênio em relação aos outros pontos já eram esperados.

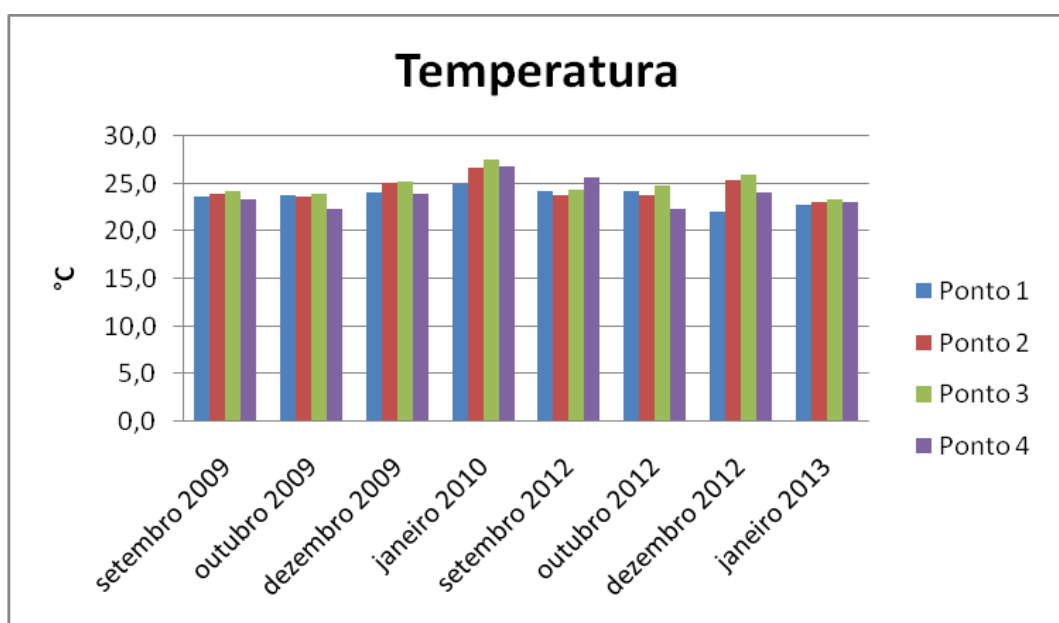


Figura 17: Temperatura da água na microbacia do Córrego Chumbeadinha no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.

A temperatura das amostras apresentou-se adequada para o crescimento de animais aquáticos e vegetais, porém os pontos P2 o P3 apresentaram tendência de elevação da temperatura em relação aos outros pontos. É adequado que a temperatura da água se mantenha à 25°C, uma vez que há presença de espécies aquáticas em ambos os pontos (CETESB, 2005).

Em relação às temperaturas de janeiro de 2010 houve uma redução na média de temperaturas em janeiro de 2013, as temperaturas mais elevadas no segundo período das coletas ocorreram em dezembro de 2012, com um padrão parecido com o de janeiro de 2010.

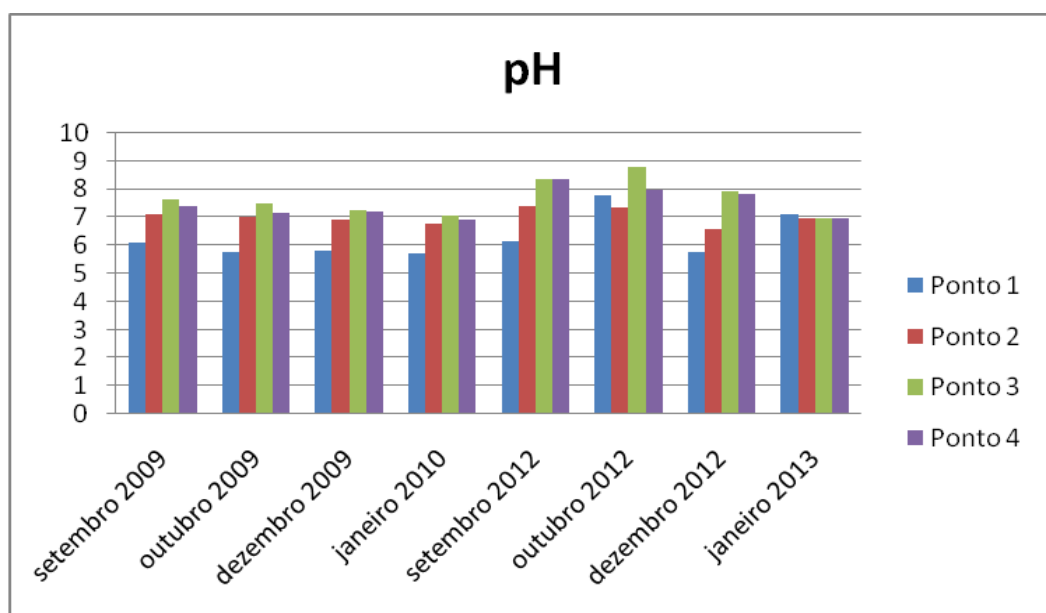


Figura 18: pH da água na microbacia do Córrego Chumbeadinha no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.

Quanto ao pH, houve o aumento da alcalinidade entre 2012 e 2013, principalmente nos pontos P3 e P4. A elevação do pH está associada ao processo de fotossíntese das plantas, pois durante o dia o pH varia em função da remoção do dióxido de carbono (que reage com a água produzindo o íon hidrogênio – ácido) pelo processo de fotossíntese, causando a elevação do pH. Esses altos valores de pH na superfície durante à tarde, são prejudiciais aos animais aquáticos (EMBRAPA, 2000).

Embora sua faixa ideal seja de 6 a 9, tanto para a sobrevivência de organismos aquáticos como para o consumo humano, de acordo com a legislação vigente (Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde), a nascente (P1) apresentou variações menores que 6, sendo a menos 5,79, tornando a água mais ácida e inadequada para os ecossistemas aquáticos. Existe também a presença de restos de material de construção no fundo do segundo lago, submersos na formação do espelho d'água.

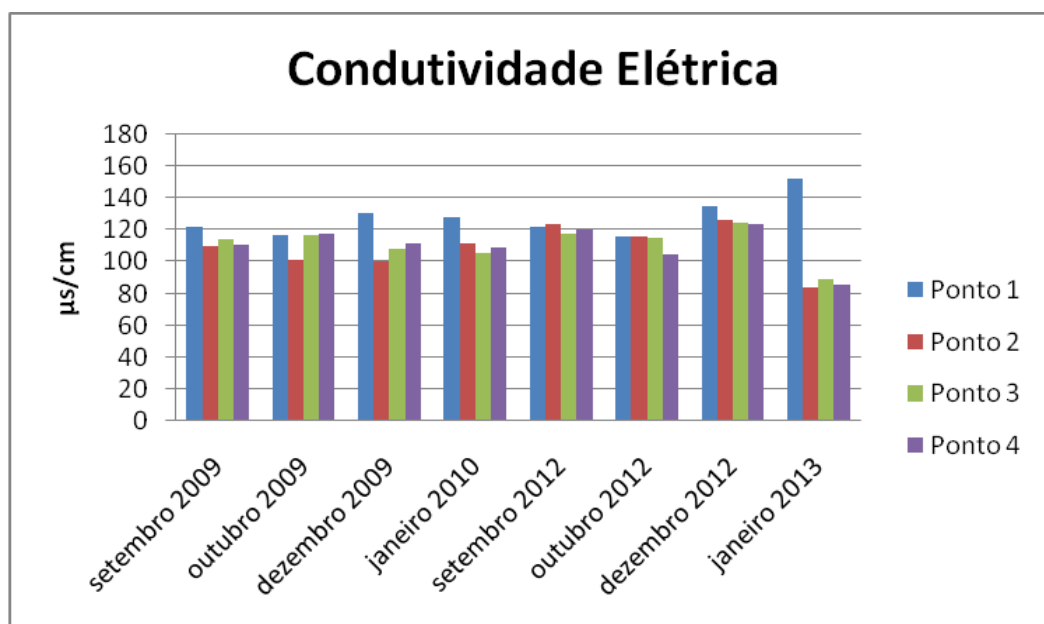


Figura 19: Condutividade Elétrica na água na microbacia do Córrego Chumbeadinha no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.

A condutividade elétrica apresentou o valor mínimo de 83,52 $\mu\text{s/cm}$ no P2 e o valor máximo 135,29 $\mu\text{s/cm}$ no P1. Embora não exista um padrão na legislação para determinar a tolerância máxima de condutividade elétrica para os ecossistemas aquáticos, alguns autores como Pinto (2008), que afirma que os valores ideais da condutividade elétrica de um rio de classe II, variam de 75 a 100 $\mu\text{s/cm}$.

A condutividade elétrica depende das concentrações iônicas e da temperatura, para indicar a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{s/cm}$ indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

As altas concentrações de condutividade elétrica ao longo do córrego, podem estar associadas ao descarte inadequado de efluentes domésticos na bacia, bem como a pluviosidade do período estudado. Portanto recomenda-se o monitoramento constante.

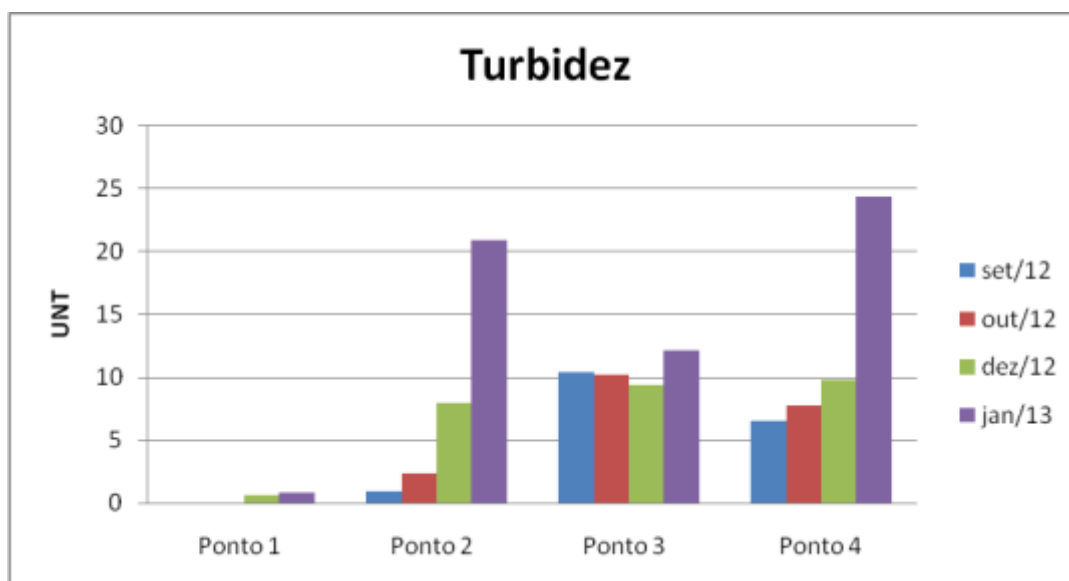


Figura 20: Turbidez na água na microbacia do Córrego Chumbeadinha no período de setembro 2009 a janeiro de 2010 e setembro 2012 a janeiro de 2013.

A turbidez apresentou valores discrepantes nos pontos P2 e P4, devido ao período de chuvas no mês de janeiro. A maior pluviosidade provocou o transporte de substâncias e partículas de solo para a lagoa. Embora os valores sejam elevados em relação aos outros pontos chegando a 20, 96 UNT no P2 e 24,42 UNT no P4, ainda assim as amostras se encontram nos padrões da CETESB (até 100 UNT) considerando um curso d'água classe 2.

As análises de turbidez foram realizadas apenas nas amostras dos anos de 2012 e 2013, uma vez que nos anos de 2009 e 2010 foi usado outro parâmetro para a determinação desse aspecto físico da água.

5.2.1 Análise estatística dos dados do Córrego Chumbeadinha

As coletas no Córrego Chumbeadinha, foram realizadas de setembro 2009 a janeiro de 2010, e de setembro de 2012 a janeiro de 2013. Os resultados de ambos os períodos, foram agrupados e analisados na Tabela 6, para que se possa avaliar pontualmente a média, desvio padrão e coeficiente de variação das amostras. As médias por ponto foram calculadas a partir dos dados dos dois períodos analisados.

Embora os pontos amostrais demonstrassem comportamento semelhante nos dois períodos de coleta, pode-se observar que os valores mínimos de oxigênio dissolvido, oscilam abaixo da média permitida pela legislação (5 mg/L), pois o menor valor registrado foi de 2,81 mg/L no P2. As características do entorno deste ponto, demonstram que esse comportamento ocorre devido à quantidade de plantas aquáticas no local, dentre outros fatores como a decomposição da matéria orgânica por exemplo.

Tabela 6: Estatística descritiva dos parâmetros analisados na microbacia do Córrego Chumbeadinha.

1° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	23,41	0,04	1,04	22,1	24,3
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,10	0,09	0,35	3,63	4,6
Condutividade elétrica (μ/cm)	132,00	0,10	13,24	114,93	152,5
pH	6,28	0,09	0,59	5,14	7,12
Turbidez (unt)	0,28	1,46	0,41	0	0,94
2° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	24,14	0,04	1,01	23,1	25,4
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,28	0,32	1,37	2,81	6,99
Condutividade elétrica (μ/cm)	116,71	0,13	15,58	83,72	131,63
pH	7,10	0,06	0,43	6,23	7,47
Turbidez (unt)	6,21	1,17	7,23	0,67	20,96
3° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	24,81	0,04	0,97	23,4	25,9
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,54	0,40	2,62	3,47	9,82
Condutividade elétrica (μ/cm)	114,74	0,12	13,87	89,20	133,73
pH	8,28	0,13	1,07	6,95	9,82
Turbidez (unt)	10,29	0,26	2,67	6,2	14,64
4° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	24,4	0,08	2,04	21,6	27,5
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,47	0,13	0,82	5,47	7,62
Condutividade elétrica (μ/cm)	111,73	0,14	16,17	85,48	134
pH	7,91	0,12	0,91	6,62	9,07
Turbidez (unt)	10,37	0,66	6,80	3,27	24,42

5.3 Análise integrada dos pontos amostrais da Microbacia do Córrego Furninha

As análises do Córrego Furninha foram realizadas nos meses de janeiro a abril do ano de 2011 por Longo Júnior, e nos meses de janeiro a abril do ano de 2013.

No P1, a parâmetro pH manteve nos meses de chuva de 2011, uma média abaixo de 6,0, obtendo um média total de 6,36, mantendo uma tendência levemente ácida. O P5 se

manteve mais próximo dos padrões ideais exigidos pela legislação, exceto no mês de fevereiro de 2013, quando a média do pH no P5 foi inferior a 6,0.

De maneira geral este parâmetro se comportou de forma relativamente linear quanto à sazonalidade do período estudado. Porém, as análises de 2013 mostram um comportamento diferente embora as análises tenham sido realizadas também no período das chuvas, como ilustrado nas Figuras 21 a 30.

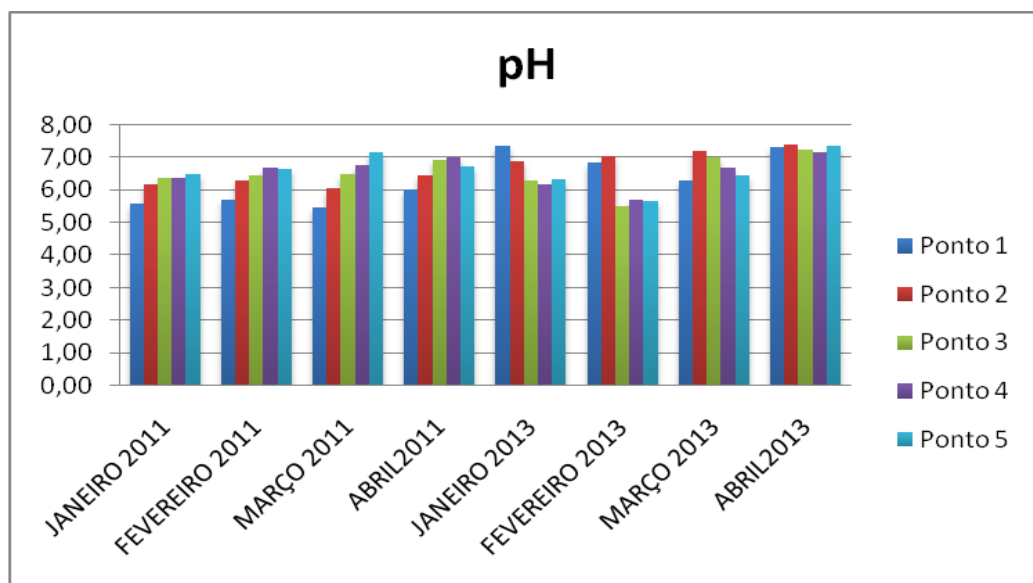


Figura 21: pH na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

Quanto a condutividade elétrica, o seu comportamento aumentou drasticamente do P1 ao P5. Essa tendência se manteve nos dois períodos de análises, em 2011 e 2013. Como a sazonalidade de ambos os períodos foi a mesma, a variação dos pontos P2 e P3 ocorre principalmente devido a forte intervenção antrópica que ambos os pontos sofrem. O P2 sofre influência do carreamento vindo da rodovia nos períodos de chuvas, já o P3 sofre modificações antrópicas constantes do proprietário do local.

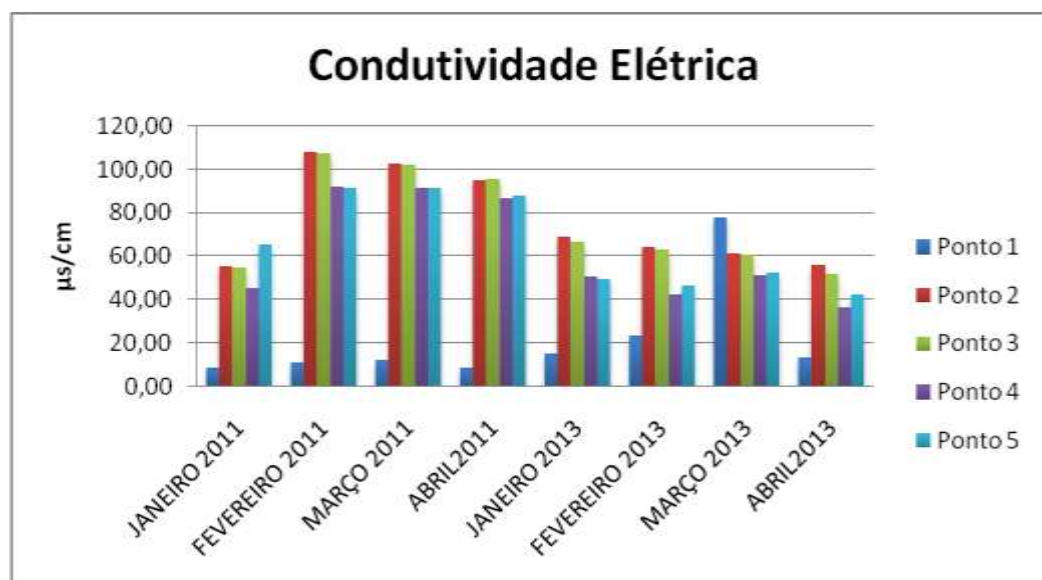


Figura 22: Condutividade Elétrica na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

O oxigênio dissolvido se manteve baixo no P1 e P2. Em fevereiro de 2013, a variação do oxigênio dissolvido no P1 ficou muito abaixo do ideal, chegando a 1,0 mg/L. A disponibilidade de oxigênio dissolvido na água é um dos principais fatores na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos, pois influencia importantes processos químicos e metabólicos (ESTEVES, 1998, p.37). Sabe-se que a solubilidade do oxigênio em água aumenta com a diminuição da temperatura. Portanto, as águas frias retêm mais oxigênio que as águas mais quentes. O fato de a água ter menor teor de oxigênio em nascentes é normal, porém é possível notar que os teores de oxigênio diminuíram principalmente no P1 e P2.

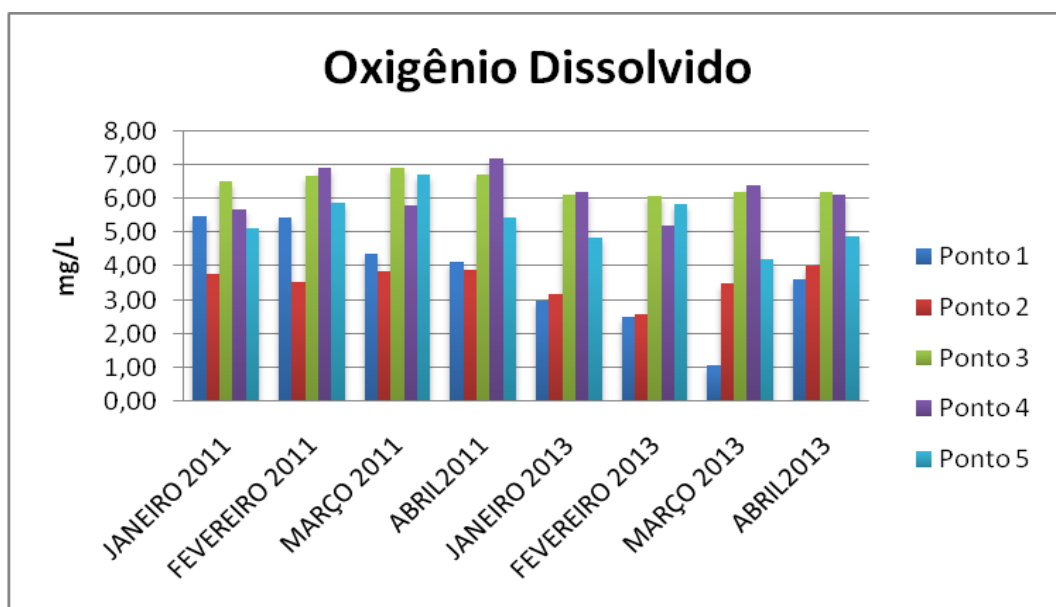


Figura 23: Oxigênio Dissolvido na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

A temperatura não sofreu variações significantes, pois ambas as coletas foram realizadas no mesmo período do ano. A temperatura é uma variável importante no sistema aquático e vários processos químicos, físicos e biológicos são influenciados por essa variável. Com a elevação da temperatura, de 0° C a 30 ° C, a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem. Outras propriedades fatores como a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com o aumento da temperatura (ESTEVES, 1998).

Os maiores valores de temperatura da água foram registrados nos pontos P4 e P5. E como já havia sido observado por Longo Júnior em 2011, o que explica essas altas temperaturas é o fato dessa ser a região da lagoa, que apresenta maior área sob influencia dos raios solares promovendo o aquecimento de suas águas.

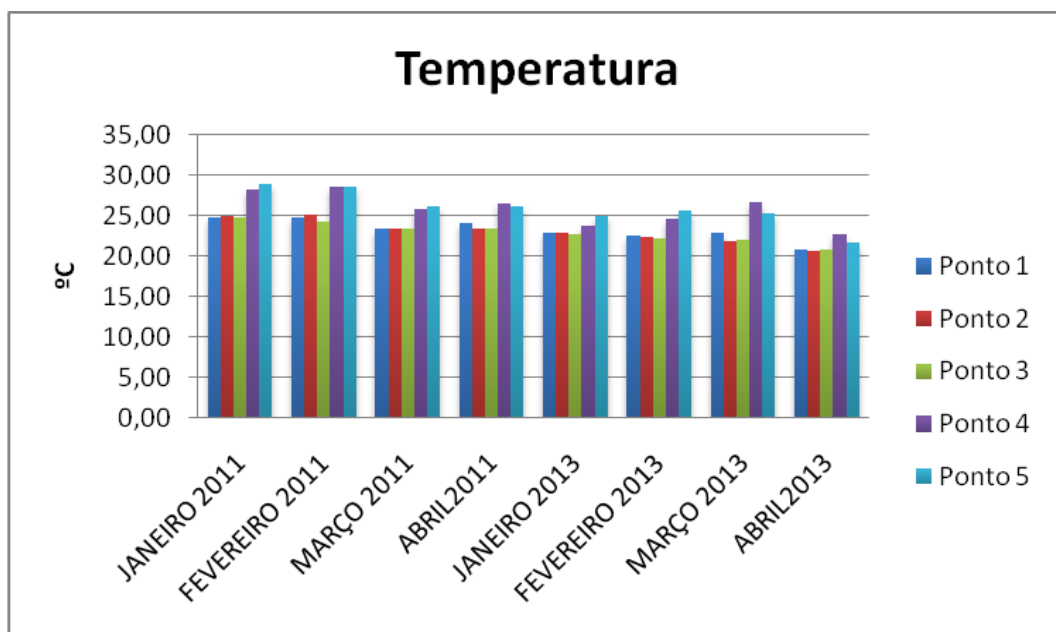


Figura 24: Temperatura na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

A turbidez registrou valores muito altos em relação às análises do ano de 2011. Os valores mais discrepantes foram registrados sobretudo no P1. Considerando que a legislação determina que o valor máximo da turbidez, para um manancial de água doce é de até 100 UNT, apesar da variação atípica, o P1 está de acordo com os padrões estabelecidos pela CETESB, porém, para a manutenção da vida aquática, e não para o consumo humano.

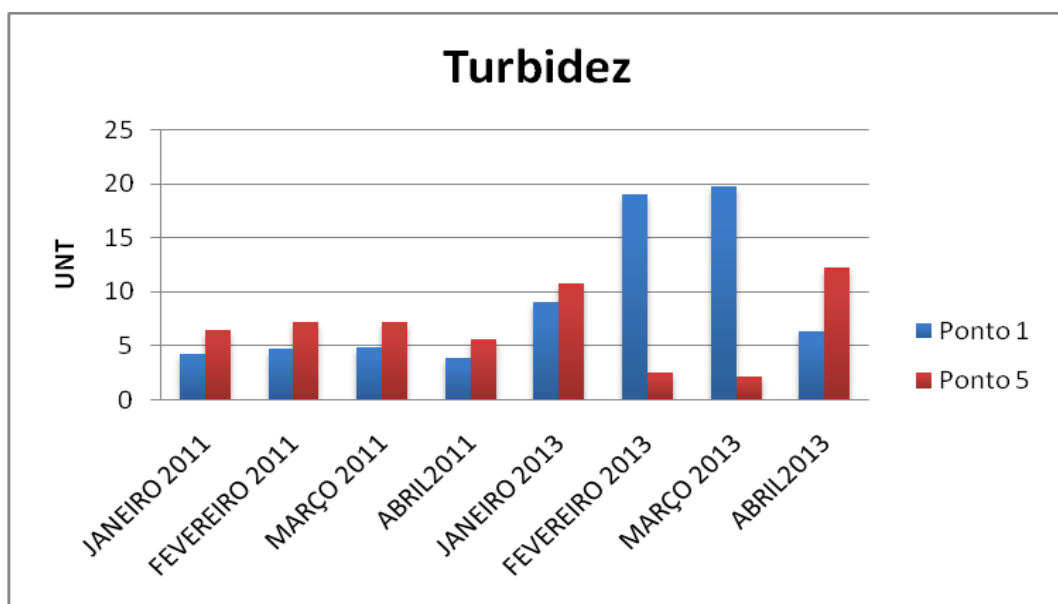


Figura 25: Turbidez na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

Em altas concentrações nas águas superficiais, o íon amônio (N-NH_4^+) pode indicar contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais, ou afluxo de fertilizantes (EMBRAPA, 2011, p. 23). No Córrego Furninha, as concentrações dos dois períodos estudados estão dentro dos padrões da CETESB, considerando um manancial de Classe II, 1,5 ml/L. Somente o P5 apresentou uma alteração acima do permitido, chegando a conter 1,69 ml/L, cuja tendência foi crescente da nascente até a foz, porém, a maior concentração de amônia no P5, pode ter ocorrido devido ao processo de degradação biológica da matéria orgânica, oriunda das folhas e galhos das árvores presentes, cuja presença é massiva no lago (P4). Ademais é preciso considerar que essa alteração ocorreu após um evento de chuva no dia anterior.

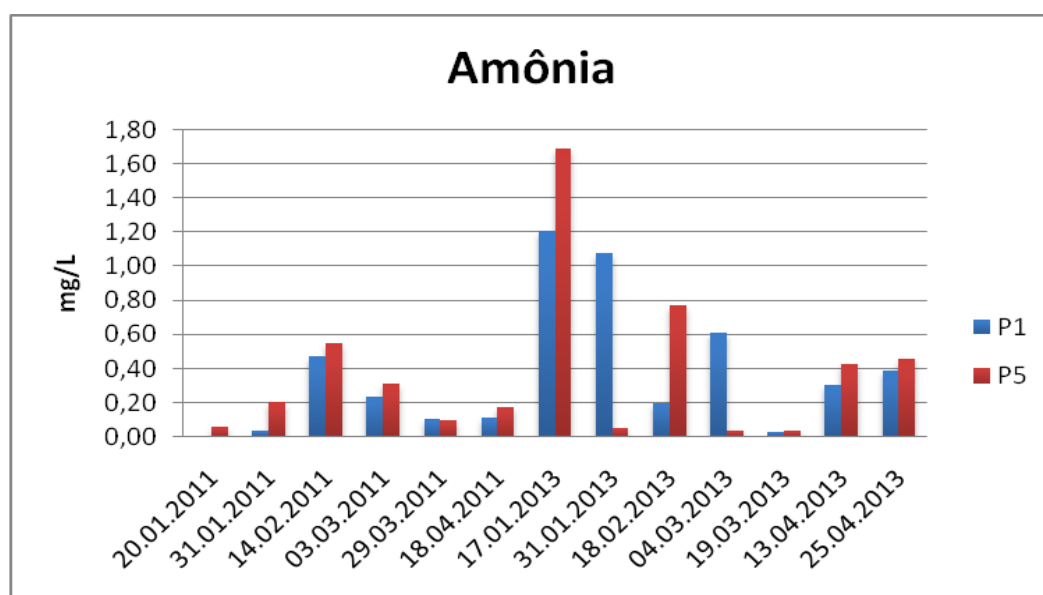


Figura 26: Amônia na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

A legislação contempla que a concentração ideal de zinco em um manancial de classe II, deve ser de 0,18 mg/L. Em geral, todas as análises demonstraram que as concentrações de zinco estão abaixo da exigida pela legislação, porém, uma alteração atípica no dia 31/01/2013, indica que as concentração de zinco tanto no P1 como no P5 estão acima do padrão exigido para um rio de classe II. As causas dessa alteração são desconhecidas, em 2011, Longo Júnior levantou a hipótese de que o valor máximo de zinco naquele período estudado devia-se a reforma na rodovia como possível agente contaminante do curso hídrico, porém esse fato não foi constatado novamente.

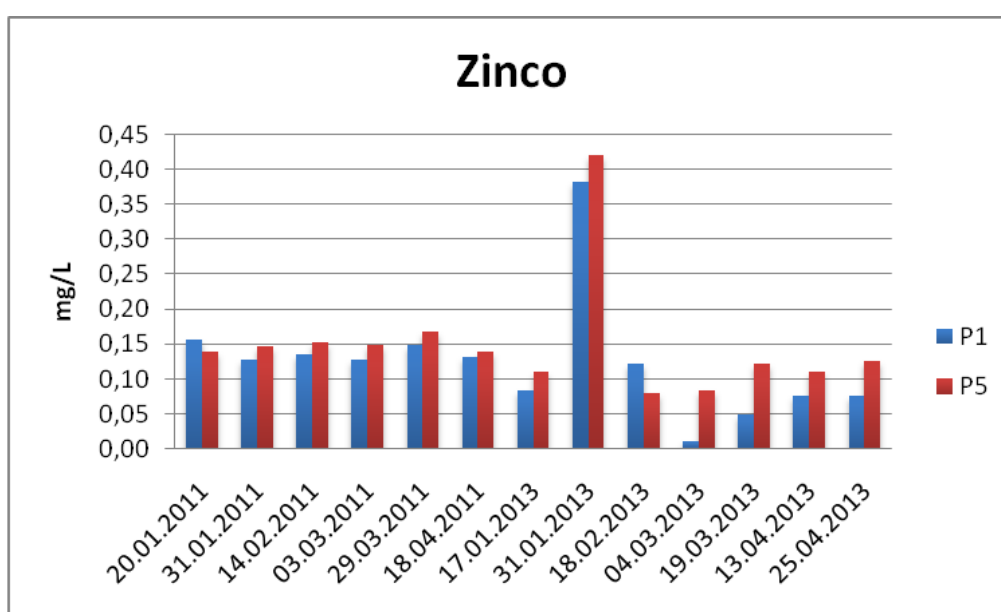


Figura 27: Zinco na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

O nitrato apresentou tendência crescente da nascente (P1) para a vazão (P5), registrando concentrações muito acima dos valores de referência da legislação, que no caso é 10 mg/L para mananciais de classes I, II e III (CETESB). Longo Júnior havia constatado em (2011), que a principal entrada de nitrato está na nascente e a autodepuração desconcentra os valores até a vazão. As análises de 2013 seguiram a mesma tendência, uma vez que as concentrações atípicas estavam presentes no P5, chegando a 60,00 mg/L no caso mais extremo. O nitrato em altas concentrações pode ser encontrado em estações de tratamento biológico, o padrão de aceitação para o consumo humano é de 10 mg/L (BRASIL, 2012), quando encontrado em quantidades maiores pode causar a redução da capacidade da hemoglobina de transportar o oxigênio no sangue (EMBRAPA, 2011, p.13).

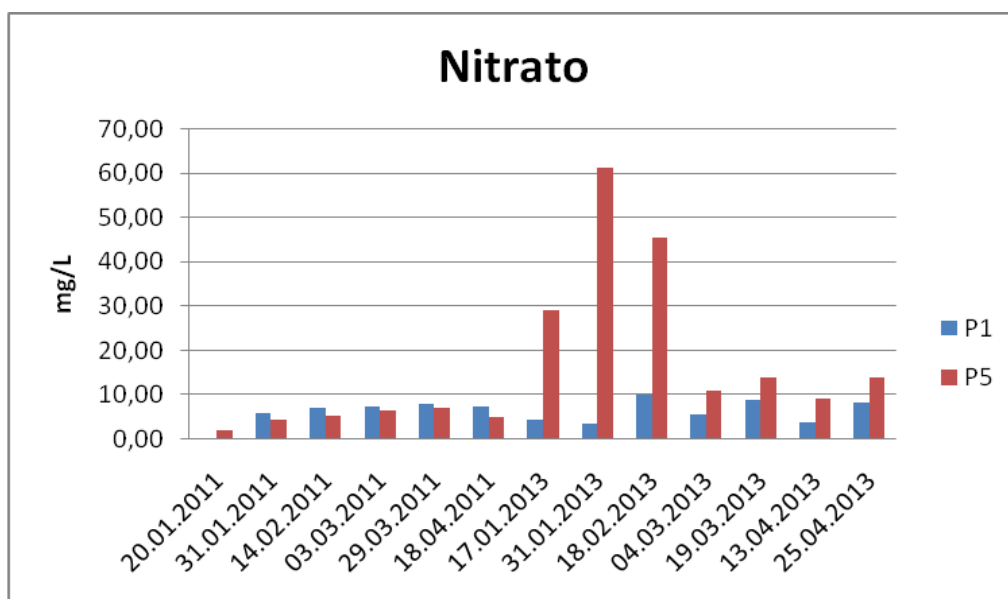


Figura 28: Nitrato na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

As concentrações de alumínio, se comportaram dentro do limite permitido de 0,1 mg/L, considerando também o padrão de aceitação para consumo humano, apresentando uma média total de 0,00038 mg/L. Embora o alumínio esteja no padrão permitido, a tendência aponta concentrações próximas ao padrão permitido no P5. Essa tendência pode estar relacionada a sazonalidade, na época mais seca aumenta a concentração na nascente e na época mais úmida aumenta a concentração na vazão (LONGO JÚNIOR, 2011).

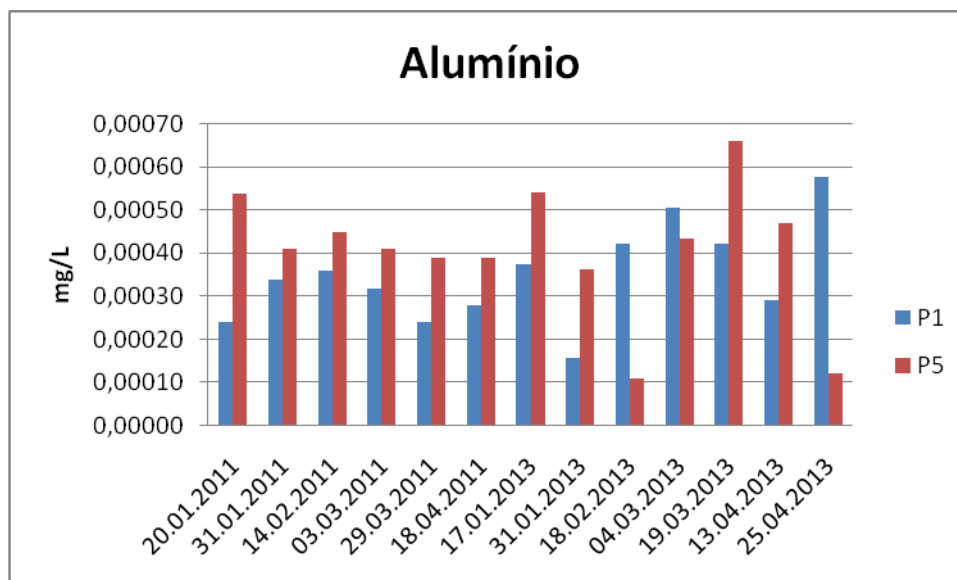


Figura 29: Alumínio na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

As concentrações de cromo apresentaram média total de 0,06 mg/L, acima do padrão permitido para o consumo humano, que é 0,05mg/L (BRASIL, 2012), e, considerando um manancial de classe II. O P5 apresentou concentrações muito acima do padrão permitido no

final de janeiro, a média de cromo no P5 foi de 0,07 mg/L. As concentrações de cromo em água doce são muito baixas, normalmente inferiores a 1 µg/L. O cromo é utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel, fotografia (CETESB, 2005).

Quantidades atípicas de cromo também foram constatadas no P1, chegando a 0,20 mg/L, entretanto, as quantidades acima da média continuaram a ocorrer em todos os dias de coleta em 2013. Não foi identificado em campo fontes plausíveis de altas quantidades de cromo, Longo Júnior (2011) havia constatado que a provável fonte de cromo naquela época seria o P2, que por ficar ao lado da rodovia, recebia diretamente os resíduos oriundos da reforma da BR – 153 naquela ocasião. Essa hipótese não pode ser descartada para as análises de 2013, pois a BR – 153 passava por reparos constantemente durante as coletas de 2013.

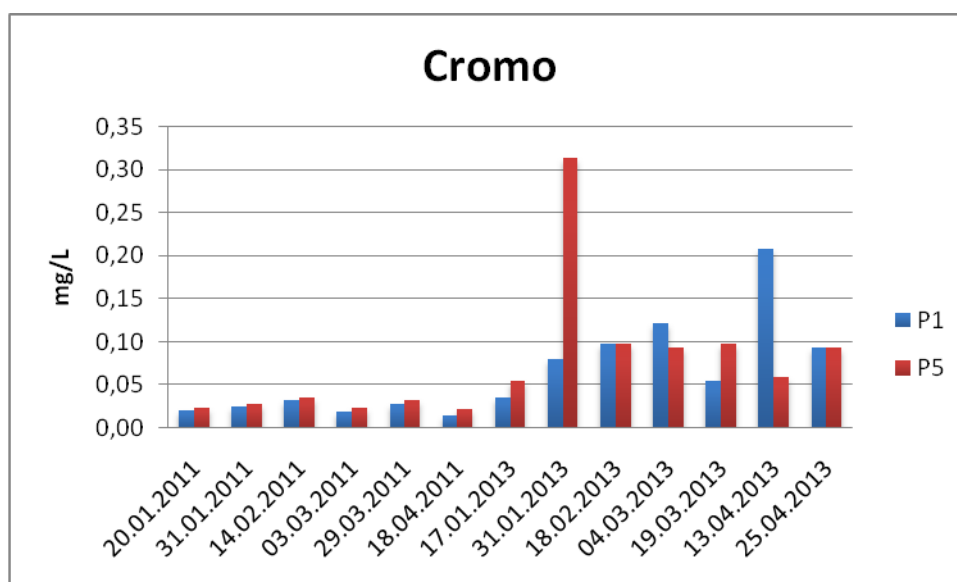


Figura 30: Cromo na água na microbacia do Córrego Furninha no período de janeiro 2011 a abril de 2011 e janeiro 2013 a abril de 2013.

5.3.1 Análise estatística dos dados do Córrego Furninha

A análise estatística do Córrego Furninha (Tabela 7) permite avaliar pontualmente a média, desvio padrão e coeficiente de variação das amostras. As médias por ponto foram calculadas a partir dos dados dos dois períodos analisados.

As alterações nas médias foram registradas, sobretudo nas análises dos metais pesados, as tendências apontam o aumento da concentração de cromo, nitrato e amônia em relação ao primeiro período de coleta (2011). Os valores mínimos de oxigênio dissolvido oscilam abaixo da média estabelecida pela legislação (5 mg/L), principalmente nos pontos P1, P2 e P5.

Tabela 7: Estatística descritiva dos parâmetros analisados na microbacia do Córrego Furninha.

1° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	23,1417	0,0717	1,6583	19,0000	25,6000
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,8306	0,3535	1,3543	1,0667	5,7000
Condutividade elétrica (μ/cm)	18,1469	1,0616	19,2648	5,6533	77,8067
pH	6,3567	0,1322	0,8406	5,3233	7,5667
Amônia (mg/L)	0,3677	1,0634	0,3909	0,0000	1,2100
Zinco (mg/L)	0,1251	0,6575	0,0881	0,0100	0,3800
Nitrato (mg/L)	6,2364	0,4426	2,7603	0,0000	10,2600
Alumínio (mg/L)	0,0003	0,3284	0,0001	0,0002	0,0006
Cromo (mg/L)	0,0637	0,8754	0,0558	0,0100	0,2077
Turbidez (unt)	8,0350	0,7971	6,4046	2,2400	19,7800
2° ponto	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	23,02	0,07	1,64	19,40	25,10
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	3,59	0,12	0,45	2,57	4,17
Condutividade elétrica (μ/cm)	74,59	0,29	21,48	47,72	107,82
pH	6,66	0,08	0,53	6,02	7,49
Turbidez (unt)					
	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	22,91	0,07	1,51	19,50	25,20
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,43	0,07	0,46	5,47	7,00
Condutividade elétrica (μ/cm)	73,13	0,30	22,28	47,47	107,64
pH	6,55	0,09	0,60	5,50	7,43
Turbidez (unt)					
	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	25,57	0,09	2,35	21,10	29,43
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,11	0,14	0,85	4,80	7,23
Condutividade elétrica (μ/cm)	60,07	0,39	23,26	30,88	92,15
pH	6,59	0,09	0,57	5,36	7,21
Turbidez (unt)					
	Média	C.V %	DP	Min	Máx
Temperatura (°C)	25,7222	0,1019	2,6211	20,4000	30,5000
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,3722	0,2857	1,5349	2,4667	8,2000
Condutividade elétrica (μ/cm)	64,5264	0,3458	22,3161	41,4967	91,3933
pH	6,6800	0,0986	0,6584	5,6267	7,8333
Amônia (mg/L)	0,3727	1,2290	0,4581	0,0000	1,6900
Zinco (mg/L)	0,1498	0,5703	0,0854	0,1100	0,4200
Nitrato (mg/L)	16,5271	1,0948	18,0938	1,9500	61,4952
Alumínio (mg/L)	0,0004	0,3735	0,0002	0,0001	0,0007
Cromo (mg/L)	0,0748	1,0429	0,0780	0,0236	0,3137
Turbidez (unt)	7,5708	0,6426	4,8651	2,1700	18,0900

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com o guia de avaliação da qualidade da água (Anexo 3), a atual situação das microbacias estudadas está entre os índices de “ruim” a “aceitável”, como pode ser constatado na Tabela 9, de acordo com a pontuação alcançada na planilha de campo (Tabela 8).

Tabela 8: Resultados do índice de pontuação da qualidade da água em três microbacias do município de Ourinhos/SP.

Microbacia	Ano 1ª análise	Nota	Ano 2ª análise	Nota
Córrego Fundo	2008	33	2012	35
Córrego Chumbeadinha	2009	26	2012	28
Córrego Furninha	2010	33	2013	35

Organizado por: SILVA, R. C. F.

Tabela 9: Resultados do índice de pontuação da qualidade da água em três microbacias do município de Ourinhos/SP.

Microbacia	Ano 1ª análise	Situação	Ano 2ª análise	Situação
Córrego Fundo	2008	Aceitável	2012	Aceitável
Córrego Chumbeadinha	2009	Ruim	2012	Aceitável
Córrego Furninha	2011	Aceitável	2013	Aceitável

Organizado por: SILVA, R. C. F.

As três microbacias não estão nas condições ideais de preservação. Apesar de o Córrego Chumbeadinha sair da situação de “ruim” para “aceitável”, após o evento do rompimento da barragem artificial, ficou claro que esta microbacia precisa de mais atenção quando se trata de gerenciamento. Quanto ao Córrego Fundo e ao Córrego Furninha, as conclusões estão dispostas nos itens seguintes.

6.1 Microbacia do Córrego Fundo

Em relação aos parâmetros analisados, a variação dos níveis de oxigênio dissolvido no P4 é a mais significativa a prejudicial à saúde e a vida aquática, principalmente aos agricultores que utilizam as águas do manancial para o consumo já que os valores estão abaixo do recomendado (>5 mg/L). Outro fator que pode ser observado é que apesar de continuar assoreado como descrito no Plano da microbacia, o Córrego Fundo apresentou valores de turbidez em suas águas inferiores aos encontrados em 2008. Mesmo sem o devido acompanhamento os reflorestamentos realizados podem estar contribuindo para a melhoria da qualidade das águas na bacia.

O PEMBH I realizou intervenções devido ao nível de degradação ambiental, sobretudo

a falta de práticas de manejo no solo contribui para o assoreamento do córrego. As principais intervenções do programa, na prática visaram melhorar as técnicas de manejo do solo, porém, para não prejudicar a produtividade, ou seja, apesar de estar no plano de metas do programa a recuperação de áreas degradadas, após as observações *in loco* e as análises da qualidade da água, pode-se notar que este objetivo não foi alcançado, pois o córrego ainda apresenta características de assoreamento. Em comparação com as análises dos anos de 2008 e 2012, a qualidade da água manteve as mesmas tendências nos períodos analisados, portanto a implantação do não influenciou primordialmente na qualidade da água no período analisado. Recomenda-se monitoramento e análise dos resultados a médio e longo prazo.

6.2 Microbacia do Córrego Chumbeadinha

No microbacia do Córrego Chumbeadinha a qualidade da água em 2012 e 2013, manteve as mesmas tendências dos anos de 2009 e 2010. A qualidade da água tende a decair ao longo do curso do córrego, devido ao fato do Córrego Chumbeadinha estar limitado pela área urbana e sofrer interferências antrópicas da nascente até a sua foz no Rio Paranapanema.

A grande finalidade das águas do Córrego Chumbeadinha se dá para fins urbanísticos e recreativos (BERGAMASCHI, 2010), porém uma vez que foi constatada a presença de vida aquática, sua situação está longe de ser adequada para a manutenção natural do seu ecossistema. Portanto, ainda é necessário realizar intervenções principalmente no P3 devido aos indícios de presença de cianobactérias. Para manutenção dos padrões mínimos de qualidade da água e para manutenção da vida aquática e salubridade ambiental recomenda-se o monitoramento sistemático dos cursos d'água em área urbana.

Laurenti (2012) constatou que a Área de Preservação Permanente da microbacia correspondia a 46 hectares em 1972 e 55 hectares em 2006, justificando tais valores devido à formação dos dois lagos presentes no curso do córrego, o que amplia as dimensões da Área de Preservação Permanente (APP) ao redor de reservatórios naturais ou artificiais de acordo com o previsto pela resolução CONAMA 302/02. Houve, portanto aumento de áreas verdes apesar do crescimento da área urbana em relação a 1972 de 0% para 4,54% em 2006 (LAURENTI, 2012).

Embora tenha havido aumento de áreas verdes, houve um rompimento na barragem artificial do P3 em 5 de abril de 2013, após uma noite de precipitação intensa. As Figuras 31 e 32 mostram a situação do lago após o rompimento da barragem.



Figura 31: P3 (lago) após o rompimento da barragem do Córrego Chumbeadinha.

O rompimento da barragem causou o esvaziamento imediato da lagoa do córrego. É fato que por se tratar de uma lagoa para fins paisagísticos, algum tipo de manutenção deveria ser feito periodicamente, uma vez que a lagoa não possui vegetação em seu entorno, e não era capaz de sustentar grandes volumes de precipitação, como ocorreu na noite anterior ao rompimento. Para o novo loteamento, estão instalando galerias de águas pluviais que serão ligadas ao córrego, a mesma situação ocorre no primeiro represamento, onde existem galerias pluviais que são ligadas do condomínio Royal Park para o córrego.

O rompimento da barragem expôs outros problemas da lagoa, como a quantidade de lodo e lixo deixado por pescadores no local, além de causar a morte dos peixes que viviam na lagoa. Ainda após o rompimento, populares se aproveitaram da situação e jogaram redes para tentar pescar todos os peixes possíveis.

O P3 é o ponto mais problemático do córrego, pois tem um histórico de complicações ambientais tendo em vista que foi necessário o esvaziamento do lago por duas vezes por proliferação de algas cianofícias (algas azuis) que aumentam a Demanda Bioquímica de Oxigênio podendo causar a morte de animais aquáticos (BERGAMASCHI, 2010).



Figura 32: P3 (lago) após o rompimento da barragem do Córrego Chumbeadinha.

6.3 Microbacia do Córrego Furninha

Na microbacia do Córrego Furninha, a qualidade da água manteve as mesmas tendências e padrões do ano de 2011. Em 2011, todos os parâmetros analisados estão dentro das normas estabelecidas, quando analisadas suas médias. Colocações pontuais como a leve acidez do pH na nascente (Ponto 1), a menor concentração de oxigênio dissolvido no Ponto 2 são pouco relevantes, pois a autodepuração dá conta de melhorar a sua qualidade até a vazão da lagoa (LONGO JÚNIOR, 2011).

As Figuras 33 e 34 ilustram o quanto a área da nascente do córrego é degradada. A coloração do solo da nascente indica a oxidação do ferro no solo.



Figura 33: Lago no entorno da nascente do Córrego Furninha.



Figura 34: P1 nascente do Córrego Furninha.

Os impactos estão presentes em todos os pontos. No P1, onde deveria ser uma Área de Preservação Permanente no entorno da nascente, na verdade é uma pastagem, e eventualmente cavalos pastam no local, e defecam na lagoa. Nos pontos P2 e P3, existe maior interferência antrópica, pois a presença da rodovia (BR – 153), o seu fluxo constante, a

ausência de mata ciliar, o uso e ocupação do solo indevido são os principais vilões, que alteram a condição natural da água. Sendo assim os locais de entrada dos agravantes dos parâmetros (LONGO JR, 2011). A Figura 35 mostra a situação do P2 após um evento de chuvas, onde a transporte de sedimentos para o córrego foi intenso, assoreando o curso d'água.



Figura 35: P1 nascente do Córrego Furninha após assoreamento.

No P4 os índices aceitáveis de qualidade da água poderiam ser melhores, pois este e o P5 são os únicos que preservam mata ciliar mais densa em relação aos outros pontos, o que pode diminuir o transporte de sedimentos e substâncias, e também porque a água chega nesses pontos autodepurada.

É característica da bacia do Córrego Furninha, a ausência de mata nativa ao longo dos pontos amostrais. Pois no local existe uma plantação de Eucaliptos e áreas de pastagens, além de algumas chácaras próximas ao P1. Portanto na Figura 36 é possível observar que a vegetação do P5 é composta basicamente por Taboa (*Typhadomingensis Pers.*).



Figura 36: Presença de Taboa (*Typhadomingensis Pers.*) no P5 do Córrego Furninha.

Por se tratar de uma microbacia rural e urbana, o Córrego Furninha sofre intervenções tanto em relação ao uso da terra, devido à plantação de eucaliptos no local, como em relação á intervenção antrópica. Os pontos estudados apresentam muitas alterações em relação ao seu estado natural devido, por exemplo, a falta de mata nativa na nascente e no entorno dos outros pontos. Ainda não se pode ser medido o quanto essa relação pode ser prejudicial ao meio ambiente, pois o monitoramento da microbacia deve ser constante.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto à microbacia do Córrego Fundo, o IQA (Índice de Qualidade da Água) foi adotado a partir de 1975 pela CETESB⁴ para avaliar a qualidade da água para fins de abastecimento público. O oxigênio dissolvido é um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade da água através do IQA, uma vez que ele é vital para a preservação da vida aquática. Os níveis de oxigênio dissolvido do P4 que chegam a 1,7 mg/l, estão abaixo dos parâmetros apresentados na Resolução 357/05 do CONAMA⁵, que dispõe das condições necessárias para a classificação dos corpos hídricos no Brasil. Após as primeiras inferências das análises da microbacia do Córrego Fundo, ficou claro que os baixos níveis de oxigênio dissolvido no P4 devido à eutrofização e ao assoreamento, contribuem para a perda da qualidade da água no córrego.

No microbacia do Córrego Chumbeadinha a qualidade da água em 2012 e 2013, manteve as mesmas tendências dos anos de 2009 e 2010. A qualidade da água tende a decair ao longo do curso, devido ao fato do Chumbeadinha ser córrego urbano e sofrer interferências antrópicas da nascente até a sua foz no Rio Paranapanema. A grande finalidade das águas do Córrego Chumbeadinha se dá para fins urbanísticos e recreativos, porém uma vez que foi contatada a presença de vida aquática, sua situação está longe de ser adequada para a manutenção natural do seu ecossistema (BERGAMASCHI, 2010). Portanto, ainda é necessário realizar intervenções principalmente no P3 devido à presença de cianobactérias.

Já a microbacia do Córrego Furninha, o maior problema constatado é o uso e ocupação da terra. Apesar dos parâmetros estarem na maior parte dentro dos padrões desejáveis, as tendências apontam que as constantes intervenções antrópicas, sobretudo nos pontos P2 e P3, além alterar o curso d'água, podem causar assoreamento do canal. Materiais e resíduos oriundos da BR – 153, trazidos para o córrego através do escoamento superficial, alteram a composição da água. A sazonalidade é fundamental no comportamento da turbidez. A relação é diretamente proporcional aos períodos mais úmidos. Quanto maior a precipitação maior é a turbidez, quanto menor a precipitação menor a turbidez (LONGO JR, 2011).

O Plano Diretor de Ourinhos prevê no Artigo 12, seção II que o Sistema Municipal de Áreas Verdes, "será composto das praças públicas, parques existentes, áreas de proteção permanente, equipamentos públicos de lazer - EPL, parque arqueológico, parques lineares, rodoviário, ferroviário, fluvial, mata nativa." Como está previsto na lei, a fim de preservar os

4 Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

5 Conselho Nacional do Meio Ambiente

córregos urbanos existentes, a criação de parques lineares poderia ser uma solução para evitar o avanço desordenado de loteamentos e empreendimentos próximos a mananciais, como é o caso do Córrego Chumbeadinha. Ainda na seção II, artigo 14, o Plano prevê que :

As áreas com vegetação nativa arbórea de propriedade particular, em área urbana, desde que preservadas, independentes de seu estado de conservação, poderão ser beneficiadas com incentivos fiscais.

Portanto, a lei ampara quem preserva. Embora a nascente do Córrego Chumbeadinha esteja próxima a uma fábrica de tijolos, a mesma pode ser preservada e por se tratar de um terreno particular. O proprietário pode ser beneficiado com incentivos fiscais municipais, por exemplo, a nascente do Córrego Furninha necessita de intervenção para a realização de um reflorestamento, pois, a área no entorno da microbacia não possui o mínimo de vegetação nativa.

Em relação aos recursos hídricos, o Plano Diretor prevê no artigo 18, seção III:

realizar o controle da exploração e de eventual contaminação potencial ou real da água subterrânea, mediante medidas de quantificação, monitoramento e legislação específica pertinente;
executar o monitoramento dos corpos d'água superficiais do Município, a fim de subsidiar a adoção de medidas de intervenção e descontaminação, propiciando condições de vida aquática e de provisionamento de mananciais;
fiscalizar o lançamento de resíduos sólidos;
implantar áreas verdes em cabeceiras de drenagem, às margens de corpos d'água e estabelecer programas de recuperação, com o apoio da iniciativa privada, em especial em córregos como [...] Córrego Chumbeadinha [...]

Considerando os resultados finais, pode-se constatar que, ainda que exista na legislação providências a serem adotadas e incentivos fiscais para a gestão adequada das microbacias, na prática ainda existe falta de atenção do poder público do município, talvez as microbacias não sejam vistas com mais atenção por não fornecerem abastecimento público. Ainda que as microbacias não sejam usadas para o abastecimento público, manter a qualidade da água é sumariamente importante para a preservação da vida aquática e a manutenção dos ecossistemas ligados direta ou indiretamente às microbacias.

O desafio da gestão de microbacias é promover o uso consciente dos corpos hídricos principalmente quando a demanda desse recurso para o uso na agricultura é grande, e as pequenas bacias hidrográficas em solo urbano tendem a sofrer maior interferência antrópica, devido à urbanização e a valorização de terrenos próximos a mananciais, a alternativa mais usada para o manejo adequado de córregos urbanos é a canalização, e consiste em uma medida que altera muitas vezes completamente os cursos d'água urbanos.

O único córrego que recebeu ajuda de programa do governo para que houvesse de

fato uma revitalização, foi o Córrego Fundo, quanto aos outros ainda existem providências que precisam ser tomadas em relação ao sistema de áreas verdes previsto no Plano Diretor do Município. Apesar da legislação e o plano diretor do município oferecem aparatos que possibilitam melhorar a gestão das microbacias, ainda faltam ações concretas por parte dos órgãos responsáveis pela fiscalização e o poder público.

A fim de se caracterizar a microbacia quanto à qualidade de seus recursos hídricos, recomenda-se o monitoramento contínuo de suas águas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe. 2011.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2011. 112 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Indicadores De Qualidade - Índice De Qualidade Das Águas.** Disponível em <<http://pnqa.ana.gov.BR/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 02 ago. 2012.

ANDRADE, T. S. **Análise da recarga e da condutividade elétrica em Aluvião do semi-árido pernambucano.** Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Disponível em: <www.cpac.embrapa.BR/baixar/284/t>. Acesso em: 05 mar. 2013.

ARAÚJO, P. R.; PINESE, J. P. P. **Planejamento Ambiental em Microbacias Hidrográficas: Aplicação de uma Matriz de Impacto Ambiental na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, Zona Norte de Londrina.** In: IV Seminário Latinoamericano de Geografia Física: Geografia Física: Novos Paradigmas e Políticas Ambientais, 2006, Maringá-PR. Anais do IV Seminário Latinoamericano de Geografia Física. Maringá-PR. CD-ROM-Universidade Estadual de Maringá, 2006. p. 1-10.

BATISTA, M. A. B. **Monitoramento de qualidade e disponibilidade hídricas: influência do manejo e uso do solo na microbacia do Córrego Fundo, Ourinhos-SP.** 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso - UNESP. Ourinhos, 2008.

BERGAMASCHI, E. V. **Monitoramento de qualidade da água no Córrego Chumbeadinha – Município de Ourinhos/SP.** Ourinhos-SP. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso - UNESP. Ourinhos, 2010.

BRASIL. Casa Civil. **Lei N° 12.651/2012.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.BR/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 02 abr. 2013

BRASIL. Casa Civil. **Lei N° 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 02 abr. 2012

BRASIL. Casa Civil. **Lei N° 9.433/1997.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.BR/ccivil_03/LEIS/l9433.htm>. Acesso em: 02 aBR. 2013

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n° 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Recomendações Técnicas n° 8/2000 – Parâmetros Ambientais e qualidade da água na piscicultura.** Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.emBRapa.BR/bitstream/doc/377896/1/ParametrosAmbientaisQualida>>

deAgua.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Recomendações Técnicas nº 8/2000 – Parâmetros Ambientais e qualidade da água na piscicultura**. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/377896/1/ParametrosAmbientaisQualidadeAgua.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria Nº 2.914/GM em 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.HTML Acesso em: 10 mar. 2013.

BRASIL. **Câmara dos Deputados. Decreto nº 94.076, de 5 de Março de 1987**. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-94076-5-marco-1987-444426-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

CATI. **COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL**. Institucional. [s/a.a]. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_institucional/index_inst.fez>. Acesso em: 13 de abr. de 2013.

CATI. **COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL**. Plano de Microbacia Hidrográfica do Córrego Fundo. Ourinhos, 2002

CEPAGRI. **CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 14 mar. 2013.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (CEPAM). **Plano diretor passo a passo**. Fundação Prefeito Faria Lima. Coordenação de Mariana Moreira. São Paulo, 2005. 208p.

CPTEC. **CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS**. Infoclima. Disponível em: <<http://infoclima1.cptec.inpe.br>>. Acesso em: abril, 2013.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). **Síntese sinótica mensal**. Disponível em: <http://www7.cptec.inpe.br/noticias/faces/noticias.jsp?idConsulta=&idQuadros=142>. Acesso em: 17 fev. 2013.

COMPANHIA TECNOLÓGICA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidades das águas interiores do estado de São Paulo 2004 / CETESB**. São Paulo: CETESB, 2005.

COMPANHIA TECNOLÓGICA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Variáveis de Qualidade das Águas - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.BR/agua/aguas-superficiais/109-variaveis-de>>. Acesso em: 02 abr. 2012

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 227p.

GASTALDINI, M. C. C.; MENDONÇA, A. S. F. Conceitos para a avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D., PAIVA, E. M. C. D. (Org.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH. 2003. p. 428-451

HESPANHOL, R. A. M. **A produção familiar: perspectivas de análise e inserção na microrregião geográfica de Presidente Prudente**. Rio Claro, 2000. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós – Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP.

HESPANHOL, A. N. **O Programa Microbacias Hidrográficas e a questão do desenvolvimento de territórios rurais no estado de São Paulo – BRasil**. In: IV JORNADAS INTERNACIONAIS DE ESTUDIOS AGRÁRIOS E AGROINDUSTRIALIES.2005, Buenos Aires. Anais.IV Jornadas Internacionais de Estudios Agrários e Agroindustrialies. CD-ROM.

LAURENTI, A. E. M.; PIROLI, E. L. **Aplicação do sensoriamento remoto e geoprocessamento para caracterização do uso e ocupação da terra em áreas de preservação permanente de nascentes, córregos e reservatórios na área urbana de Ourinhos nos anos de 1972 e 2006**. Revista GeoAtos. Departamento de Geografia da FCT/UNESP, Presidente Prudente, n. 12, v.2, julho a dezembro de 2012, p. 56-90.

LONGO JR, M. S. **Monitoramento de qualidade da água na Microbacia Furninha – Município de Ourinhos/SP**. Ourinhos-SP. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso - UNESP. Ourinhos, 2011.

MORAES, A. J. de. **Manual para avaliação da qualidade da água**. São Carlos: RiMa, 2001.

NEVES NETO, C. C.; HESPANHOL, A. N. O Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas no estado de São Paulo: a análise da microbacia da Água das Antas/Pinheiro no município de Assis/SP. XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENGA, 2009.

OURINHOS. **Lei Complementar nº. 499 de 28 em dezembro de 2006**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Ourinhos e dá outras providências. Disponível em: http://www.ourinhos.sp.gov.br/media/docs/planoDiretor/Lei_Complementar_N_499_%28Revisada%29_001.pdf. Acesso em: 6 jun. 2013.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre:ABRH/Ed.Evangraf. 2003. 630 p.

PINTO, A. L & SOUZA, D. F. **Classificação do CONAMA das limitações de uso da água superficial da lagoa maior, Três Lagoas/MS**. Revista Geonorte, Edição Especial, V.3, N.4, p. 771-780, 2012. Disponível em: <http://www.revistageonorte.ufam.edu.BR/attachments/009_pdf> Acesso em 12 mar. 2013.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Brasília: EMBRAPA Cerrados. 2002. 29 p. Disponível em: <www.cpac.emBRapa.BR/baixar/284/t>. Acesso em: 02 aBR. 2012.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Oficina de Textos. São Paulo, 2004.

SÃO PAULO (Estado), Decreto nº 41.608 de 24 de fevereiro de 1997. **Dispõe sobre a reorganização da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento e dá providências correlatas**. São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1997/decreto%20n.41.608,%20de%2024.02.1997.htm>>. Acesso em: 12 de fev. de 2012.

SÃO PAULO (Estado). Lei Nº 7.663, De 30 De Dezembro de 1991. **Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Disponível em: http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/leis/1991_Lei_Est_7663.pdf. Acesso em: 15 de mai 2013.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Relatório de qualidades das águas interiores do estado de São Paulo 2004**. CETESB São Paulo – SP, 1, pp. 307

SIQUEIRA, D. B. & E. C. OLIVEIRA. **Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão**. 2008. Disponível em: <www.publicacoesacademicas.uniceub.BR/index.../cienciasaude/.../369>. Acesso em 12 mar. 2013.

TEODORO, V. L. I. et al. **Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfológica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista Uniara, n. 20, Araraquara-SP. 2007, pag 136 – 155. Disponível em <http://www.uniara.com.br/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf>. Acesso em: mai. 2013.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

ZAER, C. A. Análise da estrutura agrícola, fundiária e da gestão da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) nas microbacias do Córrego Fundo e do Pinho – Água do Jacu e Mundo Novo quanto à agricultura familiar no município de Ourinhos/SP, Ourinhos-SP. 150 f. Trabalho de Conclusão de Curso - UNESP. Ourinhos, 2012.

ANEXOS