

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA  
MICROBACIA DO CÓRREGO DO COQUEIRO NO  
NOROESTE PAULISTA**

**RENATO ALBERTO MOMESSO FRANCO**

Biólogo

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Engenharia da UNESP, Campus de Ilha  
Solteira, para a obtenção do título de  
Mestre em Agronomia  
Especialidade: Sistema de Produção

**Orientador: Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez**

ILHA SOLTEIRA - SP  
FEVEREIRO - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FAULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA MICROBACIA DO CÓRREGO DO  
COQUEIRO NO NOROESTE PAULISTA**

**RENATO ALBERTO MOMESSO FRANCO**

Biólogo

Orientador: Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Engenharia da UNESP, Campus de Ilha  
Solteira, para a obtenção do título de  
Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistema de Produção

ILHA SOLTEIRA - SP

Fevereiro de 2008

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA  
MICROBACIA DO CÓRREGO DO COQUEIRO NO  
NOROESTE PAULISTA**

**Renato Alberto Momesso Franco**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DO CÂMPUS  
DE ILHA SOLTEIRA - UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez (Orientador)

Prof. Dr. João Luiz Zocoler

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Targa

Ilha Solteira - SP

Fevereiro de 2008

## **Seleção Natural**

... Curupira da mata se avechou....!  
Viu Dragão de Ferro que chegou...;  
Boitatá quis chorar, não se conteve ...não!;  
Foi pro mar... suplicar...proteção...;  
No brilho das águas a música do Sol;  
Trilhando as correntes, num olhar .. enchente !  
Pelos irmãos da mata; o coração não mente...  
O que será da flor ?  
Fruta-pão insiste em seu lugar  
Catuaba, aroeira numa prece verdadeira  
Estão de luto..!  
A fauna já não come o fruto.  
Pois a flora aflita  
Pode ser que resista...  
Que se faça a primavera;  
Que o lavrador semeia a Terra  
Pra nos campos cantar..  
Um cantiga de AMOR !

Daniel S. Cavalcante “Biel”

**Esta conquista dedico a minha Mãe,  
por seu incondicional amor. Ao Meu  
“Paitrocínio”, pelo belo exemplo de  
vida e a minha Filha Lorrani que trouxe  
inspiração.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pela oportunidade de conceder a minha estadia no Planeta Terra e aos Espíritos benfeiteiros que sempre me iluminam.

Meus agradecimentos ao meu Orientador Fernando Braz Tangerino Hernandez, pela grande oportunidade concebida, compartilhando idéias, experiência de vida e reflexões a todo o momento.

A minha namorada e companheira Juciene Rover pelo amor existente entre nós e compreensão em todos os momentos.

As minhas irmãs Denizi, Milena e Débora pelo carinho e amor que existem entre nós. Aos companheiros das irmãs, estão os cunhados: Fernando, Devanir e Tito. E aos frutos dessas uniões resultaram as sobrinhas (o): Nayara, Kauê, Nayla e Tayna.

A minha madrinha Clarice Momesso pelo carinho de sempre e a minha Tia Cicília Franco por contribuir pelo crescimento intelectual.

A todos os membros da equipe da Área de Hidráulica e Irrigação: Alex, Everaldo, Jean, Keler, Larissa, Renata e Ronaldo, pela participação, convivência e amizade em todos os momentos. Em especial ao Vanzela que sempre está disposto a ensinar e ao futuro Biólogo Gustavo, pelo auxílio imprescindível no campo e em laboratório.

Aos colegas de Mestrado, em especial os amigos Hernandes Queiroz, Rafael Montanari, Igor Malaspina e Jéferson Anselmo.

Aos professores Luis Sergio Carvalho e João Luiz Zocoler.

Aos funcionários da UNESP, principalmente ao Sr. José Jesus Batista Apolinário, nosso Motorista, sempre prestativo e que nos conduziu com segurança pelas estradas que ligam ao córrego do Coqueiro.

Ao Professor e Pesquisador Jener Fernando Leite de Moraes e ao Técnico em Informática João Paulo, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), pelos ensinamentos sobre sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Ao Engenheiro Agrônomo Claudemir Moura, da casa de agricultura de Palmeiras d'Oeste, pela ajuda e conhecimento da área da microbacia do Coqueiro.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado e ao FEHIDRO, pelo apoio financeiro para execução desta pesquisa.

## SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	ix
RESUMO .....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Bacia Hidrográfica .....	3
2.2. Uso da água na irrigação .....	5
2.3. Quantidade e qualidade da água .....	7
2.4. Qualidade de água para a irrigação.....	8
2.4.1 Enquadramento dos corpos hídricos em Classes.....	9
2.4.2. Parâmetros de qualidade de água utilizados na irrigação .....	10
2.4.2.1. Sólidos .....	10
2.4.2.2. Turbidez.....	11
2.4.2.3. Temperatura .....	12
2.4.2.4. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	12
2.4.2.5. Condutividade Elétrica.....	13
2.4.2.6. Oxigênio Dissolvido .....	13
2.4.2.7. Ferro Total .....	14
2.4.2.8. Dureza Total .....	15
2.4.2.9. Coliformes .....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3. 1. Localização da Área de Estudo.....	18
3.2. Geologia, litoestratigrafia e caracterização da vegetação remanescente .....	19
3.3. Características Sócios-Econômicas.....	20
3.4. Tipos de usuários, finalidade e uso da água.....	22
3.5. Clima.....	23
3.6. Área e perímetro da microbacia e cálculos dos parâmetros hidrológicos .....	24
3.7. Localização dos Pontos de Avaliação.....	25
3.7.1. Ponto 1 .....	28
3.7.2. Ponto 2 .....	30
3.7.3. Ponto 3 .....	32
3.7.4. Ponto 4 .....	35

3.7.5. Ponto 5 .....	37
3.8. Coleta e análise da água.....	38
3.9. Medição de vazão .....	39
3.10. Análise dos Dados.....	40
3.10.1. Caracterização da Qualidade de Água .....	40
3.10.2. Chuva e variação temporal e espacial das variáveis.....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	45
4.1. Vazão.....	45
4.2. Qualidade de Água para a Irrigação .....	48
4.2.1. Variáveis Físicas .....	48
4.2.1.1. Sólidos Dissolvidos, Suspensos e Total .....	48
4.2.1.2. Turbidez.....	53
4.2.1.3. Temperatura .....	56
4.2.2 Variáveis Químicas.....	57
4.2.2.1. Potencial hidrogeniônico (pH) .....	57
4.2.2.2. Condutividade Elétrica.....	59
4.2.2.3. Ferro Total .....	62
4.2.2.3. Oxigênio Dissolvido .....	65
4.2.2.4. Cálcio, Magnésio e Dureza Total .....	67
4.2.3. Variáveis Biológicas .....	73
4.2.3.1. Coliformes Fecais e Totais.....	73
4.3. Considerações Finais .....	77
4.3.1. Qualidade de água para a irrigação .....	77
5. CONCLUSÃO .....	78
6. REFERÊNCIAS .....	79
ANEXOS .....	82

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Microbacia do córrego do Coqueiro e pontos de amostragem e municípios.	18
.....	
Figura 2. Fragmento florestal remanescente na microbacia do Córrego do Coqueiro.	21
.....	
Figura 3. Comportamento médio das variáveis climáticas, temperatura, precipitação, umidade relativa e evapotranspiração .....	24
Figura 4. Mapa de localização dos pontos de amostragem e limite da microbacia, utilizando uma imagem CBERS. ....	27
Figura 5. Rodovia de acesso a Jales e ponto 1 de amostragem em 24/05/2007. ....	28
Figura 6. Mapa de localização, hidrografia e limite da sub-bacia do ponto 1.....	29
Figura 7. Ponto 2 de amostragem em 26/07/2007, próximo ao município de São Francisco e processo de assoreamento observado neste trecho. ....	30
Figura 8. Mapa de localização da sub-bacia do ponto 2 de amostragem e hidrografia.	31
.....	
Figura 9. Ponto 3 de amostragem em 26/07/2007, próximo a estação de Estação de Tratamento de Água e medição de vazão. ....	32
Figura 10. Ponto 3 no dia 22/03/2007 com precipitação intensa, no dia 11/10/2007 com volume baixo de água e medição de vazão. ....	33
Figura 11. Mapa de localização da sub-bacia do ponto 3 de amostragem e hidrografia.....	34
Figura 12. Ponto 4 de amostragem em 14/12/2007, medição de vazão (a esquerda) e voçoroca próximo ao ponto 4 (a direita).....	35
Figura 13. Mapa de localização da sub-bacia do ponto 4 de amostragem e hidrografia.....	36
Figura 14. Ponto 5 de amostragem em 24/05/2007, coleta da água e medição de vazão .....	37
Figura 15. Medição de vazão em 11/10/2007utilizando o molinete hidrométrico, da marca FP101-FP201 Global Flow Probe. ....	40
Figura 16. Variação temporal da chuva em cada período amostrado, o número de dias sem chuva no intervalo de cada coleta e o número de dias sem chuva que antecederam o dia da coleta.....	43

Figura 17. Representação explicativa de um gráfico do tipo “boxplot”.....	44
Figura 18. Variação espacial e temporal da vazão e da chuva acumulada entre os períodos de amostragem.....	46
Figura 19. Distribuição dos valores de vazão entre os períodos seco e chuvoso para toda a microbacia do Córrego do Coqueiro. ....	47
Figura 20. Distribuição dos valores de vazão entre os períodos seco e chuvoso, de acordo com os ponto de amostragem.....	48
Figura 21. Variação espacial e temporal da concentração de sólidos suspensos na água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	50
Figura 22. Variação espacial e temporal da concentração de sólidos dissolvidos na água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	51
Figura 23. Distribuição dos resultados da concentração de sólidos suspensos na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	51
Figura 24. Distribuição dos resultados da concentração de sólidos dissolvidos na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	52
Figura 25. Variação espacial e temporal da concentração de sólidos totais na água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	53
Figura 26. Distribuição dos resultados da concentração de sólidos totais na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	53
Figura 27. Variação espacial e temporal da turbidez da água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	55
Figura 28. Distribuição dos resultados da turbidez da água na microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007. ....	55
Figura 29. Variação espacial e temporal da temperatura da água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	56
Figura 30. Distribuição dos resultados da temperatura da água na microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	57
Figura 31. Variação espacial e temporal de pH da água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	58
Figura 32. Distribuição dos resultados de pH na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007. ....	59

Figura 33. Variação espacial e temporal da condutividade elétrica na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	61
Figura 34. Distribuição dos resultados da condutividade elétrica na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	61
Figura 35. Variação espacial e temporal de ferro total na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	64
Figura 36. Distribuição dos resultados de concentração de ferro total na água entre os períodos, seco e chuvoso.....	65
Figura 37. Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	66
Figura 38. Distribuição dos resultados de concentração de oxigênio dissolvido na água entre os períodos, seco e chuvoso. ....	67
Figura 39. Variação espacial e temporal da concentração de cálcio na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	69
Figura 40. Distribuição dos resultados de cálcio na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007. ....	69
Figura 41. Variação espacial e temporal da concentração de magnésio na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	70
Figura 42. Distribuição dos resultados de magnésio na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	70
Figura 43. Variação espacial e temporal da dureza total na água, microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	71
Figura 44. Distribuição dos resultados da dureza total na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	72
Figura 45. Distribuição dos resultados da dureza total para a microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007. ....	72
Figura 46. Variação espacial e temporal da concentração de coliformes totais na água, microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	74
Figura 47. Distribuição dos resultados de coliformes totais na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.....	75
Figura 48. Variação espacial e temporal da concentração de coliformes fecais na água, microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	75

Figura 49. Distribuição dos resultados de coliformes fecais na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007..... 76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classe de uso para irrigação.....	10
Tabela 2. Vegetação Natural Remanescente.....	20
Tabela 3. População urbana e total dos municípios pertencente à microbacia do Coqueiro, corpo receptor de lançamento de efluentes e principais culturas agrícolas.....	22
Tabela 4. Tipos de uso da água na microbacia do Córrego do Coqueiro.....	22
Tabela 5. Finalidade de uso da água na microbacia do Córrego do Coqueiro.....	23
Tabela 6. Tipo de Usuário da água na microbacia do Córrego do Coqueiro.....	23
Tabela 7. Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 1.....	28
Tabela 8. Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 2.....	30
Tabela 9. Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 3.....	33
Tabela 10. Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 4.....	35
Tabela 11. Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 5.....	37
Tabela 12. Síntese das metodologias e dos equipamentos utilizados nas análises de qualidade da água para a irrigação.....	39
Tabela 13. Parâmetros avaliados para a classificação da qualidade de água para a irrigação.....	41
Tabela 14. Limites estabelecidos para a classificação da qualidade de água para a irrigação.....	42
Tabela 17. Distribuição dos resultados de sólidos suspensos e dissolvidos de acordo com os padrões de qualidade de água para a irrigação na microbacia do córrego do Coqueiro, anos de 2006/2007.....	49
Tabela 18. Distribuição dos resultados de Turbidez em relação aos padrões de qualidade de água para a irrigação.....	54

Tabela 19. Distribuição dos resultados de potencial hidrogeniônico (pH) de acordo com os padrões de qualidade de água para a irrigação, na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	58
Tabela 20. Condutividade elétrica da água do córrego do Coqueiro em relação ao potencial de salinização do solo, no ano de 2006/2007. ....	60
Tabela 21. Concentração de ferro total e classificação na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	63
Tabela 22. Oxigênio Dissolvido da água do córrego do Coqueiro em relação ao potencial de salinização do solo, no ano de 2006/2007. ....	65
Tabela 23. Distribuição dos resultados de cálcio e magnésio de acordo com os padrões de qualidade de água para a irrigação, na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.....	68
Tabela 24. Distribuição dos resultados da concentração de coliformes de acordo com os padrões de água para a irrigação.....	73
Tabela 25. Resultados de todos os pontos analisados. ....	82
Tabela 25. Resultados de todos os pontos analisados. ....	83

FRANCO, R.A.M. **Qualidade da água para irrigação na microbacia do córrego do coqueiro no noroeste paulista.** Ilha Solteira, 2008, 84f. Dissertação. (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar as variáveis físicas, químicas e biológicas da qualidade de água para a irrigação no córrego do Coqueiro, afluente da margem direita do rio São José dos Dourados, com bacia de drenagem de 180,1 km<sup>2</sup> e localizado entre os municípios de Jales, São Francisco, Palmeira D'oeste e Dirce Reis, SP. Foram georreferenciados cinco pontos ao longo do córrego para coleta de água e medição de vazão e as coletas foram feitas mensalmente durante um ano e analisados: temperatura, sólidos (suspensos e dissolvidos), turbidez, condutividade elétrica, pH, cálcio, magnésio, dureza, ferro total e coliformes (fecais e totais). Os maiores valores médios de vazão nos pontos 1 (6,0 Km da nascente), 2 (14,1 Km da nascente), 3 (17,4 Km da nascente), 4 (24,6 Km da nascente) e 5 (29,4 Km), foram respectivamente de 0,149, 0,629, 0,735, 0,736 e 0,782 m<sup>3</sup>/h: As análises mostraram que os parâmetros físicos (sólidos suspenso e sólidos dissolvidos) e químicos (pH, condutividade elétrica e dureza total) apresentaram classificação de baixo a médio potencial de dano ao sistema de irrigação. Exceto o ferro total, o único parâmetro químico que ficou na classificação de médio a alto potencial de dano ao sistema de irrigação localizada, com 78,28% e 21,64% das amostras analisadas, respectivamente. O parâmetro biológico (coliformes totais e fecais) não ofereceu risco de contaminação na água para irrigação, de acordo com a Resolução de Nº357/2007.

**Palavras-chave:** qualidade da água, assoreamento, bacia hidrográfica.

FRANCO, R.A.M. **Water quality in the microwatershed of the creek Coqueiro (northwest of São Paulo, Brazil) used for irrigation.** Ilha Solteira, 2008, 84f. Dissertação. (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the physical parameters and chemical quality of water for irrigation at the Coqueiro stream, a tributary of the right bank of the São José dos Dourados river, with the drainage basin of 180,1 km<sup>2</sup> and located between the municipalities of Jales, São Francisco, Palmeira d'Oeste and Dirce Reis, Brazil. For the implementation of the search were determined five points of collection of water along the stream and analyzed monthly for a year the following parameters: solids (suspended and dissolved), turbidity, electrical conductivity, pH, calcium, magnesium, hardness, total iron and coliforms (fecal and total). The highest average values of flowing out of the points 1 (6.0 Km from the headwater), 2 (14.1 Km from the headwater), 3 (17.4 Km from the headwater), 4 (24.6 Km from the headwater) and 5 ( 29.4 km from the headwater), were respectively 149, 629, 735, 736 and 782 m<sup>3</sup>/h: The analyses showed that the physical parameters (solids suspended and dissolved) and chemical (pH, electrical conductivity, total hardness) presented classification of Low to medium potential for damage to the irrigation system. Except the total iron, the only parameter that was in the chemical classification of medium to high potential for damage to the irrigation system located, with 78.28% and 21.64% of the samples, respectively. The biological parameter (coliforms total and fecal) offered no risk of contamination in the water for irrigation, according to the Resolution Number. 357/2007.

**Keywords:** water quality, silting, watershed

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos continentais são utilizados no mundo e no Brasil como recursos disponíveis para a sociedade e com significado ecológico, econômico e social (TUNDISI et al., 2006). As finalidades de uso são múltiplas, entre as quais se destacam o abastecimento público de água, a geração de energia elétrica, a irrigação, a aquicultura, a dessementação animal e a harmonia paisagística.

No entanto, nos últimos tempos, os recursos hídricos vêm sendo modificados por ação antrópica, o que acaba resultando em prejuízo na qualidade e disponibilidade de água. Devido a isso tem a necessidade crescente do acompanhamento das alterações da qualidade de água, de forma a não comprometer seu aproveitamento múltiplo e minimizar os impactos negativos ao meio ambiente (BRAGA et al., 2006).

No Estado de São Paulo, as bacias hidrográficas foram divididas em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI). A bacia hidrográfica do São José dos Dourados é a Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - UGRHI de número 18, localizada na região noroeste do Estado e composta por 25 municípios, com atividades econômicas voltadas para os setores da agroindústria. Os principais produtos do setor primário, nesta UGRHI - 18 são citros, café, banana, uva e agropecuária, sendo que todos os municípios têm a braquiária como a principal cultura (SÃO PAULO, 2006).

A microbacia do córrego do Coqueiro compreende os municípios de Jales, São Francisco, Palmeira D'Oeste e Dirce Reis, tendo como atividades predominantes agricultura com lavouras permanentes e temporárias, com destaque para a fruticultura (abacate, banana, coco-da-baia, citros, mamão, manga, goiaba, maracujá e uva) e agropecuária com pastagem extensiva com grande potencial erosivo, além de disponibilizar água para abastecimento dos municípios de Palmeira d'Oeste e Marinópolis, o que lhe garante maior importância regional.

Com déficits hídricos prolongados ao longo de oitos meses por ano e a maior evapotranspiração do Estado de São Paulo e suscetibilidade a veranicos (HERNANDEZ et al., 1995; HERNANDEZ et al., 2003), o desenvolvimento sócio-econômico passa pela implantação de sistemas de irrigação de modo a minimizar riscos de quebra de produção e melhoria na qualidade do produto, além da

flexibilizar as épocas de plantio e escolha de culturas a serem cultivadas. Todavia, no córrego do Coqueiro o uso da água para irrigação pode conflitar com o uso para o abastecimento urbano e a dependência dos recursos hídricos superficial, o desmatamento, a erosão e assoreamento podem comprometer o uso múltiplo da água.

A bacia hidrográfica do São José dos Dourados se enquadra na categoria de alta criticidade em relação ao processo erosivo e o impacto da erosão nos recursos hídricos é considerado muito crítica, por apresentar predomínio de áreas com alta suscetibilidade e onde se concentra o maior número de feições erosivas lineares. Os municípios São Francisco e Dirce Reis se apresentam com criticidade média e os municípios Jales e Palmeira d'Oeste na categoria de criticidade alta em relação ao processo erosivo. Este mesmo relatório, em relação à vegetação natural remanescente, indica uma baixa porcentagem de áreas preservadas. (SÃO PAULO, 2006).

Essas alterações ambientais causam inúmeros impactos, principalmente nos recursos hídricos, pois a água é um recurso natural finito, cuja qualidade e quantidade vêm reduzindo nos últimos anos, decorrente do mau uso dos recursos naturais, sendo isto reflexo do uso e ocupação da bacia hidrográfica. Sendo os rios de fluxo unidirecional, geram transporte horizontal dos materiais (sedimentos, nutrientes, etc) presente na água, geralmente de origem alóctone e provenientes das áreas adjacentes (agricultura e área urbana) ou de regiões superiores (sentido nascente-foz) que podem comprometer a qualidade de água do rio e influenciar na água destinada para a irrigação.

Os municípios que abrangem esta microbacia não lançam os efluentes urbanos provenientes de estação de tratamento de esgoto neste manancial, sendo lançados em outros corpos d'água. Por esse motivo, acaba atendendo ao uso múltiplo da água para fins de abastecimento público, onde a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) retira e trata a água superficial, abastecendo os municípios de Marinópolis e Palmeira d'Oeste.

Considerando a importância estratégica do córrego do Coqueiro, o objetivo deste trabalho foi monitorar a qualidade de água para irrigação, no córrego do Coqueiro, utilizando as variáveis físicas, químicas e biológicas, que consiste no emprego de variáveis que indicam as alterações ocorridas na microbacia, sejam de origem antrópicas ou natural e que podem comprometer o sistema de irrigação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Bacia Hidrográfica

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, reconhece a bacia hidrográfica como a unidade de seu gerenciamento (BRASIL, 1997).

A bacia hidrográfica é toda área de drenagem de um córrego ou rio da qual todas as águas de superfície e de subsolo saem por um mesmo ponto (RICKLEFS, 2003, p.152). É fundamental reconhecer que a bacia hidrográfica é a unidade básica para o gerenciamento dos recursos hídricos e não dá para analisar somente o sistema aquático. A bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe matéria e energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio (LIMA; ZAKIA, 2000, p.33). Para Odum (1988) toda a bacia hidrográfica deve ser considerada não somente um trecho do córrego ou de vegetação, sendo considerada a unidade mínima de ecossistema quando se trata de interesses humanos. E se deve levar em conta todo o uso e ocupação do solo dessas unidades-bacias-hidrográficas-rios (TUNDISI et al, 2006, p. 216), pois essas ações antrópicas alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos de uma bacia hidrográfica. Dentro desta visão holística em analisar todo o sistema bacia hidrográfica é possível ter êxito no gerenciamento dessas unidades de estudo.

Segundo Goldenfum (2003, p. 3), Lima e Zakia (2000, p. 33) o conceito de microbacia é um tanto vago e/ou subjetivo, pois não há um limite de tamanho para a sua caracterização e não existe um valor único aplicável a todas as situações. Lima e Zakia (2000, p. 33) definem “microbacia” como sendo aquela cuja área de drenagem é tão pequena que a sensibilidade à chuva de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem. Isso significa dizer que essas pequenas bacias convertem a precipitação em vazões nos córregos, com variação no volume (chuvas de alta intensidade e de curta duração), e outro fator são o uso e a ocupação do solo que também tem influência no deflúvio da microbacia e nas grandes bacias o deflúvio é lento.

Os rios são ecossistemas abertos em constante interação com o sistema terrestre e integraliza todos os fenômenos que ocorrem em uma bacia, e através do monitoramento da qualidade e disponibilidade da água pode informar sobre as alterações ocorridas no sistema. Essas informações são a base que garante a qualidade da decisão, inclusive como forma de diminuir a incerteza e de garantir a sustentabilidade dos sistemas (BRAGA et al., 2006, p. 146). Segundo os mesmos autores as informações necessárias a um adequado gerenciamento dos recursos hídricos envolvem as características físicas dos sistemas hídricos (hidrografia, relevo, solo, cobertura vegetal, ações antrópicas e etc.), comportamento hidroclimatológico (séries históricas e em tempo real de variáveis climáticas, pluviometria, fluiometria e qualidade de água) e dados socioeconômicos (dados sobre população, produção agrícola e o uso e impactos dos recursos hídricos).

No Brasil, há grande carência de dados hidrológicos de pequenas bacias, há poucos postos em bacias menores de 500 km<sup>2</sup> e seu monitoramento é de fundamental importância para a complementação da rede de informação hidrológica e estudo do funcionamento dos processos físicos, químicos e biológicos atuantes no ciclo hidrológico (GOLDENFUM, 2003).

O Brasil necessita dessas informações citadas acima e Braga et al (2006) comentam que a situação do monitoramento de qualidade no país é bastante deficitária, apenas a região sudeste apresenta uma situação ótima em relação às outras regiões do país. O Estado de São Paulo tem o maior número de estações hidrometeorológicas, todavia essas informações são obtidas em grandes bacias hidrográficas como ocorre na bacia do rio São José dos Dourados que possui apenas um ponto de coleta da água, tendo uma área de drenagem de 6.732 km<sup>2</sup> (CETESB, 2005). Então, cabe salientar a necessidade urgente de informações sobre qualidade e quantidade da água para o cenário em nível regional, com enfoque para a microbacia. Para Paz et al (2000, p.467) a situação brasileira não é de tranquilidade, embora seja considerado um país privilegiado em recursos hídricos, conflitos de qualidade, quantidade e déficit de oferta já são realidade. Regiões que existe uma alta demanda pelo uso da água tem acarretado uma série de conflitos entre os setores de usuários, principalmente nas bacias hidrográficas com baixa relação disponibilidade/demanda.

Como parte integrante deste sistema bacia hidrográfica estão as cidades, os ecossistemas naturais e os agroecossistemas, estes considerados um sistema de

produção agrícola dependentes da produção primária, ou seja, produção fotossintética na obtenção de biomassa comercializada (grãos, fibras, proteínas, frutos, madeira etc.) e extremamente dependentes dos recursos hídricos. Para Salati et al (2006) a sustentabilidade desses agroecossistemas poderá ser feita tomando por base o balanço hídrico (precipitação e evapotranspiração) das bacias hidrográficas, pois a água é um fator limitante para o desenvolvimento econômico e sustentável.

## **2.2. Uso da água na irrigação**

O primeiro avanço significativo que levou a um incremento massivo na produtividade agrícola foi o desenvolvimento da irrigação com a necessidade de fornecer água às culturas, uma atividade que foi praticada no Oriente Próximo em épocas como há 7.000 anos (RAVEN et al, 2001, p.801).

O maior usuário de água é o setor agrícola, que em nível mundial consome cerca de 69% de toda água originada de rios, lagos e aquíferos e os outros 31% são consumidos pela indústria e uso doméstico (CHRISTOFIDIS, 1997). Segundo dados das Nações Unidas apud Townsend et al. (2006, p.466) o uso da água em países em desenvolvimento, tem a agricultura como a maior consumidora (86,8%), em segundo a indústria (7,0%) e em terceiro o uso doméstico (6,25%). Nos países desenvolvidos esses percentuais diminuem, a agricultura passa para 46,1%, a indústria com 41,4% e o uso doméstico com 12,5%.

A agricultura irrigada no Brasil ocupa 5% a 6% das terras cultivadas no país, do volume de produção agrícola participa entre 16% e 35% do valor arrecadado com a comercialização de produção agrícolas (TELLES; DOMINGUES, 2006, p. 325). No Brasil, a referência de dotação unitária média de água para irrigação é 0,39 L/s/ha, considerando operação 24 horas por dia, 365 dias por ano, que equivale à dotação de 12.300 m<sup>3</sup>/ha/ano e a demanda média de água para irrigação em nosso país corresponde a pouco mais de 1.290 m<sup>3</sup>/s (TELLES; DOMINGUES, 2006, p.336)

Estima-se que existiam 3,31 milhões de hectares irrigados no Brasil, que correspondem a menos de 6% da área total cultivada. Segundo avaliações mais

modestas o país dispõe de 29,6 milhões de hectares irrigáveis e os métodos mais utilizados apresentam a seguinte distribuição: inundação 33%; aspersão mecanizada 21%; aspersão convencional 20%; sulcos 18% e irrigação localizada com 8% (TELLES; DOMINGUES, 2006, p.331).

Para Telles e Domingues (2006, p. 325) são muitas as razões para implantar um sistema de irrigação em uma propriedade, com destaque para as condições climáticas (déficits hídricos em algumas regiões), as questões agronômicas e as de interesse econômico e gerencial. Na região noroeste do Estado de São Paulo, com oitos meses de déficits hídricos, a maior evapotranspiração do estado e suscetibilidade a veranicos, essas são as razões para que muitos agricultores instalassem sistemas de irrigação em suas propriedades (HERNANDEZ et al, 2003). Nesta região, os principais métodos de irrigação mais empregados pelos agricultores são: aspersão e localizada (gotejadores, microaspersão e as tripas plásticas), sendo a última a mais empregada na microbacia do córrego do Coqueiro e região. Para o Estado de São Paulo a irrigação localizada e aspersão ocupam área de 32.010 ha e 104.210 ha, respectivamente (CHRISTOFIDIS apud TELLES; DOMINGUES, 2006, p. 327).

O uso intensivo da água na irrigação pode gerar diversos impactos ao ambiente. Telles e Domingues (2006) citam alguns desses impactos ocasionados pela irrigação como depleção excessiva da vazão ou do nível do curso d'água, rebaixamento do lençol freático, salinização do solo, disseminação de doenças de veiculação hídrica e contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Essas ações antrópicas acabam interferindo diretamente e/ou indiretamente no uso da água na agricultura irrigada, tanto em termos de quantidade e qualidade. Água de boa qualidade é de extrema importância para obtenção de produtos saudáveis e também no desempenho dos equipamentos de irrigação.

Os impactos da agricultura irrigada podem ser minimizados com a adoção do conceito de desenvolvimento sustentável, para guiar o equilíbrio exato entre a produção e o uso dos recursos naturais o êxito da agricultura sustentável está no desenvolvimento de metodologias e instrumentos tecnológicos apropriados a cada situação e região, prontamente acessível e possíveis de serem adotadas pelo produtor e capazes de promover o aumento de produtividade com mínimo de risco ao meio ambiente (SILVA PAZ et al, 2000, p.472).

### 2.3. Quantidade e qualidade da água

A água é uma necessidade fisiológica para todo ser vivo e do ponto de vista ecológico e agronômico é um fator limitante, principalmente em ambientes terrestres que passam por estiagens prolongadas e/ou períodos de déficits hídricos acentuados. Um exemplo é a eficiência de transpiração, que é a razão entre o crescimento vegetal (produção líquida) e a água transpirada, geralmente expressa em termos de grama de matéria seca produzida por 1.000 gramas de água transpirada (ODUM, 1998, p.161). Para a maioria das espécies de interesse agrícola, apresenta uma eficiência de transpiração de dois ou menos, ou seja, 500 gramas ou mais de água perdem-se para cada grama de matéria seca produzida (NORMAM apud ODUM, 1998, p.161). Devido às características fisiológicas dos vegetais e a necessidade de produzir alimentos levaram os uso de tecnologias como a irrigação para aumentar a eficiência e a produtividade agrícola. Por exemplo, a cultura da videira na região do Vale do São Francisco, necessita de um consumo médio de 12.750 m<sup>3</sup>/ha/ano (TELLES; DOMINGUES, 2006).

O consumo inadequado da água, com aumento da demanda na irrigação, na indústria e no padrão de vida em vários países, trás um cenário quantitativo de que o número de países com escassez de água passará de 31 para 48 nos próximos trintas anos (GLEICK apud TUNDISIS et al, 2006, p. 741). Entretanto, a agricultura irrigada vem acompanhando essas mudanças de comportamento em relação ao uso da água, reduzindo a aplicação dos recursos hídricos sobre a planta, usando técnicas que melhorem a qualidade e a eficiência da irrigação.

Para instalar um sistema de irrigação devem ser levados em consideração vários fatores, entre esses pode destacar um de extrema importância que são o volume e a vazão disponível são indicadores importantes para o irrigante e para o gerenciamento do uso da água. Na Região Hidrográfica do Paraná (MS, SP, PR e partes de MG e GO), e de acordo com o uso múltiplo da água, a irrigação utiliza apenas 24% (116,7 m<sup>3</sup>/s), atrás do consumo humano (167,5 m<sup>3</sup>/s) e industrial (159,9 m<sup>3</sup>/s) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007, p. 43).

Christofidis apud Telles e Domingues (2006, p. 328) relatam que em 1999 a área irrigada no Estado de São Paulo era de 468.400 hectares, com demanda específica de 0,296 L/s.ha e demanda total com vazão de 138,65 m<sup>3</sup>/s.

No Estado de São Paulo a disponibilidade de recursos é bem maior que a demanda. No período de 2004 a 2006, a demanda de água na irrigação foi de 155 m<sup>3</sup>/s, maior que o uso industrial e abastecimento público que foram de 99 m<sup>3</sup>/s e 128 m<sup>3</sup>/s, respectivamente (PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS apud SÃO PAULO, 2006). Neste mesmo relatório, a relação entre a vazão mínima (disponibilidade) e as demandas, gerou um indicador que determina onde a disponibilidade é mais restrita em relação à demanda e a bacia do São José dos Dourados ficou na quarta categoria, com uma demanda de 10% a 30% da vazão mínima (SÃO PAULO, 2006, p. 33).

Freqüentemente surge a questão se existe disponibilidade de água não somente em quantidade, mas também, em qualidade é adequada para os usos pretendidos (GASTALDINI; MENDONÇA, 2003, p. 428). Para os autores, os corpos d'água podem ser caracterizados por três principais componentes, hidrológicos, físico-químicos e biológicos.

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica é resultante de fenômenos naturais e antrópicos. Para Sperling (1996), a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo em toda a bacia hidrográfica. E os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos de suas características físicas, químicas e biológicas. As características físicas podem ser os sólidos (totais, dissolvidos e suspensos) presentes na água. A parte química pode ser interpretada através de materiais orgânicos e químicos presentes na água e são determinadas pelas condições climáticas, geomorfológicas e geoquímicas existentes na bacia de drenagem (GASTALDINI; MENDONÇA, 2003) enquanto que a parte biológica pode ser determinada pela presença da comunidade biológica na água.

## **2.4. Qualidade de água para a irrigação**

A agricultura irrigada necessita de água em quantidade e qualidade, entretanto o aspecto de qualidade era desprezado no passado, devido à existência de água em abundância, de boa qualidade e de fácil utilização pelo irrigante. Atualmente, a qualidade da água para a irrigação é uma ferramenta importante, através dessa informação sabe-se o tipo de cultura a ser irrigada (AYRES; WESTCOT, 1991) e os problemas com o equipamento de irrigação devido à obstrução física ou química dos orifícios, principalmente em sistemas de irrigação localizada que apresentam orifícios de pequeno diâmetro e são obstruídos por partículas sólidas (silte e argila) e também por microorganismo como algas e bactérias (NAKAYAMA; BUCKS, 1986).

A qualidade da água para a irrigação está relacionada com a operação do equipamento utilizado no sistema. Pela análise da água é possível saber se a água utilizada pode danificar o sistema de irrigação ou não. Um exemplo é a corrosão e a incrustação que são prejudiciais aos equipamentos de irrigação e por esse motivo a análise da água pode definir o material de fabricação dos equipamentos e o sistema de irrigação utilizado (TELLES; DOMINGUES, 2006, p 360).

Nakayama e Bucks (1986, p. 142-143) relataram que as variáveis físicas, químicas e biológicas que estão relacionadas com risco de obstrução segundo a qualidade da água de irrigação, são: os sólidos suspensos e dissolvidos, pH, ferro total, manganês, sulfito de hidrogênio e população de bactérias.

Para a avaliação da qualidade da água para a irrigação devem ser definidos padrões e critérios das variáveis físicas, químicas e biológicas e os risco de danos que essas interferem nos sistemas de irrigação.

#### **2.4.1 Enquadramento dos corpos hídricos em Classes**

As Resoluções 20/86 e 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005) classificam as águas em nove Classes, dividindo-as em doces, salobras e salinas, obtendo-se, assim, as possibilidades dos usos preponderantes no corpo d'água ou em um trecho dele. As cinco primeiras Classes destinam-se às águas doces, sendo que as Classes Especiais destinam-se ao abastecimento doméstico sem prévia ou com

simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural da comunidade aquática. Para a irrigação utilizam as quatro primeiras classes, de acordo com a Tabela 1.

Os padrões de qualidade da água dessas duas Resoluções são critérios numéricos ou qualitativos para os parâmetros fundamentais à preservação do uso do corpo d'água. Para cada uma das classes corresponde uma qualidade a ser mantida no corpo d'água, que são condições e padrões de qualidade da água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros.

**Tabela 1.** Classe de uso para irrigação.

	<b>Classes</b>	<b>E</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas.					
<b>Irrigação</b>	Hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esportes e lazer, com os quais o público possa vir ter contato direto.					
	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.					

E<sup>1</sup> classe especial. Fonte: Resolução CONAMA N°357 (2005)

#### **2.4.2. Parâmetros de qualidade de água utilizados na irrigação**

A seguir são apresentadas algumas das variáveis utilizadas na caracterização da qualidade da água para a irrigação.

##### **2.4.2.1. Sólidos**

Segundo Galtaldini e Mendonça (2003, p. 433) o termo “sólidos” é amplamente usado para a maioria dos compostos presentes em água e que permanecem em estado sólidos após evaporação. Os sólidos suspensos e dissolvidos correspondem aos resíduos filtráveis e não filtráveis, respectivamente. Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece

como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra durante um tempo fixado (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005).

Os sólidos suspensos (areia, silte, microorganismos, restos de animais e vegetais) com diâmetro superior a 10 µm, em altas concentrações constituem-se em um dos principais problemas, pois pode ocasionar obstrução dos orifícios em sistema de irrigação localizada (NAKAYAMA; BUCKS, 1986). Segundo Nakayama e Bucks (1986, p. 142-143) quando a água de irrigação apresenta valores acima de 50 mg/L de sólidos suspensos e 500 mg/L de sólidos dissolvidos, pode ocorrer danos moderado ao sistema de irrigação localizada, com o entupimento de emissores. Um outro problema são os sólidos dissolvidos que apresentam sais minerais, sendo que seu excesso na água de irrigação pode provocar a salinização do solo, dificultando e/ou impedindo a planta de absorver a água pelas as raízes (AYRES; WESTCOT, 1991, p. 3).

#### **2.4.2.2. Turbidez**

O tipo e concentração de matéria em suspensão (silte, argila, partículas finas de matéria orgânica e inorgânica, compostos orgânicos solúveis, plâncton, e outros organismos microscópios) controlam a Turbidez e a transparência da água (GASTALDINI; MENDONÇA, 2003). Esses autores comentam que a turbidez resulta do espalhamento e absorção da luz incidente por partículas, enquanto que a transparência é o limite de visibilidade na água.

Nos sistemas aquáticos tropicais, a Turbidez dos corpos d'água é particularmente elevada em regiões com solos erodíveis, onde a precipitação podem carrear partículas de argilas, silte, areia, fragmentos de rochas e óxidos metálicos do solo. Os rios brasileiros são naturalmente turvos em decorrência das características geológicas das bacias de drenagem, de altos índices pluviométricos e do uso de práticas agrícolas inadequadas (LIBÂNIO, 2005, p.23).

Os valores de Turbidez vão de 0 a 1000 unidades nefelométricas (NTU), os valores baixos indicam poucas partículas suspensa na água e o contrário tem o aumento nos valores de turbidez que indicam a concentração de matérias em

suspensão. A turbidez para a irrigação é um indicativo que determina a presença de sedimentos em suspensão na água, que em excesso pode obstruir o sistema de irrigação e para o ambiente aquáticos os altos valores de turbidez reduz a taxa fotossintética e a quebra da estabilidade ambiental. Segundo Resolução do CONAMA de Nº 357/2005 (BRASIL, 2005), a Turbidez para a águas de Classe 1 o permitido é de 40 unidades nefelométricas de turbidez, para as Classes 2 e 3, não devem exceder 100 unidades nefelométricas.

#### **2.4.2.3. 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 0º C a 30 ºC, 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 organismos aquáticos, com a elevação da temperatura aceleram a maioria dos processos metabólicos sendo que a taxa de consumo de oxigênio freqüentemente aumenta de modo constante e regular com a elevação da temperatura. Em geral, uma elevação de 10ºC na temperatura provoca um aumento de 2 a 3 vezes na taxa de consumo de oxigênio e na decomposição de matéria orgânica.

#### **2.4.2.4. Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH influencia muitos processos biológicos e químicos nos corpos d'água (ESTEVES, 1998). O pH é uma função da proporção entre íons de  $H^+$  e os íons de  $OH^-$  em solução, e regula numerosos processos fisiológicos que envolvem animais e

vegetais e reações físico-químicas do ambiente. As águas naturais de superfície apresentam pH variando de 6,0 a 8,5, neste intervalo de pH é o ideal à manutenção da vida aquática (LIBÂNIO, 2005, p. 30).

Segundo Resolução do CONAMA Nº 357/2005, fixam o valor de pH para proteção à vida aquática, na faixa entre 6 e 9. Para a irrigação os valores de pH estão entre baixo (< 7,0), médio (7,0-8,0) e alto (> 8,0) (NAKAYAMA E BUCKS, 1986).

#### **2.4.2.5. Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica determina a capacidade da água conduzir a corrente elétrica. Quanto maior a concentração iônica de uma solução, maior será a condutividade elétrica, situação contraria com baixa concentração de íons ocorre menor condutividade elétrica e o contrário maior será a resistência (ESTEVES, 1998). Os íons originam-se da dissolução ou intemperização das rochas e solos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso e de outros minerais (AYRES e WESTCOT, 1991). Em ambientes que estão impactados a condutividade elétrica apresentam valores superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (CETESB, 2005), podendo atingir valores de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em corpos d'água receptores de levadas cargas de efluentes domésticos e industrial (LIBÂNIO, 2005, p. 33).

Para a irrigação, o principal problema do excesso de sais na água é que após a deposição dos íons no solo e com a evaporação da água se tem o acumulo dos íons, podendo resultar em salinização do solo (AYRES e WESTCOT, 1991).

#### **2.4.2.6. Oxigênio Dissolvido**

A concentração de oxigênio dissolvido é um parâmetro importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático e sua redução pode ocorre por

razões naturais principalmente pela respiração dos organismos presentes no ambiente aquático, mas também por perdas para a atmosfera, mineralização da matéria orgânica e oxidação de íons (LIBÂNIO, 2005, p.34).

É uma variável química importante para as condições ambientais, embora não seja um parâmetro utilizado na caracterização da qualidade de água para irrigação. Através da medição da concentração de oxigênio dissolvido, detecta-se os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica (COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL, 2005). A Resolução do CONAMA de Nº 357/2005 (BRASIL, 2005) determina que em qualquer amostra coletada, os valores de oxigênio dissolvido para as águas de Classe 1, 2 e 3, não podem ser inferiores a 6, 5 e 4 mg/L, respectivamente.

#### **2.4.2.7. Ferro Total**

O ferro é um macronutriente e tem a sua origem na dissolução de compostos de rochas e solos, sendo um elemento abundante e encontrado nas águas naturais, superficiais e subterrâneas (ESTEVES, 1998). Apresentando-se nas formas insolúvel ( $Fe^{+3}$ ) e dissolvida ( $Fe^{+2}$ ), a forma dissolvida ocorre onde existe baixa concentração de oxigênio dissolvido (LIBÂNIO, 2005, p. 39). A concentração de ferro no meio aquático depende de vários fatores ambientais, sendo o pH, a temperatura e o potencial redox os mais importantes (ESTEVES, 1998).

O ferro constitui nutrientes para algumas espécies bactérias, principalmente do gênero *Crenotrix* e *Gallionela* que podem crescer no interior das redes de distribuição também conferindo cor, odor e sabor à água, além de possibilidade de incrustações (LIBÂNIO, 2005, p.39). Nackayama e Bucks (1986, p. 146) também evidenciaram no sistema de irrigação a precipitação do ferro ocasionado pela presença de bactérias dos gêneros *Gallionela*, *Leptothrix*, *Crenothrix* e *Sphaerotilus*.

Devido às características geopedológicas rica em sesquióxidos de ferro, e com a falta de conservação dos solos, processos erosivos acentuados e

assoreamento dos mananciais tendem a aumentar a concentração deste elemento nos corpos d'água.

Atualmente o ferro é um dos principais problemas na água de irrigação devido à capacidade de obstruir fisicamente as tubulações e emissores dos sistemas de irrigação localizada. Segundo Hernandez et al. (2001) após a oxidação, de  $\text{Fe}^{+2}$  para  $\text{Fe}^{+3}$ , o ferro fica retido nas paredes do tubo, ocasionando o aumento nas perdas de cargas e comprometendo o sistema de irrigação.

Nakayama e Bucks (1986, p. 143) relatam que ferro total em concentrações superiores a 0,2 mg/L na água de irrigação pode resultar em precipitação e obstrução de tubulações e emissores, ocasionando danos moderados ao sistema. A remoção de ferro pode ser realizada por aeração, favorecendo a oxidação à forma insolúvel (LIBÂNIO, 2005, p.39). Para a irrigação essa aeração deve ser antes de entrar no sistema de irrigação.

#### **2.4.2.8. Dureza Total**

A dureza indica a presença de certo cátions, com os íons  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e a maior parte do cálcio entra na água através de  $\text{CaCO}_3$ , na forma de calcário, ou por meio de depósito minerais de  $\text{CaSO}_4$ . Já a fonte de entrada do magnésio é o calcário “dolomítico”,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$  (BAIRD, 2002, p. 476). A dureza tem origem natural pela dissolução de rochas cárneas, sendo expressa em mg/L de equivalente de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). A dureza devido ao carbonato é sensível ao calor, precipitando o carbonato ao aumento significativo de temperatura, podendo provocar incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores (LIBÂNIO, 2005, p.31).

O cálcio é um cátion ( $\text{Ca}^{+2}$ ) presente na água e é essencial para o crescimento de algas, macrófitas aquáticas e muitos animais, em especial moluscos (ESTEVES, 1998). Para a irrigação esse cátion associa ao magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) e esses dois sais solúveis geralmente determina a dureza da água, embora pode ocorrer outros cátions.

O magnésio ( $Mg^{+2}$ ) para o ambiente se deve a sua participação na formação da molécula de clorofila (ESTEVES, 1998). Associado ao cálcio determina a dureza da água e a origem natural desses dois elementos ocorre através da dissolução de minerais, solos e rochas (ALLAN, 1995; ESTEVES, 1998)

Em corpos d'água de reduzida dureza, como é o caso da maioria dos mananciais superficiais, a biota do meio aquático é mais sensível à presença de substâncias tóxicas, já que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água (LIBÂNIO, 2005, p.33).

A dureza é uma variável importante para qualidade de água para irrigação. Segundo Nakayama e Bucks (1986) a precipitação dos carbonatos de cálcio e magnésio pode ocorrer se a dureza for elevada e valores de pH acima de 7,5. Para Ayre e Westcot (1991) os valores ideais de cálcio e magnésio na água de irrigação, devem ser de 400 mg/L de  $Ca^{+2}$  e 60 mg/L de  $Mg^{+2}$ .

#### **2.4.2.9. Coliformes**

As bactérias do grupo coliformes são indicadoras de contaminação fecal, restritas ao trato intestinal de animais homeotérmicos, ou seja, animais de sangue quente, como aves e mamíferos. A determinação da concentração dos coliformes fecais e totais assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de bactérias patogênicas, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como febre tifóide, desinteria bacilar e cólera (CETESB, 2005).

O uso de coliforme como indicador de possíveis presenças de seres patogênicos de veiculação hídrica que possam estar associados às fezes é de fácil identificação e contagem em laboratório com poucos recursos. Ao contrário de um método analítico em que se procura identificar e quantificar cada uma das espécies patogênicas presentes, o “teste de coliformes” procura apenas evidenciar quantitativamente a presença de certos microorganismos que, sendo de origem intestinal, atestam a presença de fezes na água (BRANCO et al., 2006, p. 247).

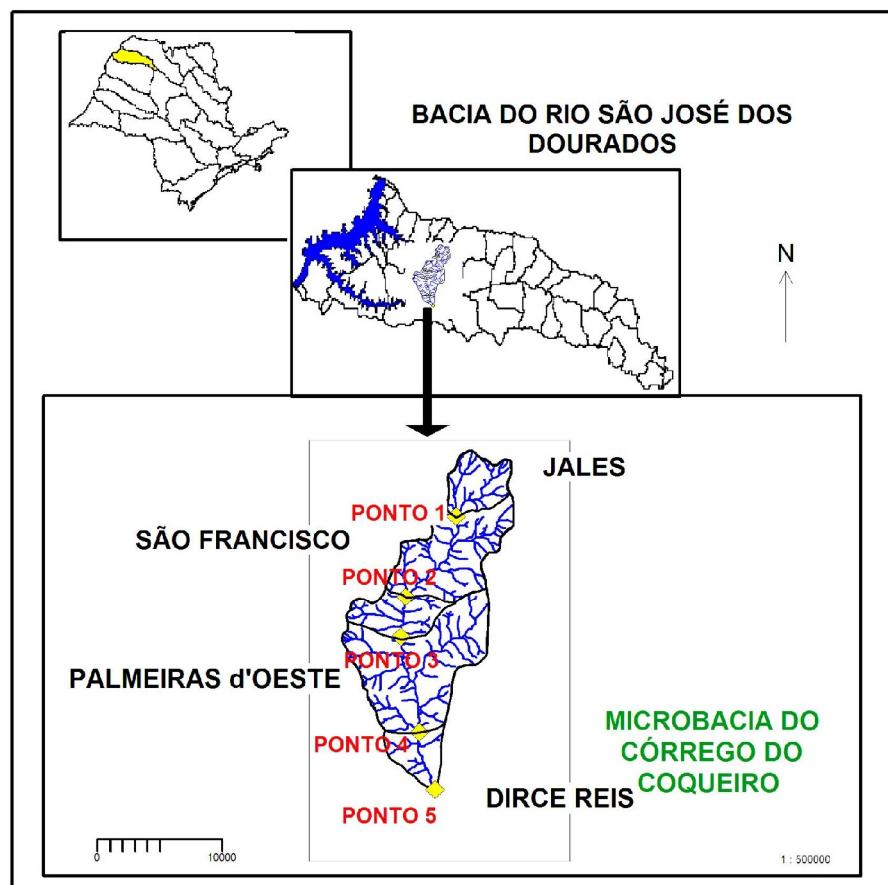
Esse grupo de coliformes totais são bactérias aeróbias ou anaeróbias capazes de fermentar a lactose de 24 a 48 horas à temperatura de 35 a 37°C (LIBÂNIO, 2005, p.44).

A Resolução CONAMA de Nº20/86 determina o número de coliformes fecais e totais, de acordo com classe de uso. A Classe 2 permite o número de 5.000 coliformes totais em 100 mL de amostra e de coliformes fecais um número de 1.000 coliformes em 100 mL de amostra. Para se tornar inapta de uso, os limites devem ser excedidos em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhida em qualquer mês.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3. 1. Localização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na microbacia do córrego do Coqueiro, com 29,4 km de extensão da nascente até a foz, um afluente da margem direita do Rio São José dos Dourados, uma das principais bacias de drenagem da região noroeste do Estado de São Paulo. Este manancial está localizado entre os municípios de Jales, São Francisco, Palmeiras d'Oeste e Dirce Reis, as coordenadas geográficas da área correspondem aos paralelos 20° 15' a 20° 30' sul e aos meridianos 50° 30' 00" a 50°30'00" oeste. Foram selecionados cinco pontos de monitoramento de modo a representar o comportamento da bacia hidrográfica (Figura 1).



**Figura 1.** Microbacia do córrego do Coqueiro e pontos de amostragem e municípios.

Os quatro municípios estão distribuídos ao entorno da microbacia que ocupam uma área de 85.000 hectares, sendo Jales o maior município da região. A microbacia do córrego do Coqueiro possui uma área de 180,2 km<sup>2</sup> e um perímetro de 71,61 km determinados através do software Ilwis, versão 3.4, a partir da base cartográfica do IBGE na escala de 1: 50.000 do município de Jales e imagem do satélite CBERS em sua passagem em 30 de agosto de 2007.

### **3.2. Geologia, litoestratigrafia e caracterização da vegetação remanescente**

A microbacia do córrego do Coqueiro é uma sub-bacia do Rio São José dos Dourados, inserida na Província do Planalto Ocidental, com relevo levemente ondulado, com cimento para oeste e as altitudes inferiores a 600 metros (SÃO PAULO, 2006, p.428).

Segundo o Comitê da Bacia do São José dos Dourados (2003, p.17), as unidades geológicas que afloram nesta bacia são as rochas ígneas basálticas do Grupo São Bento, formação Serra Geral e as rochas sedimentares do Grupo Bauru, Formação Caiuá.

Os municípios de São Francisco e Dirce Reis se apresentam com criticidade média e os municípios de Jales e Palmeira D'Oeste na categoria de criticidade alta em relação ao processo erosivo. (SÃO PAULO, 2006). Esses critérios foram desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa Tecnológico apud São Paulo (2006, p.57) que estabeleceram um índice de criticidade dos municípios quanto aos processos erosivos, fundamentado a partir dos seguintes critérios: número de feições erosivas lineares em área urbana e total do município, percentagem de área urbana e área total do município e percentuais das áreas de suscetibilidade à erosão no município.

A vegetação originalmente predominante na bacia é caracterizada como floresta estacional (semidecidual e decidual), entretanto este tipo de vegetação está todo fragmentado e degradado por estarem em áreas que passaram por grandes transformações econômicas (SÃO PAULO, 2006). Geralmente esses fragmentos estão localizados ao longo de cursos d'água e são considerados como floresta estacional semidecidual ribeirinha com influência fluvial sazonal (RODRIGUES,

2000), sendo 1,7% o valor médio de vegetação natural remanescente nos municípios por onde o córrego do Coqueiro passa (CETESB, 2005) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Vegetação Natural Remanescente.

Município	Área (ha)	Vegetação natural remanescente (ha)	%
Dirce Reis	8.800	602	2,0
Jales	36.800	594	1,6
São Francisco	9.000	98	1,1
Palmeiras D'Oeste	30.400	653	2,1

Fonte: Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo. 2006

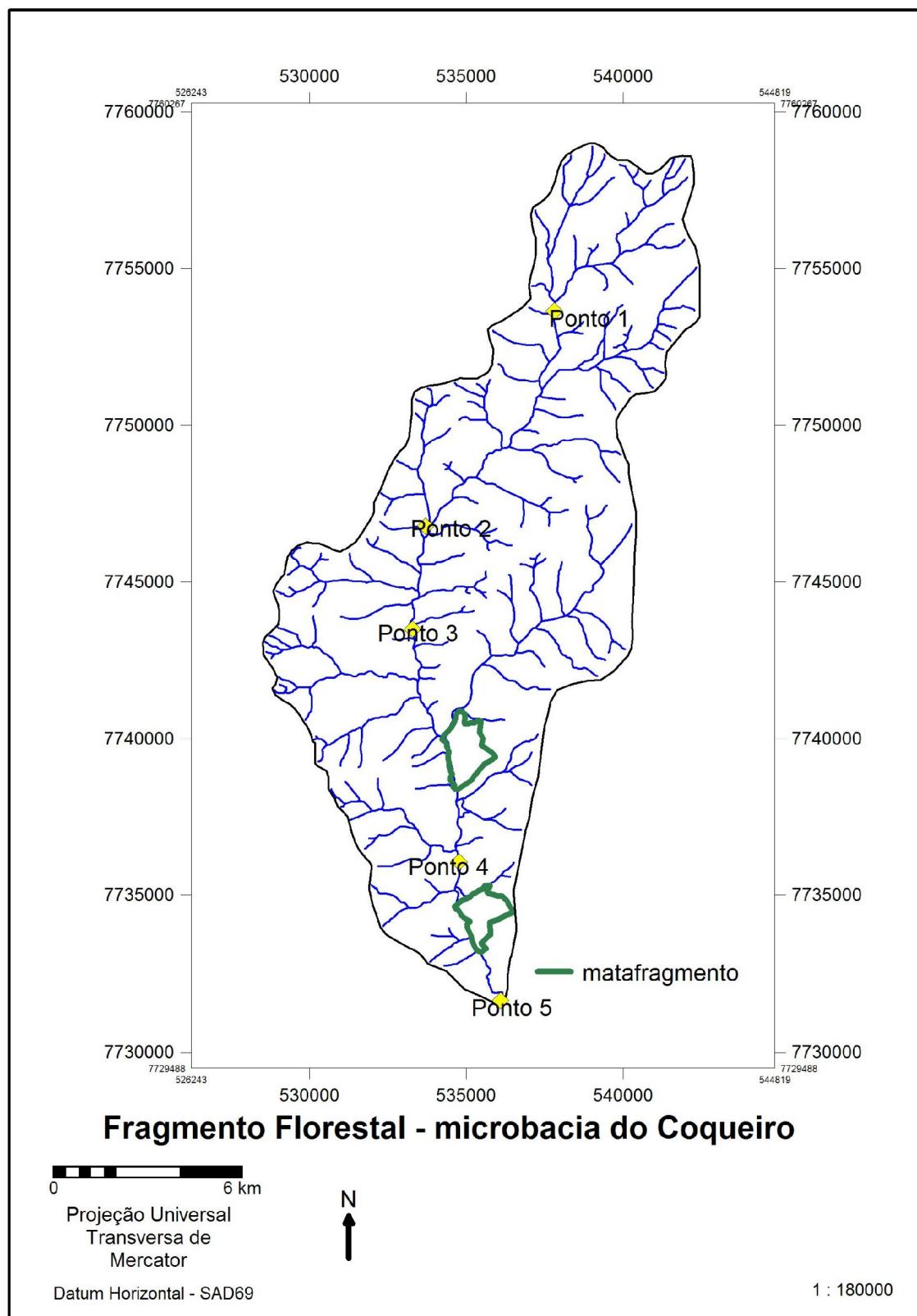
Segundo a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo e Instituto Florestal (2005) na região noroeste do Estado de São Paulo restam apenas 3,3% de vegetação natural, disposta em pequenos fragmentos de 10 ha o que caracteriza como uma das mais degradadas áreas do Estado.

Na microbacia do córrego do Coqueiro existem dois fragmentos florestais (Figura 2) remanescentes, a jusante ( $2,21 \text{ km}^2$ ) e a montante ( $1,74 \text{ km}^2$ ) do ponto 4 de monitoramento, ocupando 2,19 % da área total da bacia hidrográfica.

### 3.3. Características Sócio-Econômicas

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007), no Censo do ano 2000, em 60% da bacia do São José dos Dourados não existe nenhum município com população superior a 50.000 habitantes, destacando-se o município de Jales, com 21,5 % da população total.

As principais fontes de renda destes municípios vêm das atividades primárias, como a pecuária e a fruticultura (principalmente, citros e uvas) (Tabela 3). Todos os municípios têm a braquiária como a principal cultura (SÃO PAULO, 2006, p.428) e a maioria destas pastagens encontram-se degradadas devido ao manejo incorreto por parte dos pecuaristas que não adotam práticas conservacionista de proteção ao solo.



**Figura 2.** Fragmento florestal remanescente na microbacia do Córrego do Coqueiro.

**Tabela 3.** População urbana e total dos municípios pertencente à microbacia do Coqueiro, corpo receptor de lançamento de efluentes e principais culturas agrícolas.

Municípios	População Censo 2000 <sup>1</sup>		Corpo receptor <sup>2</sup>	Lavouras permanentes com maiores áreas plantadas nos municípios <sup>3</sup>	
	Total	Urbana		Culturas	Área plantada (ha)
Dirce Reis	1.623	1.075	Cór. Marimbondo	Laranja	159
Jales	46.178	42.332	Cór. Marimbondo	Laranja	1464
Palmeiras d'Oeste	10.322	7.085	Cór. do Cervo	Limão	150
São Francisco	2.863	2.055	Cór. Botelho	Uva	150
<b>Total Geral</b>	<b>60.986</b>	<b>52.547</b>		<b>Uva</b>	<b>180</b>

Fonte: <sup>1</sup>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico, 2000; <sup>2</sup>CETESB, 2005; <sup>3</sup>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal, 2005.

### 3.4. Tipos de usuários, finalidade e uso da água

Para a microbacia do córrego do Coqueiro estão definidos os tipos de usuários, a finalidade e o uso da água. Essas informações foram obtidas a partir de requerimentos de Outorga solicitados ao DAEE e, em relação ao tipo de uso, a captação superficial foi representada por 53% e a outra parte representada pela reservação (47%) que são tanques em superfícies (Tabela 4).

**Tabela 4.** Tipos de uso da água na microbacia do Córrego do Coqueiro.

Tipo de uso	Número	Freqüências (%)
Captação superficial	20	53
Reservação (tanques em sub-superfície)	18	47

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

As finalidades de uso da água nesta microbacia estão mostrando que a agricultura irrigada representa a maior porcentagem de outorga uso (58%) e a

descendência animal com 15,7% (Tabela 5). O número de irrigantes que solicitaram outorgas são 12, com uma porcentagem de 31,5% de tipos de usuários da água na microbacia (Tabela 6).

**Tabela 5.** Finalidade de uso da água na microbacia do Córrego do Coqueiro.

Finalidade de uso	Número	Freqüências (%)
Irrigação	22	58
Regularização de Vazão (Barragem)	10	26,3
Descendência	6	15,7

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

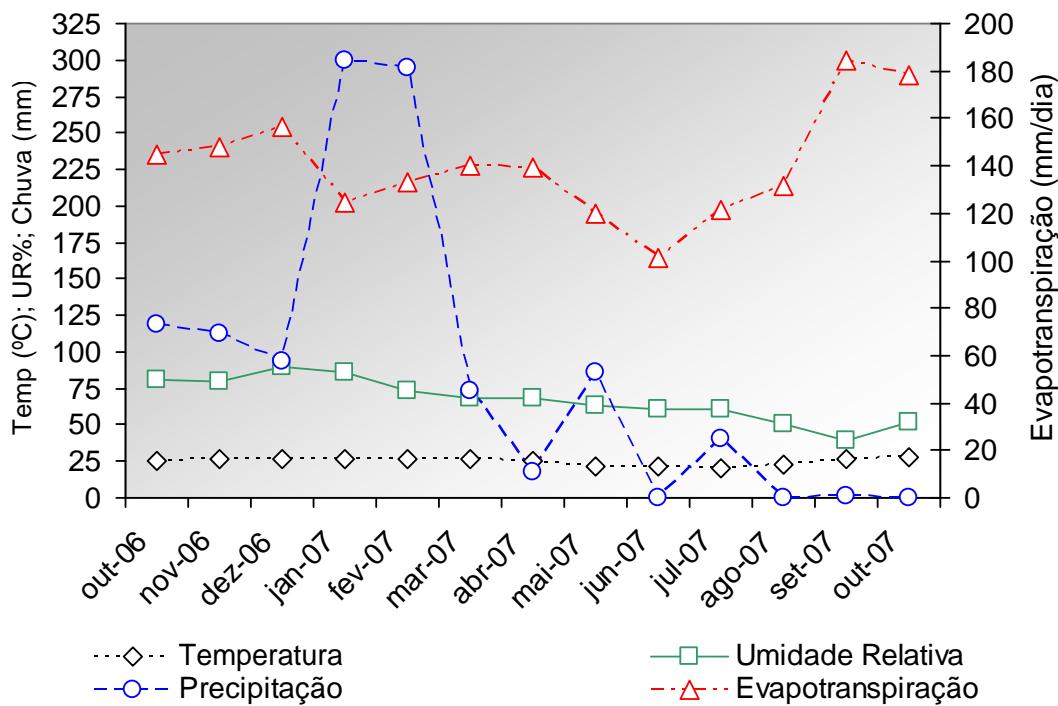
**Tabela 6.** Tipo de Usuário da água na microbacia do Córrego do Coqueiro.

Tipo de usuário	Número	Freqüências (%)
Irrigantes	12	31,5
Uso comunitário	14	37
Uso Rural	2	5,2
Pecuarista	10	26,3

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

### 3.5. Clima

A classificação climática para a região, segundo Köeppen, é o subtropical úmido, Cwa, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (PEREIRA et al, 2002). As precipitações foram obtidos no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do município de Jales (SÃO PAULO, 2007), enquanto que as demais variáveis foram obtidas a partir da estação agrometeorológica automática instalada no município de Marinópolis operada pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira. O total de precipitação pluviométrica e evapotranspiração de referência de Pennman-Monteith apud Allen et al (1998), para o período monitorado foi de 1138,2 e 1819,4 mm, respectivamente. Na Figura 3 estão às médias mensais das variáveis de umidade relativa (%), temperatura (°C), precipitação e evapotranspiração, no decorrer do período em estudo.



**Figura 3.** Comportamento médio das variáveis climáticas, temperatura, precipitação, umidade relativa e evapotranspiração.

### 3.6. Área e perímetro da microbacia e cálculos dos parâmetros hidrológicos

As bases cartográficas para a realização do levantamento de área e perímetro de cada ponto de amostragem da microbacia do coqueiro foram uma carta do IBGE na escala de 1: 50.000 do município de Jale, com eqüidistância das curvas de nível de 10 metros e uma imagem do satélite CBERS obtida no período de 30 de agosto de 2007.

Através da carta do IBGE com representações das curvas de nível foi possível definir os divisores de água da microbacia e as delimitações das sub-bacias com os seus respectivos pontos de amostragem georreferenciado em campo. A imagem CBERS utilizada foram as bandas 4 (infravermelho), 2 (verde) e 1 (azul), sendo a banda 4 inserida no canal “Red”, para a visualização de falsa cor, neste caso tudo que é vegetação sadia nas imagens vão aparecer com coloração vermelha.

O software de sistema de informação geográficas empregado foi ILWIS 3.4, com esse programa foi possível à construção da rede hidrográfica através do processo de vetorização, com as delimitações da bacia e subbacias. Depois desta etapa tem a obtenção de um arquivo de polígonos, e a partir dessas informações tem os dados de área e perímetro da bacia e das subbacias dos pontos de amostragem. A composição de falsa cor das imagens do CBERS também foi através do software ILWIS 3.4, para uma melhor visualização da vegetação e da rede de drenagem da microbacia.

Dados quantitativos dos recursos hídricos como os valores de vazão mínima, máxima e médias obtidas durante as medições em cada ponto de coleta, foram calculadas através do programa Excel. A vazão firme, plurianual e vazão mínima de sete dias consecutivos com período de retorno de 10 anos foram estimadas através do software disponível no Sistema de Informação para Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2007), neste programa insere a informação da área de drenagem e a localização geográfica de cada ponto amostrado para a obtenção dos dados de regionalização dos recursos hídricos para a microbacia.

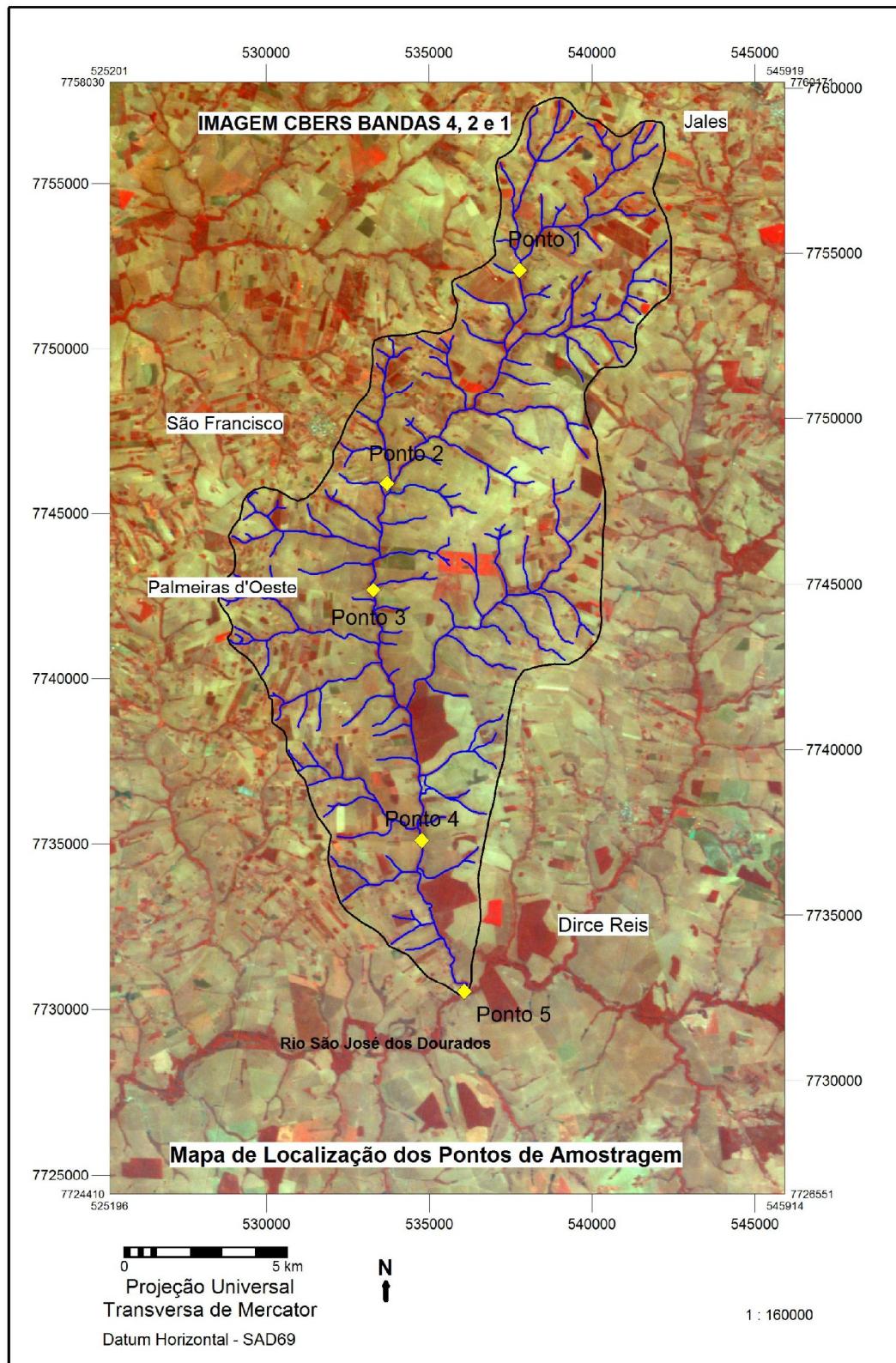
### **3.7. Localização dos Pontos de Avaliação**

Na Figura 4 tem a imagem do satélite CBERS nas bandas 4, 2 e 1 onde estão representados a distribuição dos pontos de amostragem, a hidrografia, a delimitação da bacia hidrográfica do córrego do Coqueiro e os municípios a quem pertencem.

Ao longo da calha principal do Córrego do Coqueiro foram georreferenciados com auxílio de um GPS, cinco pontos de coleta de água e nestes mesmos pontos foram realizados às medições de vazão e coleta da água. As coletas ocorreram em intervalo mensal no período de 26/10/2006 e 11/10/2007, totalizando 13 amostras de água.

As medições de vazão nos pontos 1, 2 e 3 totalizaram 10 medições por ponto amostrado. Nos dois últimos, o ponto 4 com cinco medições e o ponto 5 com seis medições. Isso ocorreu devido ao volume de água do córrego que ultrapassou o

dique marginal nos períodos de chuva que antecederam as coletas e impossibilitou a medição de vazão.



**Figura 4.** Mapa de localização dos pontos de amostragem e limite da microbacia, utilizando uma imagem CBERS.

### 3.7.1. Ponto 1

Este ponto de coleta localizado próximo à rodovia Dr. Euphly Jalles (SP 563) que dá acesso à cidade de Jales, com coordenadas geográficas de  $20^{\circ} 18' 53.7''$  Sul e  $50^{\circ} 38' 17.7''$  Oeste (Figura 5 e 6). A 6,0 km da nascente, passando por pequenas propriedades rurais que abrangem o município de Jales, neste local observam-se ausência de matas ciliares e pastagens degradadas.

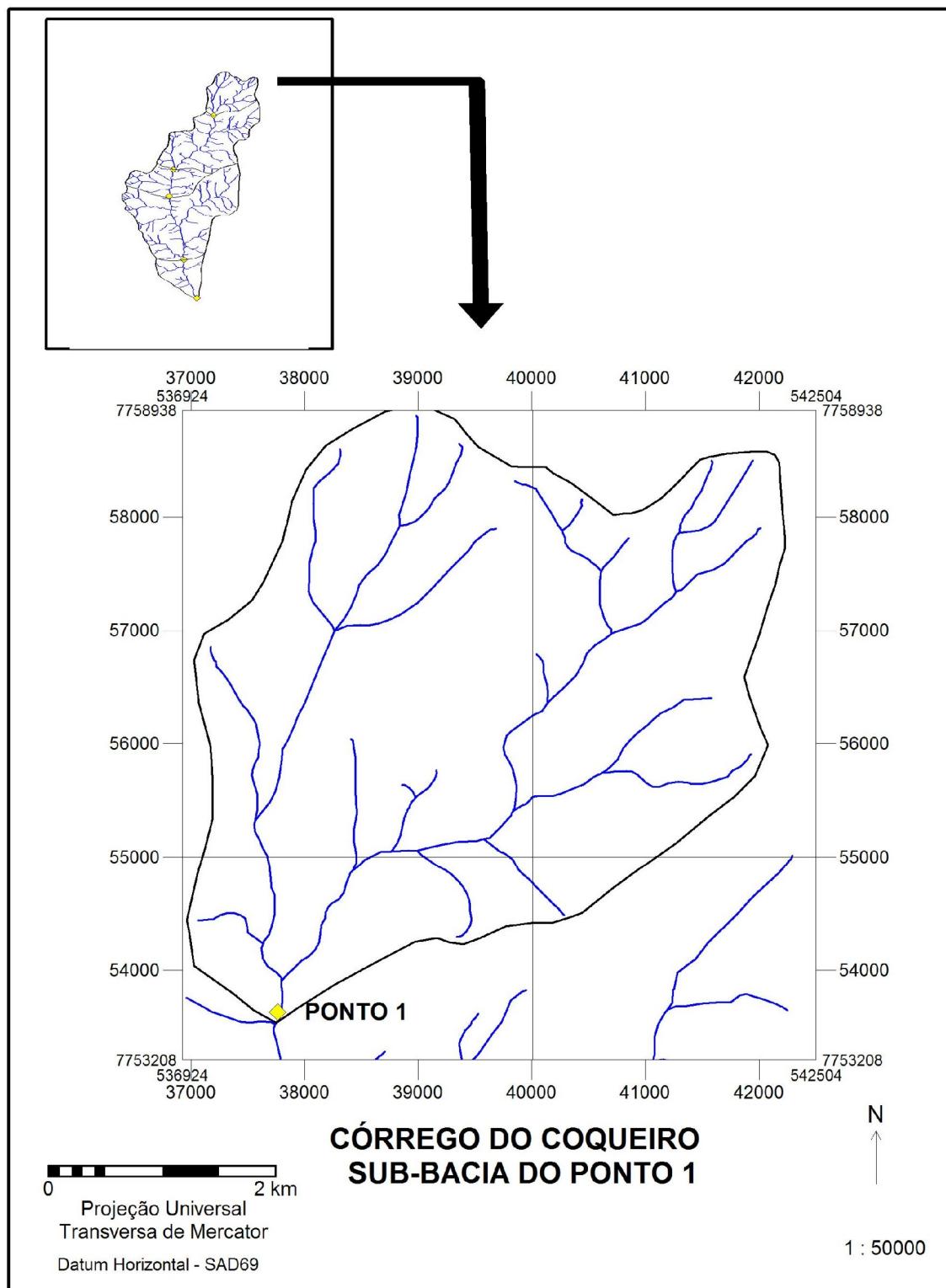
Os valores de área e perímetro da sub-bacia e os aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 1, estão na Tabela 9.



**Figura 5.** Rodovia de acesso a Jales e ponto 1 de amostragem em 24/05/2007.

**Tabela 7.** Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 1.

Área de drenagem	19,4 Km <sup>2</sup>
Perímetro	18,3 Km <sup>2</sup>
Vazão mínima	0,028 m <sup>3</sup> /s
Vazão máxima	0,451 m <sup>3</sup> /s
Vazão média	0,149 m <sup>3</sup> /s
Vazão firme	0,064 m <sup>3</sup> /s
Vazão plurianual	0,127 m <sup>3</sup> /s
Vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos	0,030 m <sup>3</sup> /s



**Figura 6.** Mapa de localização, hidrografia e limite da sub-bacia do ponto 1.

### 3.7.2. Ponto 2

Este ponto está próximo a uma ponte localizada na estrada de acesso que liga o trevo de São Francisco com Palmeira d'Oeste, com coordenadas geográficas 20° 22' 40.4" Sul e 50°40'39.2 Oeste. Com distância de 14,1 km da nascente e situado no município de São Francisco, trecho de pequenas e grandes propriedades agrícolas, com predomínio de pecuária extensiva; neste segmento também se observam ausência de matas ciliares e pastagem degradadas (Figura 7 e 8).

Nesta sub-bacia do ponto 2, observa-se o manejo inadequado do solo, ausência de curvas de nível em vários trechos, principalmente próximo ao ponto de amostragem.

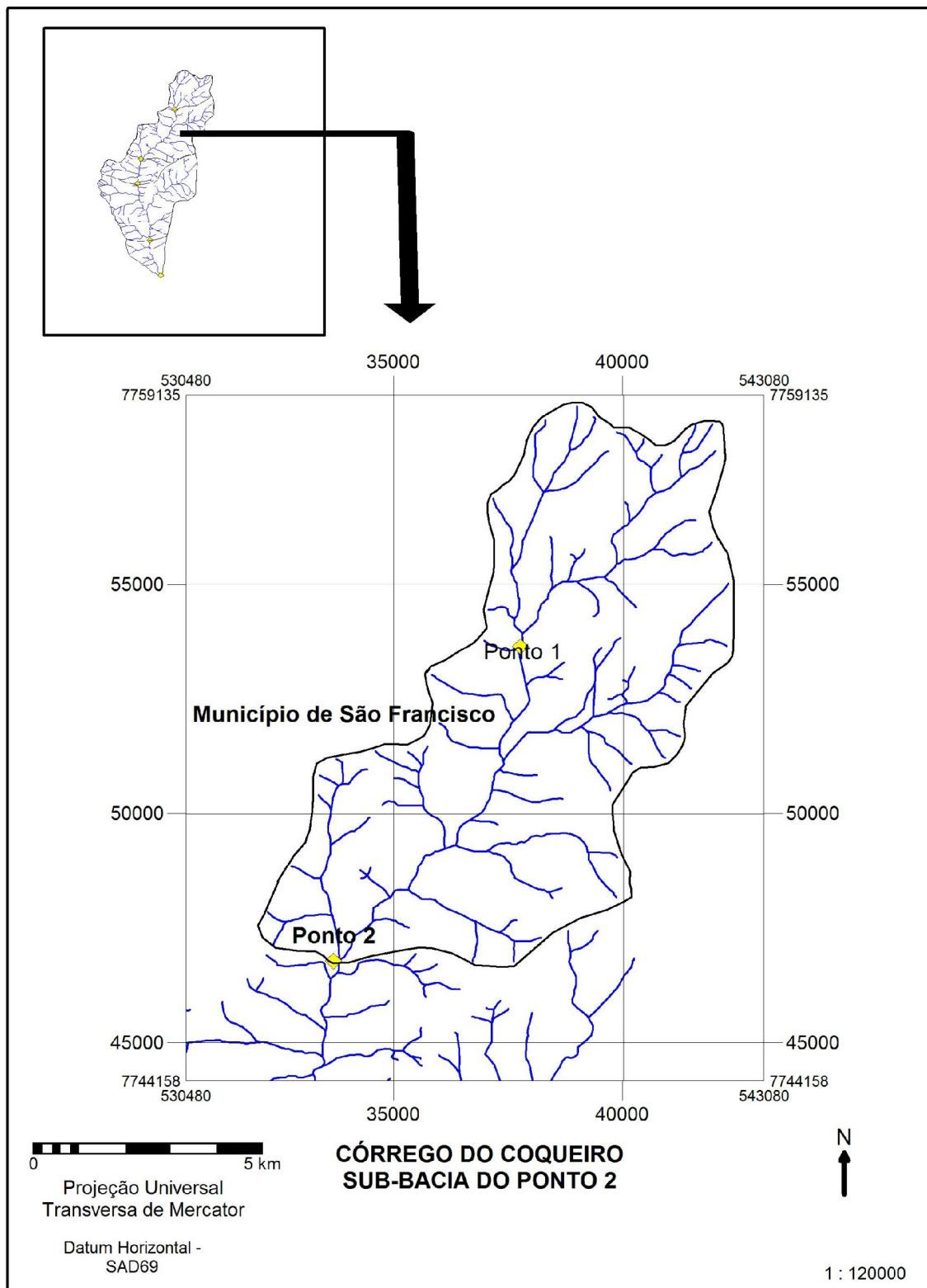
Na Tabela 8 estão os valores de área de drenagem e perímetros da sub-bacia do ponto 2, e aspectos quantitativos dos recursos hídricos.



**Figura 7.** Ponto 2 de amostragem em 26/07/2007, próximo ao município de São Francisco e processo de assoreamento observado neste trecho.

**Tabela 8.** Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 2.

Área de drenagem	68,5 Km <sup>2</sup>
Perímetro	52,2 Km <sup>2</sup>
Vazão mínima	0,109 m <sup>3</sup> /s
Vazão máxima	1,768 m <sup>3</sup> /s
Vazão média	0,629 m <sup>3</sup> /s
Vazão firme	0,224 m <sup>3</sup> /s
Vazão plurianual	0,449 m <sup>3</sup> /s
Vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos	0,105 m <sup>3</sup> /s



**Figura 8.** Mapa de localização da sub-bacia do ponto 2 de amostragem e hidrografia.

### 3.7.3. Ponto 3

O ponto 3, localizado no município de Palmeiras d'Oeste, possui pequenas e médias propriedades, com pastagens degradadas e ausência de conservação do solo (Figura 9).

Este ponto está à jusante da Estação de Tratamento de Água (ETA) da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), que trata a água superficial e abastece os municípios de Palmeiras d'Oeste e Marinópolis. Neste trecho há presença de matas ciliares, entretanto essa área de preservação permanente (APP) não corresponde aos 30 metros determinado pela Legislação.



**Figura 9.** Ponto 3 de amostragem em 26/07/2007, próximo a estação de Estação de Tratamento de Água e medição de vazão.

Observa-se também assoreamento do dique marginal em trechos próximo ao ponto 3. Em períodos de precipitação intensa como o ocorrido no dia 22 de março de 2007, cujo precipitação foi 70,4 mm, observou-se o transbordamento de água sobre o dique marginal do córrego. Quando ocorre esse tipo de evento impossibilita a medição de vazão neste ponto e nos outros também (Figuras 10).

Na Tabela 9 estão os valores de área e perímetro e os aspectos quantitativos dos recursos hídricos na sub-bacia do ponto 3 .

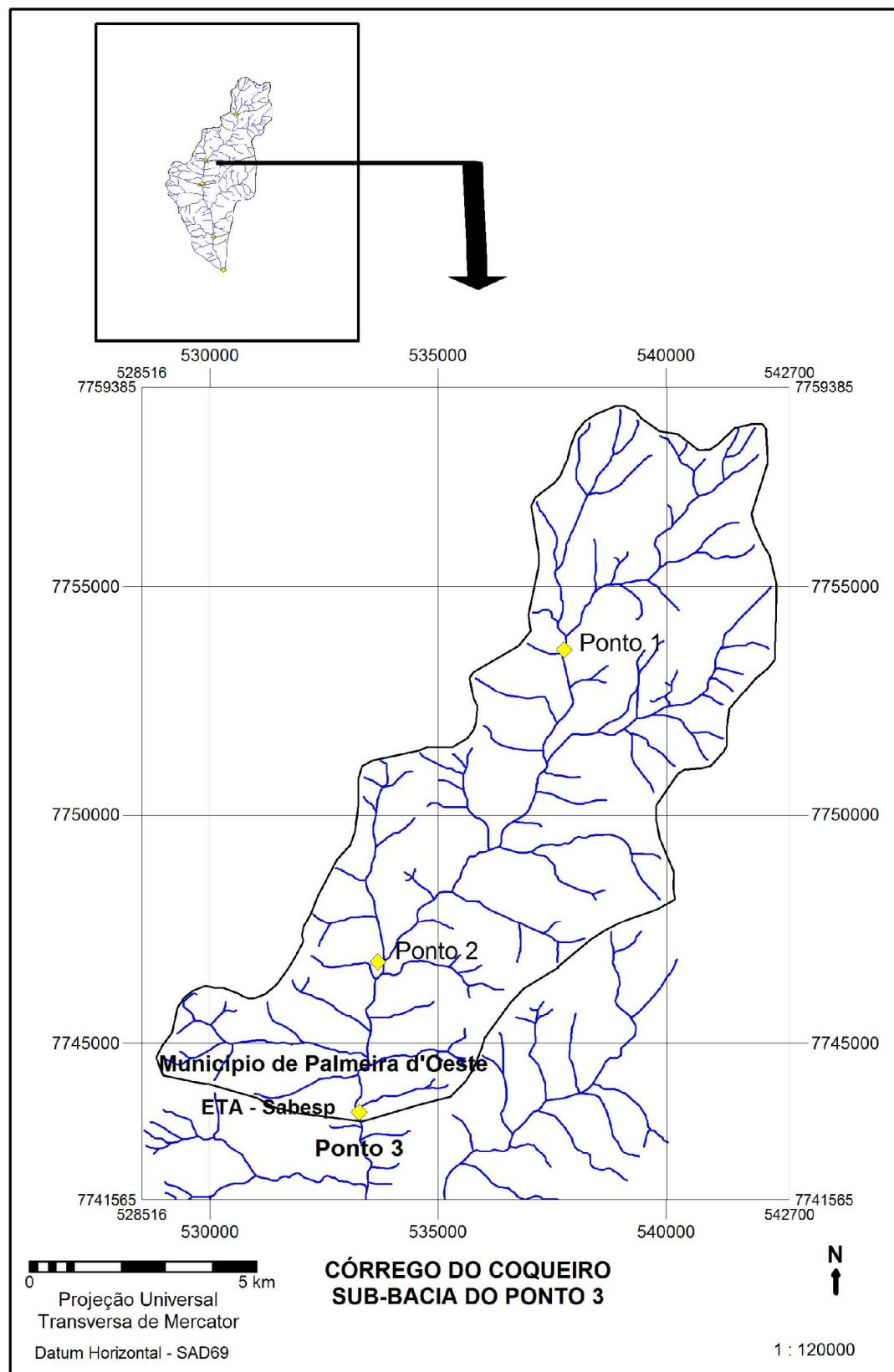


**Figura 10.** Ponto 3 no dia 22/03/2007 com precipitação intensa, no dia 11/10/2007 com volume baixo de água e medição de vazão.

**Tabela 9.** Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 3.

Área de drenagem	89,7 Km <sup>2</sup>
Perímetro	74,1 Km <sup>2</sup>
Vazão mínima	0,118 m <sup>3</sup> /s
Vazão máxima	2,35 m <sup>3</sup> /s
Vazão média	0,735 m <sup>3</sup> /s
Vazão firme	0,294 m <sup>3</sup> /s
Vazão plurianual	0,588 m <sup>3</sup> /s
Vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos	0,137 m <sup>3</sup> /s

Na Figura 11 está o mapa de localização da sub-bacia do ponto 3, que dista 17,4 km da nascente, com coordenadas geográficas 20° 24' 23,4" Sul e 50°40'51,8" Oeste.



**Figura 11.** Mapa de localização da sub-bacia do ponto 3 de amostragem e hidrografia.

### 3.7.4. Ponto 4

O ponto 4 está localizado no município de Dirce Reis, com coordenadas geográficas  $20^{\circ} 28'24.7''$  Sul e  $50^{\circ}40'00,1''$  Oeste, distância de 24,6 km da nascente e com predomínio de pecuária extensiva com dessedentação animal em alguns trechos. Presença de matar ciliar, entretanto área de preservação permanente menor que 30 metros.

Neste local, na margem esquerda do córrego observa-se uma voçoroca ao lado do manancial (Figura 12) e todo o sedimento acaba sendo depositado no córrego, através desse processo constata a ausência total de conservação do solo, principalmente em cultura de braquiária.

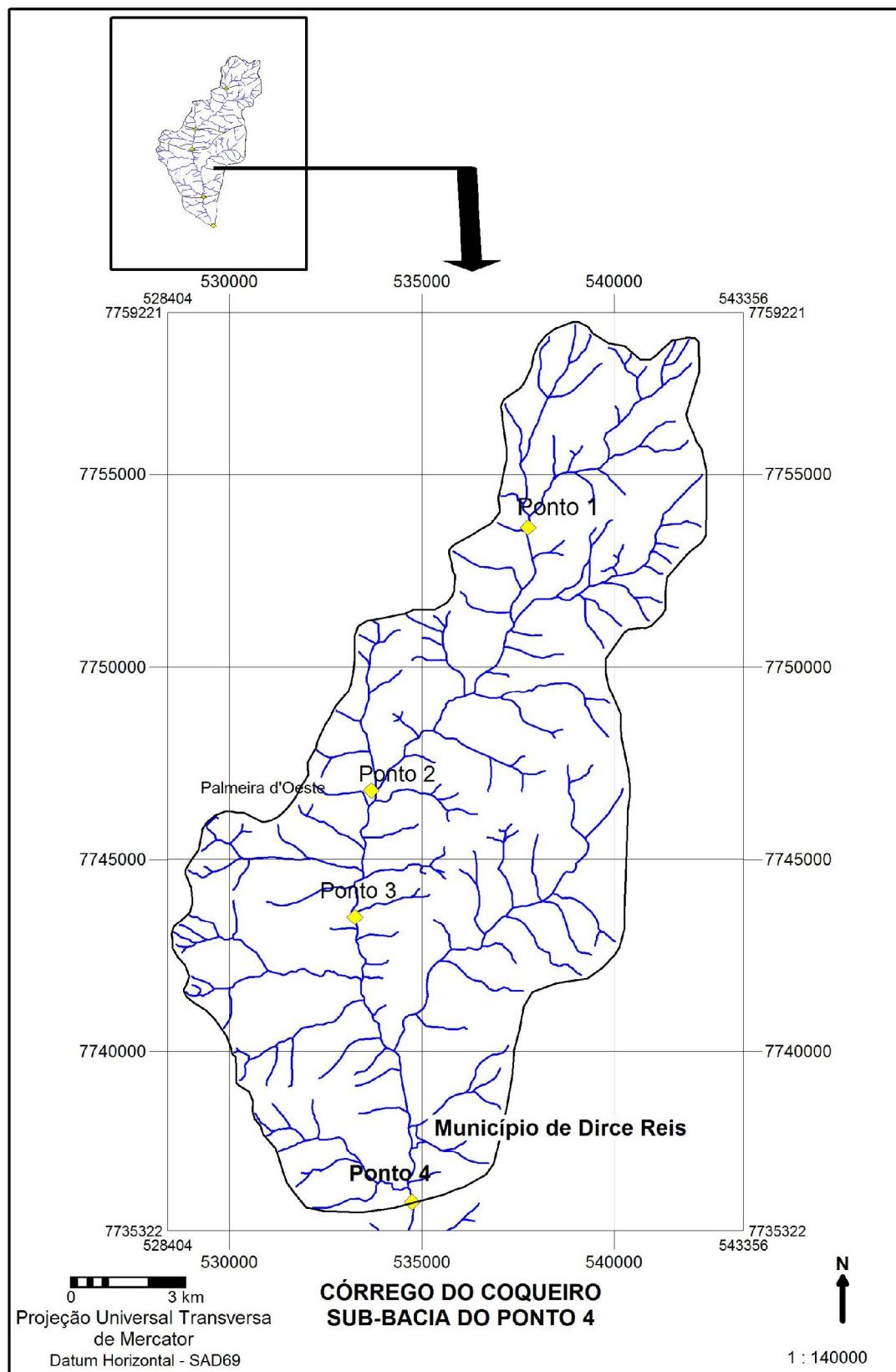


**Figura 12.** Ponto 4 de amostragem em 14/12/2007, medição de vazão (a esquerda) e voçoroca próximo ao ponto 4 (a direita)

Na Tabela 10 estão os valores de área e perímetro da subbacia e aspectos quantitativo dos recursos hídricos para o ponto 4 e na Figura 12 se tem a localização do ponto de amostragem e a rede hidrográfica deste sub-bacia.

**Tabela 10.** Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 4.

Área de drenagem	164,4Km <sup>2</sup>
Perímetro	115,2 Km <sup>2</sup>
Vazão mínima	0,275 m <sup>3</sup> /s
Vazão máxima	1,53 m <sup>3</sup> /s
Vazão média	0,756 m <sup>3</sup> /s
Vazão firme	0,540 m <sup>3</sup> /s
Vazão plurianual	1,079 m <sup>3</sup> /s
Vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos	0,252 m <sup>3</sup> /s



**Figura 13.** Mapa de localização da sub-bacia do ponto 4 de amostragem e hidrografia.

### 3.7.5. Ponto 5

O Ponto 5 está localizado próximo a foz da microbacia e no município de Dirce Reis, com coordenadas geográficas 20°30'48,9" Sul e 50°39'14,7" Oeste. Com distância de 29,4 km da nascente e trecho possui pequenas e médias propriedades e o uso da água é para dessecação animal (Figura 14).



**Figura 14.** Ponto 5 de amostragem em 24/05/2007, coleta da água e medição de vazão.

Neste ponto de amostragem a vegetação da margem esquerda atende a legislação (Lei 7.803/89; 7.875/89 e 9.985/00), ultrapassa os trinta metros para cursos d'água de menos de 10 metros de largura (SÃO PAULO, 2000, p.32-42) entretanto, na margem direita, existem trechos irregulares menores e maiores que trinta metros. Na Tabela 11 estão os valores da área de drenagem, perímetro e aspectos quantitativos do ponto 5.

**Tabela 11.** Área, perímetro e aspectos quantitativos dos recursos hídricos para o ponto 5.

Área de drenagem	180,1 Km <sup>2</sup>
Perímetro	132,7 Km <sup>2</sup>
Vazão mínima	0,317 m <sup>3</sup> /s
Vazão máxima	2,096 m <sup>3</sup> /s
Vazão média	0,782 m <sup>3</sup> /s
Vazão firme	0,560 m <sup>3</sup> /s
Vazão plurianual	1,180 m <sup>3</sup> /s
Vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos	0,590 m <sup>3</sup> /s

### 3.8. Coleta e análise da água

As variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade da água avaliados foram os sólidos (totais, dissolvidos e suspensos), turbidez, pH, dureza total, cálcio, magnésio, ferro total, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, coliformes fecais e totais. As amostras de água foram coletadas em garrafas de polietileno de dois litros bem higienizadas e lavadas com água destilada, depois de coletada a água, as garrafas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo, sendo posteriormente levadas ao laboratório.

Para a análise do oxigênio dissolvido são duas etapas, a coleta da água em campo através de uma garrafa de Van Dorn e adição os reagentes (sulfato de manganês e azida sódica) para a complexação do oxigênio, para evitar a desoxigenação durante o transporte. A outra etapa ocorre em laboratório com o método de Winkler modificado.

A temperatura da água foi determinada no próprio local de amostragem, por leitura direta em termômetro de mercúrio com escala interna.

Os sólidos dissolvidos totais e suspensos foram realizados de acordo com o método gravimétrico. O pH, turbidez e condutividade elétrica utilizaram-se equipamentos específicos para cada tipo de análise e foram realizadas com no máximo 12 horas após a coleta da água. A dureza total, cálcio e magnésio foram determinados por titulação e realizados no dia seguinte após a coleta da água no campo.

A variável biológica, coliformes fecais e totais foi feito pela análise bacteriológica com o uso do Ecokit, procedimento de análise - V124 (HERMES et al, 2004; ALFAKIT, 2007), em estufa a 36º- 37º C, por 15 horas e realiza a contagem dos coliformes atribuindo o NMP/100 ml da amostra. O controle de qualidade de água obedece a Resolução de nº 20/ 86 para coliformes fecais e totais e para O a Resolução 357/2005, classe 2, águas destinadas à irrigação de 2 hortaliças e plantas frutíferas (BRASIL, 2005).

Na Tabela 12 são apresentados uma síntese das variáveis analisadas, os métodos empregado em cada análise e os equipamentos utilizados.

**Tabela 12.** Síntese das metodologias e dos equipamentos utilizados nas análises de qualidade da água para a irrigação.

Variáveis	Métodos	Equipamentos	Referências
Sólidos Totais		Cápsula de porcelana, balança eletrônica de precisão JK-200 da YMC CO, estufa 305 SE da Fanem, dissecador e papel de filtro (poros de 28 µm)	
Sólidos dissolvidos	Gravimétrico (mg/L)		Vanzela (2004)
Sólidos suspensos			
Turbidez	Nefelométrico (NTU)	Turbidímetro 2020 La Motte	APHA (1998)
Oxigênio dissolvido	Winkler modificado, titulação (mg/L)	Pipetas de 2 ml, garrafas de Van Dorn e bureta	Vanzela (2004)
Condutividade elétrica	Eletrodo de platina $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ a 25 °C	Condutivímetro Corning Pinacle	APHA (1998)
Ferro Total	Colorimétrico ferroespectral (mg/L)	Colorímetro Hach	-
Dureza total			
Cálcio	Titulação (mg/ L)	Bureta e pipetas	Vanzela (2004)
Magnésio			
Coliformes Totais	Contagem de bactéria (NMP/100 ml de amostra)	Procedimento de análise - V124, Kit microbiológico ALFAKIT	Hermes (2004)
Coliformes Fecais			

### 3.9. Medição de vazão

As vazões foram medidas pelo método do molinete hidrométrico da marca Global Water, modelo FP101-FP201. As velocidades do fluxo são obtidas em uma seção (no caso de seções inferiores a 0,50 m) ou em diversas seções molhadas ao longo da largura do curso d' água, sendo a vazão total calculada por:

$$Q = v_1 \cdot S_1 + v_2 \cdot S_2 + \dots + v_n \cdot S_n, \text{ sendo:}$$

Q - vazão do curso d'água ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$v_1$  - velocidade do fluxo de água na seção molhada 1 (m/s);

$S_1$  - área da seção 1 ( $\text{m}^2$ );

$v_2$  - velocidade do fluxo de água na seção molhada 2 (m/s);

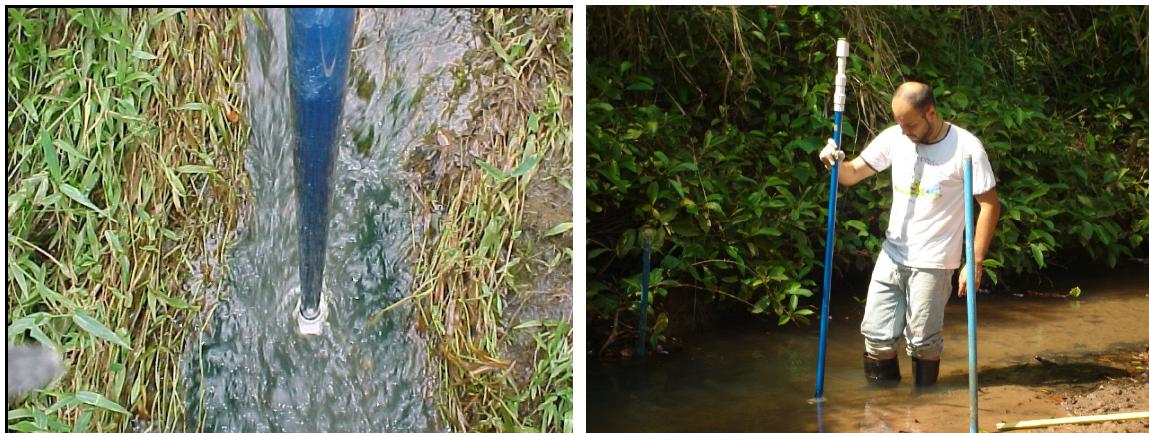
$S_2$  - área da seção 2 ( $m^2$ );

$v_n$  - velocidade do fluxo de água na seção molhada n ( $m/s$ );

$S_n$  - área da seção n ( $m^2$ );

A velocidade do fluxo é determinada diretamente pelo molinete. As seções molhadas são determinadas por meio da medição do perfil transversal do canal, coletando-se as profundidades à espaçamentos regulares de uma margem a outra e digitalização em software AutoCAD, onde são calculadas as respectivas seções molhadas (Figura 15).

Em algumas coletas não foi possível a medição da vazão devido ao volume de água do manancial ultrapassar o dique marginal em dias de chuvas, impossibilitando a caracterização de um perfil adequado para medição de vazão.



**Figura 15.** Medição de vazão em 11/10/2007 utilizando o molinete hidrométrico, da marca FP101-FP201 Global Flow Probe.

### 3.10. Análise dos Dados

#### 3.10.1. Caracterização da Qualidade de Água

As referências que tratam sobre qualidade da água para a irrigação são de origens norte-americanas e elaboradas de acordo com os danos ocasionados nas culturas de interesse e nos sistemas de irrigação utilizados naquele país. Devido à falta de classificação específica para a qualidade da água de irrigação no Brasil, procurou-se integrar as classificações existentes na literatura.

Vanzela (2004) utilizou-se de informações de qualidade da água para a irrigação obtidas por Nakayama e Bucks (1986), Ayres e Wescot (1991) e Bernardo (1989) como padrões de qualidade para o córrego Três Barras, município de Marinópolis, e situado próximo ao córrego do Coqueiro. Esse autor levou em consideração o potencial de dano à operação de sistema de irrigação localizada, a qualidade da água para a classe 2 (Resolução CONAMA Nº 357/2005) destinada para a irrigação e o risco de salinização do solo, salientando que esse limites podem variar de acordo com as características regionais, diferentes das condições em que foram determinados.

Nesse estudo foram definidos os mesmo padrões de qualidade de água de irrigação e os problemas ocasionados ao sistema, conforme descrito na Tabela 13 e 14.

**Tabela 13.** Parâmetros avaliados para a classificação da qualidade de água para a irrigação.

Problema	Parâmetro Avaliado	Referências
Dano ao sistema de irrigação	Sólidos suspensos e dissolvidos	Nakayama; Bucks, 1986
	Ferro	
	pH	
	Cálcio, Magnésio e Dureza	Ayres; Westcot, 1986
Potencial de salinização do solo	Condutividade elétrica (dS/m a 25°C)	U.S.D.A. Agriculture Handbook Nº60 apud Bernardo, 1989)
Concentração de partículas em suspensão na água	Turbidez	Resolução 357/2005 do CONAMA, 2005: Águas de classe II
Contaminação por microorganismos	Coliformes Totais e Fecais	
Carga orgânica	Oxigênio dissolvido	

Definida a classificação com base na literatura, foi feita a caracterização da qualidade da água por meio de tabelas contendo dados de estatística descritiva (mínimo, máximo e média) e os resultados das análises foram expressos em porcentagem do total das amostras, distribuídos dentro de cada classe e por parâmetros avaliado conforme definidos por Vanzela (2004).

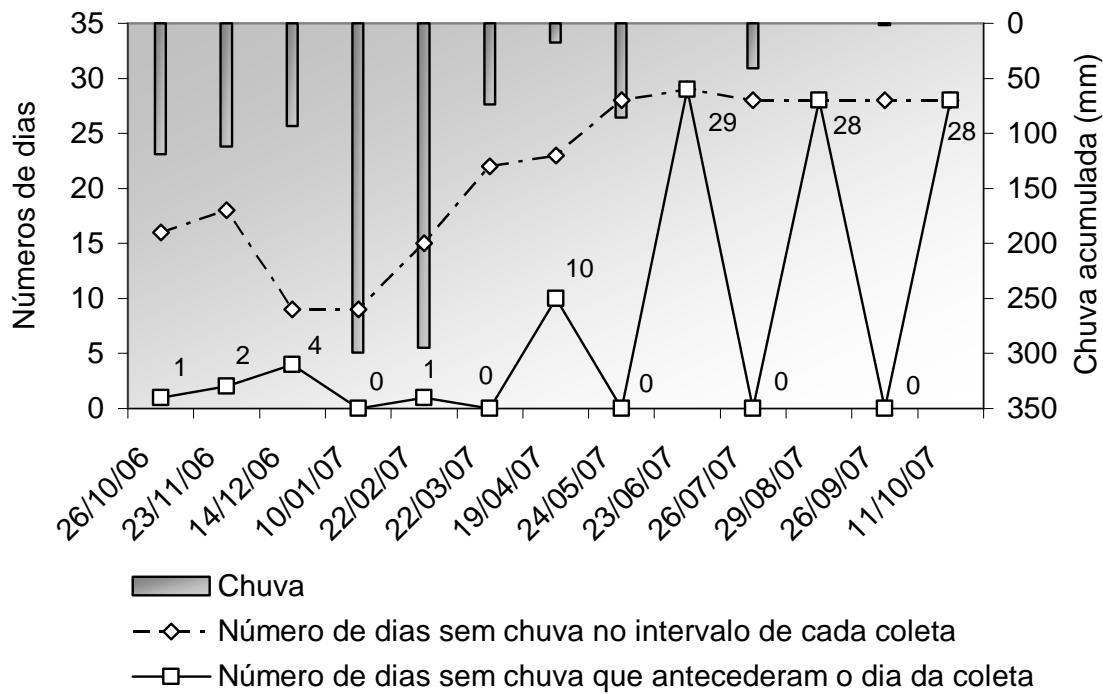
**Tabela 14.** Limites estabelecidos para a classificação da qualidade de água para a irrigação.

Variáveis	Limite Estabelecido			
	Classificação			
	Baixo	Médio	Alto	Referência
<b>Sólidos Suspensos (mg/L)</b>	< 50	50-100	> 100	
<b>Sólidos dissolvidos (mg/L)</b>	< 500	500-2000	> 2000	Nakayama; Bucks
<b>pH</b>	< 7,0	7,0-8,0	> 8,0	(1986)
<b>Ferro Total (mg/L)</b>	< 0,2	0,2-1,5	> 1,5	
<b>CE dS/m</b>	< 0,25	0,25-0,75	0,75- 2,25	U.S.D.A. Agriculture Handbook Nº 60 apud Bernardo (1989)
<b>Cálcio (mg/L)</b>	<b>Normal</b>		<b>Alto</b>	Ayres; Westcot
<b>Magnésio (mg/L)</b>	0-400		>400	(1986)
	<b>Adequado</b>	<b>Inadequado</b>		
<b>Turbidez (NTU)</b>	= 100	> 100		Resolução
<b>Oxigênio dissolvido (mg/L)</b>	= 5,0 mg/L	> 5,0		357/05 e
<b>Coliformes Totais (NMP/100 ml)</b>	= 5.000*	> 5.000*		20/86 do CONAMA: Classe 2
<b>Coliformes Fecais (NMP/100 ml)</b>	= 1.000*	> 1000*		

\* Resolução Nº 20/86, em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês

### 3.10.2. Chuva e variação temporal e espacial das variáveis

Na Figura 16, tem a representação gráfica da chuva acumulada entre os intervalos de coleta (gráficos de barras), e gráficos de linhas de dois tipos, um indicando os números de dias sem chuva no período de cada amostragem e o outro indicando o número de dias sem chuva que antecederam o dia da coleta de água, neste caso, por exemplo, nos valores representados pelo número zero, indica que houve chuva dias antes da coleta. Essa informação pode auxiliar no entendimento sobre a influência da chuva na qualidade da água e na vazão.

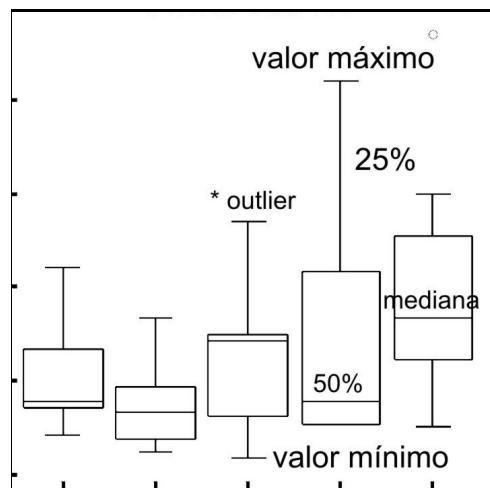


**Figura 16.** Variação temporal da chuva em cada período amostrado, o número de dias sem chuva no intervalo de cada coleta e o número de dias sem chuva que antecederam o dia da coleta.

A variação espacial foi observada através do perfil longitudinal ao longo do córrego com a distribuição dos pontos de amostragem. Para a variação espacial da qualidade da água e vazão foram utilizados gráficos de linha e para a variação temporal utilizou-se a chuva acumulada entre os intervalos de coleta no período de estudo, representada por gráficos de barras.

Para analisar a variação temporal da chuva e sua influência sobre a qualidade da água, foram utilizados gráficos do tipo “boxplot” dos valores obtidos de cada variável analisada, distribuídos de acordo com a variação temporal, entre o período seco e chuvoso. Esses períodos foram definidos como os períodos de menor e maior precipitação acumulado entre os períodos de coleta

O gráfico “boxplot” indica no centro a mediana (representado por uma linha horizontal espessa no centro), os extremos mínimo e máximo (representado por linhas em forma de T) e os valores discrepantes são indicados por um asterisco (\*), sendo denominado de “outliers” (Figura 17).



**Figura 17.** Representação explicativa de um gráfico do tipo “boxplot”.

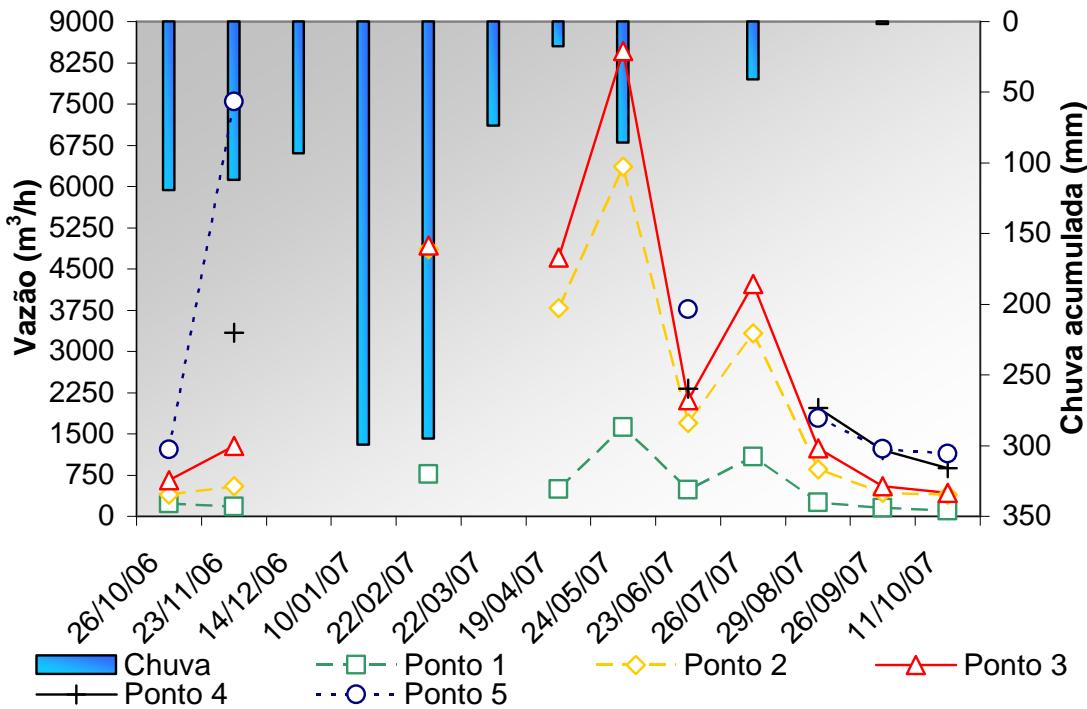
Para a elaboração dos gráficos de variação espacial e temporal da qualidade da água utilizou-se o planilha eletrônica - Excel. A análise estatística descritiva e os gráficos “boxplot” foram elaborados por meio do software estatístico SPSS 11.5 for Windows.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Vazão

Os três primeiros pontos de coleta foram onde se realizaram um maior número de medições de vazão, num total de 10 medições por ponto de amostragem. Os pontos 4 e 5 foram os pontos que apresentaram um número menor de medições de vazão, o ponto 4 com somente cinco medições e o ponto 5 com seis medições ao todo. Essas ausências de medições ocorreram devido ao volume de água do córrego que ultrapassou o dique marginal, em período de chuva intensa que antecederam as coletas, sendo assim não é possível definir um perfil regular para a medição de vazão nesta situação. Nos meses de dezembro e janeiro a medição de vazão não foi possível em nenhum ponto de amostragem.

A vazão do mês de outubro de 2007 foi inferior ao mês de outubro do ano de 2006, principalmente no ponto 1 que em outubro de 2006 atingiu valores de 180,2  $\text{m}^3/\text{h}$  e no mesmo mês do ano de 2007 atingiu valor de 99,1  $\text{m}^3/\text{h}$ , comparando a vazão medida de 99,10  $\text{m}^3/\text{h}$  (0,027  $\text{m}^3/\text{s}$ ) com a vazão  $Q_{7/10}$  estimada de 108,0  $\text{m}^3/\text{h}$  (0,030  $\text{m}^3/\text{s}$ ) verificou uma redução de 8,2 % no volume de água, em relação a vazão estimada para este período de amostragem no ponto 1 (Figura 18). Considerando somente as vazões autorgadas por irrigantes e pecuaristas pelo Departamento de Água e Energia Elétrica (2007) próximo a região da nascente que abrange o ponto 1, somam 47,5  $\text{m}^3/\text{h}$  (0,013  $\text{m}^3/\text{s}$ ), entretanto esse valor deve aumentar, pois há usuários que não requereram as suas outorgas e existem a probabilidade do aumento do uso da irrigação pelo elevado déficit hídrico registrado na região, o que poderá levar à uma situação de conflito pelo uso da água (MEGDA et al, 2006).



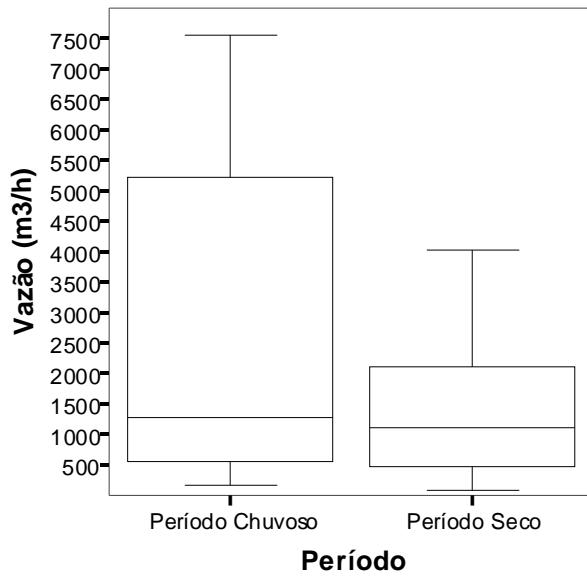
**Figura 18.** Variação espacial e temporal da vazão e da chuva acumulada entre os períodos de amostragem.

Neste mesmo período também ocorreu a mesma situação no ponto 3, com valor medido de 558,0 m<sup>3</sup>/h (0,155 m<sup>3</sup>/s) em 2006 e para o período de 2007, atingiu valores de 425,3 m<sup>3</sup>/h (0,188 m<sup>3</sup>/s), fazendo a mesma comparação com entre a vazão medida e a  $Q_{7/10}$  estimada de 493,2 m<sup>3</sup>/h (0,137 m<sup>3</sup>/s) para o mesmo período, observa-se uma redução de 13,7 % em relação a vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos.

Neste ponto 3, há uma Estação de Tratamento de Água que abastece as cidades de Palmeiras d'Oeste e Marinópolis e devido a essa redução no volume de água superficial, a SABESP construiu um poço artesiano para retirada de água subterrânea e atender a demanda de água pela população. Além disso, em períodos como esse, com baixa precipitação, têm uma maior demanda de água do córrego para atender os diversos usuários da água, principalmente os irrigantes.

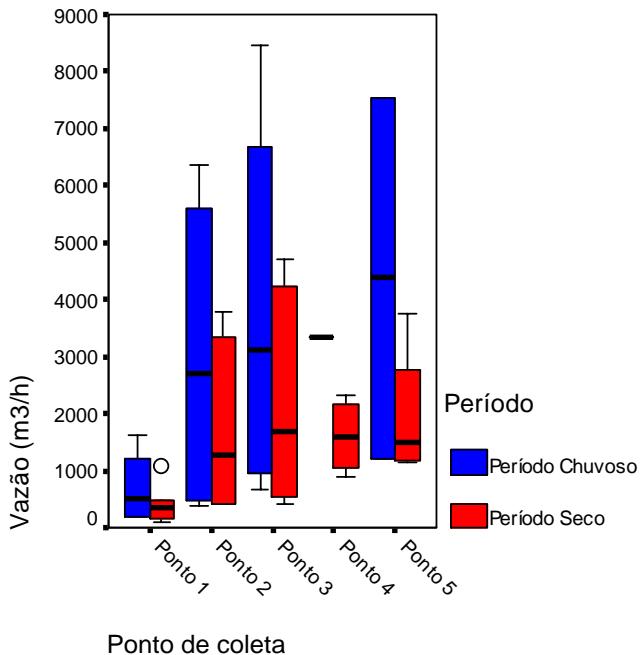
Na coleta do mês de março (2007) também não houve medição de vazão, devido às condições de elevada vazão. Um dia antes da coleta houve uma única precipitação de 70,4 mm, volume que foi praticamente toda a precipitação pluviométrica para esse período.

O comportamento temporal da vazão entre o período seco e chuvoso para toda a microbacia pode ser vista na Figura 19. Em todos os pontos amostrados, os maiores valores de vazão ocorreram no período chuvoso (Figura 20), entretanto, no ponto 4 devido ao baixo número de medições de vazão apresenta-se somente o valor mediano para o período seco.



**Figura 19.** Distribuição dos valores de vazão entre os períodos seco e chuvoso para toda a microbacia do Córrego do Coqueiro.

Na Figura 20 em razão dos menores números de medições de vazão nos pontos 4 e 5, a distribuição dos valores mínimos e máximos durante o período chuvoso não aparecem no gráfico.



**Figura 20.** Distribuição dos valores de vazão entre os períodos seco e chuvoso, de acordo com os ponto de amostragem.

## 4.2. Qualidade de Água para a Irrigação

### 4.2.1. Variáveis Físicas

#### 4.2.1.1. Sólidos Dissolvidos, Suspensos e Total

Na Tabela 17 estão os valores mínimos, máximos e médios, e a classificação das variáveis de sólidos suspensos e dissolvidos, de acordo com os padrões de qualidade de água para irrigação. Os maiores valores de sólidos suspensos obtidos dentro da classificação de alto risco para o sistema de irrigação localizada, foram nos pontos 4 e 5, com uma amostra (9,0 % das amostras) e três amostras (27.2 % das amostras), respectivamente. No ponto 2, foram registradas seis amostras (60 % das amostras) e no ponto 1 quatro amostras (36,3 % das amostras), na classificação de médio risco.

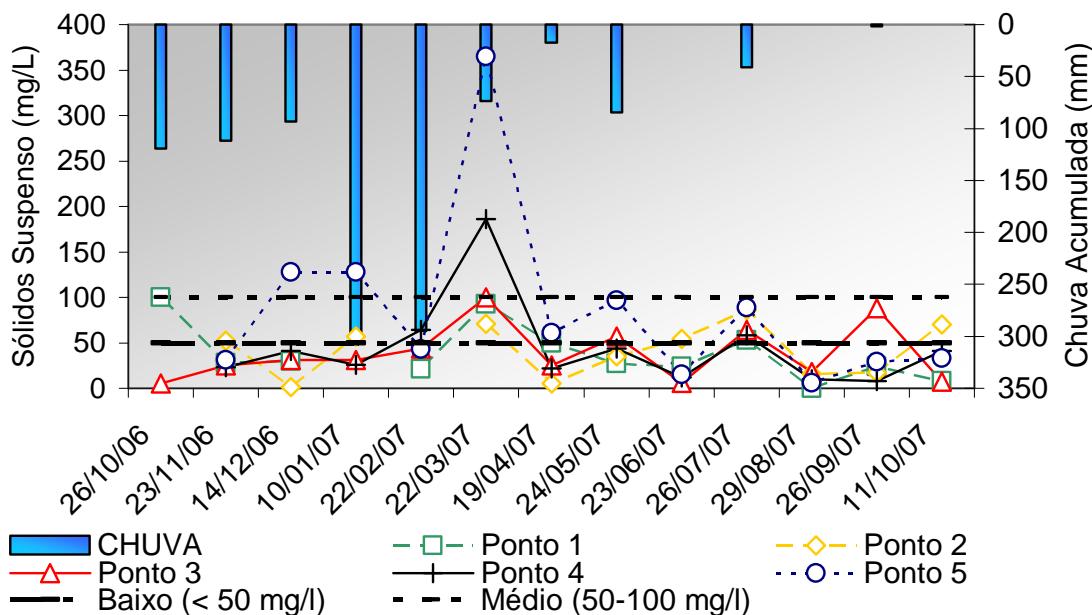
Os ponto 4 e 5, na coleta do mês de março, atingiram valores acima de 150,0 mg/L de sólidos suspensos (Figura 21). Independente do ponto avaliado, os aumentos nos valores de sólidos suspensos ocorreram no período chuvoso e os menores valores ocorreram no período seco (Figura 23), ressaltando que a ausência de matas ciliares e pastagens degradadas em alguns trechos ao longo do córrego, favorecem o transporte de materiais sólidos (areia, silte, argila) e detritos orgânicos de origem alóctone carreado pelo escoamento superficial, geralmente ocasionado pelas chuvas.

**Tabela 17.** Distribuição dos resultados de sólidos suspensos e dissolvidos de acordo com os padrões de qualidade de água para a irrigação na microrregião do Córrego do Coqueiro, anos de 2006/2007.

Parâmetros	Mín.	Máx.	Méd.	Potencial de dano ao sistema de irrigação localizada		
				Baixo	Médio	Alto
<b>Sólidos Suspensos<sup>1</sup></b>		mg/L		(% das amostras)		
Ponto 1	28,0	100,0	52,6	63,6	36,3	0,0
Ponto 2	1,0	57,0	36,6	40,0	60,0	0,0
Ponto 3	5,0	100,0	37,2	75,0	25,0	0,0
Ponto 4	22,0	186,0	60,3	72,7	18,1	9,0
Ponto 5	31,0	365,0	126,0	45,4	27,2	27,2
<b>Sólidos Dissolvidos<sup>2</sup></b>		mg/L		(% das amostras)		
Ponto 1	54,0	126,0	120,0	100,0	0,0	0,0
Ponto 2	1,0	125,0	72,0	100,0	0,0	0,0
Ponto 3	64,0	113,0	106,0	100,0	0,0	0,0
Ponto 4	26,0	90,0	82,3	100,0	0,0	0,0
Ponto 5	71,0	131,0	117,0	100,0	0,0	0,0

<sup>1</sup> Baixo (< 50 mg.L<sup>-1</sup>); Médio (50-100 mg.L<sup>-1</sup>); Alto (> 100 mg.L<sup>-1</sup>); <sup>2</sup> Baixo (< 500 mg.L<sup>-1</sup>); Médio (500-2000 mg.L<sup>-1</sup>); Alto (> 2000 mg.L<sup>-1</sup>). Fonte: Nakayama e Bucks (1986).

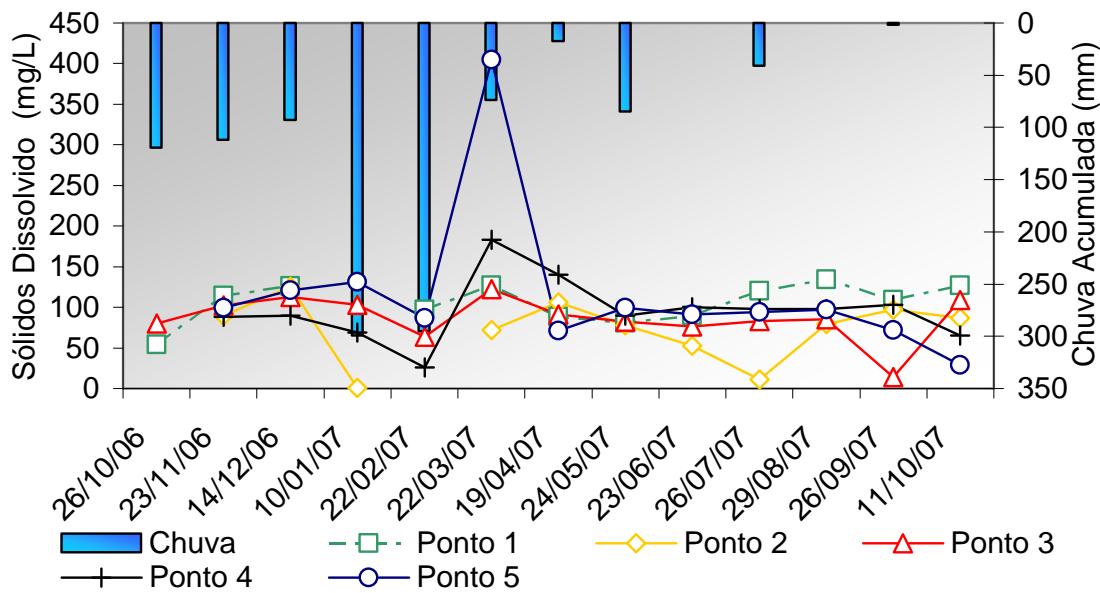
A concentração de sólidos dissolvidos não atingiu valores elevados, todas as amostras (100% das amostras) analisadas ficaram no potencial de baixo risco. Na Figura 22, representação da variação espacial e temporal da concentração de sólidos dissolvidos no período de amostragem, com aumento na concentração na coleta do dia 22 de março de 2007, principalmente os pontos 4 e 5. As concentrações de sólidos suspensos e dissolvidos encontrados no decorrer desta pesquisa são semelhantes aos obtidos por Vanzela (2004) e Fioravanti et al. (2004), no córrego Três Barras, que verificaram altas concentrações de sólidos suspensos e com potencial de risco ao sistema de irrigação localizada e o restante das amostras coletadas se enquadrando dentro de baixo a médio risco.



**Figura 21.** Variação espacial e temporal da concentração de sólidos suspensos na água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

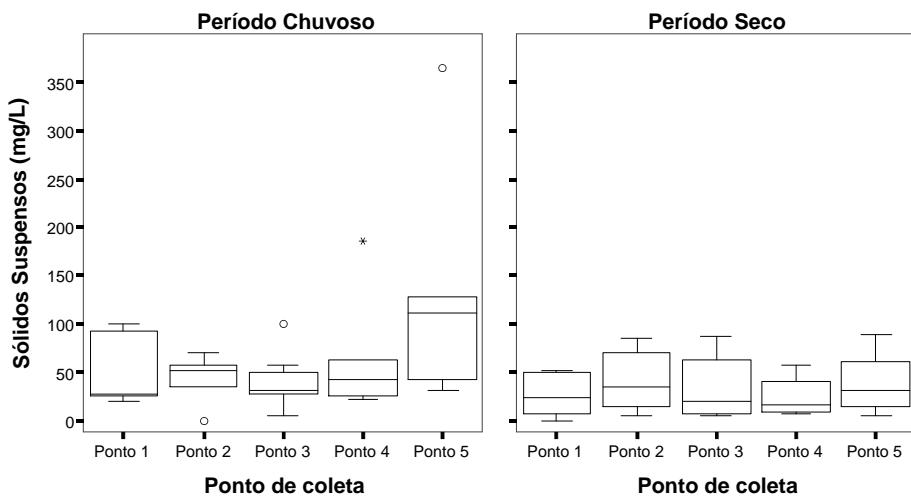
Esse processo foi observado por Hernandez e Vanzela (2007) que relatam o processo de degradação da microbacia do córrego Três Barras pelo assoreamento e pelo lançamento de efluente de esgoto neste manancial. Neste sentido devem ser adotados com urgência, medidas de monitoramento de controle das atividades de pecuária (pastoreio intensivo em trechos de mata ciliares), o desmatamento e a implantação de reflorestamento de espécies nativas nos trechos ausentes de vegetação, de modo a aumentar a capacidade de retenção de sedimentos e consequentemente reduzirem o assoreamento do manancial e a erosão dos solos.

A água de superfície utilizada com a presença de partículas de argila, silte e mucilagem de bactérias dos gêneros *Bacillus* *Clostridium* e *Pseudomonas*, podem formar um agregado, impedindo a saída de água nos emissores em irrigação por gotejamento (GILBERT; FORD, 1986 apud RESENDE et al, 2000).



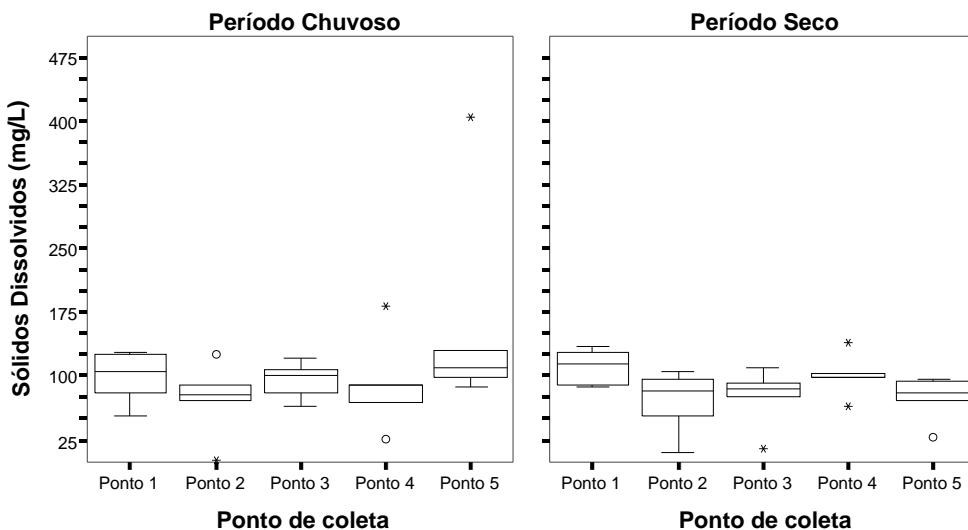
**Figura 22.** Variação espacial e temporal da concentração de sólidos dissolvidos na água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

Na Figura 24 está a distribuição dos valores de sólidos dissolvidos, entre períodos secos e chuvosos. No ponto 5 obtiveram valores superiores de sólidos dissolvidos durante a período chuvoso e o ponto 1 se obtiveram valores superiores de sólidos dissolvidos durante o período seco.



**Figura 23.** Distribuição dos resultados da concentração de sólidos suspensos na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

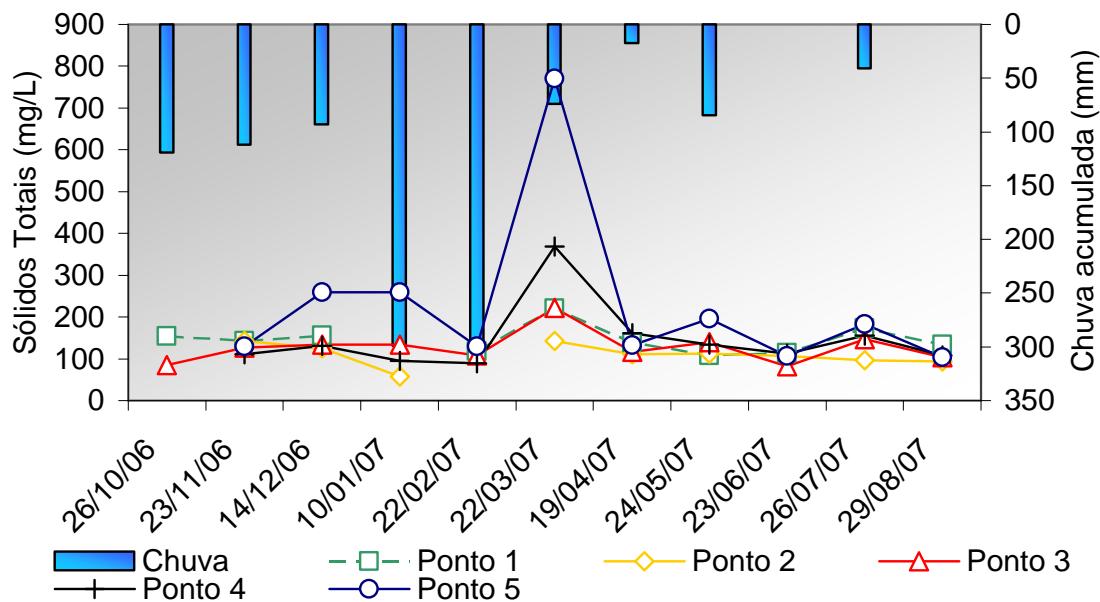
Vanzela (2004) obteve valores superiores de sólidos suspenso e dissolvidos no córrego Três Barras, devido ao lançamento de efluente de esgoto neste manancial.



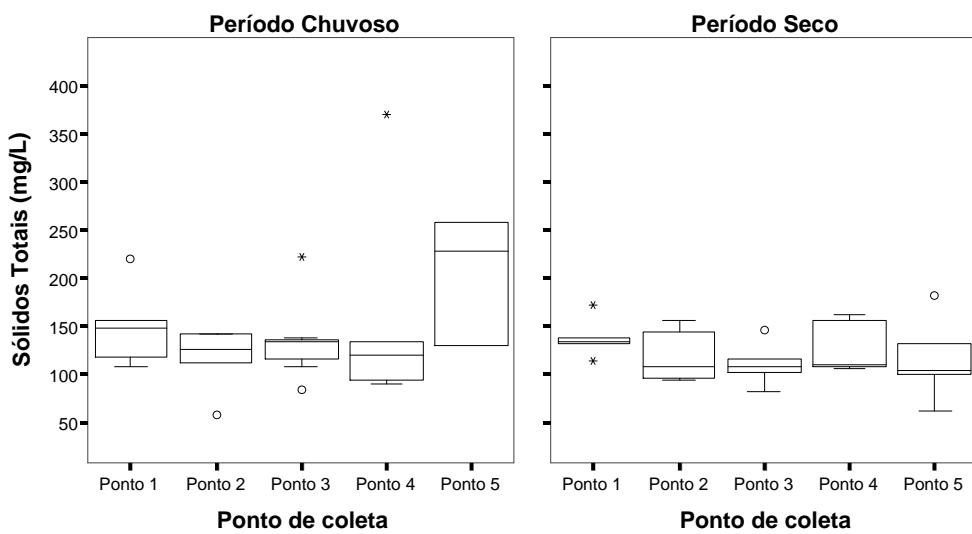
**Figura 24.** Distribuição dos resultados da concentração de sólidos dissolvidos na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

Almeida et al (2007) no córrego do Boi, localizado na mesma região, obteve também concentrações elevadas de sólidos suspensos e de alto risco de dano à irrigação localizada. Entretanto, em estudos experimentais em sistemas de irrigação localizada que utilizaram filtros para retenção de partículas observaram que para valores de até 20,0 mg/L de sólidos suspensos houve um aumento no número de retrolavagem dos filtros, devido à perda de carga em função do volume filtrado (RIBEIRO, et al, 2005).

Os valores de sólidos totais (Figura 25) foram superiores na coleta do dia 22 de março e os maiores valores de concentrações de sólidos totais ocorreram no período chuvoso, sendo o ponto 5 com a maior mediana em relação aos outros pontos de amostragem (Figura 26).



**Figura 25.** Variação espacial e temporal da concentração de sólidos totais na água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.



**Figura 26.** Distribuição dos resultados da concentração de sólidos totais na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

#### 4.2.1.2. Turbidez

Na Tabela 18, o ponto 5 com 30,7% das amostras com valores inadequados e o único ponto que atingiu um valor máximo de 940 NTU. O ponto 4 com 9,0% das amostras e os outros pontos com valores iguais 7,6 %.

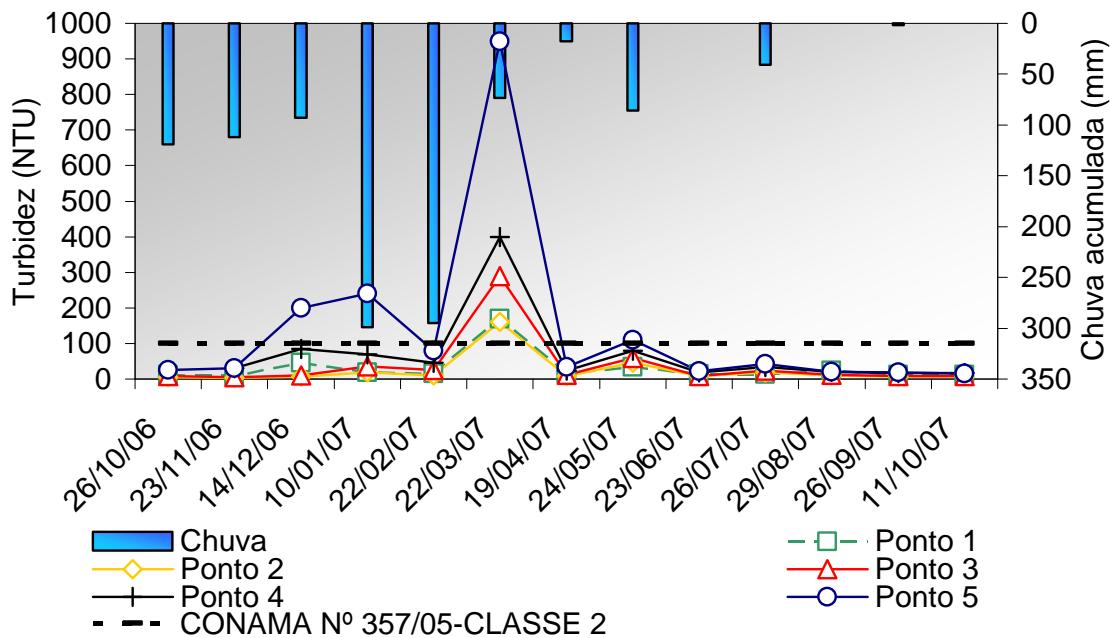
**Tabela 18.** Distribuição dos resultados de Turbidez em relação aos padrões de qualidade de água para a irrigação.

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Classificação	
Turbidez <sup>1</sup>		NTU		Aceitável	Inadequado
Ponto 1	9,2	170,0	19,6	92,3	7,6
Ponto 2	3,5	160,0	8,4	92,3	7,6
Ponto 3	5,7	290,0	16,8	92,3	7,6
Ponto 4	17	400,0	57,5	90,9	9,0
Ponto 5	16	940,0	115,4	69,2	30,7

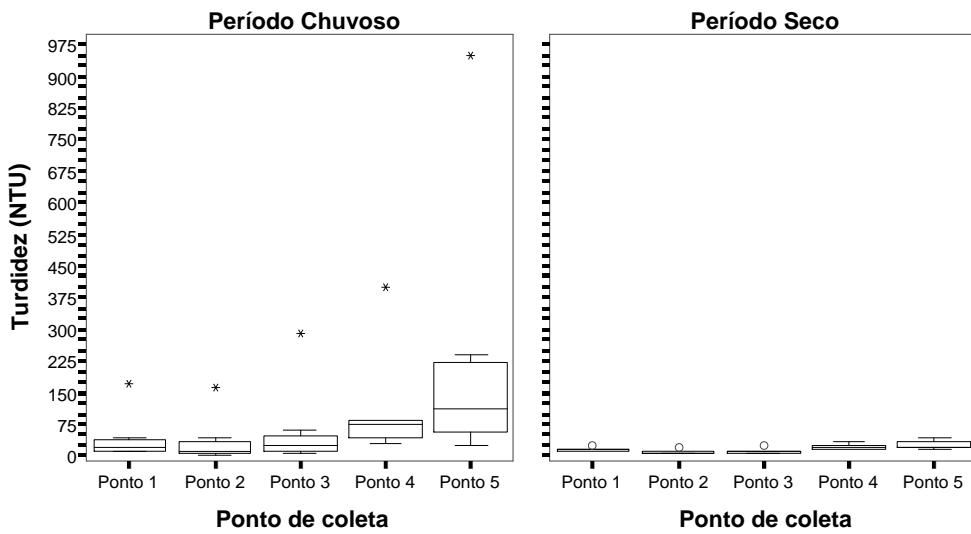
1 Aceitável (= 100 NTU); Inadequado(> 100 NTU) Fonte: Resolução Nº 357/2005 do CONAMA.

Um outro indicativo desses materiais na água (areia, silte, argila e detritos orgânicos) pode ser observado nos valores de turbidez que aumentaram durante o período chuvoso, na amostra do mês de março a qual supera o valor permitido pela resolução CONAMA de Nº 357/2005 (CONAMA, 2005), para Classe 2 que é de 100 NTU (Figura 27). O ponto 5, (foz do córrego) considerado uma região de transição com características de lótico para semi-lótico, favorecem a retenção maior de sólidos totais em suspensão na água durante o período chuvoso, com valores médios de 126 mg/L de sólidos suspensos, sendo também influenciado pelo refluxo da água, devido à entrada de água do rio São José dos Dourados pelo canal da foz do córrego do Coqueiro. A turbidez média para o rio São José dos dourados nos períodos de 1994-2003 e 2004 foram 41 NTU e 24 NTU, respectivamente (CETESB, 2005, p. 242).

Na Figura 28 quando avaliam os períodos seco e chuvoso, os valores de turbidez são maiores durante o período chuvoso e atingindo valores extremos de 950 NTU no ponto 5. Segundo Libânia (2005, p.23) a turdidez natural de águas superficiais está, geralmente, compreendida entre na faixa de 3 a 500 NTU.



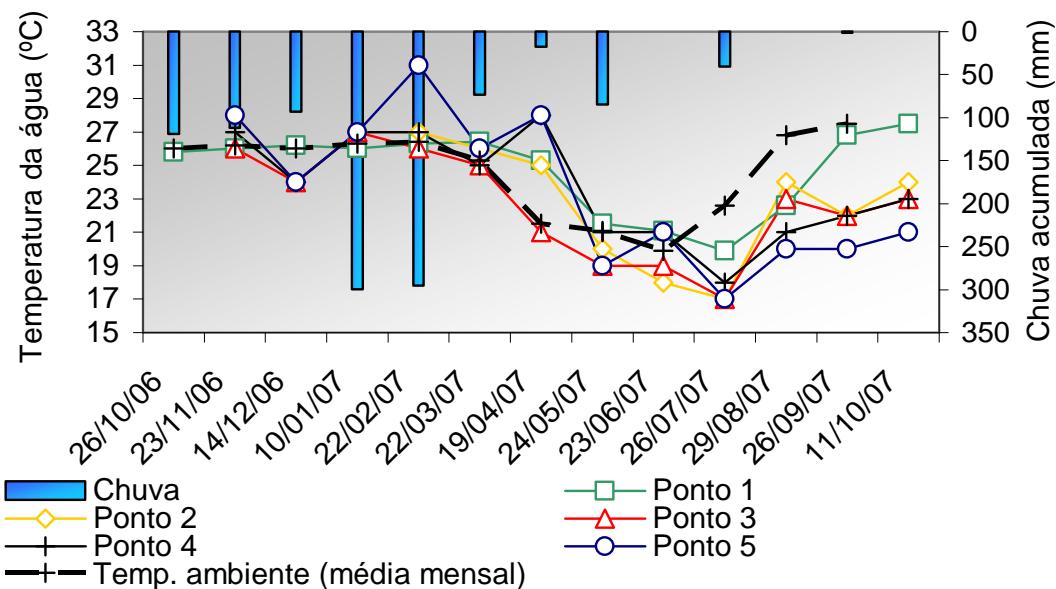
**Figura 27.** Variação espacial e temporal da turbidez da água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.



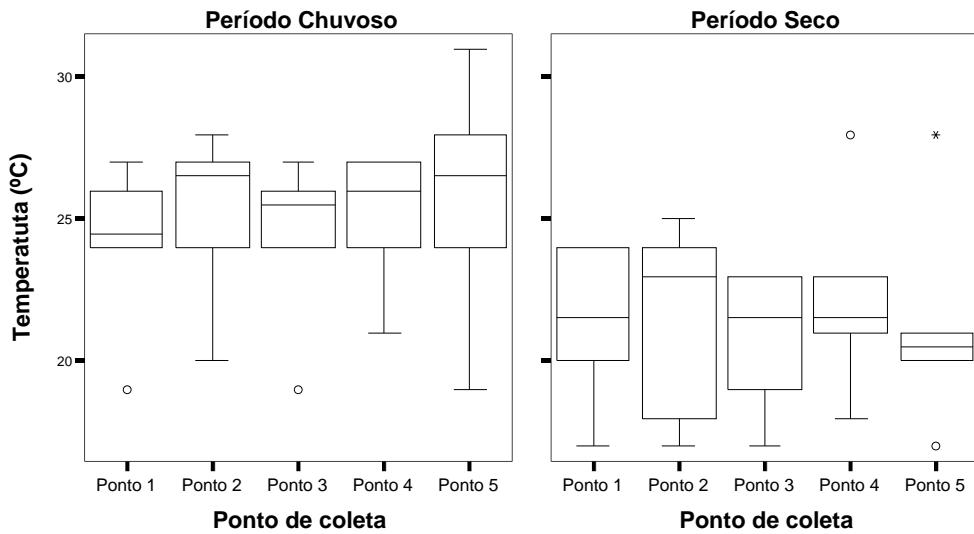
**Figura 28.** Distribuição dos resultados da turbidez da água na microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

#### 4.2.1.3. Temperatura

Os valores de temperatura foram maiores no período chuvoso e menores no período seco, o que é esperado para esse período do ano. A temperatura média ambiental e a temperatura do sistema aquático tiveram comportamento semelhante em relação à variação temporal nos períodos de coleta e o ponto 5 na coleta do mês de fevereiro atingiu o maior valor de temperatura ( $31^{\circ}\text{C}$ ) (Figuras 29 e 30), entretanto, no período seco a mediana foi abaixo em relação aos outros pontos.



**Figura 29.** Variação espacial e temporal da temperatura da água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.



**Figura 30.** Distribuição dos resultados da temperatura da água na microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

#### 4.2.2 Variáveis Químicas

##### 4.2.2.1. Potencial hidrogeniônico (pH)

Em relação ao pH, a concentração alcalina da água leva a maioria das análises a se apresentarem com risco médio de dano ao sistema de irrigação (Tabela 19), com apenas uma análise, junto à foz se apresenta com alto risco, resultados corroborados em estudos semelhantes realizados por Vanzela (2004) e Ribeiro et al. (2005), com maiores médias de pH entre 7,5 e 7,3, respectivamente.

Na Figura 31, observa-se variação espacial e temporal do pH da água, com todos as análises dentro dos limites para Classe 2 (Resolução CONAMA de Nº357/2005).

No período seco houve aumento nos valores de pH, confirmando com os resultados obtidos por Vanzela (2004). Este mesmo autor obteve uma diminuição nos valores de pH ao longo dos pontos de amostragem, entretanto para o córrego

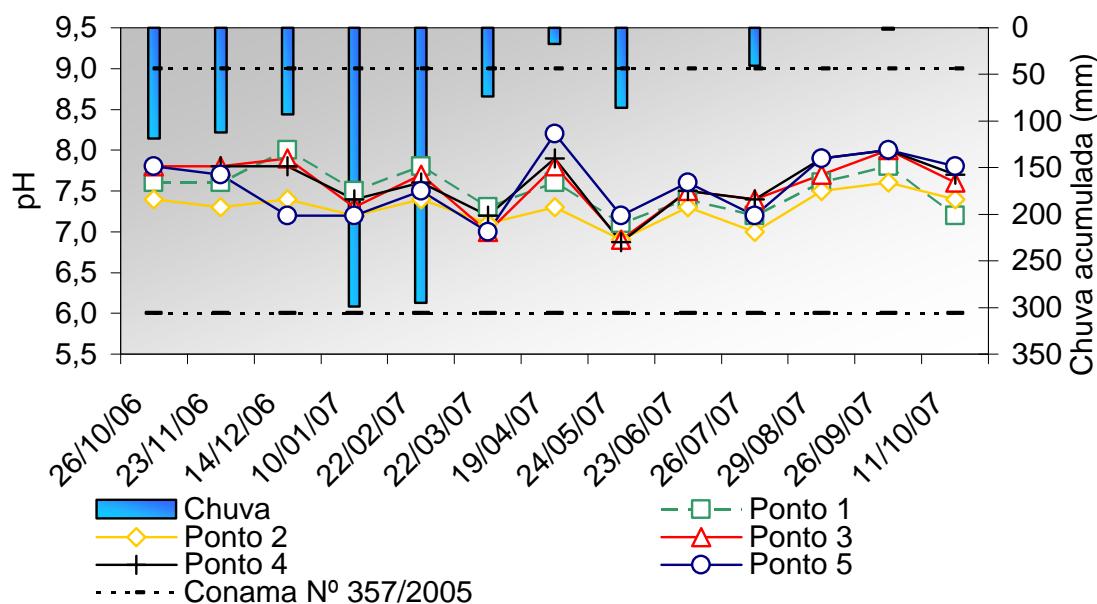
do Coqueiro o comportamento é inverso, neste caso houve aumento nos valores nos três últimos pontos de amostragem (Figura 32).

**Tabela 19.** Distribuição dos resultados de potencial hidrogeniônico (pH) de acordo com os padrões de qualidade de água para a irrigação, na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

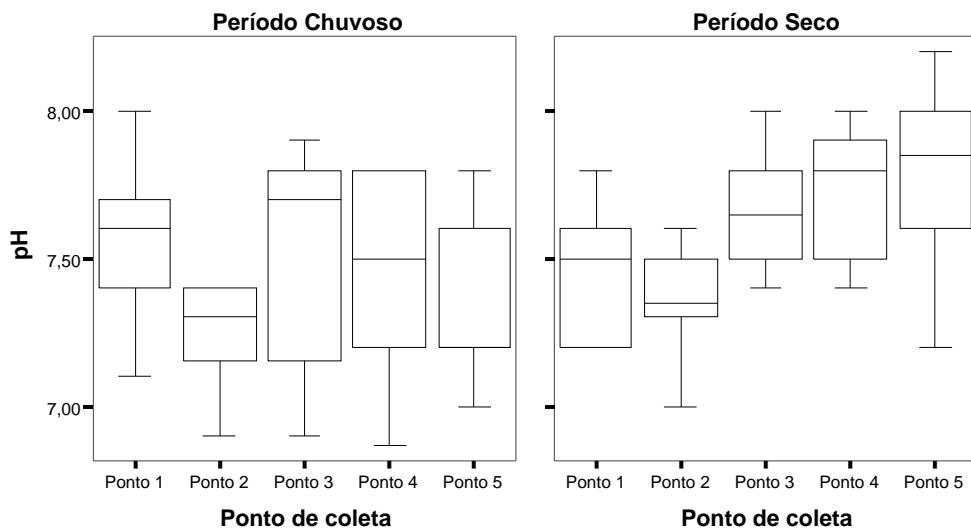
Parâmetro	Mínimo	Máximo	Média	Classificação		
				Baixo	Médio	Alto
pH	(% das amostras)					
Ponto 1	7,1	8,0	7,7	0,0	100	0,0
Ponto 2	6,9	7,6	7,3	7,69	92,3	0,0
Ponto 3	6,9	8,0	7,7	7,69	92,3	0,0
Ponto 4	6,8	8,0	7,7	8,33	91,6	0,0
Ponto 5	7,0	8,2	7,5	0,0	92,3	7,69

Baixo(< 7,0); Médio (7,0 - 8,0); Alto (> 8,0). Fonte: Nackayama e Bucks (1986).

Em águas naturais de superfície apresentam valores de pH variando entre 6,0 a 8,5 (LIBÂNIO, 2005, p.30), intervalo adequado à manutenção da vida no sistema aquático e estão de acordo com o intervalo encontrado para o córrego do Coqueiro. Segundo Libânio (2005) valores muito baixos de pH podem ocorrer corrosão e valores altos de pH podem ocorrer incrustações nas tubulações de redes de distribuição.



**Figura 31.** Variação espacial e temporal de pH da água na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.



**Figura 32.** Distribuição dos resultados de pH na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

#### 4.2.2.2. Condutividade Elétrica

Não há risco de salinização do solo considerando as análises da condutividade elétrica na água do córrego do manancial (Tabela 20). Na variação espacial e temporal da condutividade elétrica observa-se uma diminuição dos valores no mês de março devido à precipitação de 70,4 mm, ocorrida um dia antes da coleta. Entretanto, a partir do mês de junho os valores de condutividade começam a aumentar e apresentam os valores mais elevados no final do período seco, ou seja, em outubro, sendo os valores de outubro de 2006 próximos aos valores de 2007.

Observa-se que a falta de precipitação pluviométrica, associado ao aumento da evapotranspiração, pode ser uma das causas de aumento dos valores de condutividade neste período (Figura 33). No ponto 1, observou-se valor máximo, 0,20 dS/m e no ponto 5, mínimo de 0,05 dS/m.

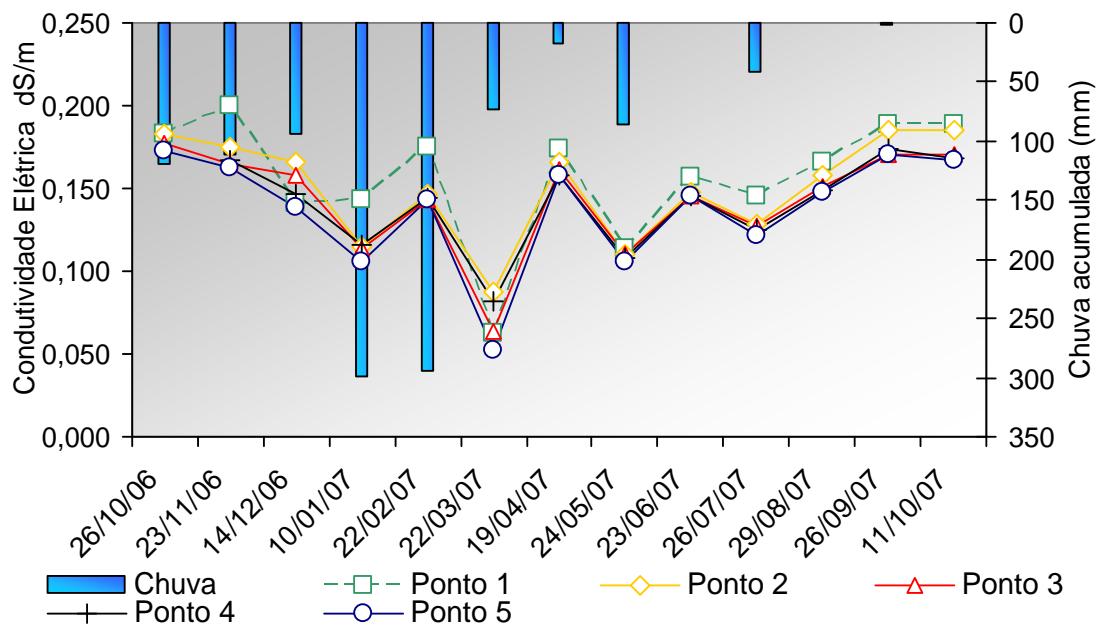
**Tabela 20.** Condutividade elétrica da água do córrego do Coqueiro em relação ao potencial de salinização do solo, no ano de 2006/2007.

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Média	Classificação		
				Baixo	Médio	Alto
<b>Condutividade Elétrica<sup>1</sup></b>				<b>(% das amostras)</b>		
Ponto 1	0,06	0,20	0,16	100,0	0,0	0,0
Ponto 2	0,09	0,19	0,15	100,0	0,0	0,0
Ponto 3	0,06	0,18	0,14	100,0	0,0	0,0
Ponto 4	0,08	0,17	0,14	100,0	0,0	0,0
Ponto 5	0,05	0,17	0,14	100,0	0,0	0,0

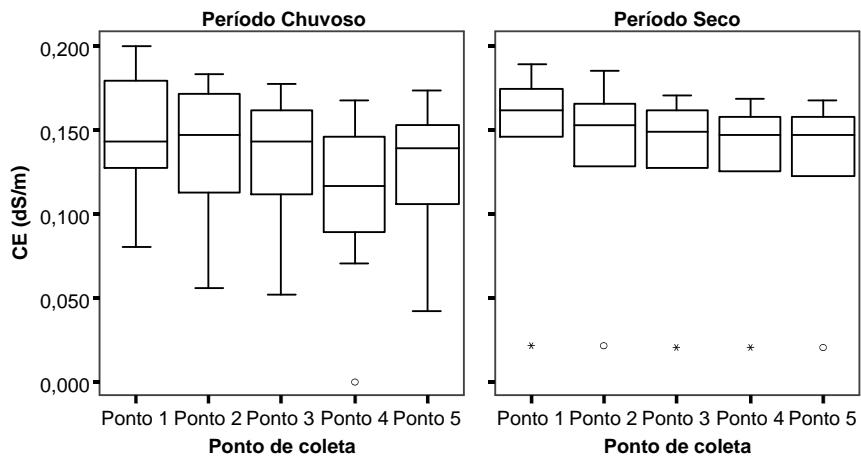
<sup>1</sup> Baixo (< 0,25 dS/m a 25°C); Médio (0,25 - 0,75 dS/m a 25°C); Alto (> 0,75 dS/m a 25°C). Fonte: U.S.D.A. Agriculture Handbook Nº 60 extraído de Bernardo (1980).

Os valores de condutividade no período seco tende aumentar em relação ao período chuvoso, com diminuição gradativa nos valores de condutividade ao longo dos pontos avaliados. No período chuvoso houve uma diminuição na distribuição dos valores de condutividade elétrica nos quatros primeiros pontos avaliados e um aumento gradativo no ponto 5 (Figura 34).

Além disso, outros fatores podem ter contribuído como as características geopedológicas observadas em outras bacias do estado (SOUZA et al., 2000), o uso e ocupação da terra com a remoção da cobertura vegetal, a implantação de uma agricultura sem controle da erosão, que podem favorecer o aumento do escorramento superficial, carregando solos (íons, poluentes e etc) que, ao longo do tempo, promovem o assoreamento dos rios e consequentemente pode elevar os valores de condutividade elétrica.



**Figura 33.** Variação espacial e temporal da condutividade elétrica na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.



**Figura 34.** Distribuição dos resultados da condutividade elétrica na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

Segundo Esteves (1998) esse tipo de parâmetro pode informar a concentração iônica e as diferenças geoquímicas de uma bacia hidrográfica, e também auxilia a detectar fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos. Através das concentrações iônicas demonstram indiretamente uma medida da concentração

de poluentes, em geral, valores acima de 0,10 dS/m indicam ambientes impactados (CETESB, 2005).

Os valores de condutividade observados nesta microbacia devem ser provavelmente de origem geoquímica proveniente do solo, pois este manancial não possui lançamento de efluente de esgoto. Por outro lado, Vanzela (2004) obteve o máximo valor de condutividade elétrica no ponto 3, de 0,096 dS/m, que neste ponto tem a presença de uma estação de tratamento de esgoto. Argenton et al. (2004) observaram que os altos valores (0,033 dS/m) de condutividade elétrica são devido ao lançamento de efluentes de esgoto da cidade de Itipapina-SP. No rio São José dos Dourados a condutividade média do ano de 2004 foi de 0,144 dS/m (SÃO PAULO, 2005), com médias próximas ao obtidos neste estudo.

Os municípios dessa UGRHI coletam seus efluentes domésticos, realizando o tratamento de 99% do que é coletado, entretanto os sistemas de tratamento têm baixa eficiência de remoção de micro e macro nutrientes (SÃO PAULO, 2005) e pode ser observado nos altos valores de condutividade.

#### 4.2.2.3. Ferro Total

Na Tabela 21 estão os resultados da concentração de ferro total. Verifica-se que todos os pontos analisados estão na classificação de médio a alto potencial de dano à operação aos sistemas de microaspersão e gotejamento.

Os pontos de coleta 4 e 5 foram os pontos que apresentaram amostras com valores acima de 1,5 mg/L, com quatro amostras cada ponto de coleta, com valores acima do permitido (NACKAYAMA & BUCKS, 1986). Outros autores, como Ayres; Westcot (1991) citam que o máximo valor da concentração de ferro permitível deveria ser de 0,5 mg/L, entretanto quando envolvem os custos e a operação de filtragem do sistema de irrigação, esse valor máximo de ferro passa a ser de 2 mg/L. Segundo a portaria 518/2004 sobre padrão de potabilidade, permite a concentração de 0,3 mg/L de Fe na água para o consumo humano (LIBÂNIO, 2005, p.61).

Esteves (1998) comenta a presença desse elemento nos corpos d'água e sua interação com bactérias filamentosas dos gêneros *Gallionella* e *Leptothrix* que oxidam o Fe<sup>+2</sup>, transformando em Fe<sup>+3</sup> que podem precipitar-se, e o mesmo

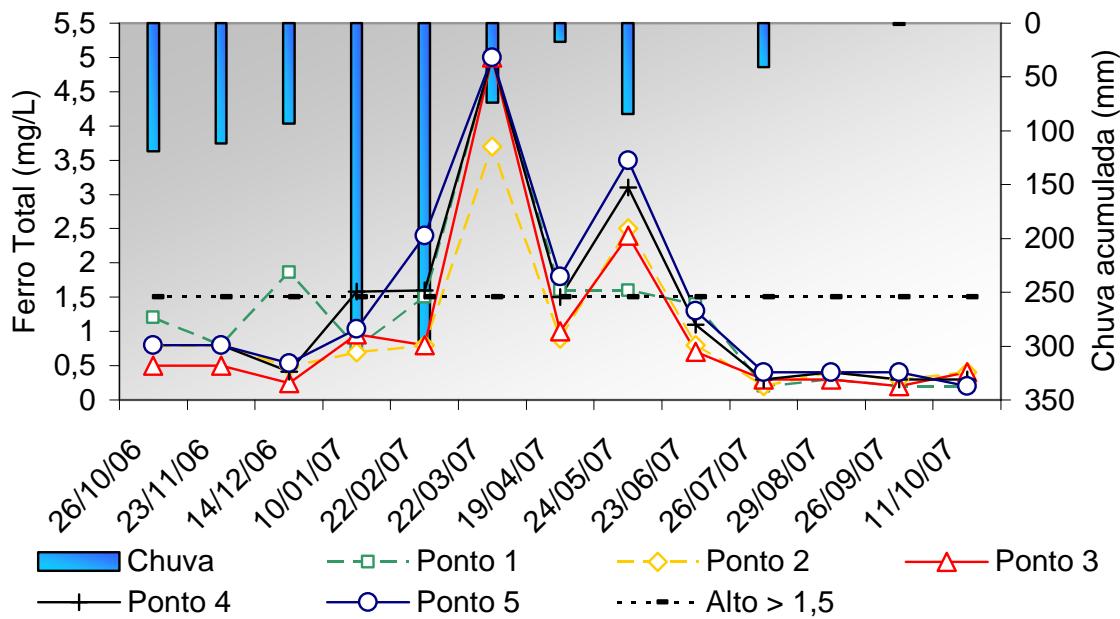
processo pode ocorrer nas tubulações do sistema de irrigação. Em campo pode ser facilmente reconhecida pela película de cor marrom-escura, formada sobre plantas aquáticas e sedimentos próximos as margens do córrego, também evidente em outros mananciais da região noroeste do estado de São Paulo.

**Tabela 21.** Concentração de ferro total e classificação na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Média	Potencial de dano			
				Baixo	Médio	Alto	
<b>Ferro Total<sup>1</sup></b>		<b>mg/L</b>		<b>(% das amostra)</b>			
Ponto 1	0,2	5,0	1,1	0,0	75,0	25,0	
Ponto 2	0,2	3,7	0,69	0,0	91,6	8,3	
Ponto 3	0,2	5,0	0,55	0,0	91,6	8,3	
Ponto 4	0,3	5,0	0,9	0,0	66,6	33,3	
Ponto 5	0,4	5,0	0,7	0,0	66,6	33,3	

<sup>1</sup> Baixo (< 0,2 mg.L<sup>-1</sup>); Médio (0,2-1,5 mg.L<sup>-1</sup>); Alto (> 1,5 mg.L<sup>-1</sup>). Fonte: Nackayama e Bucks (1986).

Conforme Cetesb (2005) a presença de ferro-bactéria provoca o desenvolvimento de depósitos e contaminação biológica em canalizações da rede de distribuição de água e Ford; Tucker apud Ribeiro et al (2005), relatam que água com concentração de ferro maior que 0,4 mg/L utilizada em sistema de irrigação localizada, contribuem para o desenvolvimento de bactérias férricas filamentosas que causam problemas de obstrução nos emissores. Todos os pontos de coleta, exceto o ponto 2, atingiram o máximo valor de 5 mg/L de ferro total, o aumento desta concentração foi observada na coleta do dia 22 de março (Figura 35) antecedida por uma chuva de 70,4 mm que favoreceu o aumento da concentração deste elemento no sistema aquático.

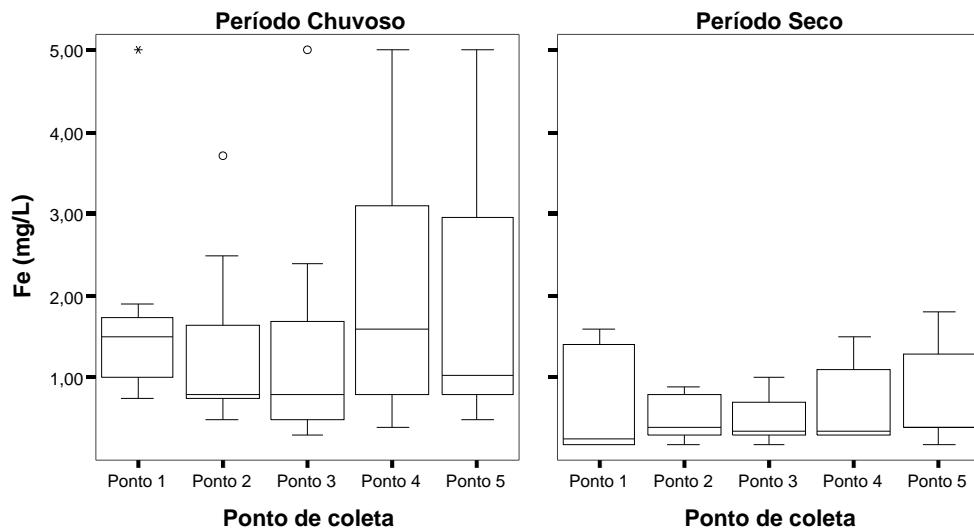


**Figura 35.** Variação espacial e temporal de ferro total na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

Os solos que compõem essa bacia hidrográfica apresentam em sua constituição óxidos de ferro (PRADO, 1995) que pela ação da enxurrada são lixiviados e podem ser levados para o leito do rio e contribuir com o aumento desse elemento na água. Isto também pode ter acontecido no córrego Três Barras, com características pedológicas semelhantes (VANZELA, 2004) quando os altos valores ocorreram no período chuvoso. O mesmo aconteceu com Ribeiro et al. (2005) com os valores médios de ferro total que aumentaram de 0,52 para 1,1 mg/L, quando começou o período chuvoso e em seguida houve diminuição nos valores no período seco. Moura et al (2007) obtiveram ao longo do córrego Três Barras média de 1,0 mg/L de ferro total e risco médio de dano ao sistema de irrigação localizada, em manancial que recebe lançamento de efluentes de estação de tratamento de esgoto, que pode ter o aumento desse elemento na água. As análises desenvolvidas por Vanzela (2004) no efluente bruto e tratado de uma lagoa de tratamento de Marinópolis, revelaram concentração de até 9,6 mg/L de ferro total. Como não há lançamento de esgoto no córrego do Coqueiro, a contribuição de ferro para esse manancial é oriundo do próprio solo que compõe a bacia de drenagem.

A distribuição dos valores de concentração de ferro total foram maiores no período chuvoso em relação ao período seco e ao longo dos pontos de amostragem

verifica-se um aumento na distribuição dos valores de ferro total nos pontos 4 e 5 para período chuvoso. (Figura 36).



**Figura 36.** Distribuição dos resultados de concentração de ferro total na água entre os períodos, seco e chuvoso.

#### 4.2.2.3. Oxigênio Dissolvido

Na Tabela 22 estão os valores mínimos, máximos, médios e a classificação aceitável e inadequado, de acordo com a Resolução do CONAMA Nº357/2005 (BRASIL, 2005), para classe 2.

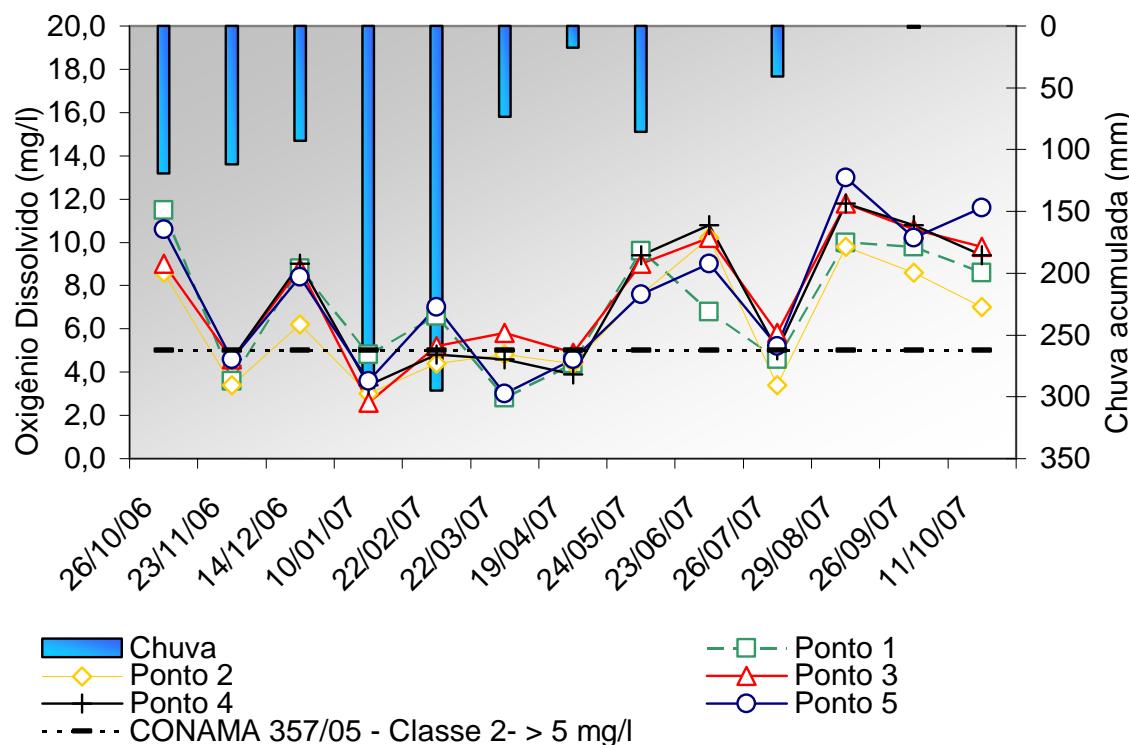
**Tabela 22.** Oxigênio Dissolvido da água do córrego do Coqueiro em relação ao potencial de salinização do solo, no ano de 2006/2007.

Parâmetro	Mín.	Máx.	Méd.	Classificação	
				Aceitável	Inadequado
<b>Oxigênio Dissolvido</b>		mg/L		(% das amostras)	
Ponto 1	2,8	11,5	7,1	61,53	38,46
Ponto 2	3	10,2	5,1	53,84	46,15
Ponto 3	2,6	11,8	6,0	76,92	23,07
Ponto 4	3,4	11,8	5,5	41,66	58,33
Ponto 5	3	13,0	6,8	69,23	30,76

Aceitável (= 5 mg/L); inadequado (< 5 mg/L). Fonte: Resolução do CONAMA Nº 357/2005.

De acordo com os valores da Tabela 21, o ponto 4 foi o que apresentou maior número de amostra (58,33%), com valores inadequados de oxigênio dissolvidos. Nos ponto 2, 1 e 5 apresentaram-se inadequados as seguintes porcentagens 46,15% (6 amostras), 38,46% (5 amostras) e 30,76% (4 amostras), respectivamente. O ponto 3 apresentou o maior valor na classificação de adequado, com 76,92% das amostras e o menor valor na classificação de inadequado, com 23,07% das amostras.

Na Figura 37 a variação espaço e temporal do oxigênio dissolvido e o limite para a Classe 2 ( $> 5$  mg/L de OD) e com valor médio 6,1 mg/L OD para o período amostrado de 26/10/2006 a 11/10/2007.

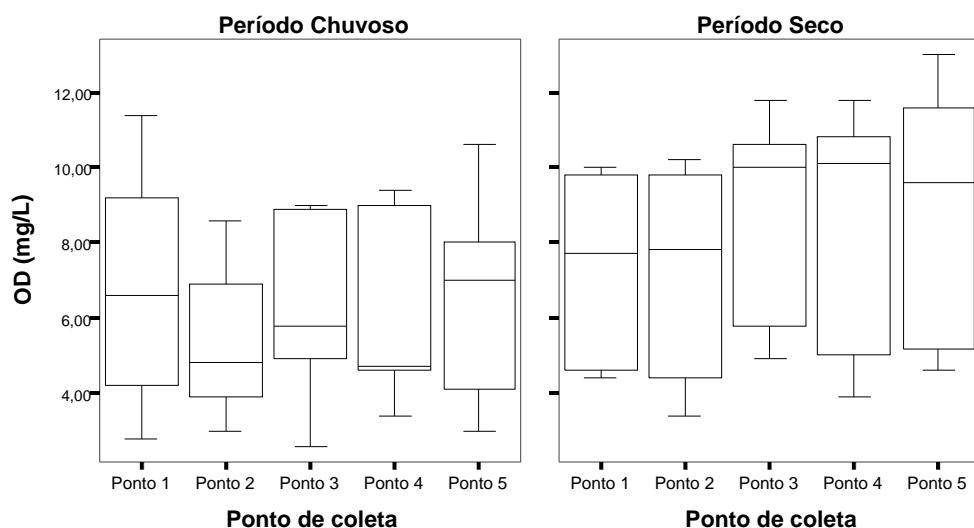


**Figura 37.** Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

Na distribuição dos resultados da concentração de oxigênio dissolvido entre os períodos seco e chuvoso, as maiores concentrações de oxigênio dissolvido ocorreram no período seco e as menores concentrações ocorreram no período

chuvisco, na coleta do mês de janeiro obteve o menor valor no ponto 3 com 2,6 mg/L (Figura 38).

Devido a ausência de lançamento de efluente de esgoto neste manancial não se observa valores baixos na concentração de oxigênio dissolvido, como ocorre no córrego no Três Barras que recebe o efluente da lagoa de tratamento de esgoto da cidade de Marinópolis (VANZELA, 2004; FRANCO et al, 2007). Na prática o oxigênio dissolvido não é um parâmetro utilizado na caracterização da qualidade de água para irrigação, mas para manutenção da vida aquática aeróbia são necessário teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 a 5 mg/L, de acordo com o grau de exigência de cada organismo (LIBÂNIO, 2005).



**Figura 38.** Distribuição dos resultados de concentração de oxigênio dissolvido na água entre os períodos, seco e chuvoso.

#### 4.2.2.4. Cálcio, Magnésio e Dureza Total

Na Tabela 23 estão os valores mínimos, máximos e médios de cálcio e magnésio, e a classificação do dano potencial ao sistema de irrigação, onde-se verifica que a água deste manancial não oferece risco de dano ao sistema de irrigação, não havendo variação expressiva das concentrações ao longo do tempo.

Vanzela (2004) obteve maiores concentrações de cálcio nas partes baixas do manancial, obtendo concentração máxima de 196,0 mg/L, ainda que sem oferecer risco ao sistema de irrigação. As concentrações médias de cálcio e magnésio, ao longo do córrego do Coqueiro são de 65,16 e 46,72 mg/L, respectivamente. Os valores de magnésio nos pontos 2, 3, e 5 apresentaram valores normais, abaixo de 60 mg/L e o ponto 4 apresentou valores acima de 60 mg/L (três amostras) e as demais amostras ficaram na classificação normal.

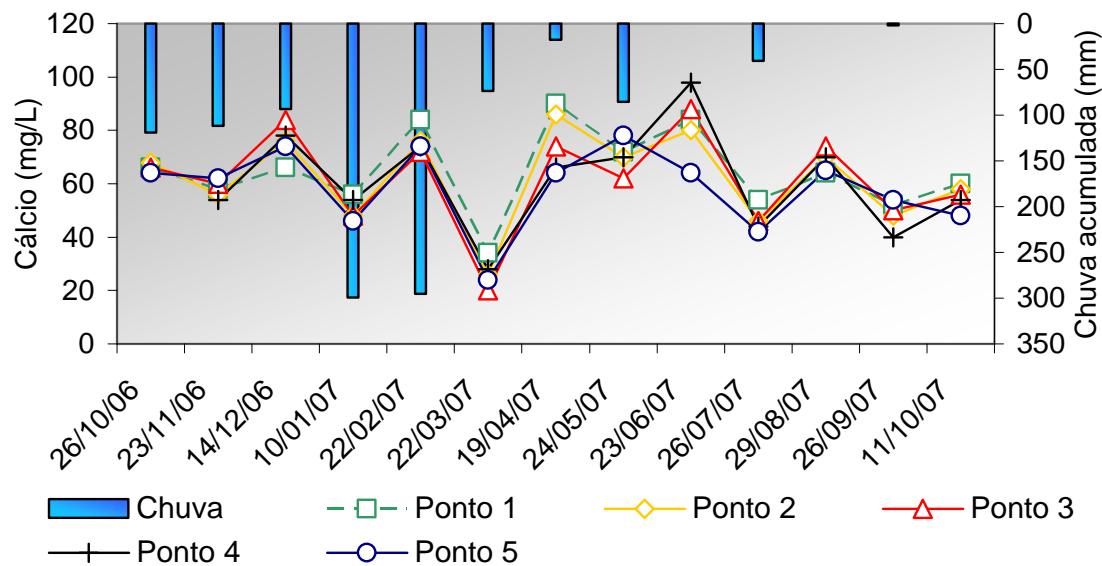
**Tabela 23.** Distribuição dos resultados de cálcio e magnésio de acordo com os padrões de qualidade de água para a irrigação, na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Classificação	
				Normal	Alto
<b>Cálcio<sup>1</sup></b>					
Ponto 1	34,0	90,0	66,0	100,0	0,0
Ponto 2	26,0	86,0	64,8	100,0	0,0
Ponto 3	20,0	88,0	66,0	100,0	0,0
Ponto 4	28,0	98,0	65,0	100,0	0,0
Ponto 5	24,0	78,0	64,0	100,0	0,0
<b>Magnésio<sup>2</sup></b>					
Ponto 1	32,0	84,0	54,4	92,3	7,6
Ponto 2	22,0	50,0	43,6	100,0	0,0
Ponto 3	32,0	54,0	40,4	100,0	0,0
Ponto 4	32,0	68,0	54,0	75,0	25,0
Ponto 5	22,0	58,0	41,2	100,0	0,0

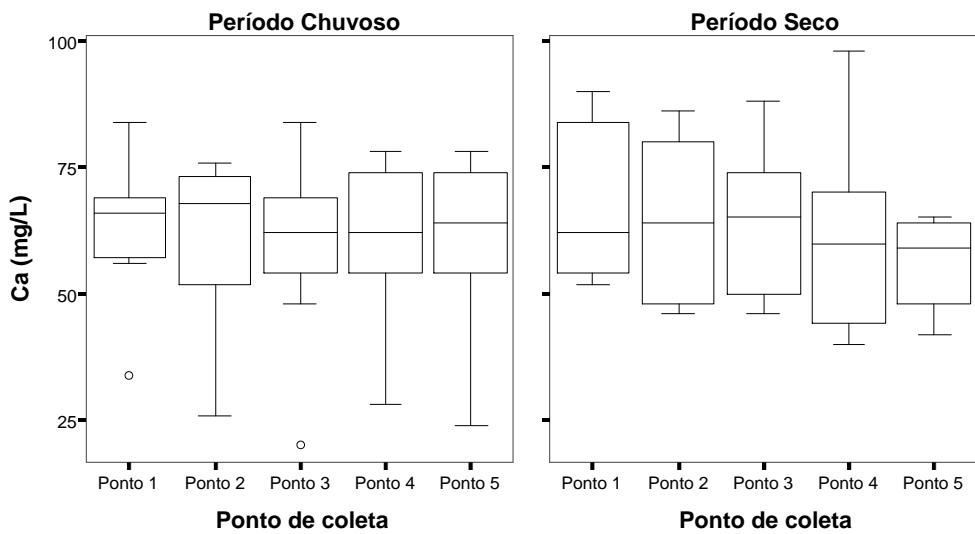
<sup>1</sup> Normal (= 400 mg.L<sup>-1</sup> ), Alto (> 400 mg.L<sup>-1</sup>); <sup>2</sup> Normal (= 60 mg.L<sup>-1</sup> ), Alto (> 60 mg.L<sup>-1</sup>). Fonte: Ayres e Westcot (1986).

A variação espacial e temporal da concentração de cálcio foi baixa na coleta do mês de março, entretanto não observam-se muita diferença entre os valores medianos entre os períodos seco e chuvoso, em relação aos valores máximos de cálcio são observados durante o período seco (Figura 39 e 40).

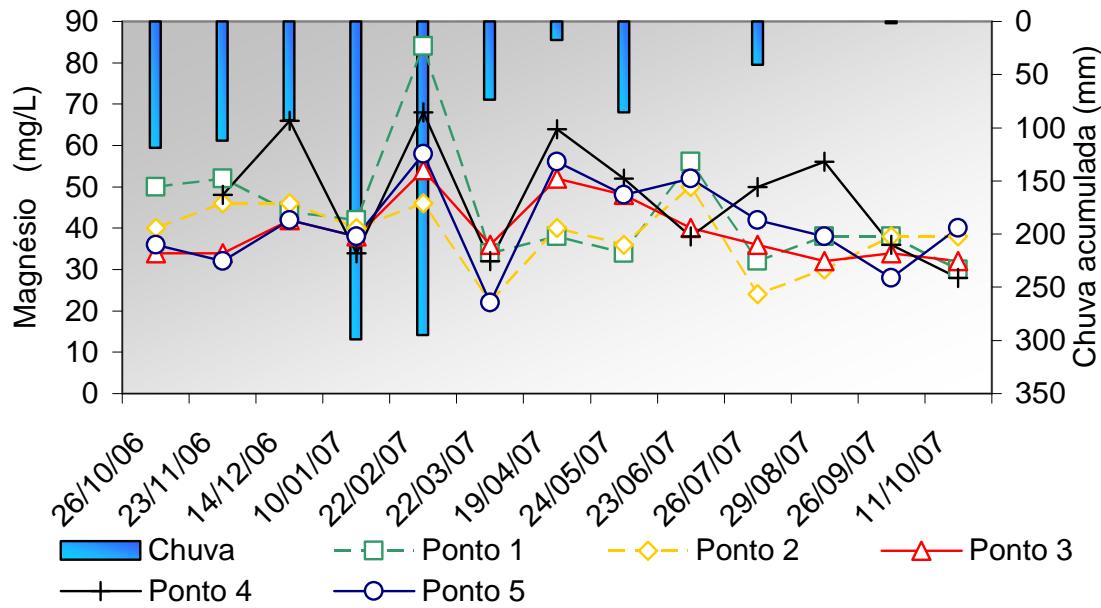
Os níveis de concentração desses dois cátions no ambiente aquático dependem do intemperismo das rochas, a erosão de solos ricos nesses materiais, a precipitação, atividades biológicas e a ação antrópica no uso e ocupação dessas bacias hidrográficas (ALLAN, 1995, ESTEVES, 1998).



**Figura 39.** Variação espacial e temporal da concentração de cálcio na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

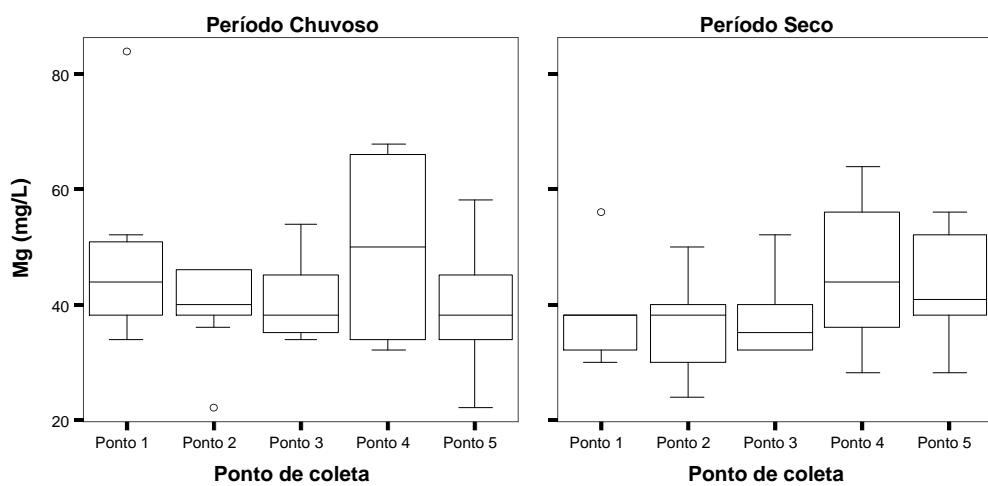


**Figura 40.** Distribuição dos resultados de cálcio na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.



**Figura 41.** Variação espacial e temporal da concentração de magnésio na microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

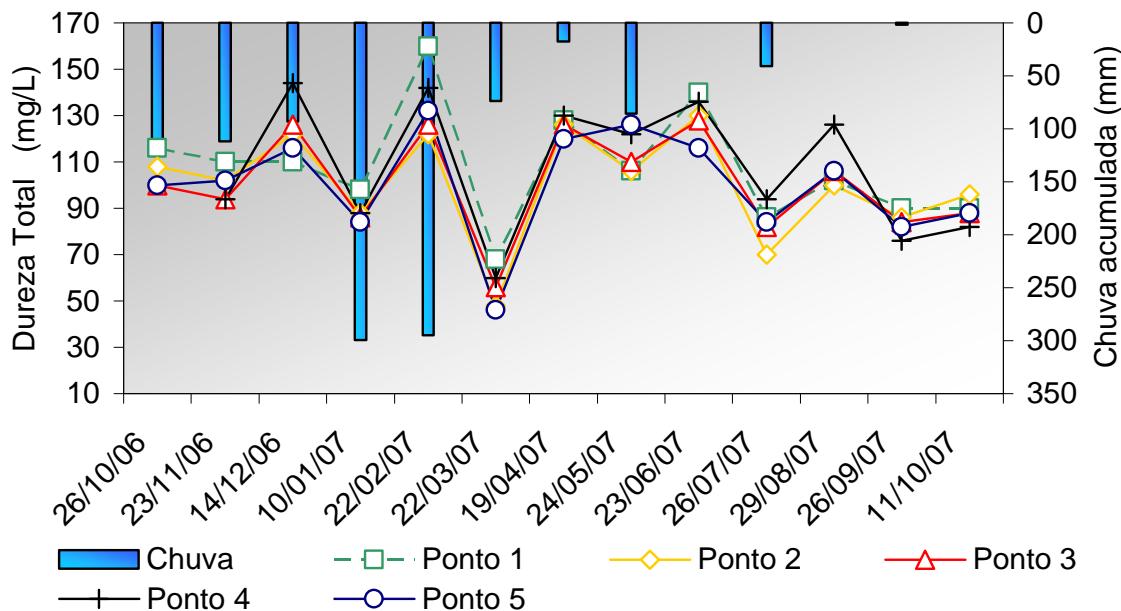
Em relação à distribuição dos valores de magnésio em períodos seco e chuvoso não se mostra totalmente definida, os quatro primeiros pontos de amostragem no período chuvoso estão com valores superiores ao período seco, o ponto cinco com valores baixo no período chuvoso e valores acima no período seco (Figura 42).



**Figura 42.** Distribuição dos resultados de magnésio na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

O mínimo e o máximo valores de dureza total variaram entre 46 mg/L (Ponto 5) e 160 mg/L (Ponto 1), respectivamente. As duas maiores médias de dureza total ficam entre 118 mg/L no ponto 1 e 117 mg/L no ponto 4.

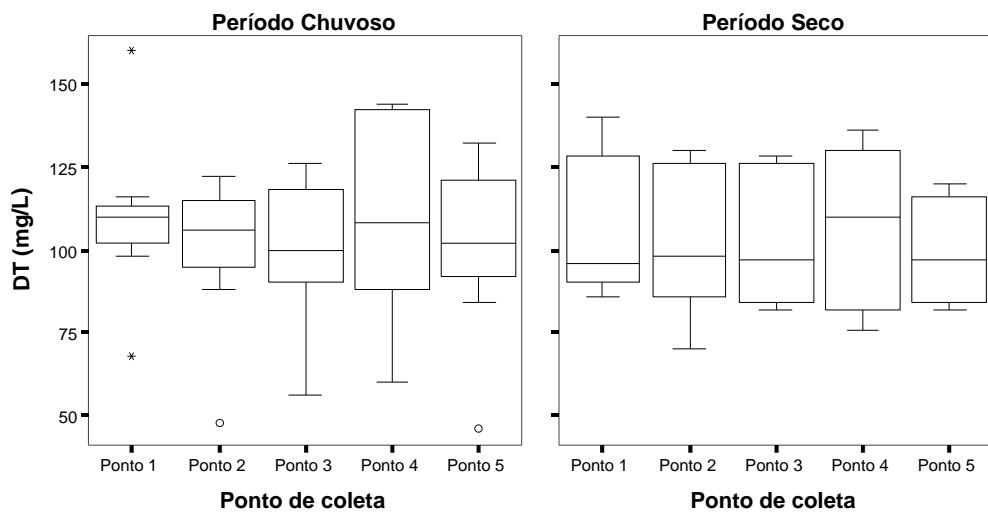
Na Figura 43, observa-se a variação espacial e temporal da dureza total da água, com diminuição dos valores da amostra do dia 22 de março, isso devido a uma única precipitação de 70,4 mm ocorrida no dia anterior, com transbordamento de água sobre o dique marginal do córrego. Neste dia ocorreu praticamente toda a precipitação pluviométrica para esse período, o que pode ter influenciado na queda dos valores por meio da lixiviação e/ou diluição pela ação da enxurrada, refletindo sobremaneira na concentração de cálcio, magnésio e dureza total das amostras analisadas. Essas variações nas concentrações desses íons são influenciadas pelos períodos de chuva e seca, e características geológicas da bacia de drenagem (ALLAN, 1995).



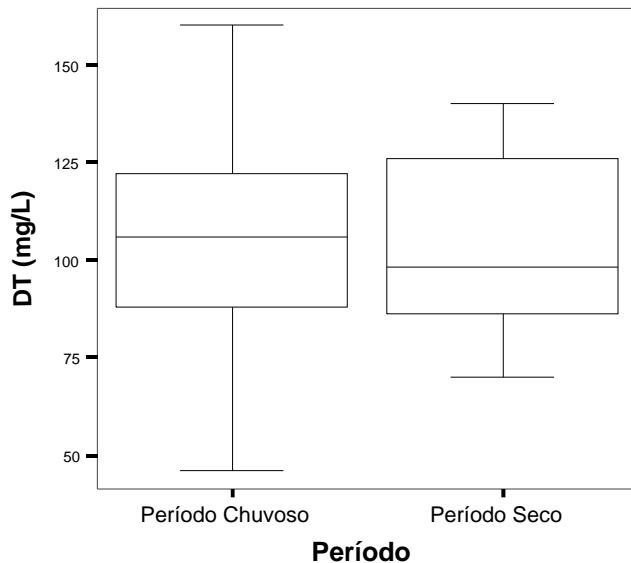
**Figura 43.** Variação espacial e temporal da dureza total na água, microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

Na Figura 44 em relação à distribuição da concentração da dureza entre os períodos, seco e chuvoso, verifica-se que não houve grandes diferenças entre os

pontos analisados durante esse período. Na Figura 45 estão à distribuição dos valores de dureza total para a microbacia do Coqueiro, independente do ponto avaliado, entre os períodos seco e chuvoso, com aumento nos valores para o período chuvoso.



**Figura 44.** Distribuição dos resultados da dureza total na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.



**Figura 45.** Distribuição dos resultados da dureza total para a microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

### 4.2.3. Variáveis Biológicas

#### 4.2.3.1. Coliformes Fecais e Totais

Na Tabela 24 estão os valores de coliformes fecais e totais e a classificação segundo a Resolução do CONAMA de Nº 20/86 para Classe 2, que determina que não possa exceder o limite de 1000 coliformes fecais (número mais provável em 100 ml de amostra) em 80 % ou mais de pelo menos cinco amostras mensais coletadas em qualquer mês. Os maiores valores de coliformes fecais acima de 1000, ocorreram no período de chuva. No mês de janeiro, com uma amostra no ponto 5, no mês de março com três amostra (pontos 2, 3 e 4) e julho com três amostras (pontos 3, 4 e 5).

**Tabela 24.** Distribuição dos resultados da concentração de coliformes de acordo com os padrões de água para a irrigação.

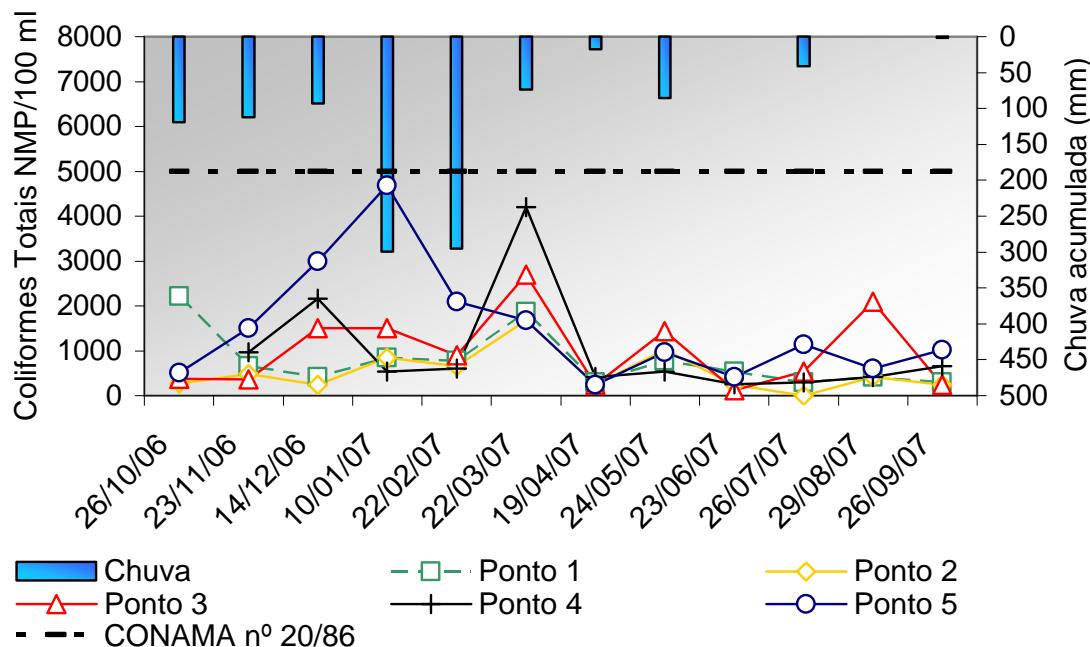
Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Classificação	
				Aceitável	Inadequado
Coliformes Totais <sup>1</sup>	Coliformes / 100 ml				(% das amostras)
Ponto 1	300	2220	984	100,0	0,0
Ponto 2	0	1680	498	100,0	0,0
Ponto 3	120	2700	928	100,0	0,0
Ponto 4	250	4200	1065	100,0	0,0
Ponto 5	340	4680	2358	100,0	0,0
Coliformes Fecais <sup>2</sup>	Coliformes / 100 ml				(% das amostras)
Ponto 1	0	900	276	100,0	0,0
Ponto 2	0	1080	48	92,3	7,6
Ponto 3	0	1500	312	84,6	15,9
Ponto 4	0	2400	225	90,9	9,0
Ponto 5	120	2400	678	84,6	15,3

<sup>1</sup> Aceitável (< 5000 NMP/100 ml); Inadequado (> 5000 NMP/100 ml); <sup>2</sup> Aceitável (< 1000 NMP/100 ml) ; Inadequado(> 1000 NMP/100 ml). Fonte: Resolução 20/86 do CONAMA.

Na coleta do mês de março que houve enxurrada e por meio do escoamento superficial esses microorganismos de origem intestinal, principalmente de animais endotérmicos, incluindo os seres humanos, são levados para o manancial pela ação da chuva. Esse grupo de bactéria é um indicador da possibilidade da existência de microorganismo patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Os coliformes totais com 100 % das amostras analisadas em todos os pontos estão na classificação de aceitável e não oferece risco de contaminação. Dos coliformes fecais apenas os pontos 3 e 5 apresentaram valores inadequados, entretanto não atingiram os 80% ou mais de pelo menos cinco amostras mensais coletadas em qualquer mês.

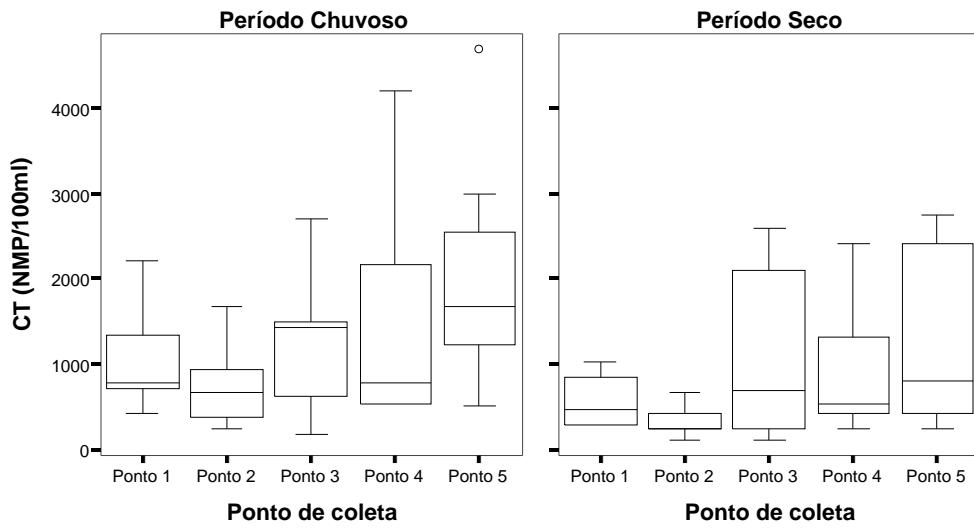
Os máximos valores de coliformes totais ocorreram em coletas que dias antes houve chuva, sendo o ponto 4 com o valor máximo de 4.200 NMP/100ml e o outro maior valor de coliformes totais é o pontos 5 (Figura 46).



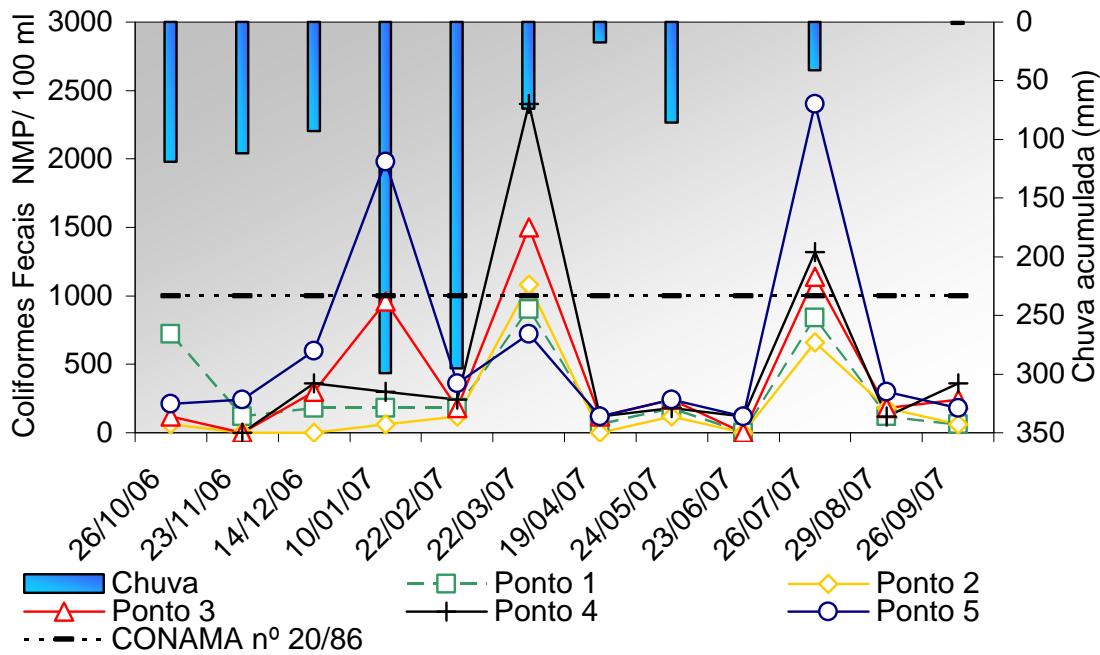
**Figura 46.** Variação espacial e temporal da concentração de coliformes totais na água, microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

No período seco os pontos 3, 4 e 5 apresentaram valores máximos de coliformes totais inferiores em relação ao período chuvoso. No período chuvoso ocorreu um aumento no número de coliformes totais a partir do ponto 1, com diminuição dos valores no ponto 2 e novamente o aumento a partir do ponto 3, sendo os dois últimos pontos com os maiores valores (Figuras 47).

Os coliformes fecais apresentaram o mesmo comportamento que os coliformes totais, nas coletas de água que dias antes houve chuva, observou-se o aumento no número de coliformes fecais (Figura 48).



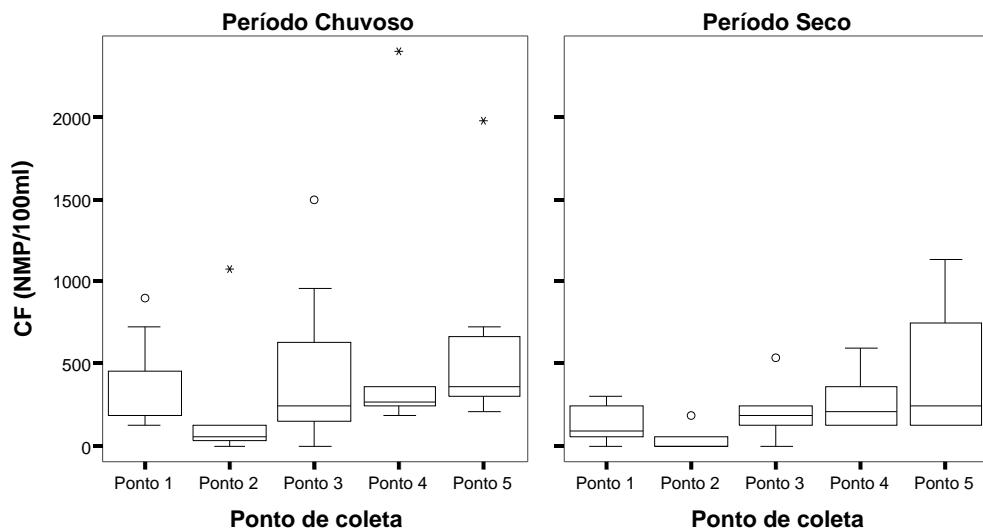
**Figura 47.** Distribuição dos resultados de coliformes totais na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.



**Figura 48.** Variação espacial e temporal da concentração de coliformes fecais na água, microbacia do córrego do Coqueiro, ano 2006/2007.

Os coliformes fecais apresentaram aumento nos valores distribuídos entre o período chuvoso, somente o ponto 5 que apresentou valores máximos de coliformes

fecais no período seco e o ponto 2 com os menores valores de coliformes fecais (Figura 49).



**Figura 49.** Distribuição dos resultados de coliformes fecais na água da microbacia do córrego do Coqueiro, entre os períodos seco e chuvoso, ano de 2006/2007.

Vanzela (2004) obteve valores acima do permitido para classe 2, para coliformes fecais no ponto 3 do córrego Três Barras, como comentado anteriormente, neste local tem presença de uma estação de tratamento de esgoto que é ineficiente na retenção de microorganismos patogênicos e sendo lançado no manancial. Pela a ausência de estação de tratamento de esgoto no córrego do Coqueiro os valores de coliformes fecais estão abaixo do permitido, ficando as áreas agrícolas como introdutórias de microorganismos por meio de resíduos das habitações, percolação de fossas, criatórios de animais ou de áreas contaminadas por excrementos de origem humana.

### **4.3. Considerações Finais**

#### **4.3.1. Qualidade de água para a irrigação**

A agricultura irrigada no Brasil nas últimas décadas desenvolveram equipamentos e técnicas que permitem um aproveitamento mais eficiente do uso da água, entretanto carece de um padrão de qualidade de água para irrigação nas condições tropicais, pois os padrões utilizados atualmente são do hemisfério norte e determinadas em condições diferentes.

Necessita-se desenvolver um índice de qualidade de água para a irrigação através das características físicas, químicas e biológicas da água e sua ação nos equipamentos de irrigação, pois a água apresenta propriedades de desagregação e dissolução dos materiais com os quais entra em contato, pode constituir-se em grave problemas para qualquer tipo de sistema se suas características não forem adequadamente controladas.

Das variáveis física e química para a irrigação mais preocupantes para o córrego do Coqueiro são os sólidos suspensos e o ferro. Esse valores ocorreram no período chuvoso, entretanto para o uso da água na irrigação ocorre no período seco que é a época de maior demanda hídrica, entretanto ocorrerá uma diminuição da variável física e os valores de Ferro Total permaneceram de risco para o sistema de irrigação.

O período chuvoso concorre para o aumento do transporte de sedimentos para o córrego, cuja magnitude é agravada por diversas atividades antrópicas, sendo a agricultura a mais impactante. Por ocuparem grandes áreas, acarretando em grandes movimentos de terra, dependendo do tipo de cultura e a ausência de práticas agrícolas que minimizam os impactos ao ambiente, como o plantio direto e a conservação do solo. Um outro fator é a ausência de matas ciliares em alguns trechos do córrego, medidas preventivas devem ser tomadas com reflorestamento de espécies nativas e promoção de práticas de utilização do solo que reduzam o processo de erosão da bacia hidrográfica.

## 5. CONCLUSÃO

Conforme a metodologia empregada e para as condições consideradas, pode-se concluir:

As concentrações de Sólidos Suspensos na água de irrigação apresentaram classificação de médio a alto risco ao sistema de irrigação localizada. Os sólidos dissolvidos apresentaram classificação de baixo a médio potencial de dano ao sistema de irrigação.

A Condutividade Elétrica na classificação baixa, em relação ao potencial de salinização do solo.

As variáveis Cálcio na classificação normal e o Magnésio para o ponto 4 com 25% das amostras na classificação de alto risco de precipitação de sais.

A variável Ferro Total presente na água de irrigação foi o que apresentou risco de dano ao sistema de irrigação localizada, com 78,28 % e 21,64 % das amostras analisadas no córrego do Coqueiro estão na classificação de médio a alto risco ao sistema, respectivamente e com uma tendência de aumento nas concentrações durante o período chuvoso.

Para o uso da água na irrigação localizada atenção especial deve ser dada ao sistema de filtragem, tanto no dimensionamento inicial, como no manejo adequado do sistema de irrigação, com a utilização de filtros na retenção de partículas sólidas e adaptação aeradores para que o ferro oxide antes de entrar no sistema de irrigação.

Práticas que levem a retenção de água na bacia hidrográfica tais como plantio direto ou cultivo mínimo, construção de terraços ou curvas de nível e a recomposição das matas ciliares são fundamentais para a preservação e melhoria dos recursos hídricos, tanto em qualidade como na disponibilidade representada pela vazão, em especial, na diminuição dos valores máximos e mínimos registrados.

## 6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, SPR, 2005. 176p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **GEO Brasil recursos hídricos**: componentes da série de relatórios sobre o estado e perspectiva do meio ambiente no Brasil. Brasília: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007.264p.

ALFAKIT. Kit **Microbiológico E. colli, Coliformes e Salmonellas - procedimento de análise - V124**. Florianópolis: (s.n.), [2000?]. Disponível em: <<http://www.alfakit.com.br>> Acesso em : 01 fev. 2007.

ALLAN, D.J. **Streams ecology**: structure and function of running waters. Dordrecht: Springer, 1995. 388p.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration : guideling for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1984. 85p. (Estudio FAO Riego y Drenage, n.29)

ALMEIDA, L.F.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Qualidade física e biológica da água do córrego do boi para a irrigação,em aparecida d'oeste, região noroeste do estado de São Paulo.In: .In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: Jaboticabal, 2007. CD ROM.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20<sup>th</sup> ed. New York: United Book, 1998. 1298p.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D.W. **Qualidade de água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991 (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem).

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. p. 621.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa: UFV, 1986. 488p.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. **Monitoramento de quantidade e qualidade das águas.** In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G.(Org.). Água doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed.. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap.5, p.145-160.

BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S.M.F.O.; TUNDISI, J. G. **Água e saúde humana.** In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3 ed.. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. 748p.

BRASIL. Decreto-Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan1997. Seção IV, p. 45 Disponível em: [http://www.ana.gov.br/Legsilacao/Especificas/BR\\_Lei\\_9433\\_08011997.htm](http://www.ana.gov.br/Legsilacao/Especificas/BR_Lei_9433_08011997.htm). Acesso em: dia out. 2007.

BRASIL. **Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em 28 abr. 2007.

CHRISTOFIDIS, D. **Água e a crise alimentar.** [s.l.: s.n.], 1997.14p. Disponível em: <[www.iica.org.br/Aguatrab/Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm](http://www.iica.org.br/Aguatrab/Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm)>. Acesso em: 20 abr. 2007.

COMITÊ DA BACIA DO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS. **Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para elaboração do plano da Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados.** São Paulo: CBH - SJD, 2000. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em: 28 set. 2007.

COMPANHIA TECNOLÓGICA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidades das águas interiores do estado de São Paulo 2004 / CETESB.** São Paulo: CETESB, 2005. p 498.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA-DAEE. **Outorga.** [s.l.: s.n.] 2007. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/outrorgaefiscalizacao/index.htm>. Acesso em: 12 set. 2007.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 575p.

FIORAVANTI, C.D.; VANZELA, L.S.; MAURO, F.; GOMES, D.R.; HERNANDEZ, F.B.T. Diagnóstico da qualidade de água para a irrigação do córrego Três Barras no município de Marinópolis - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Pedro. **Anais...** Jaboticabal: CONBEA, 2004. CD ROM.

FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S. Utilização dos parâmetros coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido na avaliação da qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, Bonito, 2007. **Anais...** Bonito: Jaboticabal, 2007. CD-ROM.

GASTALDINI, M. C. C.; MENDONÇA, A. S. F. Conceito para a avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (Orgs.) **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003. cap.1, p.3-13.

GOLDENFUM, J. A. Pequenas bacias hidrológicas: conceito básico. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (Orgs.) **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2003. cap.1, p.3-13.

HERMES, L. C.; SILVA, S. A. **Avaliação da qualidade das águas**: manual prático. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2004. 55p

HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, C.R.; SASSAKI, N.; BRAGA, R. S. Qualidade e água em um sistema irrigado no noroeste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2201, Foz de Iguaçu. **Anais..**, Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

HERNANDEZ, F.B.T. **Análise agroclimática da área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, região noroeste do Estado de São Paulo**. Ilha Solteira: UNESP - Área de Hidráulica e Irrigação, 2007. 27p. ( Convênio SEAP/PR No. 080/2005 ).

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP,1995. 45p. (Série Irrigação,1).

HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V. DE; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, Estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.21-30, 2003.

HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L. S. Transporte de sedimento na microbacia do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: CONBEA, 2007. CD ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2000.** Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 10 Abr. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal.** Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento , 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 10 Abr. 2007.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas: Editora Átomo, 2005. p 444.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia florestal In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo / FAPESP, 2000. cap.3, p.33-44.

MEGDA, M. M.; HERNANDES, A.; HERNANDEZ. F.B.T.; ALTIMARE, A.; ZOCOLER, J.L. Uso da água na bacia hidrográfica do São José dos Dourados. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Jaboticabal, 2006. CD-ROM.

MOURA, R. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. Monitoramento da qualidade química da água para fins de irrigação no córrego Três Barras, Marinópois - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: Jaboticabal, 2007. CD ROM.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production.** St. Joseph: ASAE, 1986. 383p.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan , 1988. 434p.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia:** fundamentos e aplicação prática. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PRADO, H. DE. **Manual de classificação de solos do Brasil**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 197p.

RAVEN, P.H.; EVERET, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

RESENDE, R. S.; COELHO, R. D.; PIEDADE, S. M. S. Suscetibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.368-375, 2000.

RIBEIRO, T. A. P.; AIROLDI, R. P. SILVA; PATERNIANI, J. E. S.; SILVA, M. J. M. Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.1-6, 2005.

RICKLEFS, R. E. **A ecomonia da natureza**. 5 ed. . Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2003. 503 p.

RODRIGUES, R.R. Florestas ciliares? uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.) **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo / FAPESP, 2000. cap.6, p.91-99.

SALATI, E.; LEMOS, H. M.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed.. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap.7, p. 37-62.

SÃO PAULO (Estado). Ministério Público. **Legislação ambiental**. 2. ed. São Paulo: IMESP, 2000. 884p.

SÃO PAULO (Estado). **Plano estadual de recursos hídricos: 2004/2007 Resumo**. São Paulo: DAEE, 2006. 96p.

SÃO PAULO (Estado). **Sistema de informações para o gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente 2007. p.1 Disponível em:< [http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh\\_index.exe?lwgactw=771.8270432582617](http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_index.exe?lwgactw=771.8270432582617)>. Acesso em: 8 nov. 2007.

SÃO PAULO. SECRETÁRIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo** : informações referentes a 2005. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2006. p 498. Disponível em: [http://www.ambiente.sp.gov.br/relatorio\\_ambiental/2005\\_2006/index.html](http://www.ambiente.sp.gov.br/relatorio_ambiental/2005_2006/index.html). Acesso em: 10 mar. 2007.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE/INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005. p 35.

SILVA PAZ, V. P; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473.2000.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 1996. 243p.

TELLES, D. D.; DOMINGUES, A.F. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap.10, p.325-364.

TOWNSEND, C. R.; COLIN, R. T.; BEGON, M.; HARPER, J. H. **Fundamentos em ecologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 466.

TUNDISI, J. G.; BRAGA, B.; REBOUÇAS, A. C. Os recursos hídricos e o futuro: síntese. . In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3.ed.. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap. 23, p.739-748.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, M. T.; ABE, D. S.; ROCHA, O; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed.. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap. 7, p.203-240.

VANZELA, L. S. **Qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP**. 2004. 96f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

## ANEXOS

**Tabela 25.** Resultados de todos os pontos analisados.

Data	Ponto	PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA												Chuva Acumulada (mm)	
		T°C	CE	Fe	Ca	Mg	DUREZA TOTAL	SS	SD	STS	OD	pH	COLIFORMES/100ml	TURBIDEZ	
		uS/cm	mg/l			mg/l							TOTAIS	FECAIS	NTU
26/10/06	1	-	183	1,2	66	50	116	100	54	154	11,4	7,60	2220	720	11,00
	2	-	183	0,8	68	40	108				8,6	7,40	270	60	4,30
	3	-	177	0,5	66	34	100	5	80	85	9,0	7,80	180	120	7,70
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	173	0,8	64	36	100	-	-	-	10,6	7,80	510	210	26,00
23/11/06	1	24	200	0,8	58	52	110	28	114	142	3,6	7,60	660	120	9,20
	2	28	176	0,8	56	46	102	52	90	142	3,4	7,30	480	0	3,50
	3	26	165	0,5	60	34	94	25	102	127	4,6	7,80	360	0	5,70
	4	27	167	0,8	54	48	94	23	88	111	4,6	7,80	960	240	30,00
	5	28	163	0,8	62	32	102	31	99	130	4,6	7,70	1500	360	31,00
14/12/06	1	24	141	1,9	66	44	110	30	126	156	8,8	8,00	420	180	45,00
	2	24	166	0,5	76	46	122	1	125	126	6,2	7,40	240	0	6,60
	3	24	158	0,3	84	42	126	31	113	134	8,8	7,90	1500	300	10,00
	4	24	147	0,4	78	66	144	41	90	131	9,0	7,80	2160	360	85,00
	5	24	139	0,5	74	42	116	128	121	259	8,4	7,20	3000	600	200,00
10/01/07	1	27	143	0,8	56	42	98	-	-	-	4,8	7,50	840	180	18,00
	2	27	115	0,7	48	40	88	57	1	58	3,0	7,20	840	60	18,00
	3	27	114	1	48	38	86	31	103	134	2,6	7,30	1500	960	35,00
	4	27	116	1,6	54	34	88	26	69	95	3,4	7,40	540	300	70,00
	5	27	106	1	46	38	84	128	131	259	3,6	7,20	4680	1980	240,00
22/02/07	1	26	175	1,5	84	84	160	21	97	118	6,6	7,80	780	180	15,00
	2	27	147	0,8	76	46	122	-	-	-	4,4	7,40	660	120	9,90
	3	26	143	0,8	72	54	126	44	64	108	5,2	7,70	900	180	26,00
	4	27	145	1,6	74	68	142	64	26	90	4,8	7,60	600	240	45,00
	5	31	143	2,4	74	58	132	43	87	130	7,0	7,50	2100	360	80,00

Continuação..

**Tabela 25.** Resultados de todos os pontos analisados.

Data	Ponto	PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA												Chuva Acumulada (mm)	
		T°C	CE	Fe	Ca	Mg	DUREZA TOTAL	SS	SD	STS	OD	pH	COLIFORMES/100ml	TURBIDEZ	
		uS/cm	mg/l				mg/l						TOTAIS	FECALIS	NTU
22/03/07	1	25	80	5	34	34	68	93	127	220	2,8	7,30	1860	900	170,00
	2	26	56	3,7	26	22	48	71	72	143	4,8	7,10	1680	1080	160,00
	3	25	52	5	20	36	56	100	122	222	5,8	7,00	2700	1500	290,00
	4	25	70	5	28	32	60	186	183	369	4,6	7,20	4200	2400	400,00
	5	26	42	5	24	22	46	365	405	770	3,0	7,00	1680	720	950,00
19/04/07	1	21	173,7	1,6	90	38	128	50	88	138	4,4	7,60	300	60	15,00
	2	25	165,4	0,9	86	40	126	5	106	111	4,4	7,30	240	0	7,80
	3	21	161,1	1	74	52	126	25	91	116	4,9	7,80	240	120	12,00
	4	28	157,8	1,5	66	64	130	22	140	162	3,9	7,90	420	120	24,00
	5	28	157,6	1,8	64	56	120	61	71	132	4,6	8,20	240	120	34,00
24/05/07	1	19	114	1,6	72	34	106	27	81	108	9,6	7,10	780	180	34,00
	2	20	110	2,5	70	36	106	35	78	113	7,6	6,90	1020	120	45,00
	3	19	110	2,4	62	48	110	57	82	139	9,0	6,90	1440	240	60,00
	4	21	108	3,1	70	52	122	44	90	134	9,4	6,87	540	180	80,00
	5	19	106	3,5	78	48	126	97	99	196	7,6	7,20	960	240	110,00
23/06/07	1	20	157	1,4	84	56	140	24	90	114	6,8	7,40	540	0	13,00
	2	18	148	0,8	80	50	130	54	53	107	10,2	7,30	240	0	8,40
	3	19	146	0,7	88	40	128	6	76	82	10,2	7,50	120	0	8,70
	4	21	145	1,1	98	38	136	12	100	112	10,8	7,50	250	120	18,00
	5	21	145	1,3	64	52	116	15	91	106	9,0	7,60	420	120	22,00

Continuação..

Continuação...

PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA															
Data	Ponto	T°C	CE	Fe	Ca	Mg	DUREZA	SS	SD	STS	OD	pH	COLIFORMES/100ml	TURBIDEZ	Chuva Acumulada (mm)
		uS/cm	mg/l				TOTAL	mg/l					TOTAIS	FECALIS	
26/07/07	1	17	145,7	0,2	54	32	86	53	120	173	4,6	7,20	840	300	14,00
	2	17	128,4	0,2	46	24	70	86	11	97	3,4	7,00	660	0	18,00
	3	17	127,3	0,3	46	36	82	64	83	147	5,8	7,40	1140	540	23,00
	4	18	124,7	0,3	44	50	94	58	98	156	5,0	7,40	1320	300	33,00
	5	17	122	0,4	42	42	84	89	94	183	5,2	7,20	2400	1140	43,00
29/08/2007	1	24	166	0,3	64	38	102	0	134	134	10,0	7,60	420	120	23,00
	2	24	158	0,4	70	30	100	16	79	95	9,8	7,50	420	180	9,90
	3	23	152	0,3	74	32	106	18	85	103	11,8	7,70	2100	180	11,00
	4	21	148	0,4	70	56	126	10	98	108	11,8	7,90	420	120	21,00
	5	20	148	0,4	65	38	106	6	97	103	13,0	7,90	600	300	20,00
26/09/07	1	22	22	0,2	52	38	90	24	109	133	9,8	7,80	300	60	11,00
	2	22	22	0,3	48	38	86	17	97	144	8,6	7,60	240	60	6,20
	3	22	21	0,2	50	34	84	88	14	102	10,6	8,00	240	240	8,30
	4	22	21	0,3	40	36	76	8	103	111	10,8	8,00	660	360	17,00
	5	20	21	0,4	54	28	82	29	72	101	10,2	8,00	1020	180	19,00
11/10/07	1	24	189	0,2	60	30	90	8	127	135	8,6	7,20	1020	240	11,00
	2	24	185	0,4	58	38	96	70	87	157	7,0	7,40	120	0	6,30
	3	23	170	0,4	56	32	88	7	109	116	9,8	7,60	2580	180	8,10
	4	23	168	0,3	54	28	82	41	65	106	9,4	7,70	2400	600	17,00
	5	21	167	0,2	48	40	88	33	29	62	11,6	7,80	2750	750	16,00