

**unesp**  
Campus de Ilha Solteira

**FERISA**

Fundação de Ensino, Pesquisa e Extensão de Ilha Solteira



**UNESP**  
HIDRÁULICA E IRRIGAÇÃO  
ILHA SOLTEIRA - SP



**RELATÓRIO 2.009**

**UNESP Ilha Solteira**

DEFERS - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos

Área de Hidráulica e Irrigação

Caixa Postal 31

CEP 15.385-000 - ILHA SOLTEIRA - SP

[irriga@agr.feis.unesp.br](mailto:irriga@agr.feis.unesp.br)

Relatório Técnico de Monitoramento Hidroagrícola

© 2.010, UNESP

Disponível em [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

Projeto apoiado Financeiramente pelo FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos (CBH-SJD, Contrato 161/2006 - Empreendimento SJD-133).

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP Ilha Solteira.

H557m Hernandez, Fernando Braz.  
Monitoramento e planejamento integrado dos recursos hídricos para a irrigação nas Microbacias dos Córregos Boi, Três Barras e Coqueiro na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, Estado de São Paulo - 2.009/ Fernando Braz Tangerino Hernandez, Renato Alberto Momesso Franco, Gustavo Cavalari Barboza - Ilha Solteira: UNESP/FEPISA, 2.010.  
116 f. : il. (Relatório técnico)

Projeto apoiado financeiramente pelo FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos (CBH-SJD, Contrato 161/2006 - Empreendimento SJD-133) - Relatório de Atividades - 2.009

Bibliografia.

1. Vazão. 2. Qualidade da água. 3. Bacia hidrográfica. 4. Irrigação.  
I. Hernandez, Fernando Braz Tangerino. II. Franco, Renato Alberto Momesso. III. Barboza, Gustavo Cavalari

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. JUSTIFICATIVA .....	3
4. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO.....	6
4.1. Localização dos pontos de amostragem do córrego do Boi .....	9
4.2. Localização dos pontos de amostragem do córrego do Coqueiro .....	12
4.3. Localização dos Pontos de Avaliação do Córrego Três Barras.....	14
5. VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	16
5.1. Variáveis de qualidade de água .....	16
5.2. Significado das variáveis de qualidade de água para a irrigação e ambiental.....	16
5.2.1. Varáveis Físicas .....	16
5.2.2. Varáveis Químicas .....	17
5.2.3. Varáveis biológicas.....	19
6. MEDIÇÃO DE VAZÃO.....	20
7. COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA.....	22
8. ASPECTOS LEGAIS EM RELAÇÃO AOS RECURSOS HÍDRICOS .....	24
8.1. Resolução CONAMA de Nº 357/2005 .....	24
9. CLIMA.....	25
10. CÓRREGO TRÊS BARRAS.....	27
10.1. Característica da microbacia .....	27
10.2. Qualidade de água .....	28
10.2.1. Variáveis Físicas .....	28
10.2.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais.....	28
10.2.1.2. Turbidez.....	31
10.2.2. Variáveis Químicas.....	33
10.2.2.1. Oxigênio dissolvido .....	33
10.2.2.2. Pontencial hidrogeniônico (pH).....	36
10.2.2.3. Condutividade elétrica .....	38
10.2.2.4. Cálcio, magnésio e dureza total .....	40
10.2.2.5. Ferro total .....	42
10.2.3. Variáveis Biológicas.....	45
10.2.3.1. Coliformes fecais e totais.....	45
11. CÓRREGO DO BOI .....	47
11.1. Característica da Microbacia .....	47
11.2. Tipo e finalidade de uso da água.....	47
11.3. Qualidade de água .....	48
11.3.1. Variáveis Físicas .....	48
11.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais.....	48
11.3.1.2. Turbidez.....	50

11.3.2. Variáveis Químicas.....	52
11.3.2.1. Oxigênio dissolvido.....	52
11.3.2.2. Potencial hidrogeniônico.....	54
11.3.2.3. Condutividade elétrica.....	56
11.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza.....	58
11.3.2.5. Ferro total.....	61
11.3.3. Variáveis Biológicas.....	63
11.3.3.1. Coliformes fecais e totais.....	63
12. CÓRREGO DO COQUEIRO.....	65
12.1. Características da Microbacia.....	65
12.2. Finalidade e tipo de uso da água.....	65
12.3. Qualidade de água.....	66
12.3.1. Variáveis Físicas.....	66
12.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais.....	66
12.3.1.2. Turbidez.....	70
12.3.2. Variáveis Químicas.....	72
12.3.2.1. Oxigênio dissolvido.....	72
12.3.2.2. Potencial hidrogeniônico (pH).....	74
12.3.2.3. Condutividade elétrica.....	76
12.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza.....	78
12.3.2.5. Ferro total.....	80
12.3.3. Variáveis Biológicas.....	82
12.3.3.1. Coliformes fecais e totais.....	82
13. ANÁLISE DOS DADOS DE QUALIDADE DE ÁGUA ENTRE AS MICROBACIAS DOS CÓRREGOS TRÊS BARRAS, BOI E COQUEIRO.....	85
13.1. Variáveis Físicas.....	85
13.1.1. Sólidos suspensos, dissolvidos e totais.....	85
13.1.2. Turbidez.....	88
13.2. Variáveis Químicas.....	88
13.2.1. Oxigênio dissolvido.....	88
13.2.2. Potencial hidrogeniônico (pH).....	89
13.2.3. Condutividade elétrica.....	90
13.2.4. Cálcio, magnésio e dureza.....	91
13.2.5. Ferro.....	93
13.3. Variáveis Biológicas.....	94
13.3.1. Coliformes fecais e totais.....	94
14. DESCARGA SÓLIDA TOTAL.....	96

14.1. Córrego do Coqueiro .....	96
14.2. Córrego do Boi .....	97
14.3. Córrego Três Barras .....	97
15. VAZÃO .....	99
15.1. Córrego do Coqueiro .....	99
15.2. Córrego Três Barras .....	100
15.3. Córrego Boi .....	100
16. INDICATIVO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL .....	102
16.1. Córrego do Coqueiro .....	102
16.2. Córrego Três Barras .....	104
16.3. Córrego do Boi .....	106
17. CONSIDERAÇÕES, OPORTUNIDADES, DIVULGAÇÃO E RECOMENDAÇÕES .....	108
18. EQUIPE .....	112
19. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113
20. AGRADECIMENTO .....	116

## RESUMO

Este Relatório traz as informações obtidas no Projeto Monitoramento e Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos para a Irrigação nas Microbacias dos Córregos Boi, Três Barras e Coqueiro na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, Estado de São Paulo no período de setembro de 2006 a dezembro de 2009 nas microbacias dos Córregos Boi e Coqueiro, enquanto que as informações obtidas no Córrego Três Barras foram ampliadas com os dados levantados em projetos anteriores. Os atributos ligados à qualidade da água e vazão foram monitorados sistematicamente consolidando evidências dos problemas relacionados à ausência da conservação do solo sobre os recursos hídricos destes mananciais que se caracterizam com os mais importantes para os municípios por onde passam, seja por abastecer os sistemas de irrigação ou contribuir para diluição os efluentes de estações de tratamento de esgoto ou ainda por abastecer a estação de tratamento de água de dois municípios. Assim, perda da qualidade da água, com elevação das concentrações de ferro, fruto da erosão, da ausência de vegetação ciliar, do assoreamento e escoamento superficial preponderante sobre o escoamento de base, fundamental na estação seca, quando os irrigantes mais fazem uso da irrigação, são características evidenciadas na microbacias estudadas. Monitorar não basta, ações consistentes de conservação do solo e da água devem ser iniciadas, enquanto que o monitoramento sistemático dos recursos hídricos e ambientais deve ser ampliado e incentivado para que as estratégias a serem adotadas tenham base consistente e sucesso garantido.

## 1. INTRODUÇÃO

O intenso uso da água e os conseqüentes impactos nos ecossistemas aquáticos contribuem para sua diminuição e qualidade deste recurso, que em algumas regiões do país apresentam escassez de água e em outras regiões tem um volume suficiente, entretanto de baixa qualidade. Como conseqüência, tem a necessidade crescente do acompanhamento dos impactos ocorridos nas bacias hidrográficas que acabam refletindo na qualidade e na quantidade de água. Esse acompanhamento é feito através do gerenciamento dos recursos hídricos que detecta as modificações, através das informações obtidas no meio ambiente e com isso, ter o controle ambiental e a minimização dos impactos que venham comprometer o aproveitamento múltiplo deste recurso.

O monitoramento dos recursos hídricos realizado nas microbacias do Córrego Boi e Três Barras ganha importância pela presença da Estação de Tratamento de Esgoto das cidades de Aparecida d'Oeste e Marinópolis que lançam seus efluentes nos mananciais onde se concentram as maiores áreas irrigadas dos municípios, enquanto que no Córrego do Coqueiro, o uso conflitivo da água é estabelecido entre os irrigantes e a população dos municípios.

Dessa forma, seria estratégico que o monitoramento dos mananciais fosse constante, sem interrupção e ampliado, permitindo, no presente, olhar para os dados do passado, de modo a permitir ações ainda no presente que levem à um futuro melhor, sustentável e percebe-se a dificuldade em se obter recursos financeiros e humanos para o monitoramento ambiental.

Como exemplo da importância dada para o monitoramento, em junho de 2008, durante o WINOTEC - II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água ([www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec\\_2008/winotec2008.php](http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008.php)), o Dr. Richard Allen ilustrou sua apresentação no evento ([www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec\\_2008/winotec2008\\_palestras/winotec2008\\_allen\\_water.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/winotec2008_allen_water.pdf)) com o tema "Hydrology of irrigated river basins and impacts of irrigation efficiency" com dados de vazão obtidos constantemente desde 1902 (slide 34 da apresentação).

Outro exemplo a ser seguido, mas que depende de equipamentos e conhecimento em informática é o WaterWatch (<http://waterwatch.usgs.gov>), onde o Governo dos Estados Unidos, através do USGS, mantém um serviço de monitoramento em tempo real de vazões e qualidade da água em centenas mananciais do país com divulgação também em tempo real na Internet e através de gráficos e tabelas permite a comparação das vazões registradas no momento da leitura do sensor com o valor histórico por dia do ano, permitindo ações rápidas e o planejamento.

Em uma visão mais ampla, qualquer ação de planejamento depende de dados-base e no Brasil ainda se tem uma carência grande avaliações sistemática de vazão e qualidade da água, ao contrário de outros países, como Estados Unidos, onde medições sistemáticas foram iniciadas já no século XIX<sup>1</sup>.

O Monitoramento e Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos para a Irrigação nas Microbacias dos Córregos do Boi e do Coqueiro tiveram início em setembro de 2006 e inicialmente previsto para o monitoramento de apenas 18 meses, os dados apresentados neste Relatório referem-se ao período que se encerra em dezembro de 2009, portanto, foram 28 meses de monitoramento.

Já em relação à microbacia do Córrego Três Barras os atributos avaliados foram apresentados desde o início do monitoramento em dezembro de 2002, sendo que estes os dados podem ser observados também no Portal da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira a partir do sítio [www.agr.feis.unesp.br/corregos.php](http://www.agr.feis.unesp.br/corregos.php).

O monitoramento iniciou com a seleção de cinco pontos de amostragem em cada manancial, com frequência mensal de coletas de água e medições de vazão. Estes pontos de amostragens têm como objetivo o conhecimento geral da qualidade das águas superficiais, com enfoque para agricultura irrigada e interesses ambientais, considerando a escala de tempo, ou seja, a variabilidade espacial e temporal de cada ponto analisado e dos sistemas ambientais num todo.

---

<sup>1</sup> Como exemplo tem-se a estação do Rio Llano, Kimble County, Texas, Latitude 30°31'02", Longitude 99°48'21" com medições desde 1892 ([http://nwis.waterdata.usgs.gov/nwis/peak/?site\\_no=08148500](http://nwis.waterdata.usgs.gov/nwis/peak/?site_no=08148500)). Uma visão geral das medições hidrológicas (vazão e qualidade da água nos Estados Unidos pode ser observada a partir de <http://water.usgs.gov/waterwatch>

## 2. OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo constituir o banco de dados relacional entre áreas irrigadas e parâmetros hidrológicos e de qualidade de água, como base para a elaboração de uma proposta do planejamento integrado do uso racional e sustentável dos recursos hídricos superficiais para irrigação, nas microbacias dos córregos do Boi, Três Barras, e Coqueiro, localizadas na Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados, compreendendo os municípios de Aparecida d'Oeste, Marinópolis, Palmeira d'Oeste, São Francisco, Dirce Reis e Jales, no noroeste do Estado de São Paulo. Prevê a identificação e qualificação dos irrigantes ao longo das microbacias dos córregos do Boi e Três Barras.

## 3. JUSTIFICATIVA

A região noroeste do Estado de São Paulo, com economia essencialmente agrícola - baseada principalmente na cafeicultura e bovinocultura - vem paulatinamente substituindo estas atividades por outras de maior interesse econômico, com destaque para a fruticultura (viticultura, anonáceas, abacaxizeiro, bananeira, coqueiro, citros, goiabeira, mangueira e maracujazeiro). Com déficits hídricos prolongados ao longo de oitos meses por ano e a maior taxa de 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.

No entanto, a agricultura convencional, ainda praticada nessa região, tem se caracterizado por utilizar os solos de maneira intensiva e sem o devido cuidado com sua conservação, bem como das matas ciliares, resultando na maioria das vezes, em degradação das microbacias hidrográficas, caracterizadas principalmente pelo assoreamento e a deterioração da qualidade da água dos mananciais, reduzindo seu

potencial quantitativo e qualitativo de uso para consumo humano e também para a irrigação.

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.

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.

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. A SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) retira e trata a água superficial, abastecendo o município de Palmeiras d'Oeste e Marinópolis, pois os poços instalados nesta cidade estão desativados por apresentarem contaminação por cromo na água.

Além de abastecer duas cidades, a finalidade de uso da água do manancial é voltada para a irrigação com 58%, e os outros restantes com 26,3 % para regularização de vazão (barragem) e 15,7% para a dessedentação animal (DAEE, 2007).

De acordo com o levantamento de campo inicial dos irrigantes realizado pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira, provavelmente o número de irrigantes devem aumentar em relação aos dados de outorgas fornecido aos irrigantes regularizados no DAEE, pois existem irrigantes que ainda não retiraram suas outorga para ter o direito de uso da água e não consta com o levantamento do DAEE.

A necessidade de conhecer as técnicas de cultivo desenvolvidas pelos agricultores e o número exato de irrigantes que utilizam a água do manancial é importante para o gerenciamento dos recursos hídricos e como exemplo, Franco (2008) verificou no trecho inicial da microbacia, onde se concentram irrigantes, que a vazão do mês de outubro de 2007 ( $99,1 \text{ m}^3/\text{h}$ ) foi inferior ao mês de outubro do ano de 2006 ( $180,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ), para um Q 7/10 estimado de  $108,0 \text{ m}^3/\text{h}$ . Considerando que somente as vazões Outorgadas por irrigantes e pecuaristas (DAEE, 2007) a montante do ponto de

medição somam 47,5 m<sup>3</sup>/h, fica clara a necessidade do levantamento, monitoramento e a preocupação com o planejamento, especialmente porque além dos irrigantes, dois municípios dependem da água deste córrego, ressaltando que as retiradas de água é maior, pois há usuários que não requereram as suas Outorgas, daí também a necessidade de identificar todos os usuários da água com o apoio de um SIG.

A expansão da área irrigada, necessária para a modernização da agricultura, bem como da própria sobrevivência do produtor na atividade econômica, face ao elevado número de meses com déficit hídrico (HERNANDEZ et al., 1995; HERNANDEZ et al., 2003) depende da disponibilidade de água na bacia hidrográfica, que aumentará na medida em que ações de planejamento e execução de práticas conservacionistas do solo e água sejam implementadas e não se faz planejamento adequado sem uma base de dados que subsidiem a tomada de decisão.

Assim, os municípios que estão próximos a essas microbacias, têm esses mananciais como fonte de água e importância estratégica para a região, pois os mananciais estão atendendo ao uso múltiplo da água para fins de abastecimento público, dessedentação animal e irrigação, todavia o uso da água para irrigação pode conflitar com o uso para o abastecimento urbano e a dependência desses usuários em relação aos recursos hídricos superficial.

## 4. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO

O Estado de São Paulo está dividido, de acordo com a Lei Estadual nº 9034/94, de 27/12/1994, em 22 unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - UGRHIs. As microbacias monitoradas estão localizadas na bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados - UGRHI de número 18. Essa unidade é composta por 25 municípios, com uma área de drenagem de 6.732 km<sup>2</sup>, que abrangem o Rio São José dos Dourados e Rio Paraná, desde a foz do Rio Paranaíba até a barragem do reservatório da usina hidrelétrica de Ilha Solteira.

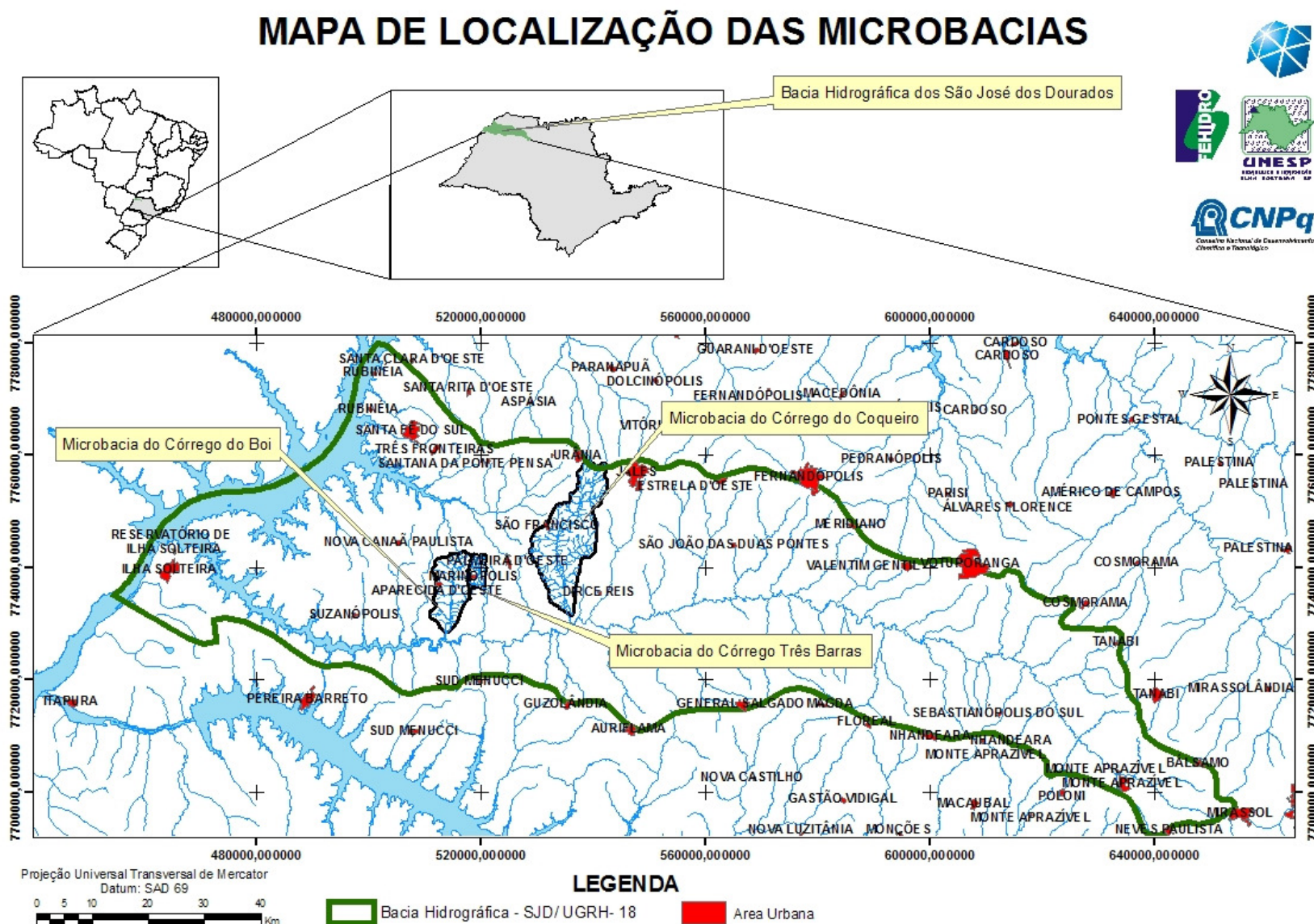
Nesta região, o uso do solo predominam atividades agropecuária, com destaque para a fruticultura e recentemente a pastagem foi substituída por plantações de cana-de-açúcar e a instalações de usinas sucroalcooleiras. O trabalho de monitoramento foi conduzido nas microbacias dos córregos do Boi, do Coqueiro e Três Barras, localizadas nas sub-bacias do Baixo São José dos Dourados, Ribeirão Ponte Pensa e Ribeirão Coqueiro. As microbacias estão próximas dos municípios de Aparecida d'Oeste, Marinópolis, Dirce Reis, Jales, Palmeira d'Oeste e São Francisco (Figura 1).

### Quadro 1.¶

Uma das principais atividades agrícolas na região noroeste do Estado é a fruticultura irrigada, com produção de laranja, limão, manga, abacate, banana, citrus, goiaba, maracujá e uva. A região apresenta os maiores valores de evapotranspiração do Estado de São Paulo e o déficit hídrico ocorre ao longo de oito meses por ano. Sendo assim, a necessidade de água é fundamental para atender os fruticultores da região.¶

Um exemplo é a viticultura, com produção de uva para consumo *in-natura* e uma cultura dependente de irrigação.¶





**Figura 1.** Localização das microbacias dos córregos do Boi, Três Barras e do Coqueiro.

A principal via de acesso as microbacias monitoradas é pela a rodovia Euphle Jales - SP 563 que liga a cidade de Aparecida d'Oeste a Jales.

As saídas de campo iniciaram no mês de setembro de 2006, no córrego do Boi e do Coqueiro, no município de Aparecida D'oeste e Município de Palmeira D'oeste, respectivamente . Ao longo córrego do Boi foram georreferenciados com o auxílio de um GPS, quatro pontos para amostragem de água, dentre os quais, em três desses pontos, também estão sendo efetuadas medições de vazão. No córrego do Coqueiro, este também foi georreferenciados com o auxílio de GPS de navegação, determinando cinco pontos para amostragem de água e medição de vazão.

No córrego Três Barras, localizado no município de Marinópolis, as coletas iniciou em 20/12/2002, com cinco pontos de amostragem de água, e três destes pontos estão sendo efetuadas medições de vazão. Este córrego vem sendo monitorado pelo Laboratório de Hidráulica e Irrigação - UNESP, e as informações obtidas geraram a Dissertação de Mestrado com o título "QUALIDADE DE ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO NA MICROBACIA DO CÓRREGO TRÊS BARRAS NO MUNICÍPIO DE MARINÓPOLIS, SP"<sup>2</sup>, desenvolvido pelo Engenheiro Agrônomo Luiz Sergio Vanzela e o mesmo também obteve a conclusão de sua tese de doutorado com o título "PLANEJAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA DO CÓRREGO TRÊS BARRAS NO MUNICÍPIO DE MARINÓPOLIS - SP", segundo o autor o córrego apresenta disponibilidade de água crítica e problemas de qualidade de água para irrigação das videiras, sendo estas, a principal atividade econômica do município.

Na Tabela 1, estão apresentados área e o perímetro dos córregos dos córregos monitorados.

**Tabela 1.** Área e perímetro das microbacias.

Microbacia	Área (Km <sup>2</sup> )	Perímetro (Km)
Córrego Três Barras	17,8	43,4
Córrego do Boi	72,65	39,61
Córrego do Coqueiro	192,9	76,8

<sup>2</sup> [http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/lsv\\_disser.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/lsv_disser.pdf)

#### 4.1. Localização dos pontos de amostragem do córrego do Boi

Ao longo do canal principal do córrego foram determinados cinco pontos de amostragem para coleta de água e medição de vazão, com periodicidade mensal.

O ponto 1, sendo o ponto de amostragem mais próximo da nascente do córrego do Boi, nas proximidades da cidade de Aparecida d'Oeste e com coordenadas geográficas de 20°25'45.3" Sul e 50°51'00.3" Oeste. Neste segmento do córrego, não possui matas ciliares e práticas inadequadas de conservação do solo, com processo avançado de assoreamento e presença de macrófitas aquáticas (Figura 2).

O ponto dois a montante da estação de tratamento da Sabesp e com distância de 2000 m do ponto 1, com coordenadas geográficas de 20°26'46.6" Sul e 50°51'00.3" Oeste. Neste ponto, somente coleta de água, não sendo possível avaliar a medição de vazão, devido às características da calha, e quase todo ocupado por macrófitas aquáticas (Figura 2).

No ponto de coleta três, localizado a jusante da lagoa de tratamento e próximo da rodovia de acesso Dr. Euphly Jalles (SP 563) que liga Aparecida D'oeste a Marinópolis, com coordenadas geográfica de 20°27'16.3" Sul e 50°51'33.2" Oeste (Figura 2). Este trecho com distância de 800 m do ponto 2, recebe o esgoto proveniente da Estação de Tratamento da Sabesp, neste ponto realizam-se a medição de vazão e coleta de água para análise, observando ausência de matas ciliares e predomínio de pastagem degradadas.

O ponto quatro localizado na estrada municipal que da acesso a cidade de Marinópolis, com coordenadas geográficas Sul 20°28'14.5" e Oeste 50°51'32.1". Neste ponto tem somente coleta de água e não realiza medições de vazão, devido à característica da calha e o fluxo de água é reduzido, trecho do córrego com características lânticas. Neste segmento observa-se ausência de mata ciliares e o predomínio de macrófita aquática (*Brachiaria subquadrifida*) nas margens do manancial (Figura 2).

O quinto ponto de avaliação localizado próximo a foz do córrego e logo a jusante tem o rio São José dos Dourados, a uma distância de 8000 m do ponto 3, com coordenadas geográficas de 20°28'14.3" Sul e 50°51'31.0" Oeste (Figura 2). Observa-se neste trecho pequeno fragmento de mata na margem esquerda e ausência de mata ciliar na margem direita, pastagens degradadas e nas margens do córrego a presença de macrófitas aquáticas (*Brachiaria subquadrifida*). Em períodos de chuva este trecho permanece inundado, com influência do reservatório de Ilha Solteira e não sendo possível realizar a medição de vazão neste período.

## Quadro 2

Estação de Tratamento de Esgoto (ETA) da cidade de Aparecida d'Oeste, administrada pela SABESP e localizada na margem esquerda do córrego do Boi.



Abaixo, trecho do córrego Boi sem matas ciliares e a presença de macrófitas aquáticas nas margens. Segundo Barboza et al, foram encontradas 17 espécies de plantas aquáticas, sendo a família Cyperaceae com maior número de gêneros e representadas por: Cyperus difformis, Oxicaryum cubense, Cyperus papyrus e Eleocharis sp. Próximoa nascente, a espécie Typha angustifolia predomina com 80% de ocorrência (área de 0,45 km<sup>2</sup>), sendo associada a outras espécies (20%) como Eichhornia crassipes, Equisetum fluviatile, Ludwigia peruviana e Cyperus difformis.



Ausência de mata ciliar e Typha sp., conhecida com taboa.



**Figura 2.** Mapa de localização dos pontos de amostragem - córrego do Boi.

## 4.2. Localização dos pontos de amostragem do córrego do Coqueiro

Ao longo do leito principal do Córrego do Coqueiro foram georreferenciados com auxílio de um GPS de navegação, cinco pontos de coleta de água ao longo da calha principal e nestes mesmos pontos estão sendo realizadas às medições de vazão.

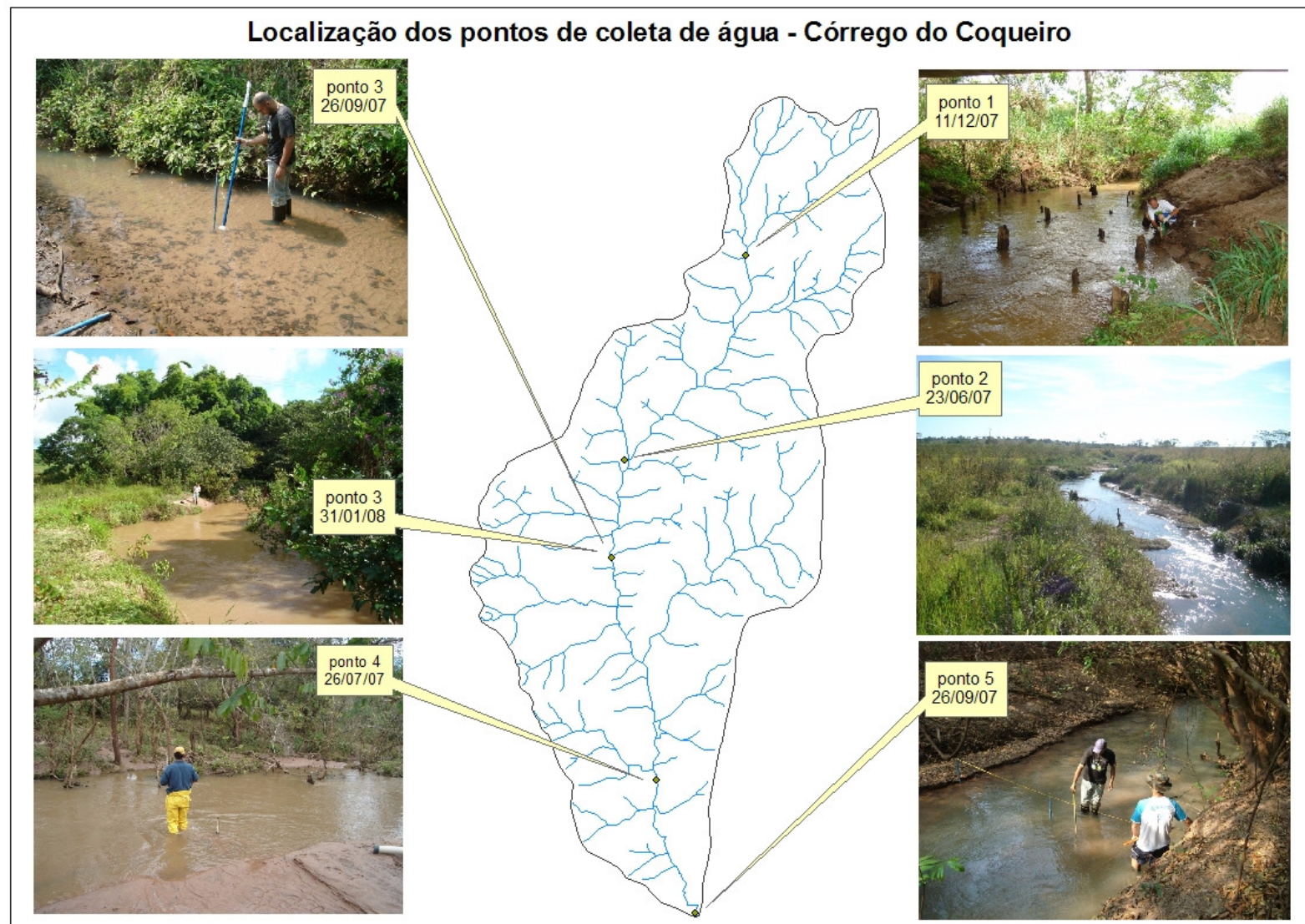
O ponto de amostragem situa-se próximo da rodovia Dr. Euphly Jalles (SP 563), com coordenadas geográficas de 20°18' 53.7" Sul e 50°38'17.7" Oeste, com distância de 6 quilômetros da nascente, localizado no município de Jales. Nesta sub-bacia do ponto 1 observam-se trechos com ausência de matas ciliares, pastagens degradadas e a montante ocupado por pequenas e médias propriedades rurais que utilizam a água superficial para a irrigação e dessedentação animal (Figura 3).

Localizado no município de São Francisco situa-se o ponto 2, na proximidade da estrada rural que dá acesso ao trevo de São Francisco, com coordenadas geográficas 20°22'40.4" Sul e 50°40'39.2" Oeste. Com distância de 14,14 quilômetros da nascente, com pequenas e grandes propriedades agrícolas. Neste segmento também se observam ausência de matas ciliares e pastagem degradadas (Figura 3).

O ponto 3, localiza-se próximo da Estação de Tratamento de Água - SABESP, localizada no município de Palmeiras D'Oeste, com coordenadas geográficas 20°24'28.2" Sul e 50°40'52.2" Oeste, este ponto de coleta está localizado a uma distância de 17,42 quilômetros da nascente do córrego (Figura 3). Presença de matas ciliares nas proximidades da calha do córrego, entretanto logo após esta faixa observa-se pastagens degradadas.

O ponto quatro situa-se no município de Dirce Reis, com coordenadas geográficas de 20° 28' 20.5" Sul e 50°39'59.6" Oeste, fica na estrada acesso para a cidade de Dirce Reis, fica a uma distância 24,62 quilômetros da nascente (Figura 3).

O ponto 5, é o último ponto de coleta, situado na foz do córrego e próximo do Rio São José dos Dourados, localizado nas coordenadas geográficas 20°31'48.3" Sul e 50°39'14.0" Oeste, com distância de 29,42 quilômetros da nascente (Figura 3). Trecho com pequenas e médias propriedades, com presença de mata ciliar em bom estado de conservação, segmento com grande influência fluvial do rio São José dos Dourados.



**Figura 3.** Localização espacial dos pontos de coletas do córrego do Coqueiro.

#### 4. 3. Localização dos Pontos de Avaliação do Córrego Três Barras

Manancial situado no município de Marinópolis e de grande importância para a economia do município, segundo estudos desenvolvido por HERNANDEZ e VANZELA (2007) esta microbacia encontra-se em estado de degradação.

O ponto um de amostragem é o mais próximo da nascente, com uma distância de 1.145 metros do início, com coordenadas geográficas de 20°25'41,2" Sul e 50°48'53,5" Oeste (Figura 4). O ponto dois é um ponto intermediário da microbacia, com distância de 1.908 metros da nascente, com coordenadas geográficas de 20°26'06,8" Sul e 50°48'49" Oeste. Trecho com características lânticas e presença de macrófitas aquáticas (*Brachiaria subquadrifida*) ocupando praticamente 80% o corpo d'água neste ponto de amostragem (Figura 4).

O ponto de amostragem três localiza-se a jusante da cidade, a uma distância de 2.846 metros da nascente, com coordenadas geográficas de 20°26'32,6" Sul e 50°48'51,2" Oeste. A cerca de trinta metros a montante desse ponto é lançado o esgoto proveniente da estação de tratamento da Sabesp do tipo lagoa de estabilização facultativa (Figura 4).

O ponto quatro com distância de 4.275 metros da nascente e coordenadas geográficas de 20°27'11" Sul e 50°48'32" Oeste, observa-se a presença de espécies arbóreas neste trecho (Figura 4).

O ponto 5 próximo a foz da microbacia (distância de 6.610 metros da nascente) com coordenadas geográficas 20°28'21" Sul e 50°48'06" Oeste. Neste ponto observam-se trechos com remanescentes de matas ciliares (Figura 4).



**Figura 4.** Localização espacial dos pontos de coletas do córrego Três Barras - Marinópolis.SP

## 5. VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

### 5.1. Variáveis de qualidade de água

Utilizam-se 14 variáveis de qualidade de água para a irrigação dividida em variáveis físicas, químicas e biológicas. São eles:

- Variáveis Físicas: temperatura da água do manancial; sólidos suspensos, dissolvidos e totais e turbidez.
- Variáveis Químicas: oxigênio dissolvidos, cálcio, magnésio, dureza, pH e condutividade elétrica.
- Variáveis Biológicas: Coliformes Fecais e Totais.

### 5.2. Significado das variáveis de qualidade de água para a irrigação e ambiental

#### 5.2.1. Variáveis Físicas

##### ▣ Temperatura

A temperatura é uma variável importante no sistema aquático e vários processos químicos, físicos e biológicos são influenciados por essa variável. Com a elevação da temperatura, de 0° C a 30 °C, a viscosidade, a tensão superficial, a compressibilidade, o calor específico, a constante de ionização e o calor latente de vaporização diminuem, outros 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, a taxa de consumo de oxigênio frequentemente aumenta de modo constante e regular com a elevação da temperatura. Em geral, uma elevação de 10°C na temperatura provoca um aumento de 2 a 3 vezes na taxa de consumo de oxigênio.

##### ▣ Sólidos Dissolvidos, Suspensos e Totais

Os sólidos presentes na água são oriundos dos processos naturais de lixiviação e do intemperismo das rochas. Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a

toda matéria que permanece como resíduo após evaporação, secagem ou calcinação da amostra durante um tempo fixado (ANA, 2005). Para a irrigação, os sólidos suspensos podem causar danos ao sistema, com obstrução física em irrigação localizada (NAKAYAMA e BUCKS, 1986). Os sólidos para o ambiente aquático podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios promovendo decomposição anaeróbia, algumas bactérias podem ocorrer também nas tubulações de irrigação, principalmente bactérias do gênero *Pseudomonas* sp. e *Enterobacter* sp., que quando combinadas com partículas em suspensão, podem ocasionar um tipo de entupimento não controlável pelos sistemas de filtragem (NAKAYAMA e BUCKS, 1986).

#### ▫ **Turbidez**

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos como algas, bactérias, plâncton em geral, etc. (CETESB, 2005). 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 a redução da transparência da água, e consequentemente o aumento nos valores de turbidez. Essa variável física para a irrigação pode indicar a presença de sedimentos em suspensão, 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 N° 357/2005, a turbidez para a águas de classe 1, 2 e 3, não devem exceder 40, 100 e 100 NTU, respectivamente.

### **5.2.2. Varáveis Químicas**

#### ▫ **Oxigênio Dissolvido**

Variável química importante para as condições ambientais, embora não seja um parâmetro utilizado na caracterização da qualidade de água para irrigação. Através da medição de concentração de oxigênio dissolvido, detecta os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos durante a oxidação bioquímica pode ser avaliada (CETESB, 2005). A Resolução do CONAMA de

Nº 357/2005 determina que em qualquer amostra coletada, os valores de oxigênio dissolvido para as água de Classe 1, 2, e 3, não podem ser inferior a 6, 5 e 4 mg/l, respectivamente.

#### ▫ **Cálcio**

O cálcio é um cátion ( $\text{Ca}^{+2}$ ) presente na água e é essencial para o crescimento de algas, macrófitas aquáticas e muito 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 ocorre outros cátions.

#### ▫ **Magnésio**

Esse cátion ( $\text{Mg}^{+2}$ ) para o ambiente se deve a sua participação na formação da molécula de clorofila (ESTEVES, 1998). Como comentado acima esse cátions associado ao cálcio determina a dureza da água. A origem natural desses dois elementos ocorre através da dissolução de minerais, solos e rochas (ALLEN, 1995; ESTEVES, 1998)

#### ▫ **Dureza**

A dureza é uma variável importante para qualidade de água para irrigação, segundo Nakayama e Bucks (1986) é 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  $\text{Ca}^{+2}$  e 60 mg/l de  $\text{Mg}^{+2}$ .

#### ▫ **pH**

O pH é uma função da proporção entre íons de  $\text{H}^{+}$  e os íons de  $\text{OH}^{-}$  em solução, e regula numerosos processos fisiológicos que envolvem animais e vegetais e reações físico-químicas do ambiente. 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).

#### ▫ **Condutividade Elétrica**

A condutividade elétrica determina a capacidade de uma água em conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura indica a quantidade de sais existente na coluna d'água. Quanto maior a concentração iônica de uma solução, maior será a condutividade elétrica, situação contrária com baixa concentração de íons ocorre menor condutividade elétrica e maior será a resistência (ESTEVES, 1998). Esses 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). 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 tem o acúmulo dos íons, podendo resultar em salinização do solo (AYRES e WESTCOT, 1991).

### **5.2.3. Varáveis biológicas**

#### ▫ **Coliformes fecais e totais**

As bactérias do grupo coliformes são indicadoras de contaminação fecal. Essas bactérias estão 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, disenteria 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 (BRANCO et al., 2006), por esse motivo atribuiu a Resolução 20/86, onde utiliza os grupos coliformes fecais e totais.

## 6. MEDIÇÃO DE VAZÃO

As vazões estão sendo medidas pelo método do molinete hidrométrico, onde 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:

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

Q - vazão do curso d'água (m<sup>3</sup>/s);

v1 - velocidade do fluxo de água na seção molhada 1 (m/s);

S1 - área da seção 1 (m<sup>2</sup>);

v2 - velocidade do fluxo de água na seção molhada 2 (m/s);

S2 - área da seção 2 (m<sup>2</sup>);

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

Sn - área da seção n (m<sup>2</sup>);

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.

Em algumas coletas nos meses de chuva não foram possível a medição de vazão devido ao volume de água do manancial ultrapassar o dique marginal, impossibilitando a caracterização de um perfil adequado para medição de vazão. Como ocorreram nos córregos do Boi e do Coqueiro, nos meses de janeiro, fevereiro e março.

### Quadro 3. HIDROMETRIA

Medição de vazão utilizando o molinete hidrométrico, da marca Global Water, modelo FP101-FP201.

O molinete percorre toda a seção molhada em sentido horizontal e vertical, coletando e registrando informações de velocidade de fluxo de água (m/s) na seção amostrada e em seguida a obtenção da velocidade média da corrente na seção molhada.



## 7. COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA

As amostras de água foram coletadas em garrafas de polietileno de dois litros bem higienizadas e lavadas com água destiladas. Depois de coletada a água, as garrafas são condicionadas em caixa de isopor com gelo, sendo posteriores levadas ao Laboratório de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira.

Para a análise de água utilizam os seguintes variáveis: físicos, químicos e biológicos. Os parâmetros físicos são constituídos de sólidos totais, suspensos e dissolvidos, e foram obtidos através do método gravimétrico. A turbidez que determina o grau da clareza da água foi determinada pelo turbidímetro e a temperatura foi determinada por um termômetro.

As variáveis químicas analisadas são: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, magnésio, ferro total, dureza total e cálcio. Para as análises de oxigênio dissolvido, utilizam-se garrafas de Van Dorn para coleta de água e adicionando os reagentes para complexação do oxigênio ainda no campo, para evitar a desoxigenação durante o transporte das amostras, a determinação do oxigênio é feita pelo método de Winkler modificado. A dureza total, cálcio e magnésio, foram determinados por titulação. O ferro total determinado pelo método colorimétrico - ferroespectral, equipamento da marca Merck.

As variáveis microbiológicas utilizadas são coliformes fecais e totais, para análise utilizou-se o kit microbiológico da Alfakit, que determina o número mais provável de coliformes totais e fecais por 100 ml de amostra.

As análises de pH, coliformes totais e fecais são realizadas com no máximo 12 horas da coleta. As análises de oxigênio dissolvido, ferro total, turbidez e condutividade elétrica foram realizadas no máximo 24 horas da coleta. Para sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, dureza total, cálcio e magnésio, as análises foram realizadas em no máximo 7 dias após a coleta.

A síntese das variáveis avaliadas, bem como os métodos e equipamentos utilizados nas análises laboratoriais, estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Síntese das metodologias e dos equipamentos empregados nas análises das variáveis de qualidade de água avaliadas.

PARÂMETROS	MÉTODOS	PRECISÃO	EQUIPAMENTOS
Sólidos totais Sólidos dissolvidos Sólidos suspensos	Gravimétrico	1,0 mg/l	Cápsula de porcelana, balança eletrônica de precisão JK-200 da YMC Co, estufa 305 SE da Fanem, dessecador e papel de filtro (poros poros de 28 µm)
Turbidez	Nefelométrico	0,1 NTU	Turbidímetro 2020 La Motte
pH	Peagâmetro	0,01	Q-400 da Quimis
Condutividade Elétrica	Eletrodo de platina	0,1 µS/cm a 25° C	DM3 Digimed
Ferro total	Colorimétrico ferroespectral	0,1 mg/l	Colorímetro Merck
Oxigênio Dissolvido	Winkler modificado	0,1 mg/l	Pipetas de 2 ml, garrafas de Van Dorn e bureta
Dureza total Cálcio Magnésio	Titulação	1,0 mg/l	Bureta e pipetas
Coliformes Totais Coliformes Fecais	Contagem de bactérias	100 Col/ 100 ml	Kit microbiológico-ALFAKIT

A análise dos dados de qualidade de água consistiu na caracterização da qualidade de água para a irrigação de acordo com os potenciais de danos aos sistemas de irrigação, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3.** Classificação empregada na caracterização da qualidade da água para a irrigação.

PROBLEMA	ATRIBUTO AVALIADO	CLASSIFICAÇÃO UTILIZADA
Dano ao sistemas de irrigação	Sólidos suspensos e dissolvidos	Nakayama & Bucks (1986)
	Ferro	
	pH	Ayres e Westcot (1986)
	Cálcio, Magnésio e Dureza	
Potencial de salinização do solo	Condutividade elétrica	U.S.D.A. Agriculture Handbook Nº60 extraído de Bernardo (1989)
Concentração de partículas em suspensão na água	Turbidez	Resolução 357/2005 do CONAMA (2005): Águas de classe II

## 8. ASPECTOS LEGAIS EM RELAÇÃO AOS RECURSOS HÍDRICOS

### 8.1. Resolução CONAMA de N° 357/2005

Classe de uso atende a RESOLUÇÃO CONAMA N° 357/ 2005 que divide as águas continentais em classe de uso, para a irrigação são definidos dois tipos de classe (Tabela 4), de acordo com a cultura a ser irrigada.

**Tabela 4. Classe de uso destinada para a irrigação.**

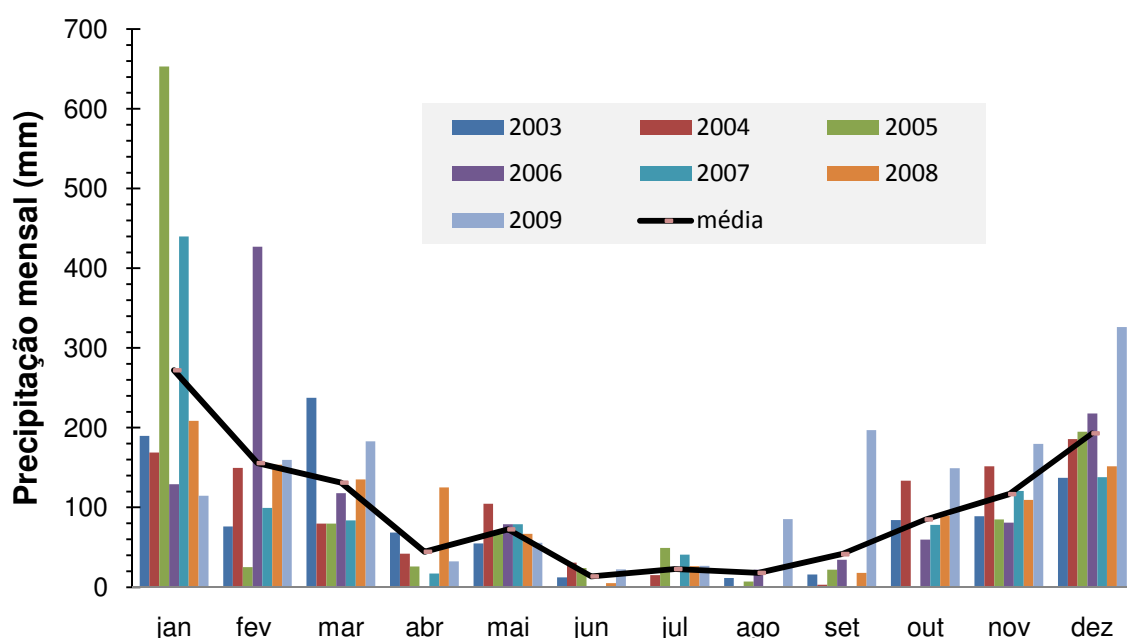
Classes		2	3	4
irrigação	Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas.			
	Hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esportes e lazer, com os quais o público possa vir ter contato direto.			
	Culturas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

Fonte: Resolução CONAMA N°357 (2005)

## 9. CLIMA

Em virtude principalmente da latitude e da altitude, o clima de uma região apresenta características próprias, como temperatura, precipitação, ocorrências de geadas e déficit hídrico. Seguindo o sistema de classificação de Köppen, o clima da região é o subtropical úmido, Cwa, com inverno ameno e verão quente e chuvoso.

Os dados climáticos foram obtidos através de um datalogger Campbell ® CR-23X, localizada dentro da microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis e operada pela Área de Hidráulica e Irrigação UNESP Ilha Solteira<sup>3</sup>.



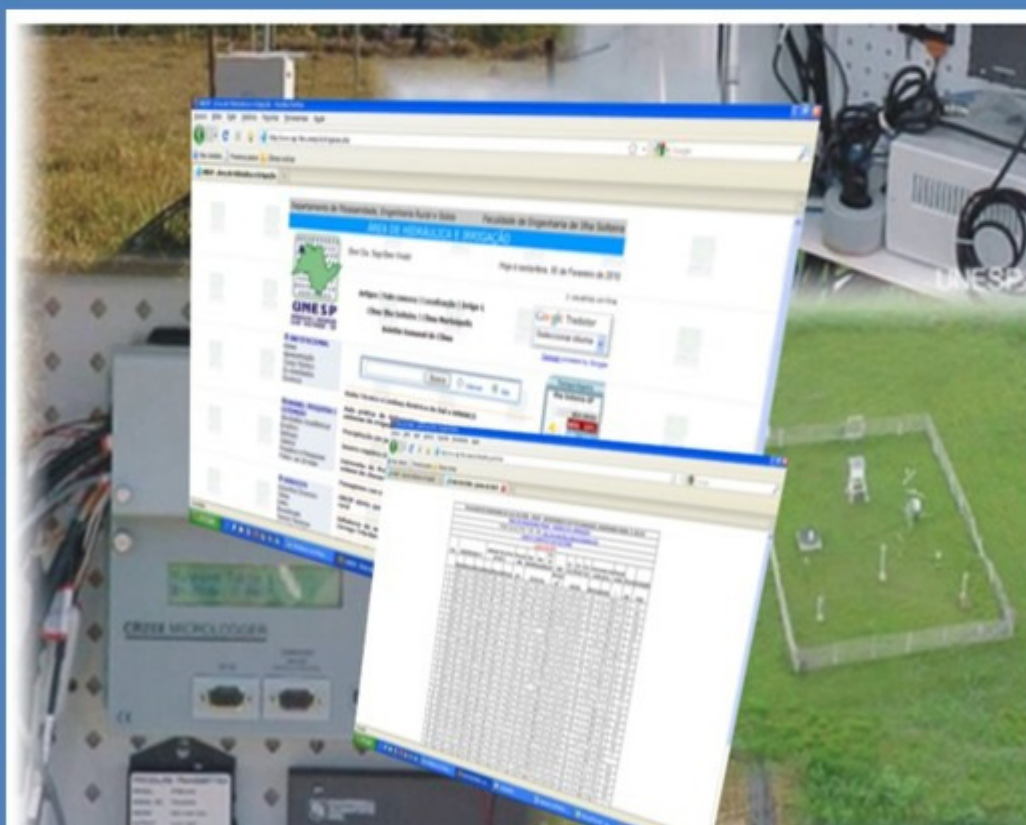
**Figura 5.** Valores de precipitação mensal referentes aos anos de 2003 a 2008 na microbacia do córrego Três Barras.

<sup>3</sup> [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

#### Quadro 4. AQUISIÇÃO DE DADOS E SUA DIVULGAÇÃO

Estações meteorológicas operadas pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira, informações sobre o clima na região noroeste do Estado de São Paulo, nas cidades de Marinópolis e Ilha Solteira. <http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>

Essas informações estão disponíveis no Portal da Área de Hidráulica, acesso disponíveis a sociedade e principalmente ao agricultor e informações técnicas sobre agricultura irrigada, planejamento hidroagrícola e ambiental.



## 10. CÓRREGO TRÊS BARRAS

### 10.1. Característica da microbacia

Esta microbacia pertencente à cidade de Marinópolis, cujas características desta microbacia se encontram descrita na Tabela 5. A água superficial deste manancial atende ao uso para a irrigação (Tabela 6) segundo dados com base nos requerimentos das Outorgas do uso da água juntos ao DAEE (DAEE, 2007).

**Tabela 5.** Características da Microbacia.

Área de drenagem	17,8 Km <sup>2</sup>
População Total	2.192 habitantes
Principal manancial	Córrego Três Barras
Usos do solo	Predominam atividades agrícolas, com destaque para a fruticultura.
Usos da água	Afastamento de efluentes domésticos e irrigação de plantações.
Principais atividades	Agricultura

**Tabela 6.** Tipo e finalidade de Uso da água

Finalidade de Uso	Nº	Frequência (%)
Captação superficial	2	50
Tipo de Uso	Nº	Frequência (%)
Irrigação	2	50
Tipo de Usuário	Nº	Frequência (%)
Irrigante	2	50

Fonte: DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

As coletas iniciaram em dezembro de 2002 com término em dezembro de 2003 e retomado em setembro de 2005, e permanecendo até o momento, com um total de 51 amostras por pontos de coletas. No ano de 2002 e 2003 foram determinados quatros pontos de coletas ao longo deste córrego e a partir de 2005 houve um

acréscimo de mais um ponto de amostragem, totalizando cinco pontos de amostragem.

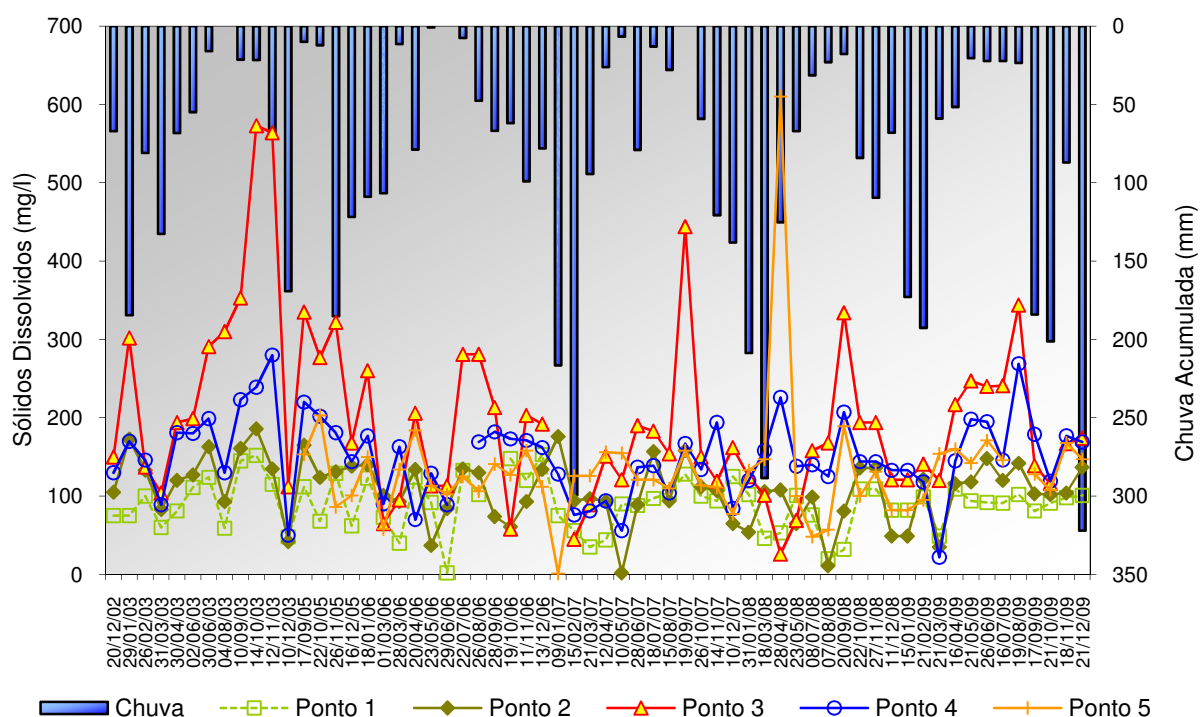
## 10.2. Qualidade de água

### 10.2.1. Variáveis Físicas

#### 10.2.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais

Os sólidos suspensos (areias, siltes, microorganismos e restos de pequenos animais e vegetais, com diâmetro superior a 10  $\mu\text{m}$ ) no ponto 3 foi superior em relação aos outros pontos de amostragem, neste local tem o lançamento de efluente da lagoa de tratamento de esgoto da cidade de Marinópolis (Figura 6).

O lançamento de esgoto e o uso inadequado dos solos na agricultura constituem duas ações antrópicas que contribuem para o aumento de sólidos nas águas superficiais. O esgoto não tratado pode contribuir com uma variação de 700 a 1.350 mg/L de sólidos totais (VON SPERLING, 1996, 246p.).

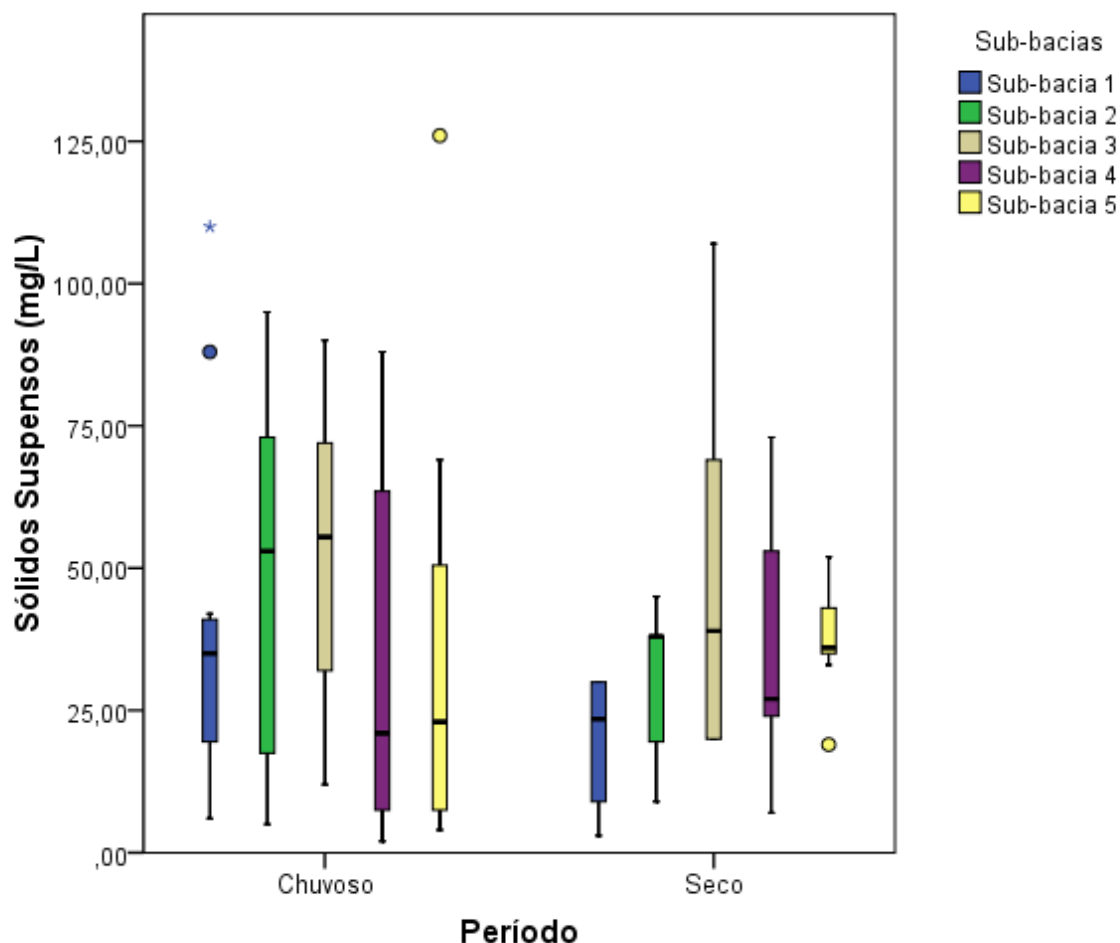


**Figura 6.** Variação espacial e temporal de sólidos suspensos no córrego Três Barras.

No mapa temático abaixo estão a distribuição espacial dos valores médios de sólidos suspensos dos períodos de 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009, sendo o ponto 3 com valores médios entre 180,0 - 246,00 mg/l de sólidos totais. No período de 2008 os valores médios de sólidos suspensos e totais no ponto 5 foram superiores aos anos de 2006, 2007 e 2009.

O ponto 3 apresenta valores superiores de sólidos em relação aos outros ponto de amostragem, isso devido ao lançamento de esgoto da ETE que contribuem para o aumento da concentração de sólidos, comprometendo a qualidade da água.

A distribuição espacial e temporal dos valores de sólidos suspensos entre os períodos analisados foram diferentes, sendo maior no período chuvoso. Entretanto o ponto 3 (sub-bacia 3) atinge valores acima de 100 mg/L de sólidos suspensos no período seco, devido principalmente ao lançamento de efluente que contribuem para o aumento de sólidos neste ponto (Figura 8).



**Figura 8.** Distribuição dos resultados de sólidos suspensos na água entre os períodos seco e chuvoso.

### Valores médios de sólidos suspensos, dissolvidos e totais em cada ponto de amostragem nos períodos de 2006, 2007, 2008 e 2009 Córrego Três Barras

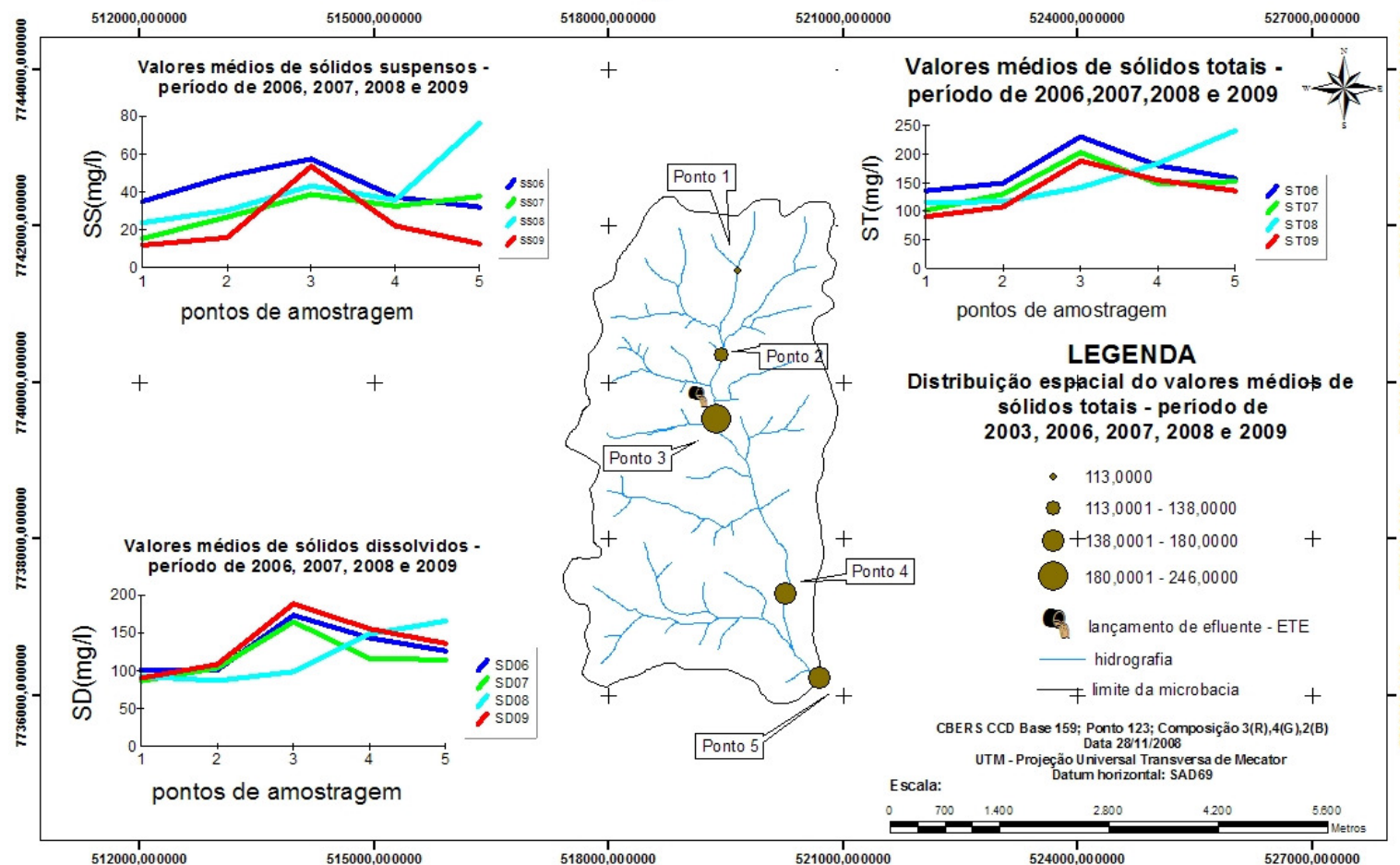


Figura 7. Valores médios de sólidos dissolvidos e totais, córrego Três Barras.

No período seco, com a redução da vazão e o lançamento pontual de esgoto pode influenciar no aumento da concentração de sólidos no ponto 3.

#### Quadro 5. Gráfico “boxplot”

Para avaliar e visualizar o efeito da chuva (vazão) e seca sobre a qualidade da água utilizou-se gráficos “boxplot” onde é possível observar os valores de cada variável distribuídos entre os períodos seco e chuvoso, a mediana com a representação de um linha espessa, os valores extremos (mínimo e máximo) representados por linhas na vertical e os valores discrepantes ou “outliers” representados por asterisco e círculos (Figura 8). Os gráficos foram elaborados no software SSPS 11.7 for Windows.

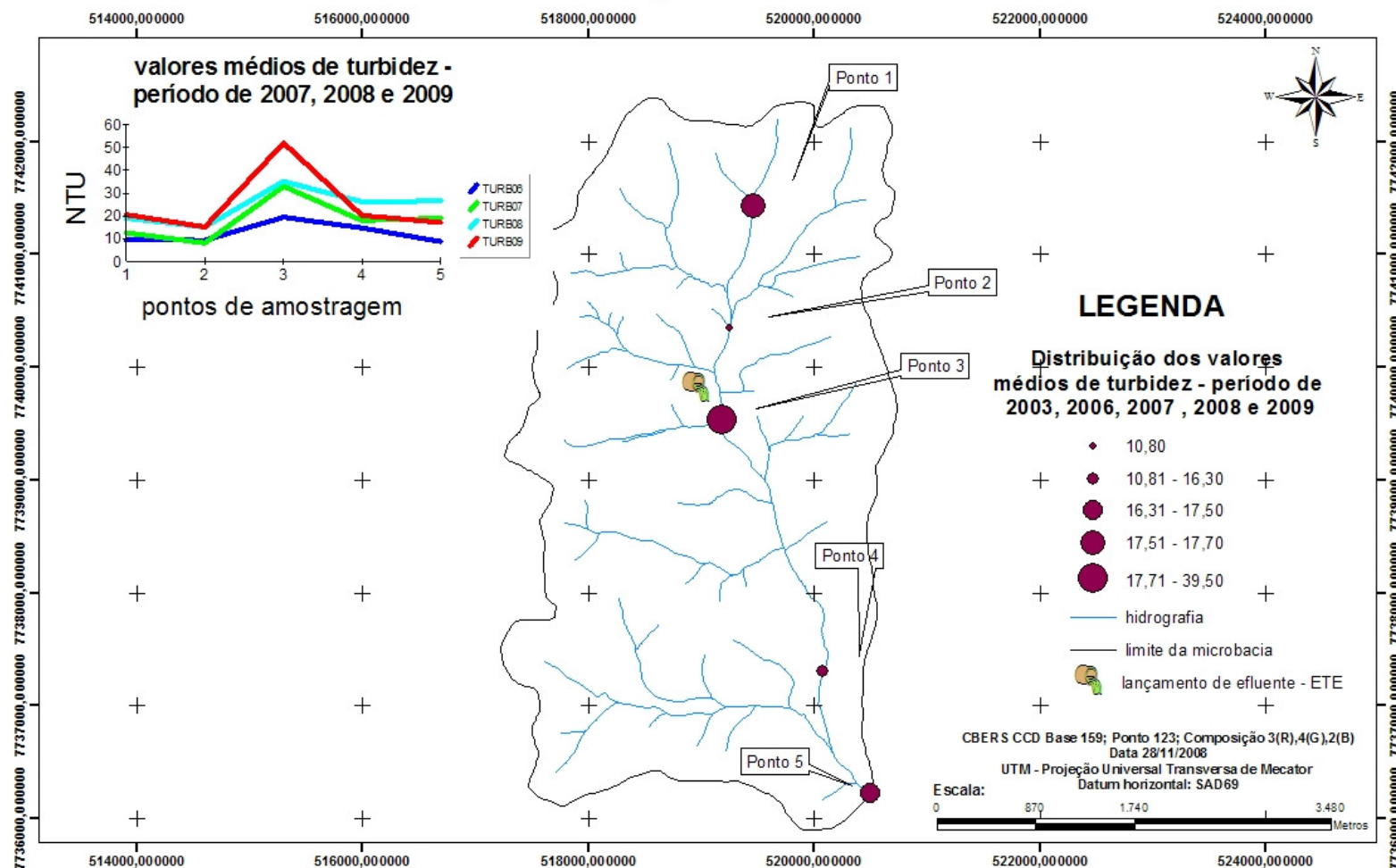
#### 10.2.1.2. Turbidez

Os valores médios da distribuição espacial de turbidez são maiores no ponto 3, devido ao lançamento de esgoto da ETE da cidade de Marinópolis, com média entre 17 e 39,5 NTU. O ponto 2 apresenta o menor valor de turbidez em relação aos outros pontos analisados, valor médio de 10,80 NTU (unidade nefelométrica de turbidez) provavelmente devido a presença de macrófitas aquática e diminuição do fluxo da água neste segmento e que acaba favorecendo a decantação de partículas (Figura 9). A turbidez quando é alta afeta a qualidade da água, reduzindo a transparência e diminuindo a capacidade das plantas aquáticas submersas de realizar a fotossíntese.

Em relação aos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009 houve um aumento nos valores médios de turbidez, o período de 2009 foi superior em relação aos anos anteriores no ponto 3. Os pontos 4 e 5 no ano de 2008 foi superior aos anos de 2006, 2007 e 2009 (Figura 9).

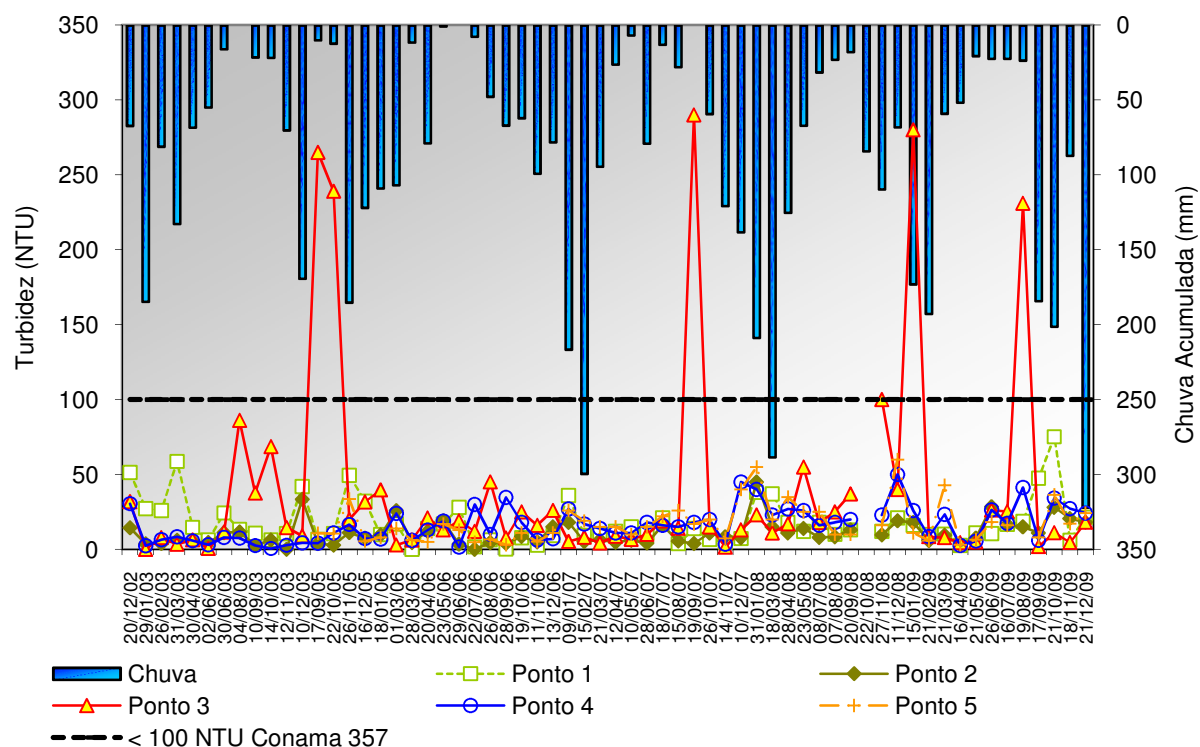
O máximo valor de turbidez foi de 219 NTU no ponto 3, na coleta do dia 19 de setembro de 2007, valor superior ao permitido que estabelece limite de 100 NTU, de acordo com a resolução do CONAMA nº 357/2005, Classe 2 (Figura 10).

### Valores médios de turbidez em cada ponto de amostragem nos períodos de 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009 Córrego Três Barras



**Figura 9.** Valores médios de turbidez, córrego Três Barras

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)



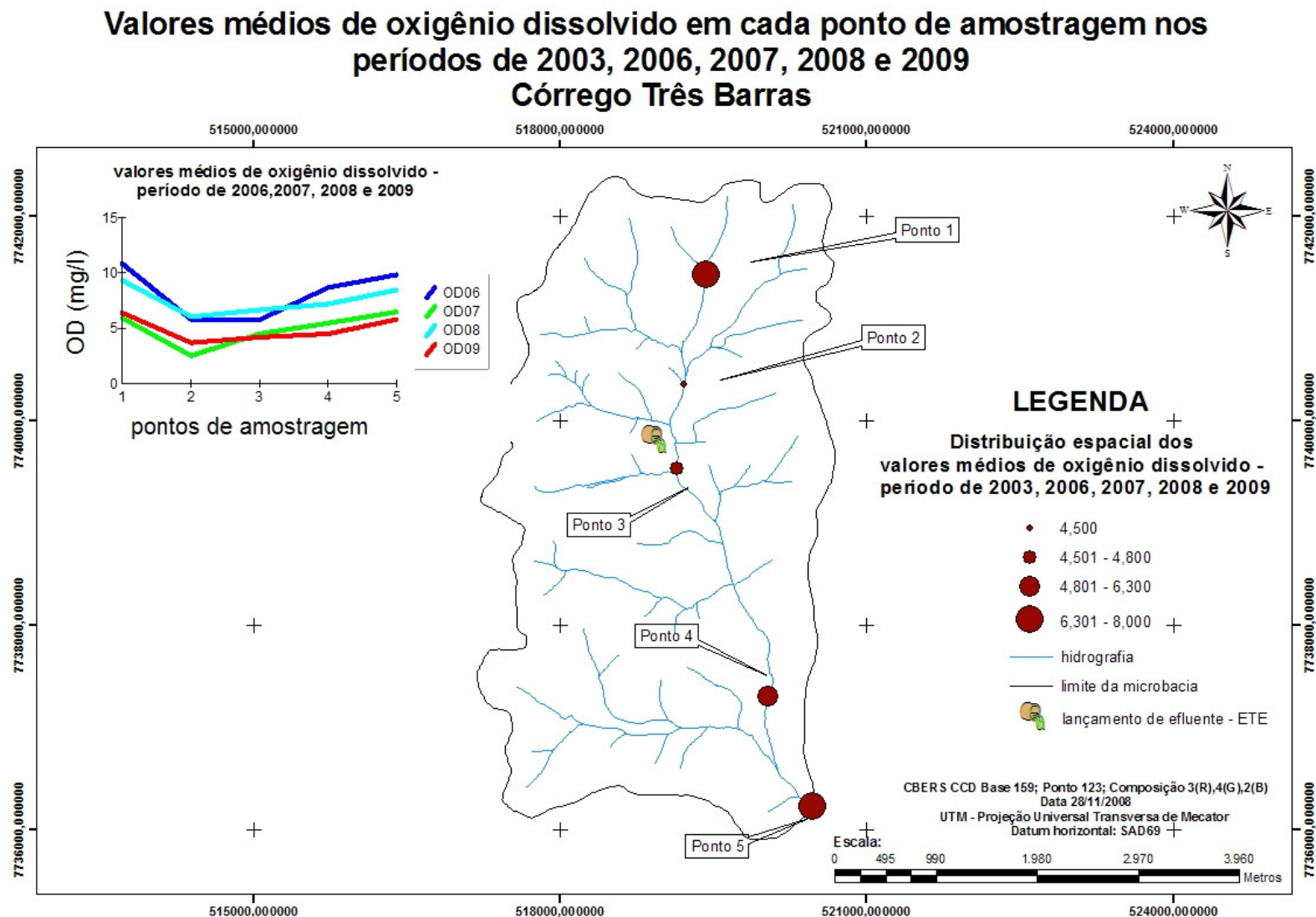
**Figura 10.** Variação espacial e temporal de turbidez no córrego Três Barras.

## 10.2.2. Variáveis Químicas

### 10.2.2.1. Oxigênio dissolvido

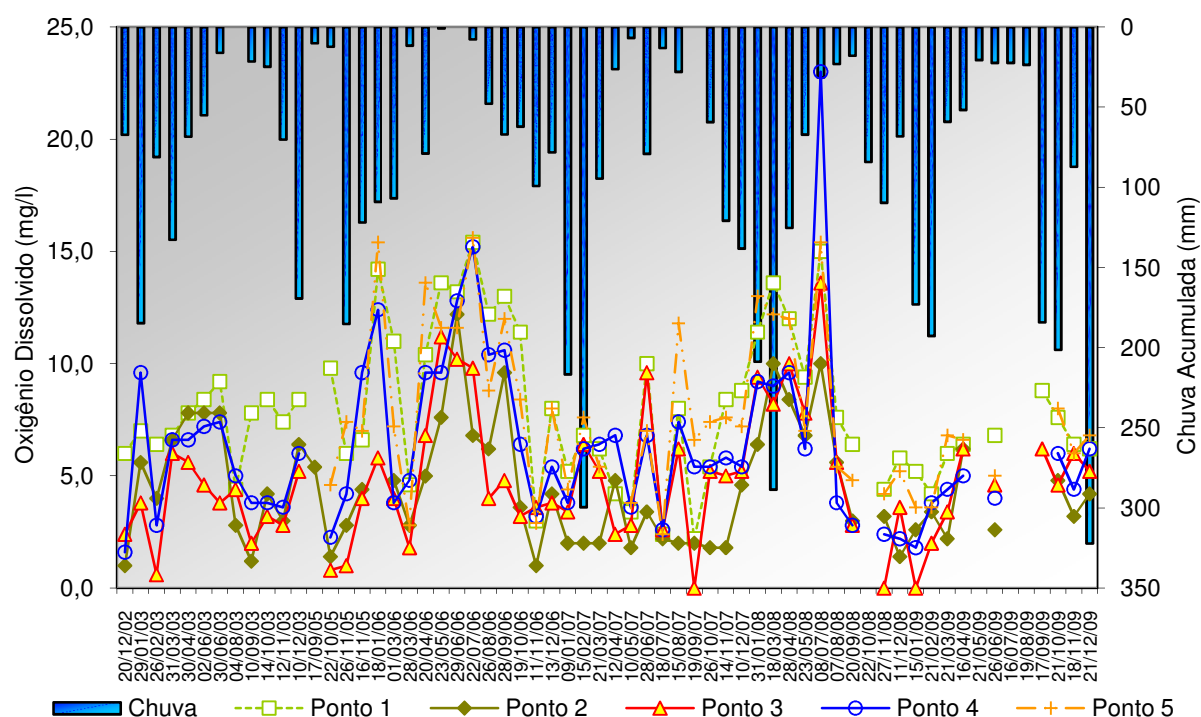
Os valores médios de oxigênio dissolvido de 2008 foram superiores ao ano de 2007, os maiores valores foram encontrados no ponto 1, os menores valores foram encontrados nos pontos 2 e 3. No ponto 2, devido a presença de macrófitas aquáticas e a ação da decomposição podem influenciar na redução da concentração dos valores de oxigênio dissolvido (Figura 11). Entretanto no ano de 2009, houve redução nos valores médios de oxigênio dissolvidos em relação aos outros anos.

Na coleta de setembro de 2007, novembro de 2008 e janeiro de 2009 o oxigênio dissolvido chegou a depleção, atingiu valor de 0 mg/L no ponto 3, provavelmente devido a redução da vazão e a diminuição do efeito de diluição de córrego (Figura 12).



**Figura 11. Valores médios de oxigênio dissolvido.**

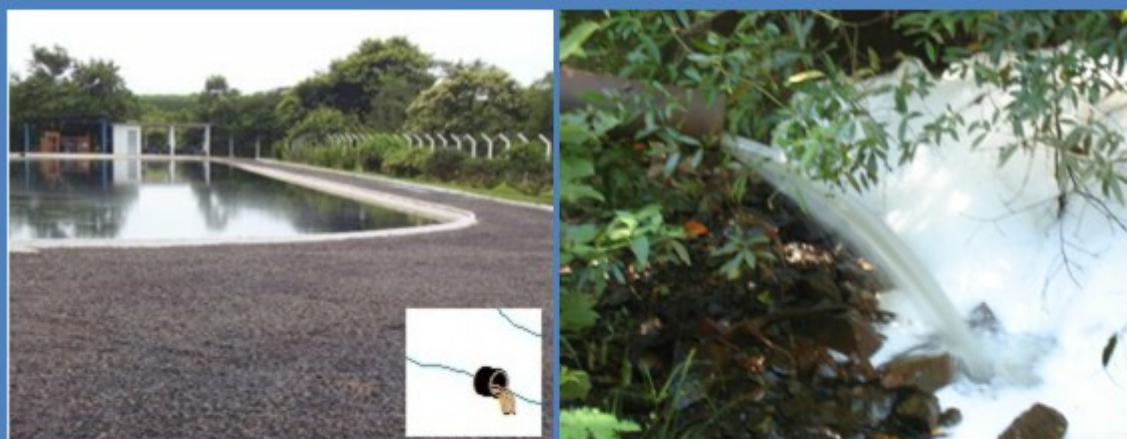
Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)



**Figura 12.** Variação espacial e temporal de oxigênio dissolvido no córrego Três Barras.

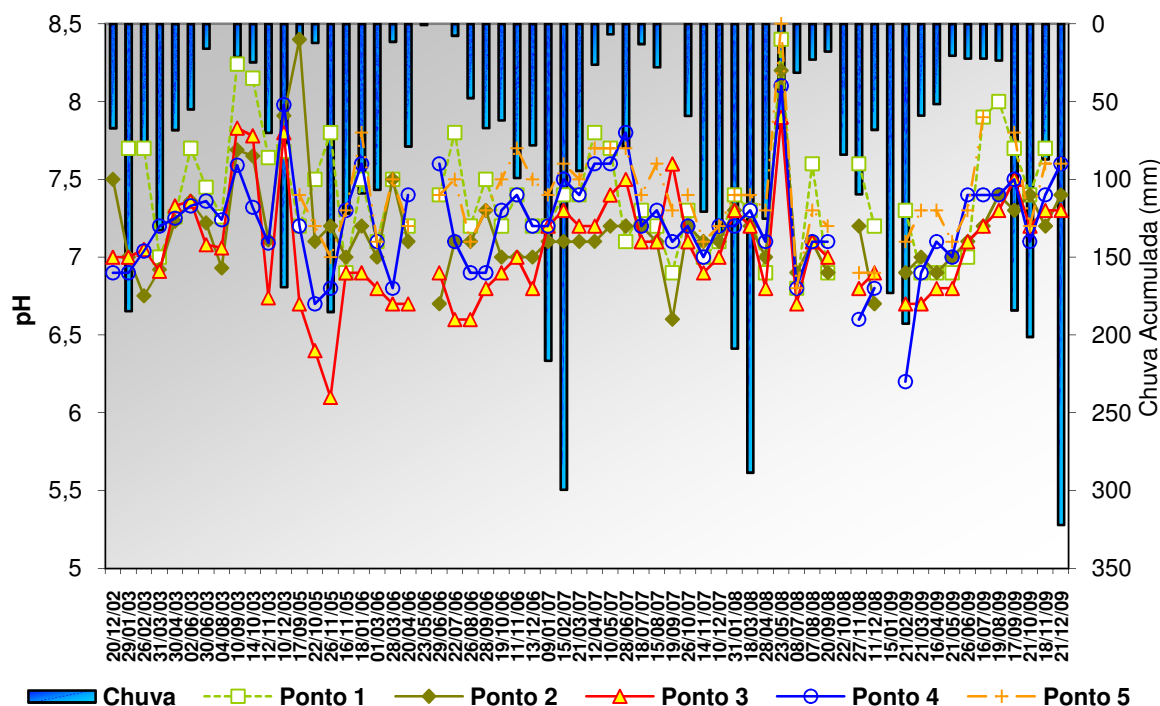
#### Quadro 6.

Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Marinópolis, administrada pela SABESP e com lançamento de efluente na margem direita do córrego Três Barras, próximo ao ponto de 3 de amostragem.



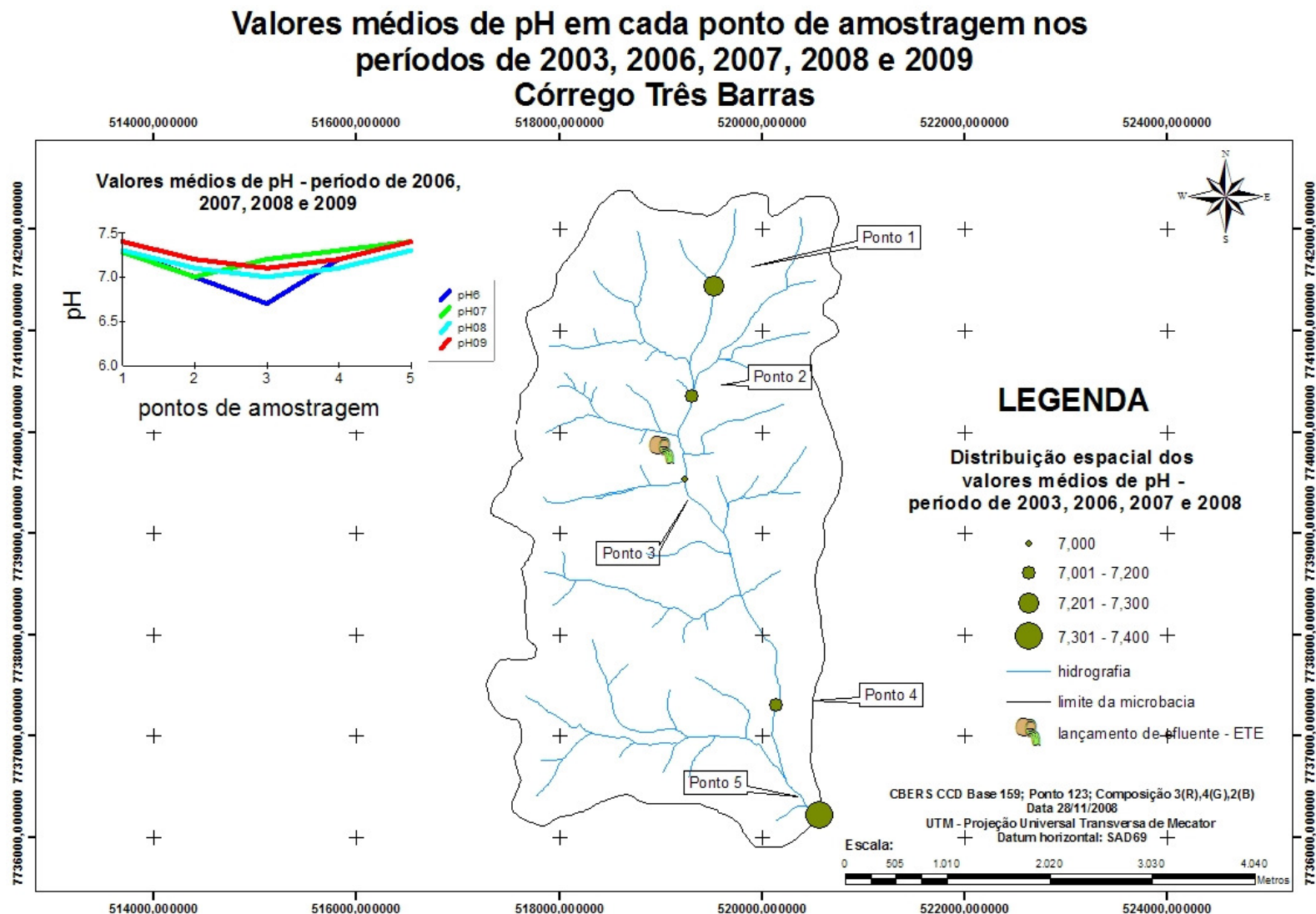
### 10.2.2.2. Pontencial hidrogeniônico (pH)

Os mínimos valores de pH foram nos pontos 2 e 3, 6,74 e 6,75 respectivamente; o máximo valor foi de 8,5 no ponto 4 (Figura 13).



**Figura 13.** Variação espacial e temporal de pH no córrego Três Barras.

Os valores médios de pH no período de 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009 estão entre 6,5 a 7,5, o ponto 3 atingiu média abaixo de 7,0 no ano de 2006. A resolução CONAMA de Nº 357/2005 determina os valores de pH entre 6 e 9 para as Classe 1 e 2 (Figura 14).

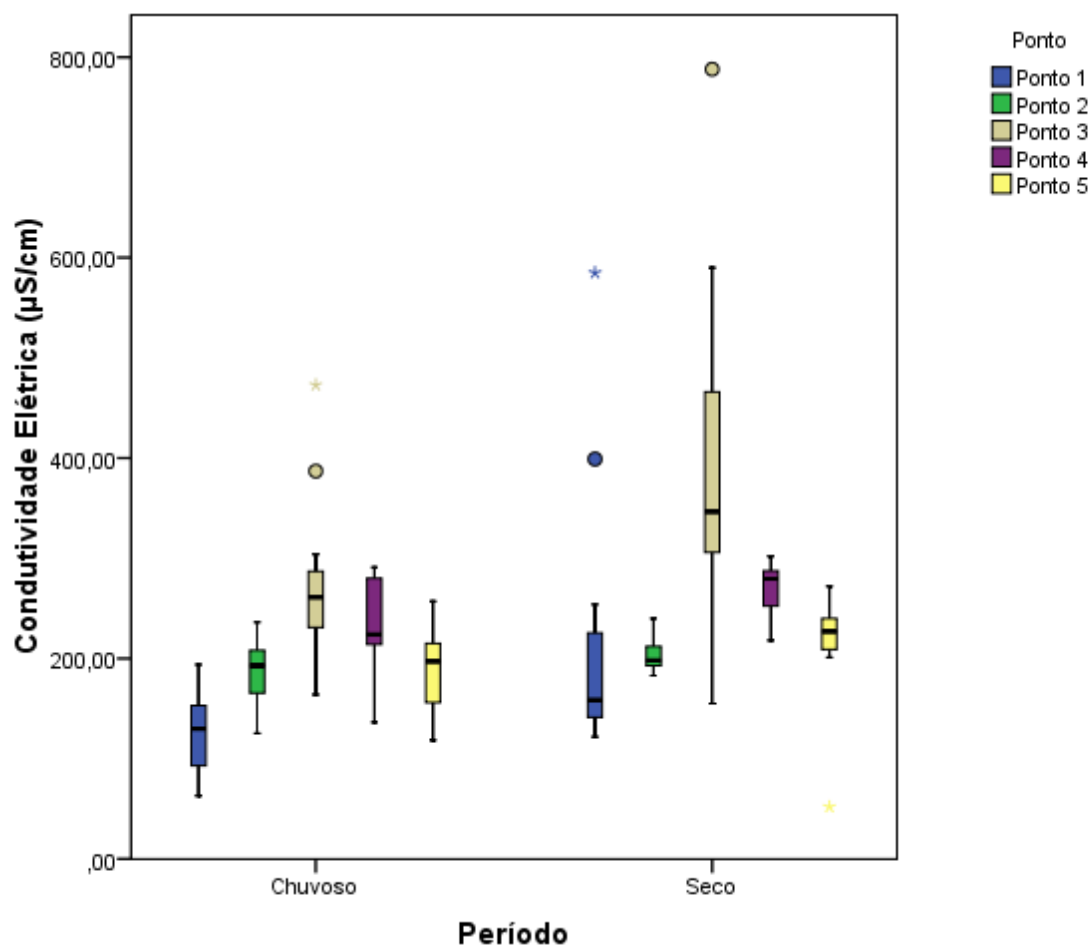


**Figura 14.** Valores médios de oxigênio dissolvido.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

### 10.2.2.3. Condutividade elétrica

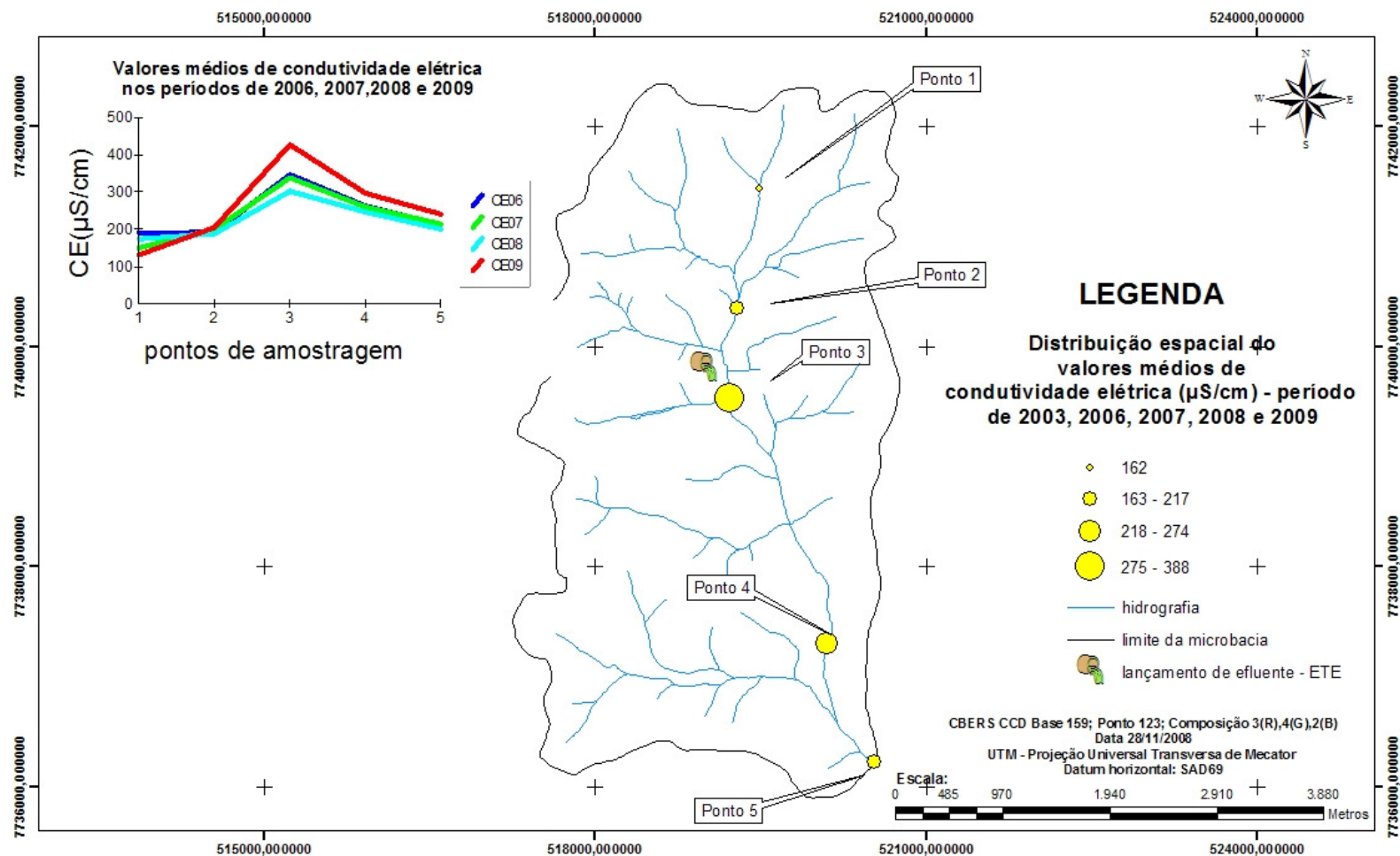
Na Figura 15 estão os valores de condutividade elétrica distribuídos entre o período seco e chuvoso, os maiores valores ocorrerão no período seco. Os maiores valores de condutividade elétrica estão no ponto 3, possivelmente, devido ao lançamento pontual de esgoto a montante deste ponto.



**Figura 15.** Distribuição dos valores entre os períodos seco e chuvoso.

O comportamento dos valores médios entre os anos de 2006, 2007, 2008 e 2009 estão seguindo um mesmo comportamento entre os pontos analisados, o ponto 3 com as maiores médias (Figura 16).

## Valores médios de condutividade elétrica em cada ponto de amostragem nos períodos de 2006, 2007, 2008 e 2009 Córrego Três Barras

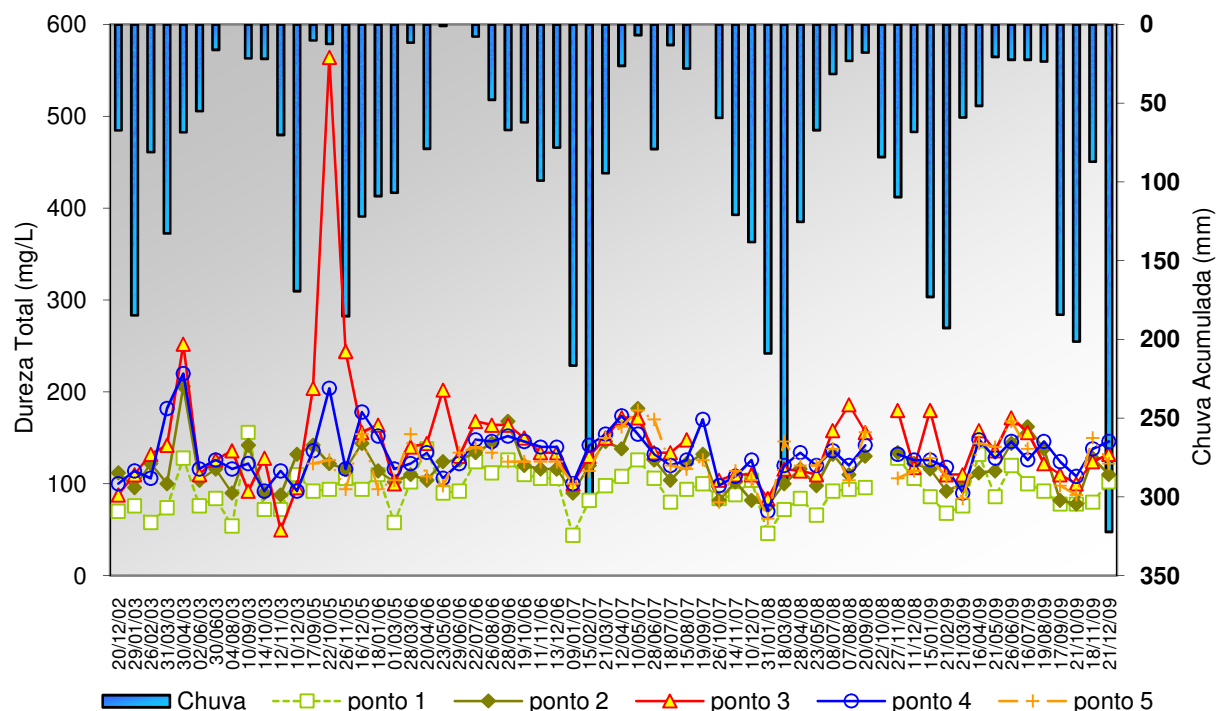


**Figura 16.** Valores médios de oxigênio dissolvido, córrego Três Barras.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

#### 10.2.2.4. Cálcio, magnésio e dureza total

Na Figura 17 abaixo tem a distribuição espacial e temporal dos valores de dureza total nos pontos avaliados, os maiores valores estão no ponto 3.

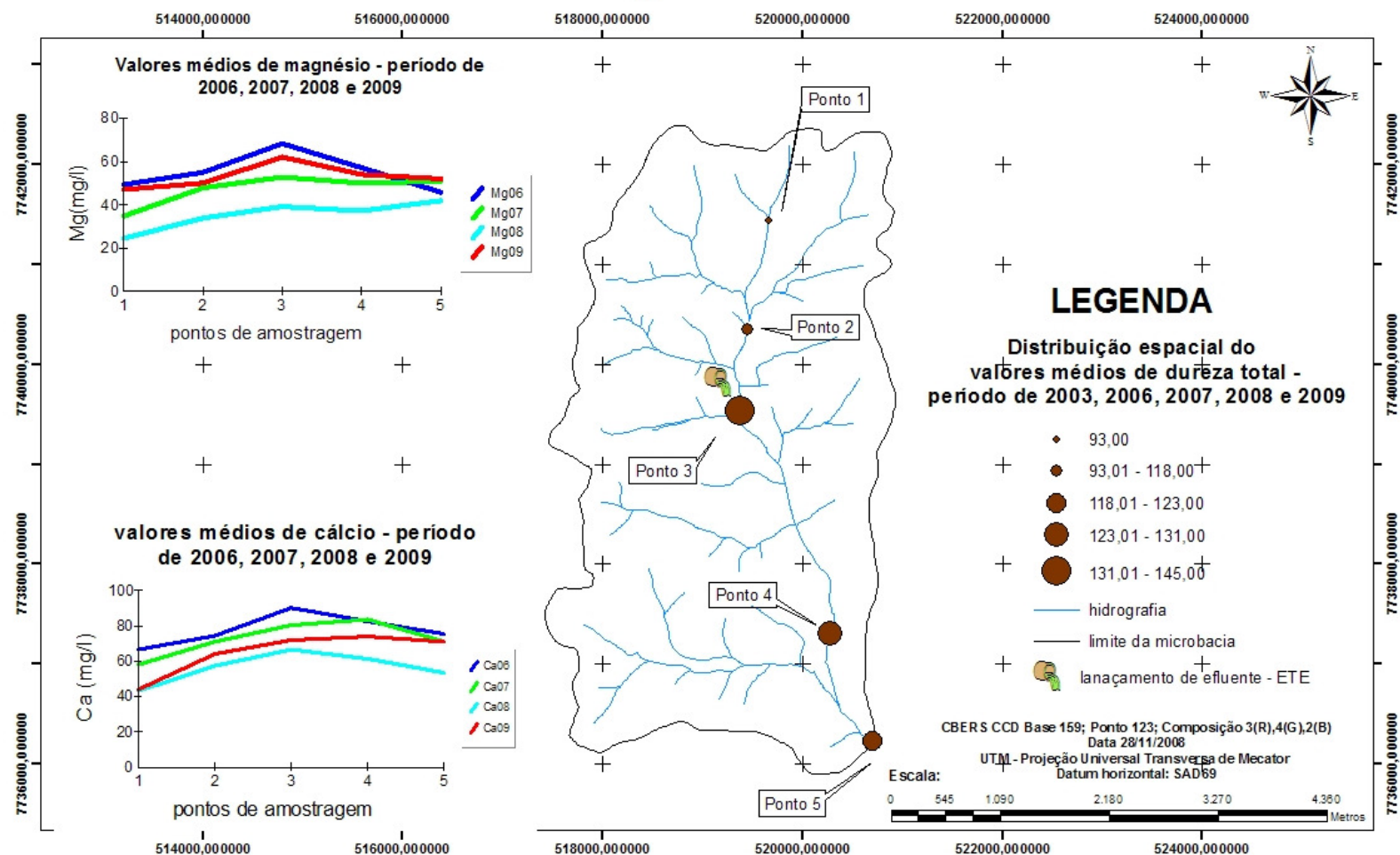


**Figura 17.** Variação espacial e temporal de dureza total no córrego Três Barras.

Na Figura 18 estão as distribuições espaciais dos valores médios entre os pontos de amostragem, nos períodos de 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009 no córrego Três Barras.

Os valores médios de magnésio e cálcio nos períodos de 2008 foram inferiores em relação aos anos de 2006, 2007 e 2009. Os maiores valores médios de cálcio, magnésio e dureza entre os anos de 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009 foi no ponto 3.

## Valores médios de cálcio, magnésio e dureza total em cada ponto de amostragem nos períodos de 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009 Córrego Três Barras

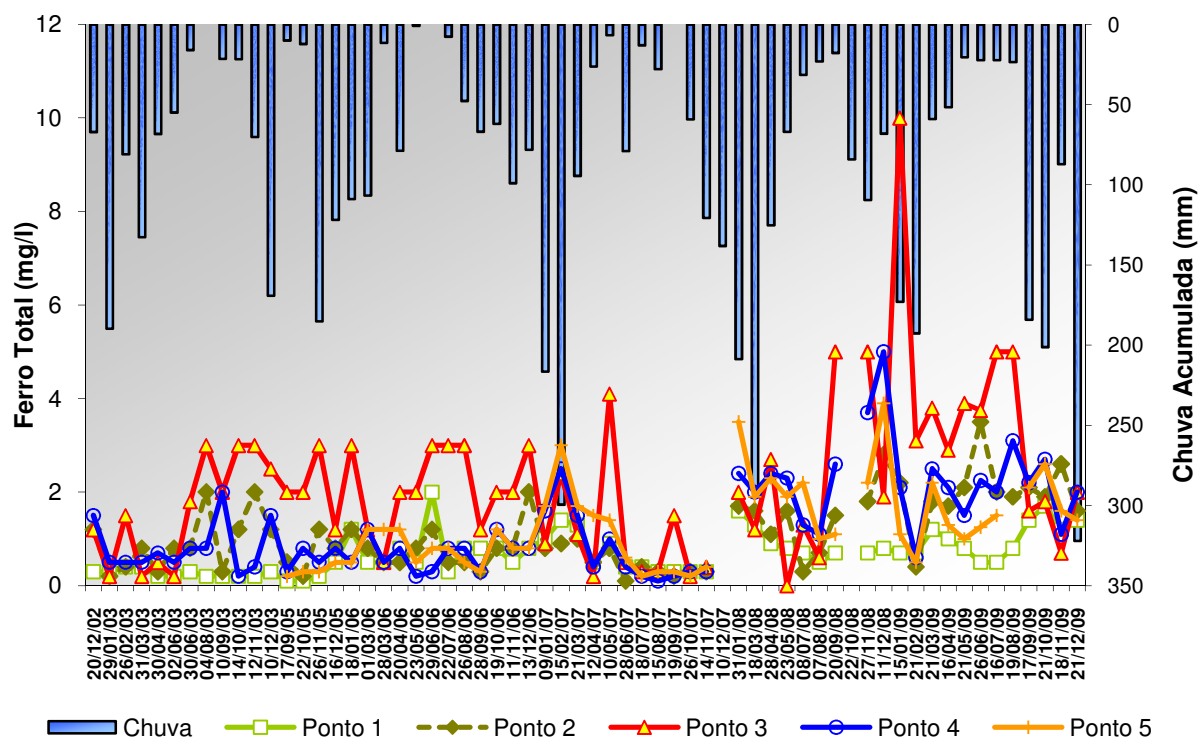


**Figura 18.** Distribuição dos valores médios de magnésio, cálcio e dureza total, córrego Três Barras.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

### 10.2.2.5. Ferro total

No ponto 3 apresenta os maiores valores de ferro total na avaliação de 2003, 2005 (setembro, outubro, novembro e dezembro), 2006, 2007, 2008 e 2009 (Figura 19). Os pontos 4 e 5, também apresentam altas concentrações de ferro total, provavelmente devido a influência da estação de tratamento de esgoto.



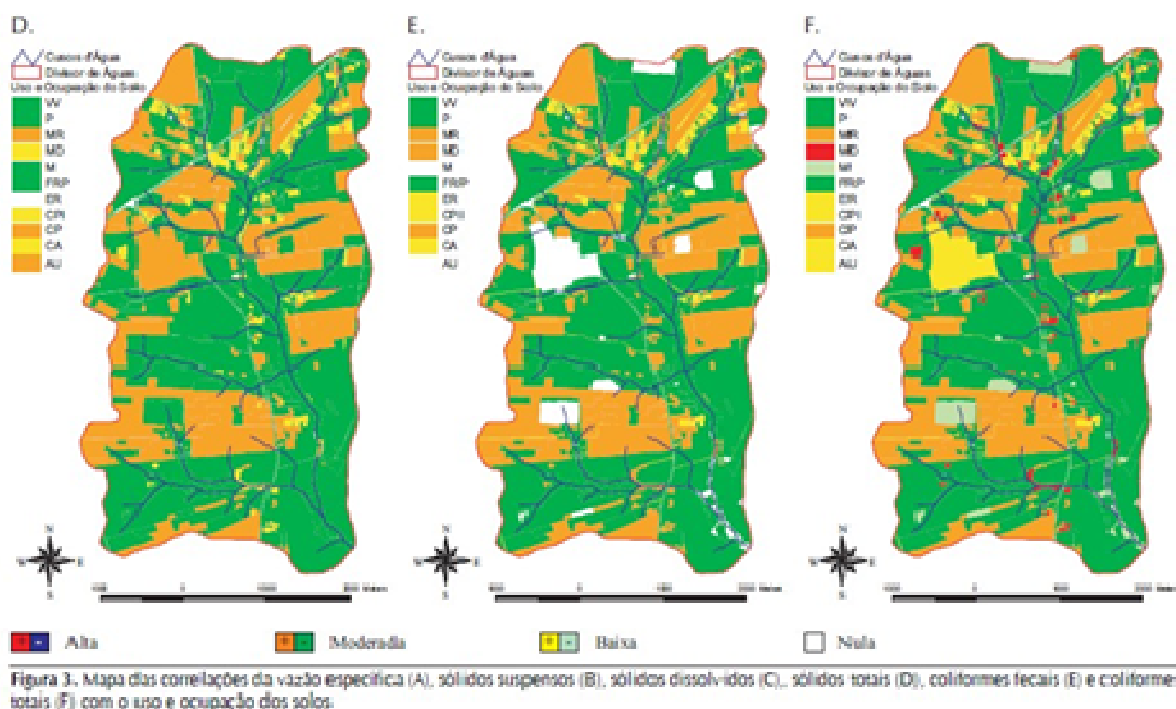
**Figura 19.** Variação espacial e temporal de ferro total no córrego Três Barras.

A distribuição espacial de ferro total representado no mapa temático, tem o ponto 3 com os maiores valores médios de ferro total na microbacia, valores médios entre 1,28 a 2,18 mg/L. Os maiores valores ocorreram no ano de 2009, principalmente no ponto 3; entretanto, os pontos 4 e 5 apresentam redução nos valores médios de ferro. No ano de 2008 os valores médios foram superiores ao ano de 2009 nos pontos 4 e 5. (Figura 20).

Os valores de ferro foram maiores no período chuvoso e os menores ocorreram no período seco (Figura 21).

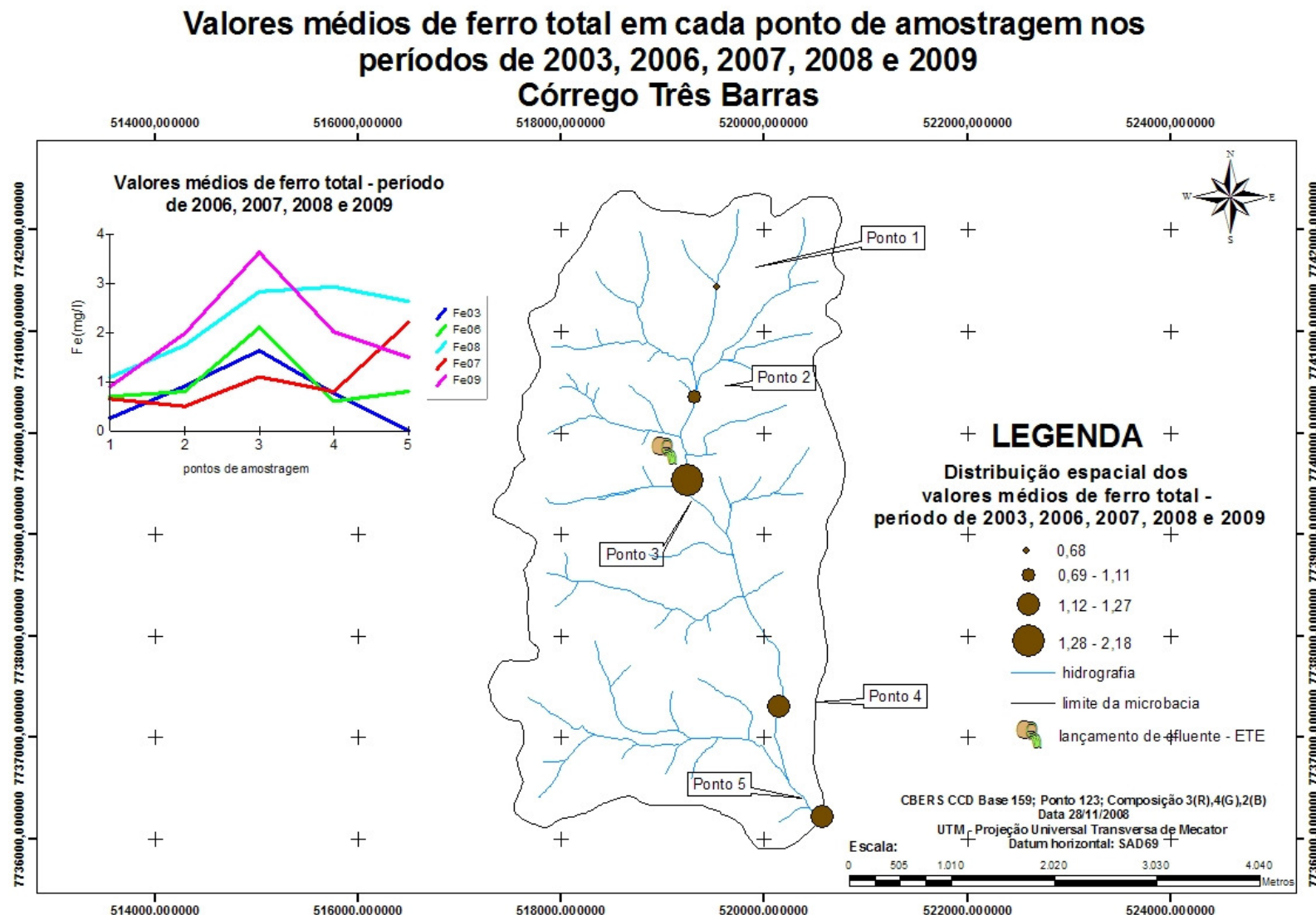
# **QUADRO 7 - Artigo científico da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira publicado na Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**

"Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis", considera que o uso e a ocupação dos solos exercem influência marcante no escoamento superficial e aporte de sedimentos no leito dos mananciais, podendo alterar a qualidade e a disponibilidade da água. Com isto se objetivou com este trabalho, verificar a influência do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos do córrego Três Barras, município de Marinópolis, SP. Para constatar esta influência, realizou-se uma análise de correlação de Pearson entre os parâmetros de qualidade e disponibilidade de água e o uso e ocupação dos solos, cujos dados foram coletados entre 18/01/2006 a 10/12/2007. Concluiu-se que as áreas ocupadas por matas e pastagens (com menor intensidade) favoreceram a disponibilidade e a qualidade da água na Sub-Bacia. De maneira geral, as áreas habitadas, agricultadas e as matas degradadas, reduziram a disponibilidade e a qualidade da água da Sub-Bacia.



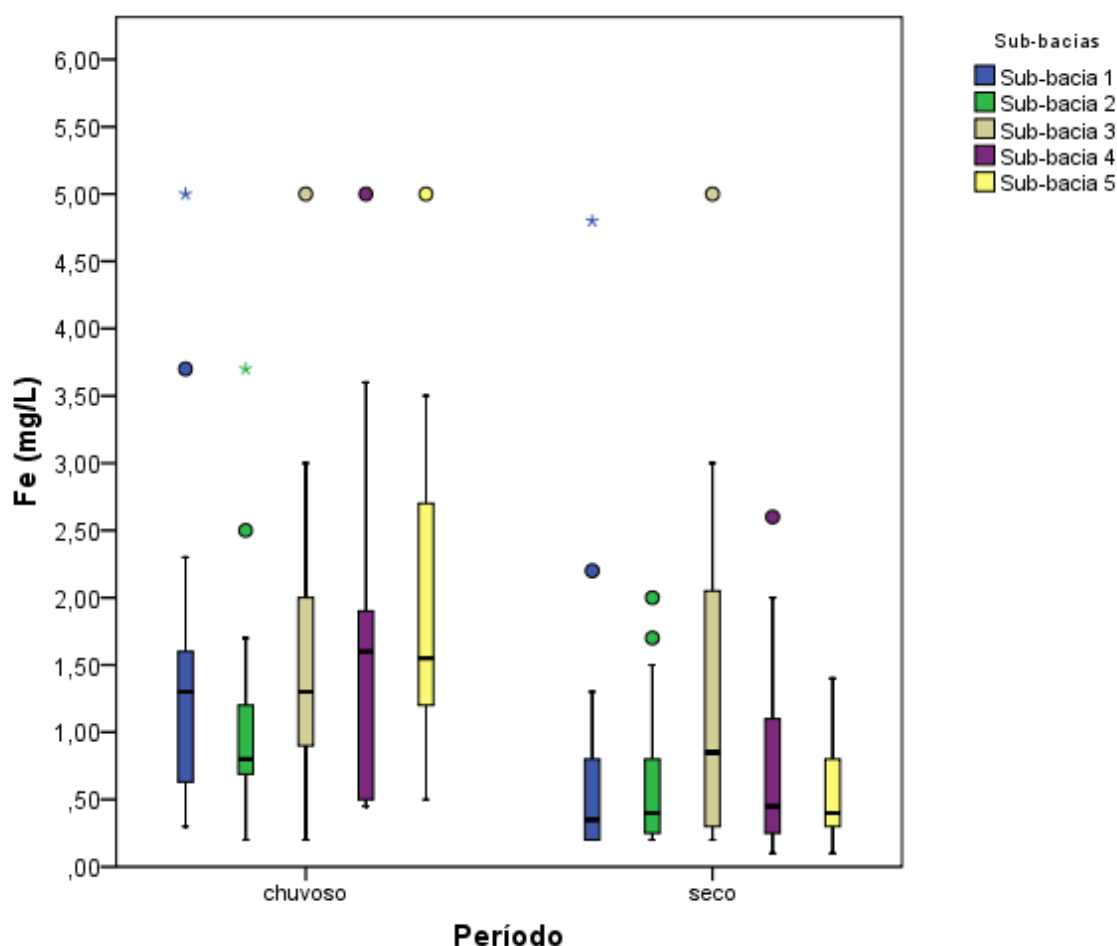
Disponível em:

[http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/agriambi\\_jan2010.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/agriambi_jan2010.pdf)



**Figura 20.** Distribuição dos valores médios de ferro total no córrego Três Barras.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)



**Figura 21.** Distribuição dos valores de ferro total entre os períodos seco e chuvoso.

### 10.2.3. Variáveis Biológicas

#### 10.2.3.1. Coliformes fecais e totais

Os maiores valores médios de coliformes fecais e totais ocorreram no ponto 3, como já comentado, esses valores altos são devido ao lançamento de esgoto. Os valores médios dos outros ponto analisados estão abaixo do ponto 3

## Valores médios de coliformes fecais e totais em cada ponto de amostragem nos períodos de 2003, 2006, 2007, 2008 e 2009 Córrego Três Barras

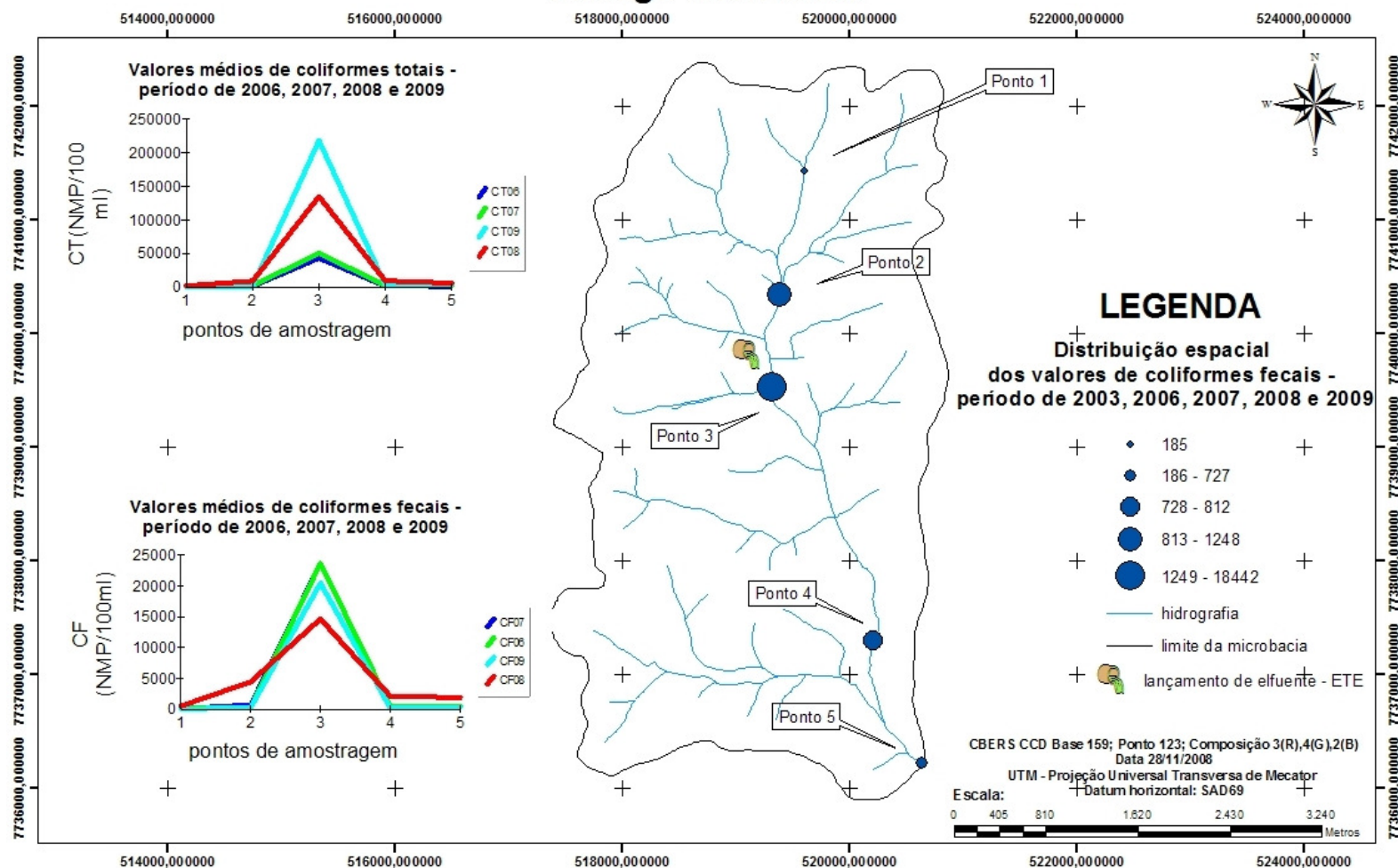


Figura 22. Distribuição dos valores médios de ferro total no córrego Três Barras.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

## 11. CÓRREGO DO BOI

### 11.1. Característica da Microbacia

**Tabela 7.** Características da microbacia do Córrego do Boi.

Área de drenagem	72,65
População Total	4.930 habitantes
Principal manancial	Córrego do Boi
Usos do solo	Predominam atividades agrícolas, com destaque para a fruticultura.
Usos da água	Afastamento de efluentes doméstico e irrigações de plantações
Principais atividades	Agricultura

### 11.2. Tipo e finalidade de uso da água

**Tabela 8.** Finalidade de uso da água na microbacia do Córrego do Boi

Finalidade de uso	Número	Frequência (%)
Irrigação	3	25
Regularização de Vazão (Barragem)	1	8,4
Dessedentação	7	58,3
Sanitário	1	8,3

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

**Tabela 9.** Tipo de usuário na microbacia do Córrego do Boi

Tipo de usuário	Número	Frequência (%)
Irrigante	3	25
Público	1	8,3
Pecuarista	8	66,6

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

**Tabela 10.** Tipo de uso da água na microbacia do córrego do Boi.

Tipo de uso	Número	Frequência (%)
Captação superficial	5	41,6
Reservação	2	17
Barramento	4	33
Lançamento superficial	1	8,3

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

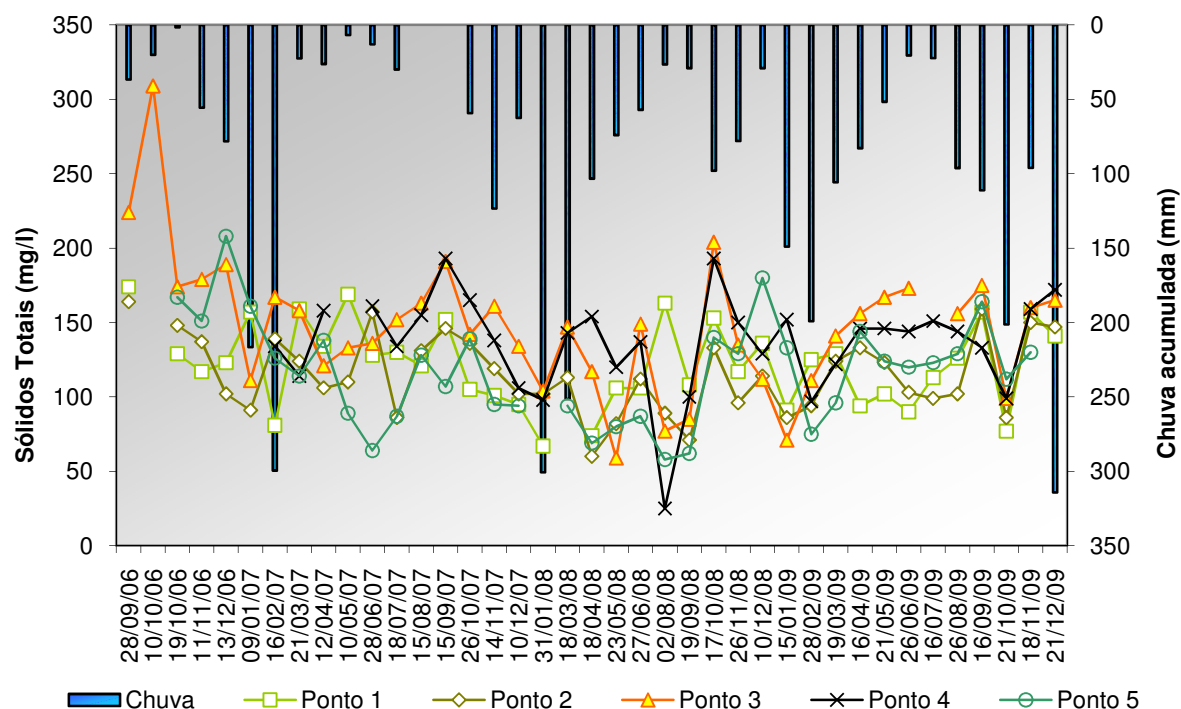
## 11.3. Qualidade de água

As coletas iniciaram em setembro de 2006 com quatro pontos de amostragem ao longo do córrego e a partir de fevereiro de 2007 acrescentou mais um ponto de coleta, denominado de ponto 4, totalizando cinco locais de amostragem.

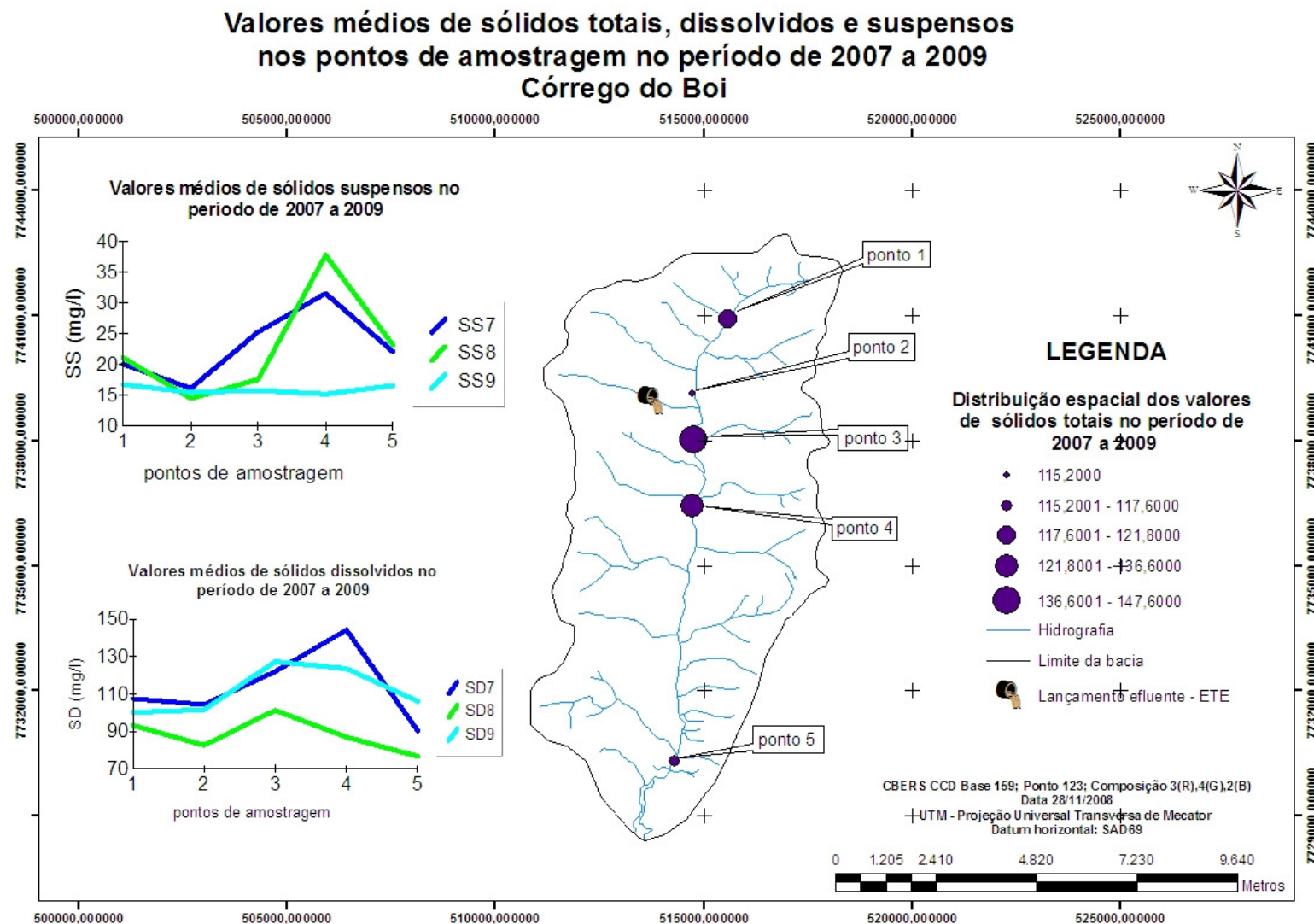
### 11.3.1. Variáveis Físicas

#### 11.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais

Na figura abaixo tem a variação espacial e temporal de sólidos totais no período de 2006 a 2009.



**Figura 23.** Variação espacial e temporal de sólidos totais no córrego do Boi.

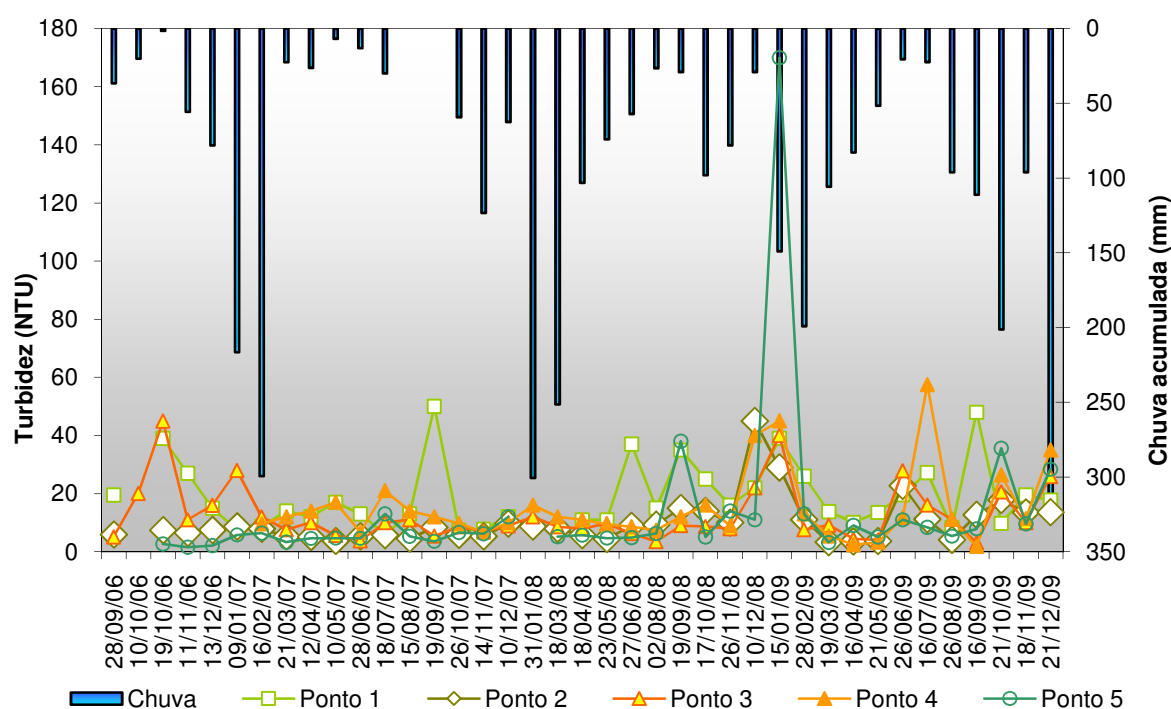


**Figura 24.** Distribuição dos valores médios de sólidos no córrego do Boi.

No ano de 2009 os valores médios de sólidos suspensos diminuíram em relação aos anos anteriores. A distribuição espacial dos valores médios de sólidos totais demonstram que o ponto 3 apresenta as maiores valores, em seguida vem o ponto 4 com valores entre 121,0 - 136,0 mg/L (Figura 24).

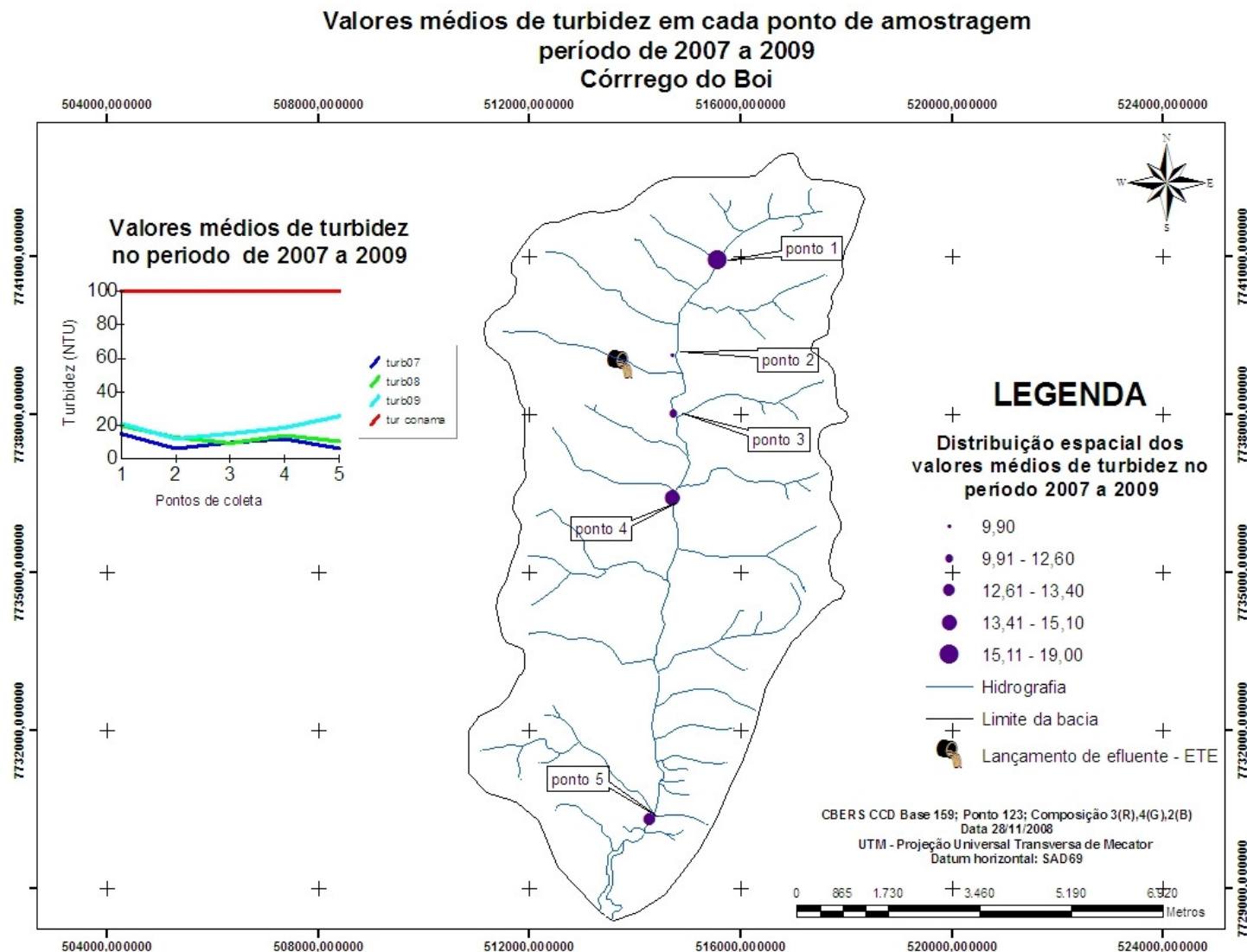
### 11.3.1.2. Turbidez

O maior valor (50,0 NTU) de turbidez ocorreu na coleta do dia 19/09/2007 no ponto 1, neste local de amostragem sofre influência das atividades agrícolas, que adotam práticas inadequadas de manejo de solo e trecho ausente de mata ciliar, em janeiro de 2009 o ponto 5 atingiu valores acima de 100 NTU (Figura 25)



**Figura 25.** Variação espacial e temporal de turbidez no córrego do Boi.

Os valores médios de turbidez de 2007 a 2009 do córrego do Boi estão abaixo do permitido, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005 que determina 100 NTU. O ponto 1 apresentou média de 17,98 NTU entre os anos de 2006 a 2008 (Figura 26).



**Figura 26.** Distribuição dos valores médios de turbidez no córrego do Boi.

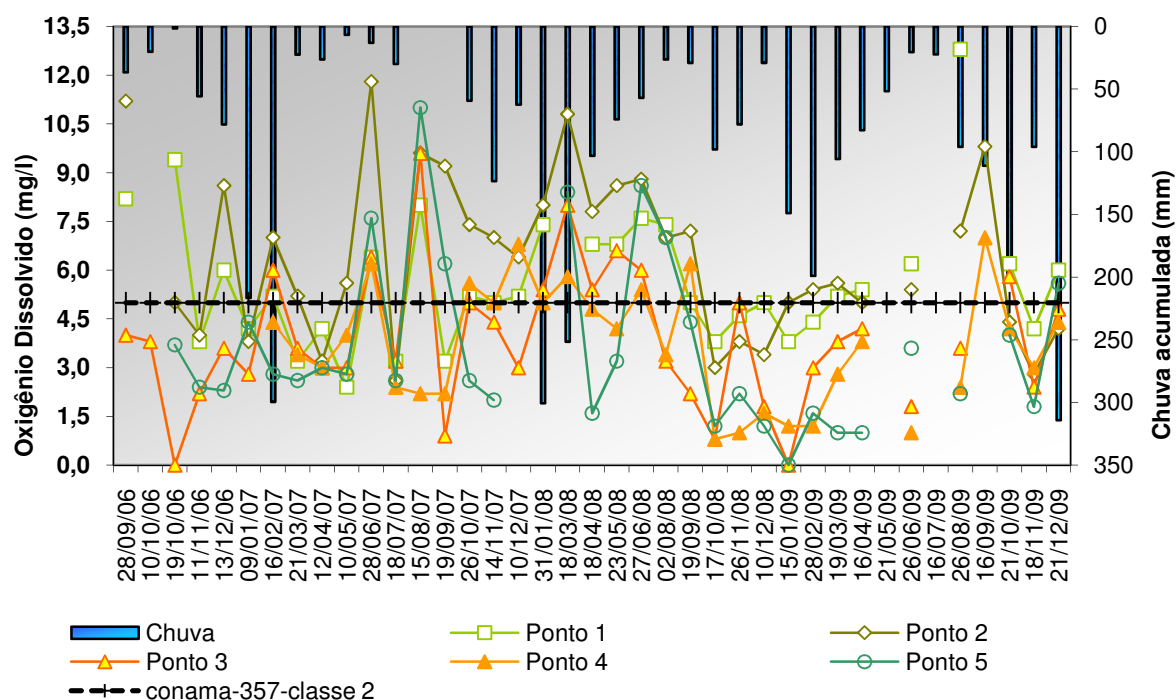
Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

## 11.3.2. Variáveis Químicas

### 11.3.2.1. Oxigênio dissolvido

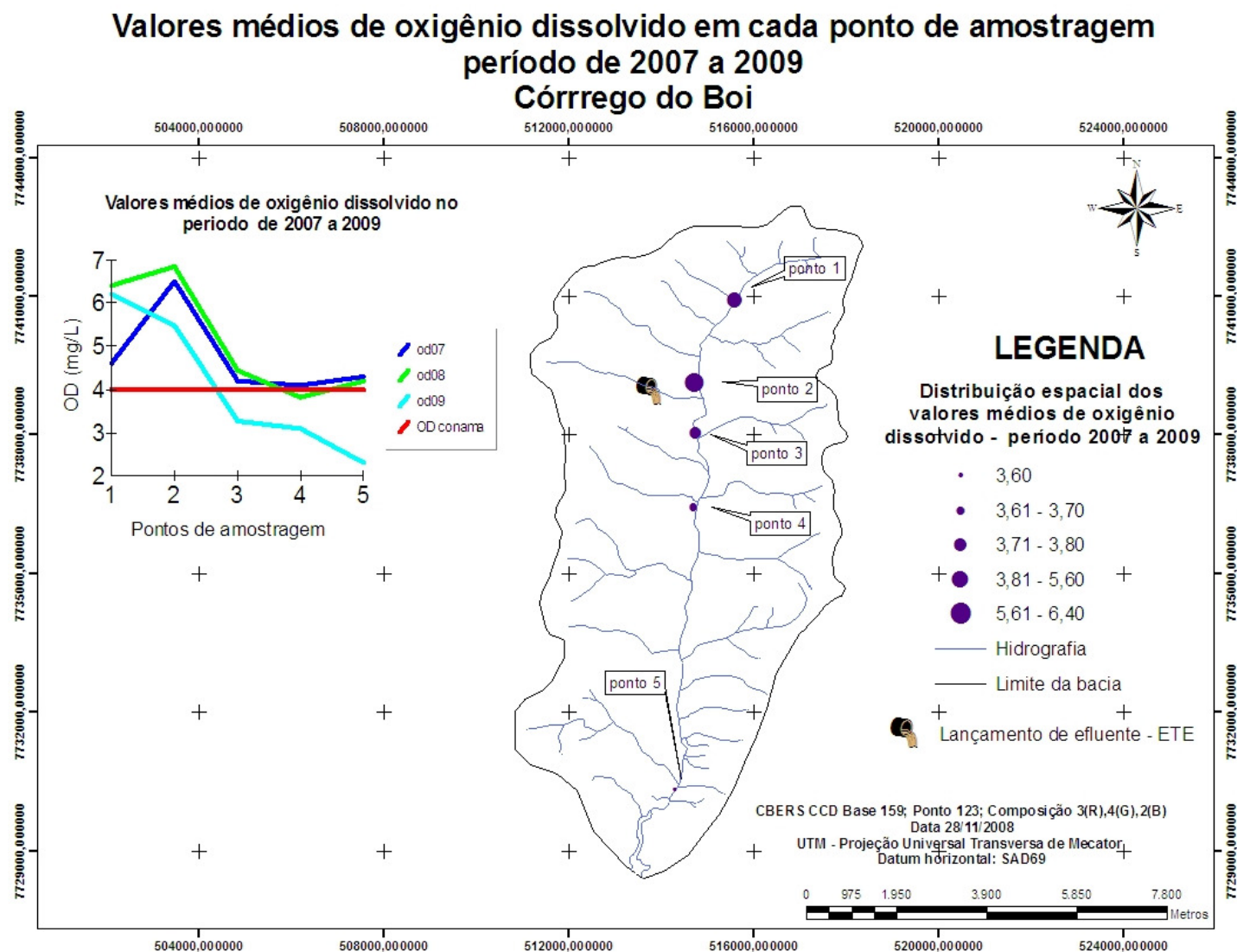
Num total de 27 amostras analisadas entre 2006 (setembro, outubro - com duas amostras, novembro e dezembro) a 2008 o ponto 3 ficou 63,0% das amostras com concentração de oxigênio dissolvido abaixo do permitido (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005, CLASSE 2), que é de 5,0 mg/l, apenas 37% das amostras estão com valores igual e acima de 5 mg/l de O<sub>2</sub>.

A redução nos valores de oxigênio dissolvido a partir do ponto 3, pode ser ocasionado pelo lançamento de esgoto da Estação de Tratamento da cidade de Aparecida d'Oeste.



**Figura 27.** Variação espacial e temporal de oxigênio dissolvido no período de 2006 a 2009.

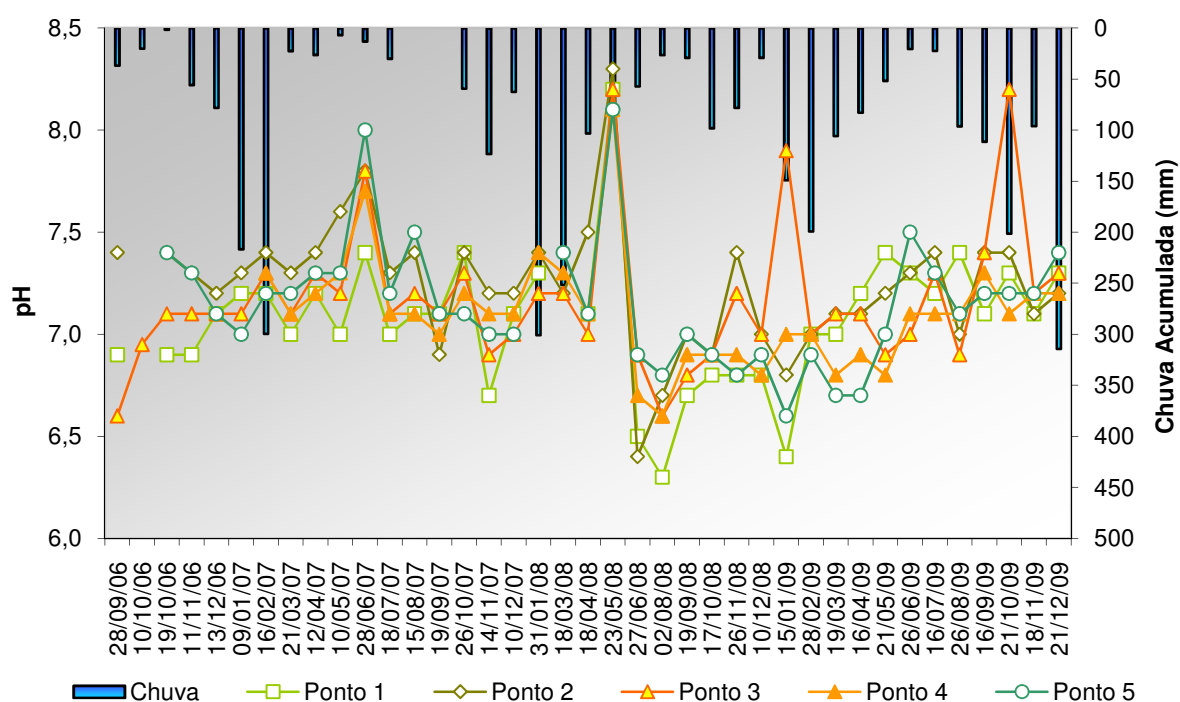
As médias das concentrações de oxigênio dissolvidos foram maiores nos pontos 1 e 2, com redução na concentração nos pontos 3, 4 e 5 (Figura 28). O ponto 2 foi onde apresentou as maiores médias de oxigênio dissolvido, com valor entre 5,41 a 6,70 mg/l.



**Figura 28.** Distribuição dos valores de oxigênio dissolvido no córrego do coqueiro.

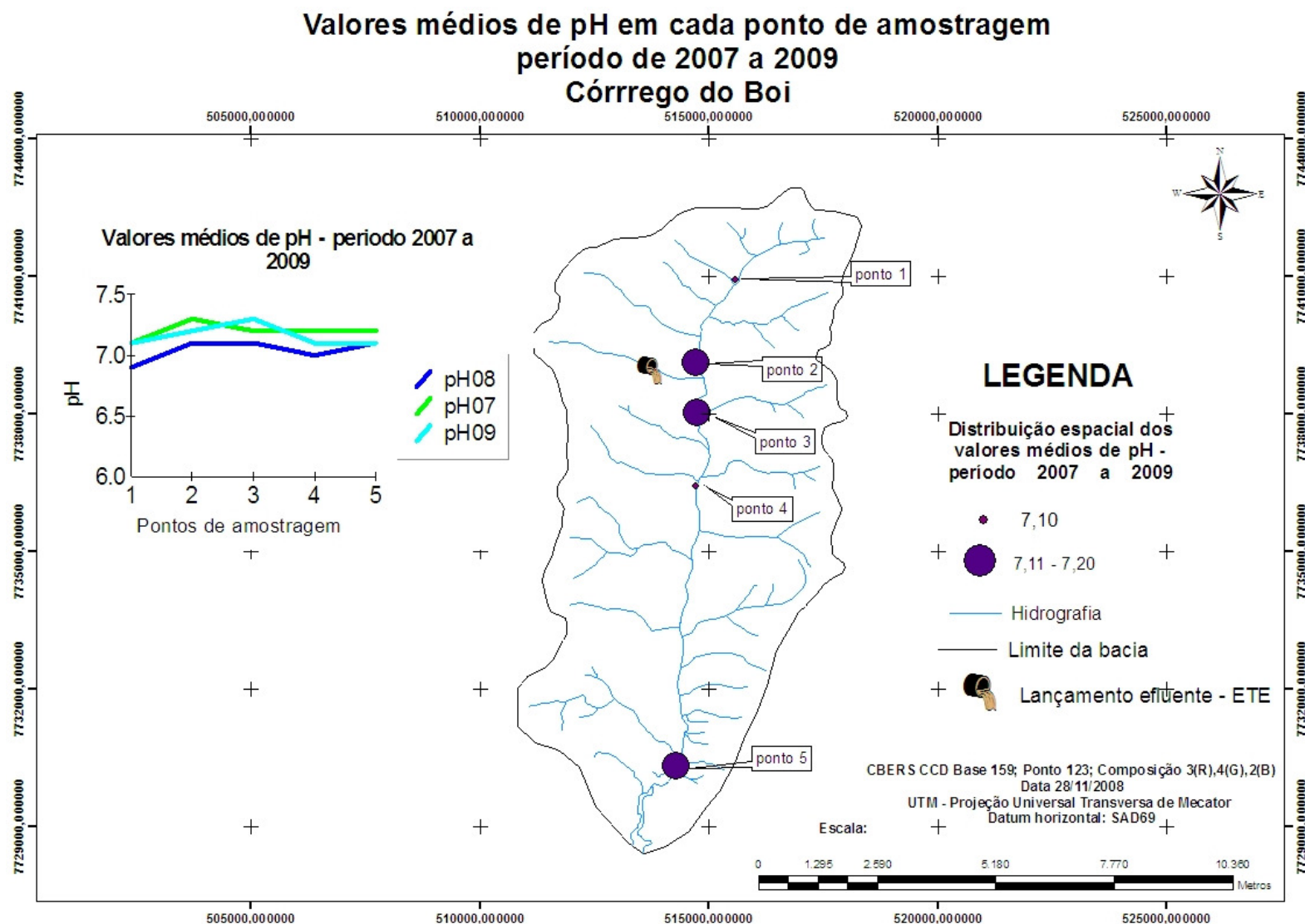
### 11.3.2.2. Potencial hidrogeniônico

Avaliando todas as amostras de pH no córrego do Boi, independente dos pontos de amostragem, variaram entre 6,3 e 8,3. Os maiores valores de pH ocorrerão na coleta do dia 23/05/2008 em todos os pontos analisados (Figura 29).



**Figura 29.** Variação espacial e temporal de pH no córrego do Boi.

Na Figura 30, os valores médios de pH dos anos de 2007, 2008 e 2009 e a distribuição espacial dos valores médios entre 2007 a 2009, nos pontos 2 e 4 apresentam as maiores médias, entre 7,21 - 7,30 (Figura 30).

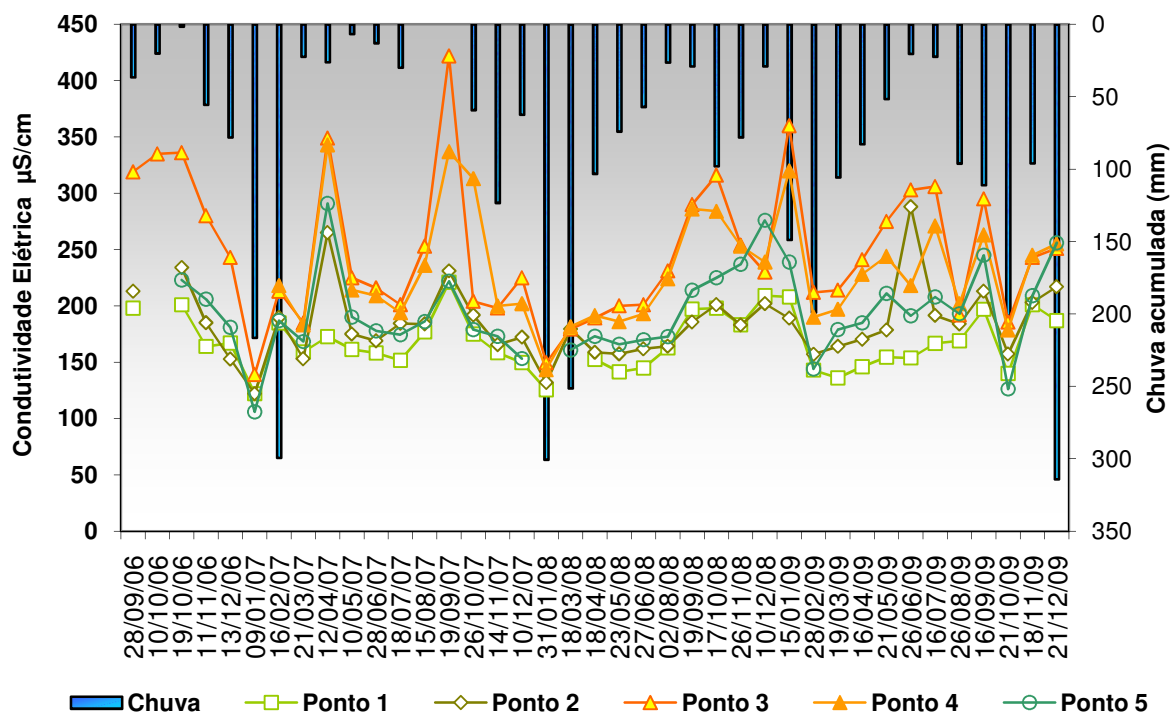


**Figura 30.** Distribuição dos valores de pH no córrego do Boi.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

### 11.3.2.3. Condutividade elétrica

O máximo valor de condutividade elétrica (422,0  $\mu\text{S/cm}$ ) ocorreu no dia 19/09/2007 e o mínimo valor foi de 139  $\mu\text{S/cm}$ , no ponto 3. No ponto 4, no mesmo dia, atingiu valor máximo de 343  $\mu\text{S/cm}$  (Figura 31).

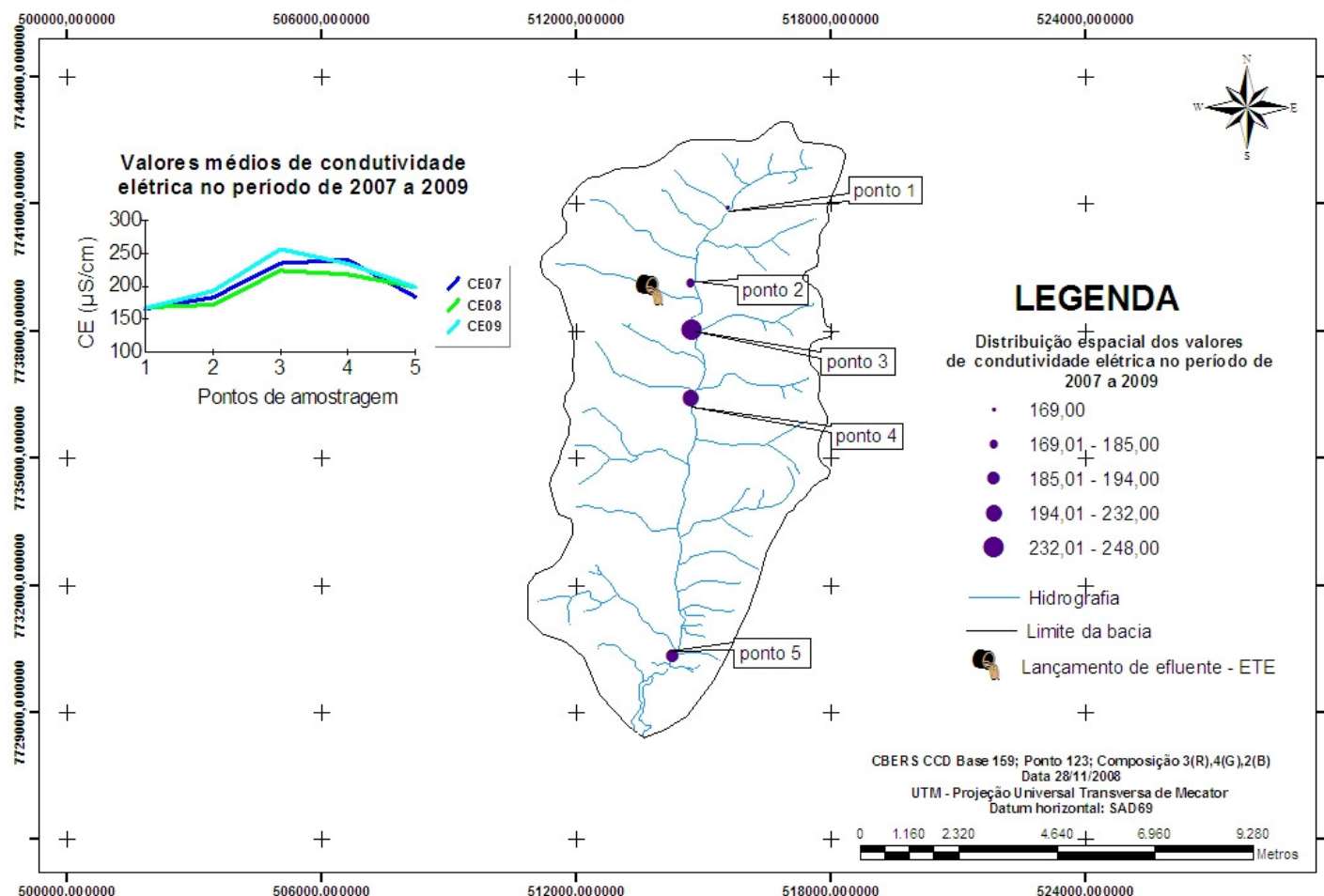


**Figura 31.** Variação espacial e temporal de condutividade elétrica no córrego do Boi.

Os valores médios de condutividade elétrica no ano de 2009 foi superior aos anos de 2008 e 2007, as maiores médias foram nos pontos 3,4 e 5.

A distribuição espacial dos valores médios na microbacia são maiores nos pontos 3 e 4 (192,0 - 244,0  $\mu\text{S/cm}$ ) seguindo com o ponto 5 (181,0 - 192,0  $\mu\text{S/cm}$ ) (Figura 32).

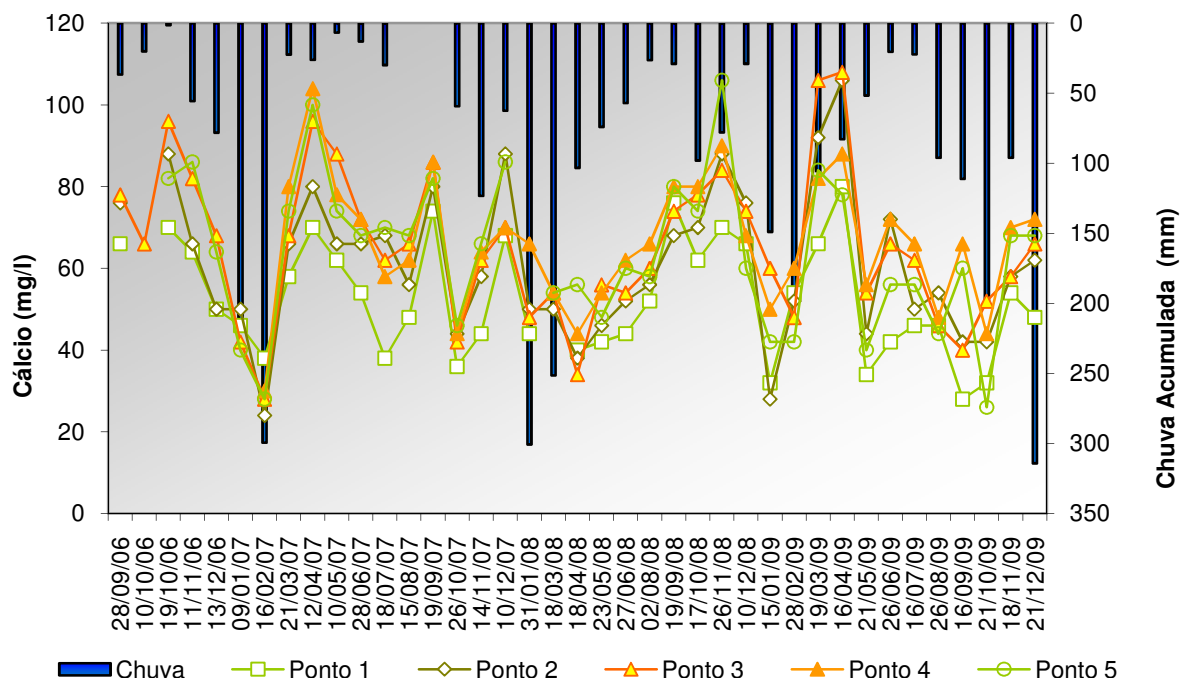
### Valores médios de condutividade elétrica nos pontos de amostragem no período de 2007 a 2009 Córrego do Boi



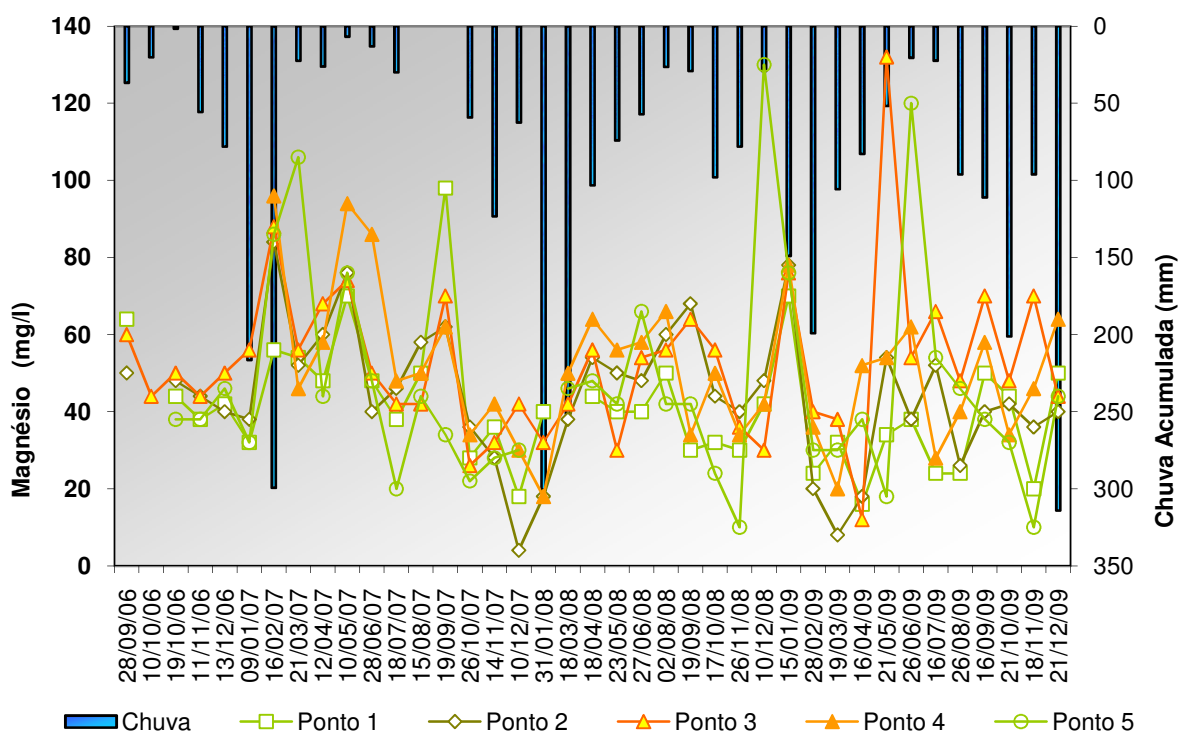
**Figura 32.** Distribuição dos valores médios de condutividade elétrica no córrego do Boi.

### 11.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza

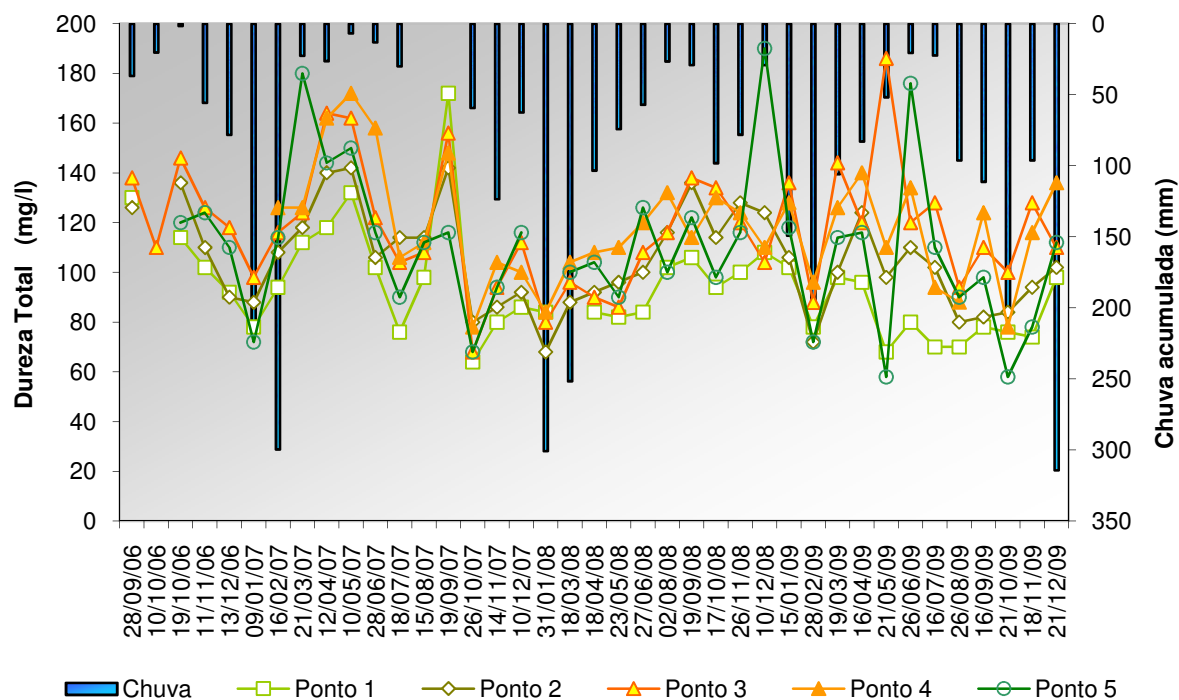
Na Figura 33 o comportamento da variação espacial e temporal de cálcio nos pontos amostrados.



**Figura 33.** Variação espacial e temporal de cálcio no córrego do Boi.

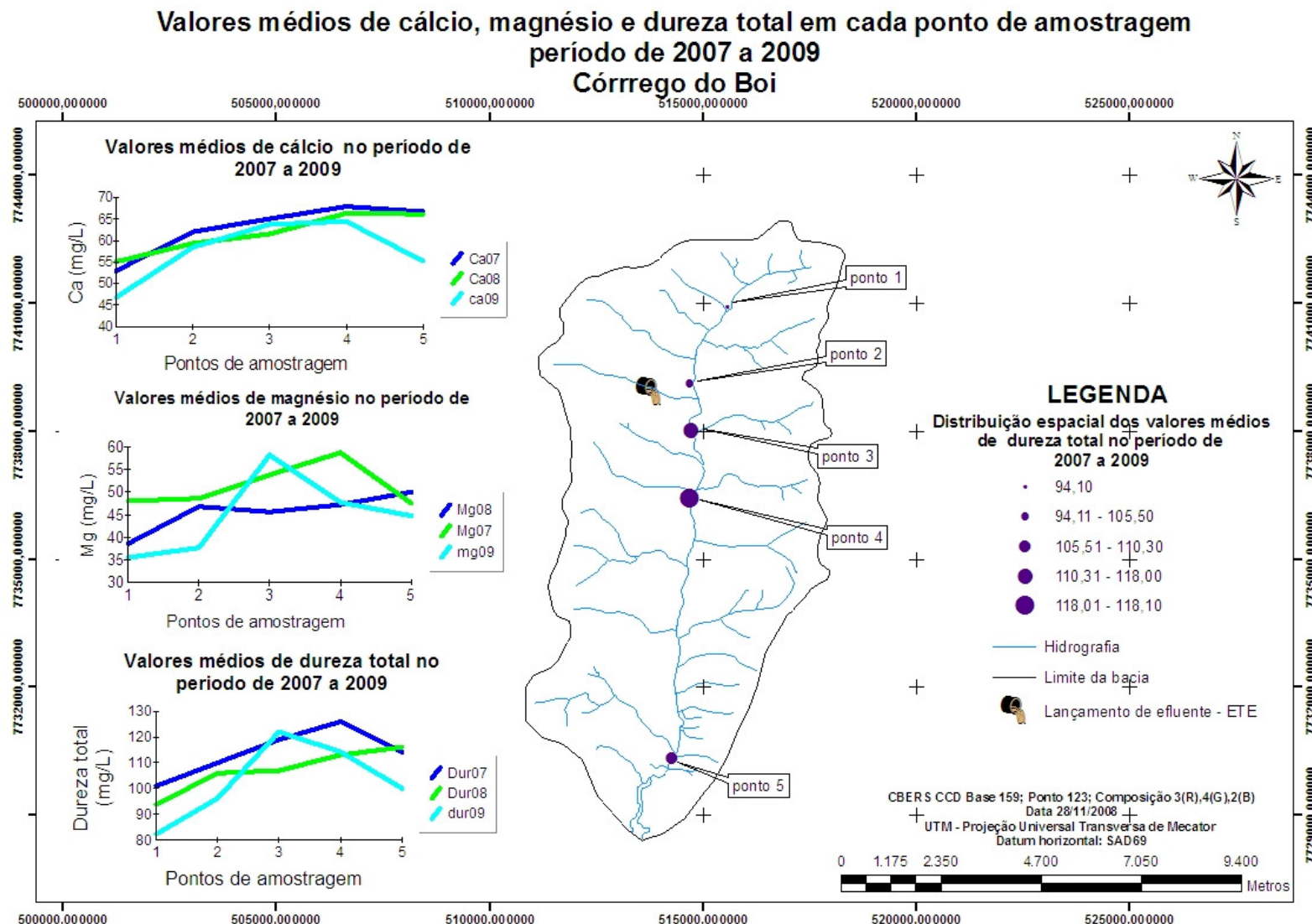


**Figura 34.** Variação espacial e temporal de magnésio do córrego do Boi.



**Figura 35.** Variação espacial e temporal de dureza total no córrego do Boi.

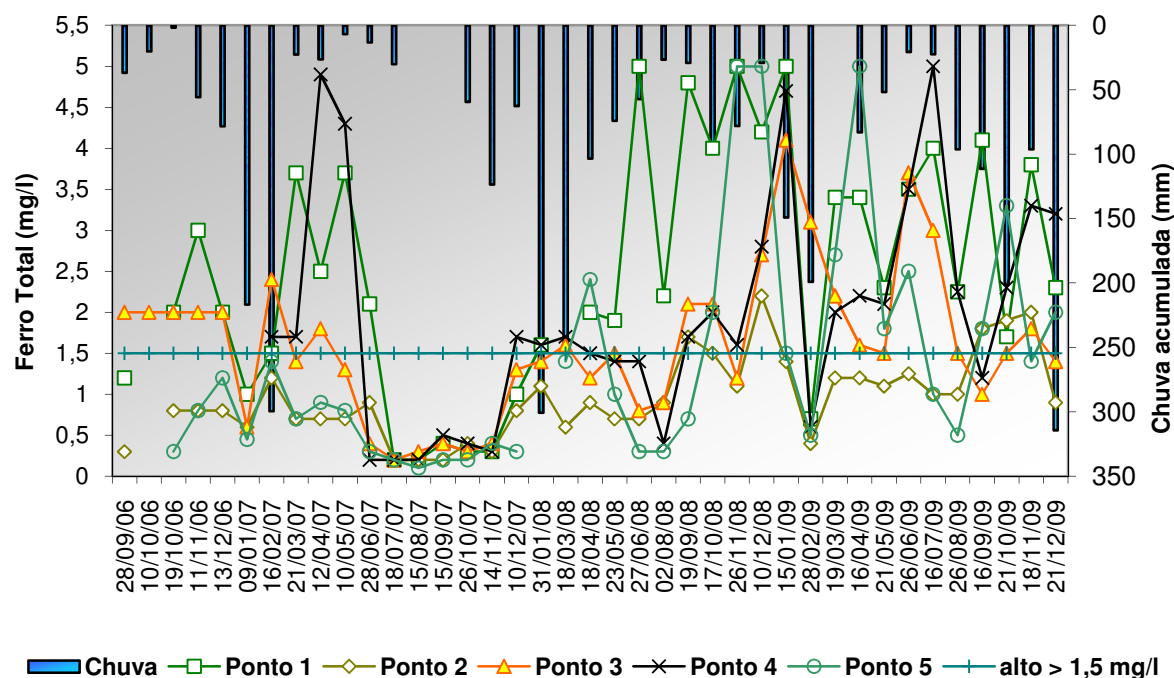
Os maiores valores médios de dureza total no período de 2007 a 2009 ocorreram 3, 4 e 5 (Figura 36).



**Figura 36.** Distribuição dos valores médios de cálcio, magnésios e dureza no córrego do Boi.

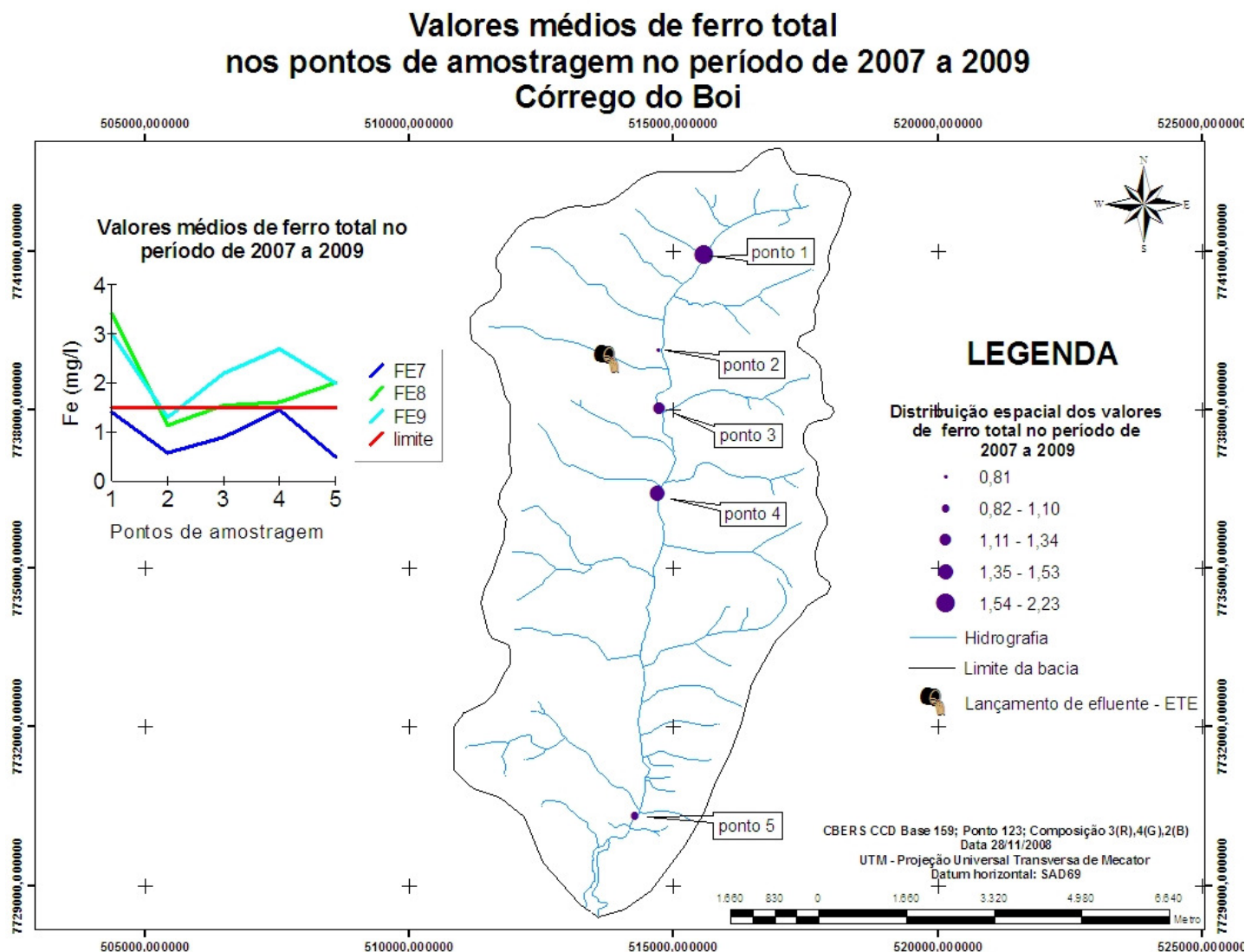
### 11.3.2.5. Ferro total

As maiores concentrações de ferro total ocorreram no ponto 1 e 4, com redução nas concentrações entre os meses de agosto, setembro e outubro de 2007.



**Figura 37.** Variação espacial e temporal de ferro total.

As maiores médias de ferro total ocorreram no ponto 1, 2 e 3, sendo o ponto 1 com valores entre 1,54 - 2,23 mg/L (Figura 38).

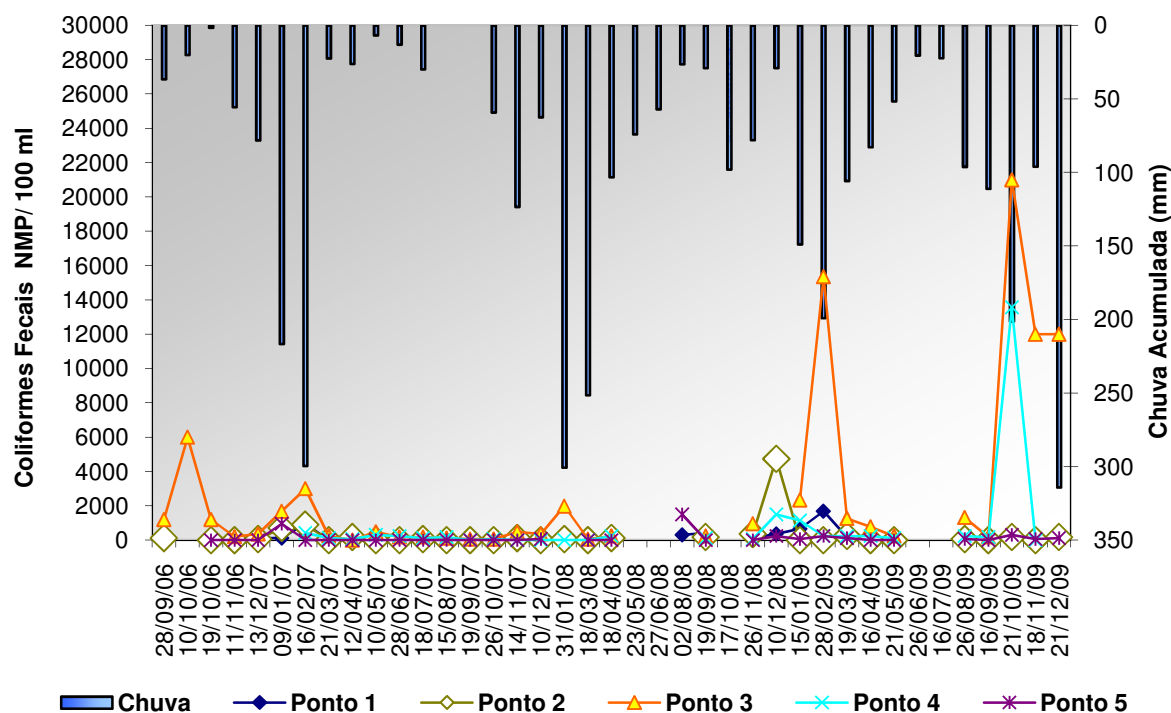


**Figura 38.** Distribuição dos valores médios de ferro total.

### 11.3.3. Variáveis Biológicas

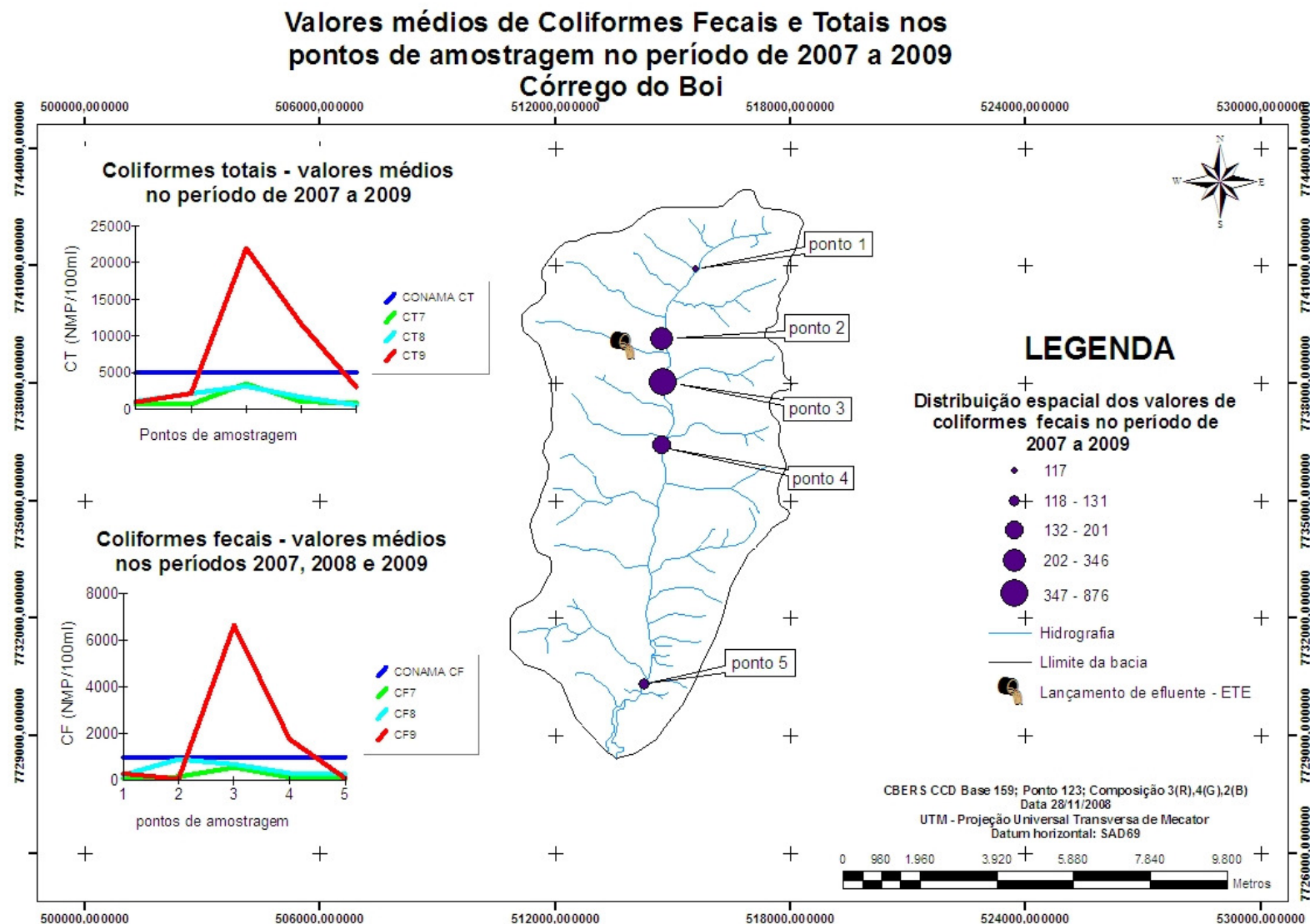
#### 11.3.3.1. Coliformes fecais e totais

Os valores de coliformes fecais foram superiores no ponto 3, principalmente devido a presença da estaca de tratamento de esgoto (ETE) da cidade de Aparecida d'oeste que fica a montante do ponto 3 (Figura 39).



**Figura 39.** Variação espacial e temporal de coliformes fecais no córrego do Boi.

As médias de coliformes fecais e totais ficaram abaixo do permitido, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005 (Figura 40). Os valores médios de coliformes fecais foram superiores no ano de 2009 e os menores valores ocorreram nos anos de 2007 e 2008. Os valores médios foram superiores no ponto 3 amostragem e redução nas médias nos pontos 4 e 5.



**Figura 40.** Distribuição dos valores médios de coliformes fecais e totais no córrego do Boi.

## 12. CÓRREGO DO COQUEIRO

### 12.1. Características da Microbacia

O córrego do Coqueiro situado entre os municípios de Jales, São Francisco, Palmeira d'Oeste e Dirce Reis. Na Tabela abaixo estão os dados de população dos municípios pertencente a essa microbacia, usos do solo, água e principais atividades.

**Tabela 11.** Característica da microbacia

Área de drenagem	192,9 km <sup>2</sup>
População Total dos municípios pertencente a essa microbacia <sup>1</sup>	60.986 habitantes
População urbana total dos municípios pertencentes a essa microbacia <sup>1</sup>	52.547 habitantes
Principal manancial	Córrego do Coqueiro
Usos do solo	Predominam atividades agrícolas, com destaque para a fruticultura.
Usos da água	Irrigação, consumo humano e dessedentação animal
Principais atividades	Agricultura
Municípios	Jales, São Francisco, Palmeiras d'Oeste e Dirce Reis

<sup>1</sup>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico

### 12.2. Finalidade e tipo de uso da água

A finalidade, o tipo e uso da água na microbacia do córrego do Coqueiro estão representados nas tabelas 12, 13 e 14.

**Tabela 12.** Finalidade, tipo e uso da água na microbacia do Córrego do Coqueiro.

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

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

**Tabela 13.** Finalidade de uso da água na microbacia do Córrego do Coqueiro

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

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

**Tabela 14.** Tipo de Usuário da água na microbacia do Córrego do Coqueiro

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

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

## 12.3. Qualidade de água

As coletas iniciaram em outubro de 2006 com cinco pontos de amostragem ao longo do córrego para coleta de água

### 12.3.1. Variáveis Físicas

#### 12.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais

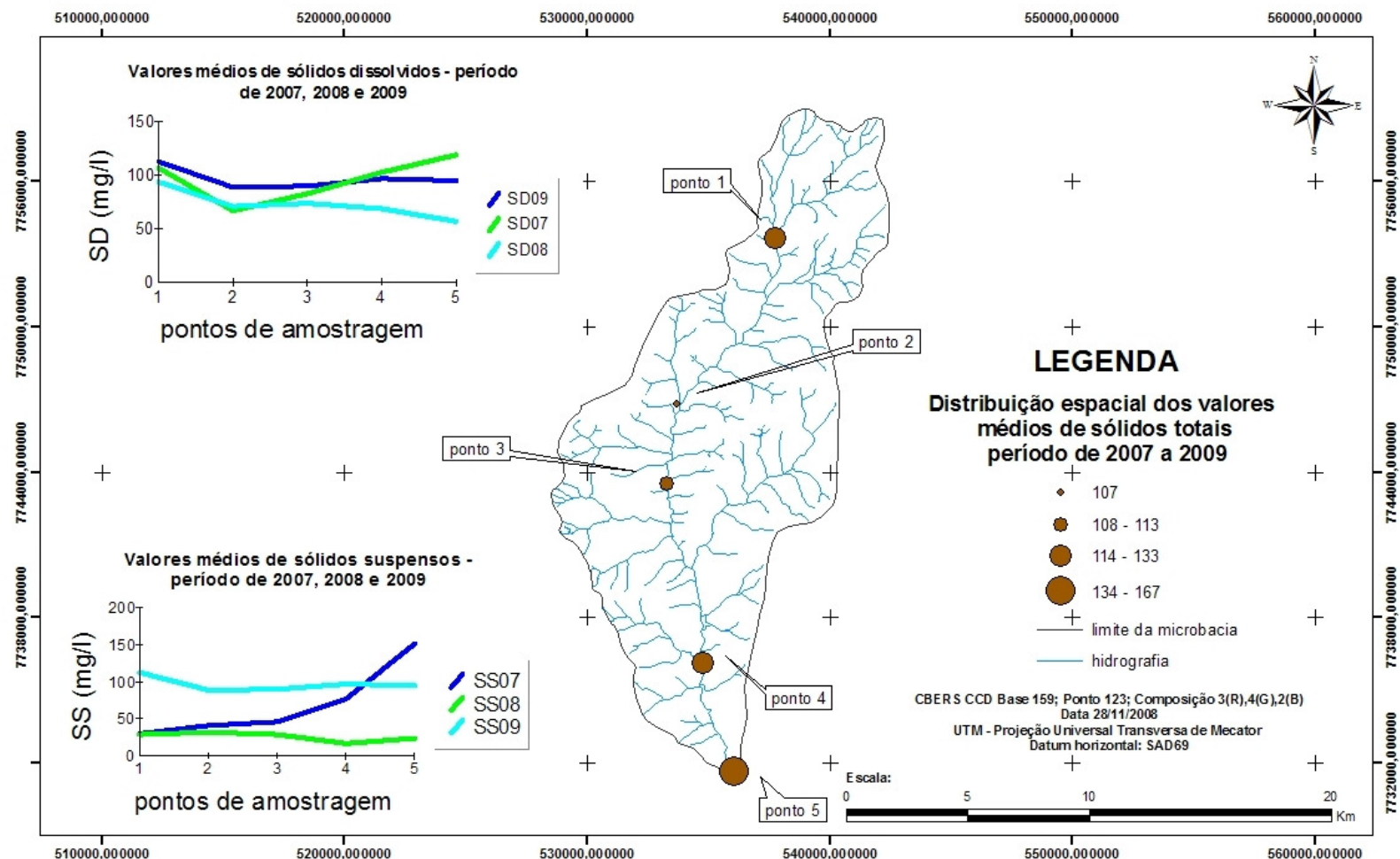
Os maiores valores médios de sólidos totais no ano de 2007 ocorreram no ponto 5 (271,3 mg/L), as menores médias foi no ponto 2 (108,45 mg/L). No ano de 2008, a

maior média foi no ponto 1, com valor de 123,20 mg/L e o menor foi no ponto 5, com valor de 80,60 mg/L (Figura 37).

No período de 2009, os valores de sólidos totais foram superiores ao ano de 2008, o ponto 1 com valor médio de 135 mg/L e o ponto 5 com 131,0.

A distribuição espacial dos valores médios de sólidos totais na microbacia entre os períodos de 2006 a 2009 foram superiores nos pontos 1, 4 e 5, com redução nos pontos 2 e 3 (Figura 41).

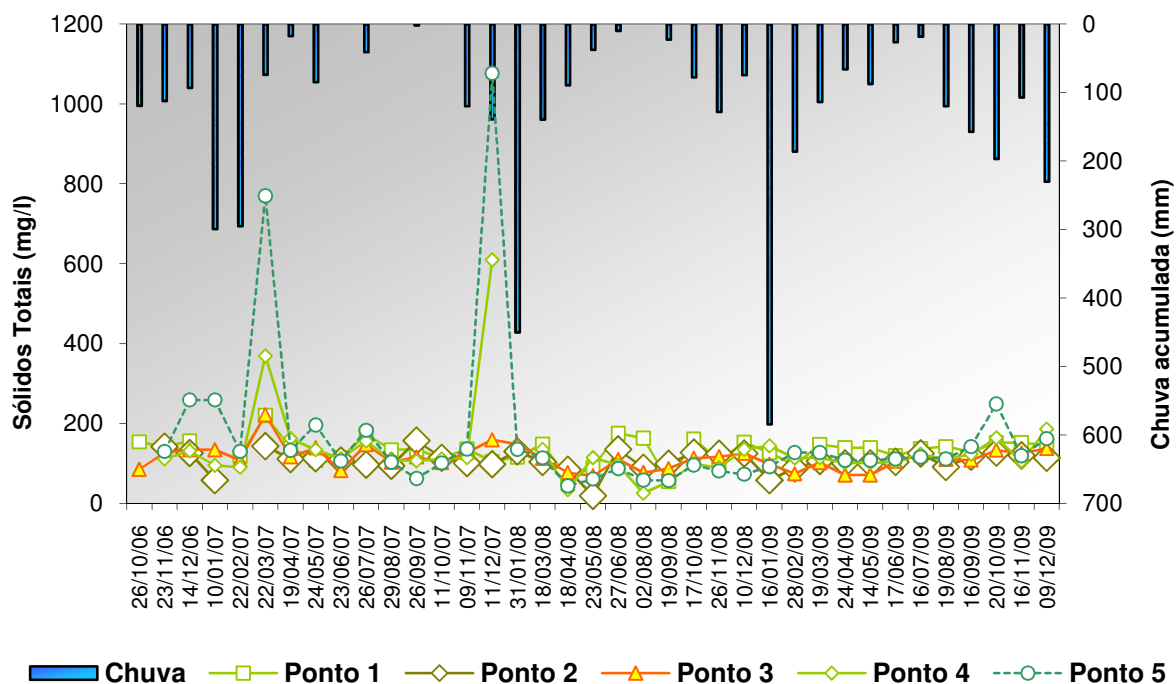
## Valores médios de sólidos totais, dissolvidos e suspensos em cada ponto de amostragem no período de 2007 a 2009 Córrego do Coqueiro



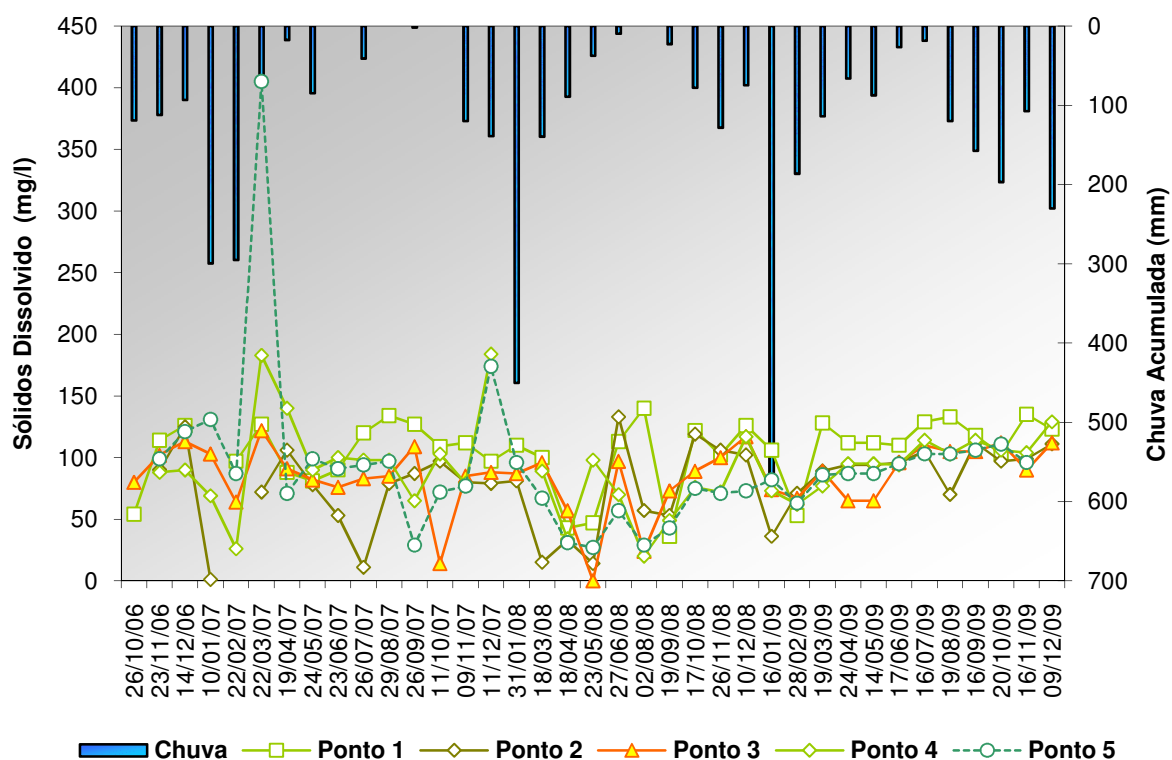
**Figura 41.** Distribuição espacial dos valores médios de sólidos suspensos, dissolvidos e totais.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

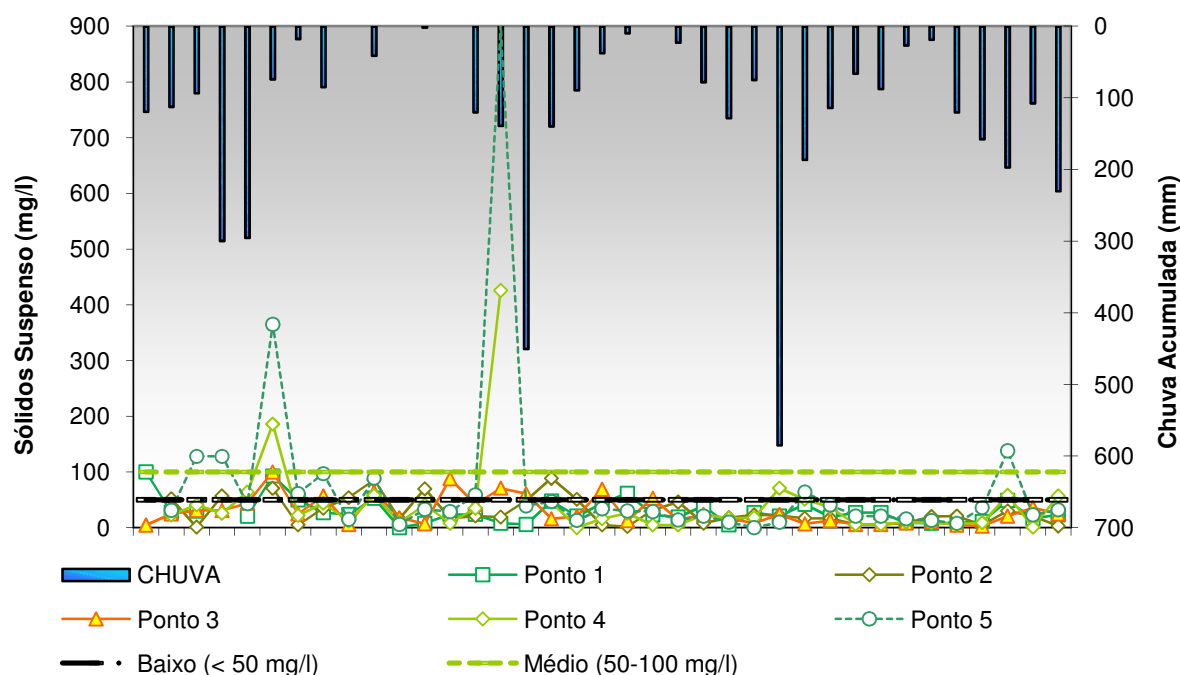
Nos gráficos abaixo estão a variação espacial e temporal de sólidos totais, dissolvido e suspensos dos pontos analisados, no período de 2006 (outubro, novembro e dezembro), 2007, 2008 e 2009.



**Figura 42.** Variação espacial e temporal de sólidos totais no córrego do Coqueiro.



**Figura 43.** Variação espacial e temporal de sólidos dissolvidos no córrego do Coqueiro.



**Figura 44.** Variação espacial e temporal de sólidos suspenso no córrego do Coqueiro.

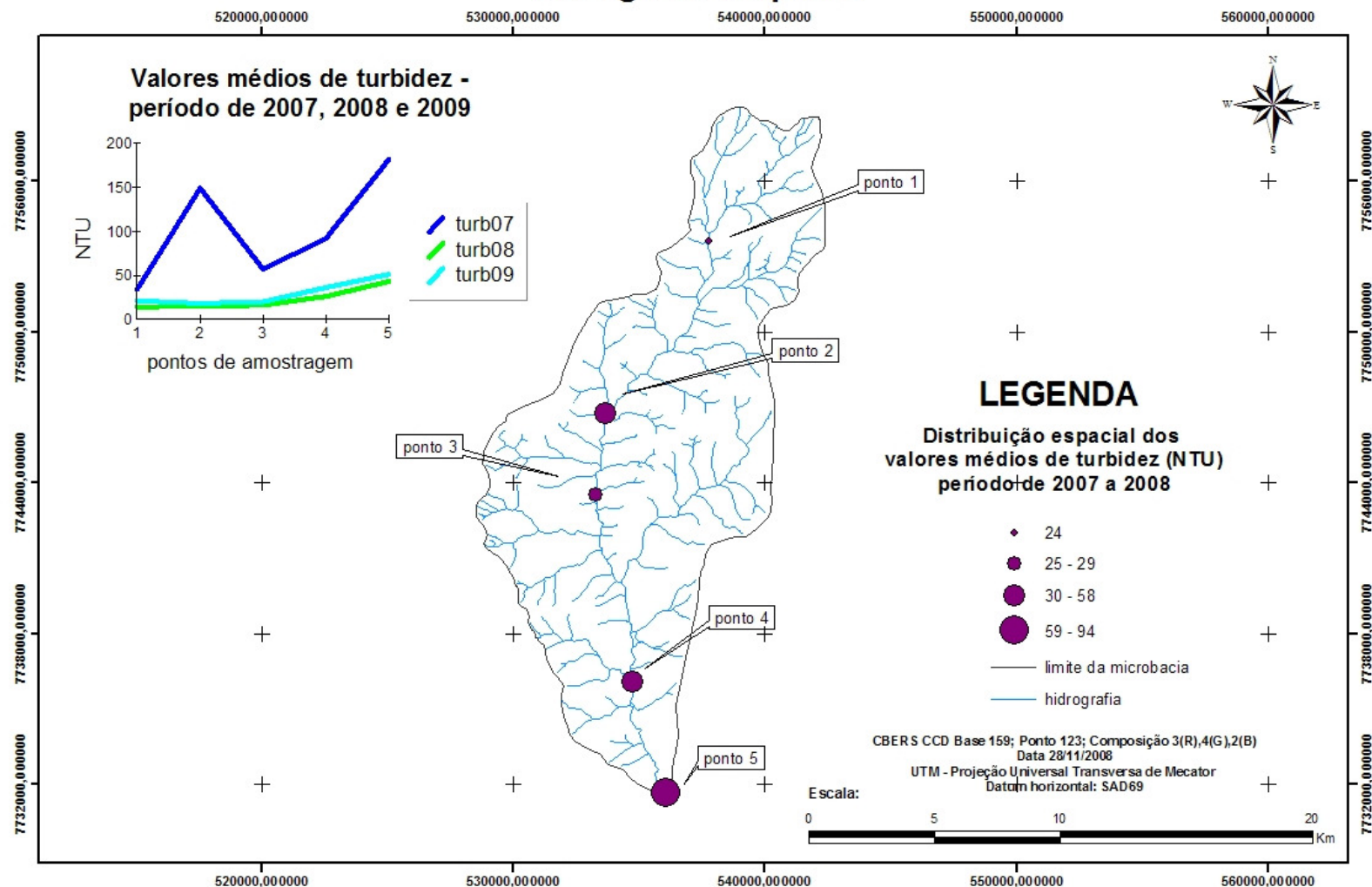
### 12.3.1.2. Turbidez

Em 2007, no ponto 5 atingiu valor de 150 NTU, os maiores valores médios de turbidez ocorreram no ponto 5. No ano de 2008, os valores médios foram inferiores em relação ao ano de 2007. Os valores médios de turbidez nos pontos analisados no período de 2009 foram semelhantes ao período de 2008.

A distribuição espacial dos valores médios de turbidez entre os anos de 2007, 2008 e 2009 foram superiores nos pontos 2, 4 e 5 (Figura 45). Os menores valores de turbidez foram nos pontos 1 e 3.

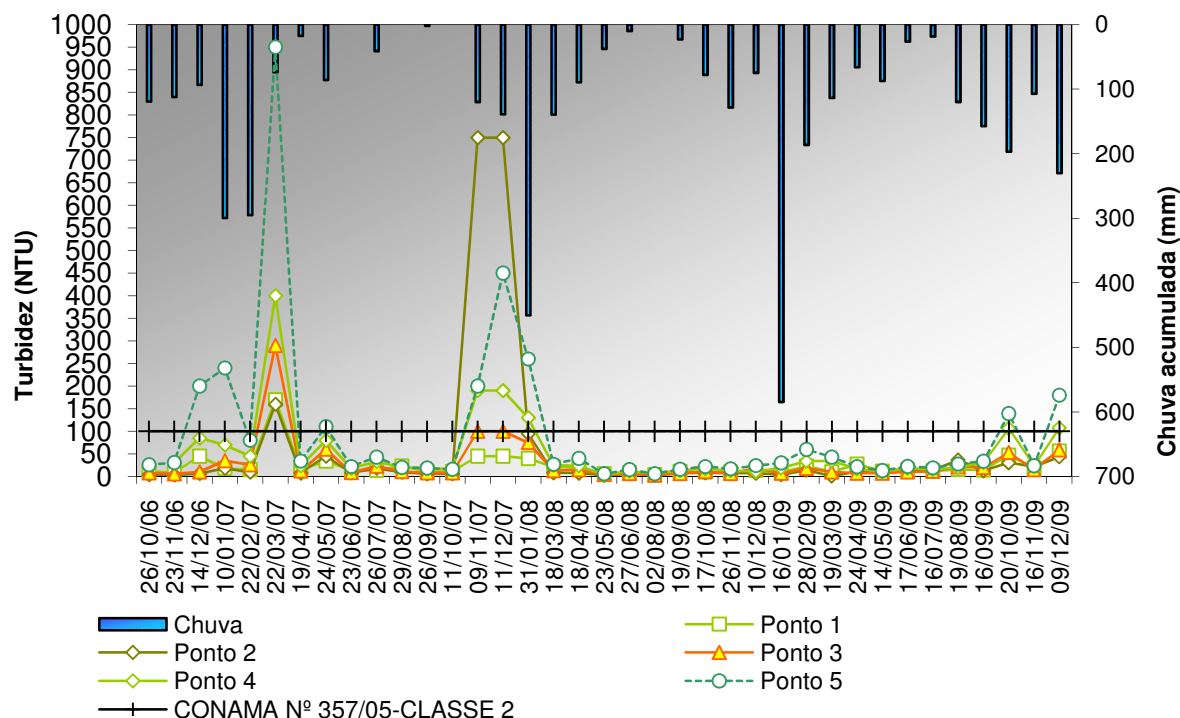
A turbidez média para o rio São José dos dourados nos períodos de 1994-2003 e 2004 foram 41 NTU e 24 NTU, respectivamente (CETESB, 2005, p. 242).

## Valores médios de turbidez em cada ponto de amostragem no período de 2007 a 2009 Córrego do Coqueiro



**Figura 45.** Distribuição espacial dos valores médios de turbidez no córrego do Coqueiro.

Nos meses de novembro e dezembro os valores de turbidez no ponto 2 foi de 750 NTU, no ano de 2008 os valores de turbidez foram inferiores a 100 NTU (Figura 42). Em 2009 apenas os meses de outubro e dezembro foram superiores a 100 NTU.

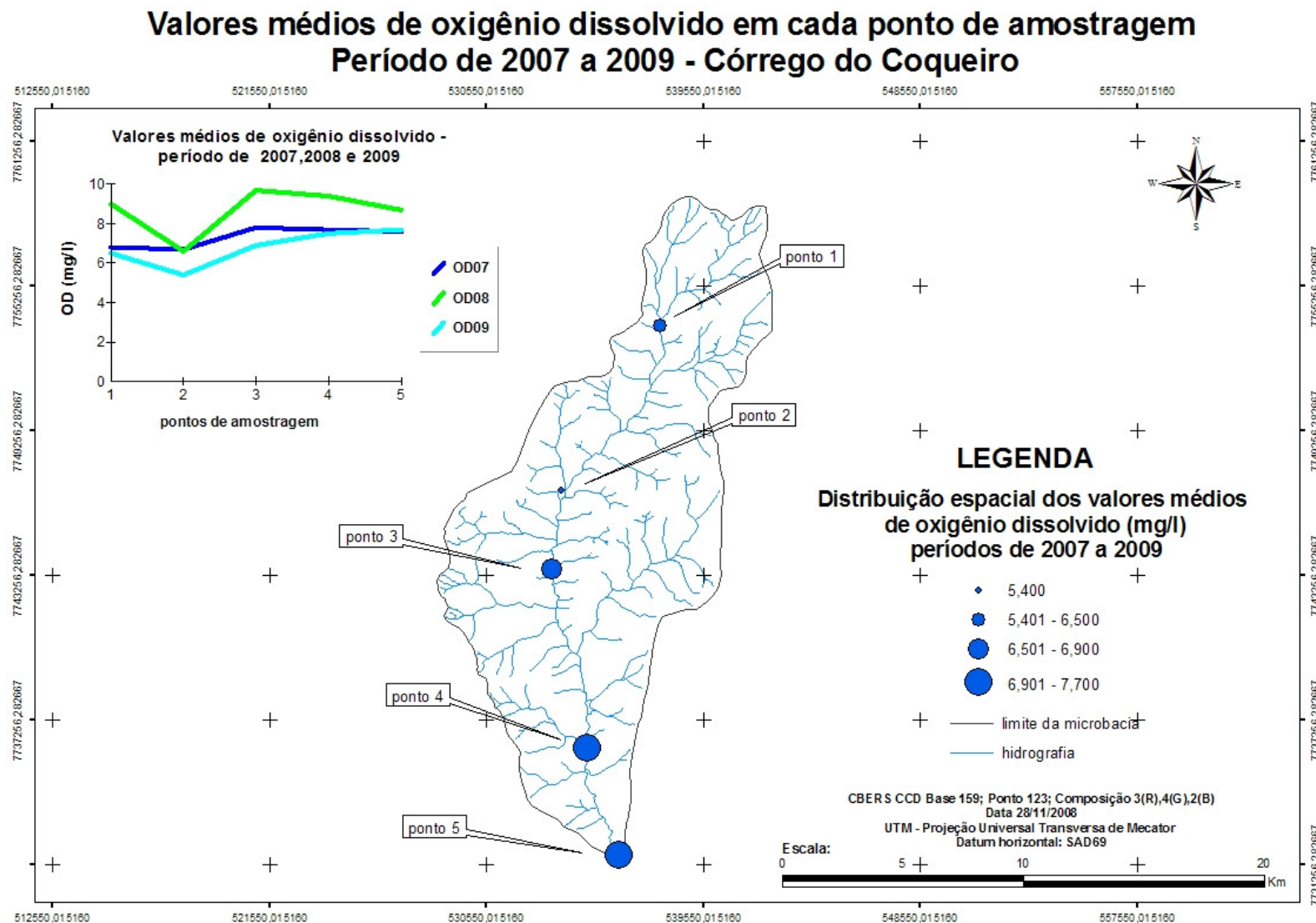


**Figura 46.** Variação espacial e temporal dos valores de turbidez no córrego do Coqueiro.

## 12.3.2. Variáveis Químicas

### 12.3.2.1. Oxigênio dissolvido

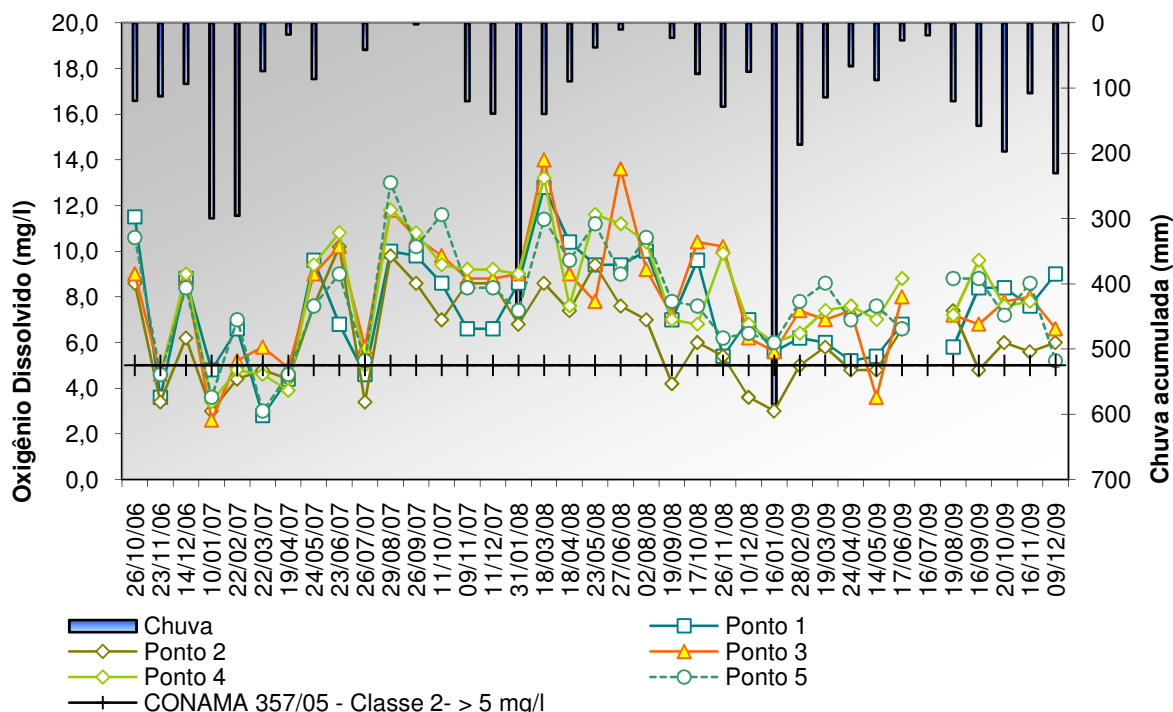
Todas as amostras analisadas estão acima 5 mg/L de oxigênio dissolvido, de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005 do valor permitido. As médias no período de 2008, em todos os pontos foram superiores ao ano de 2007, entretanto os valores médios de oxigênio dissolvidos no período de 2009 foram inferiores aos anos anteriores (Figura 47).



**Figura 47.** Distribuição espacial dos valores médios de oxigênio dissolvido no córrego do Coqueiro.

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

Os menores valores de oxigênio dissolvido ocorreu no ponto 3 (2,6 mg/L) em 10/01/2007. No período de 2008 duas amostras ficaram abaixo de 5 mg/L no ponto 2, em 2009 uma amostra ficou abaixo de 5 mg/L. O ponto 3 apresentou valor abaixo na coleta do dia 14/05/2009 (Figura 48).

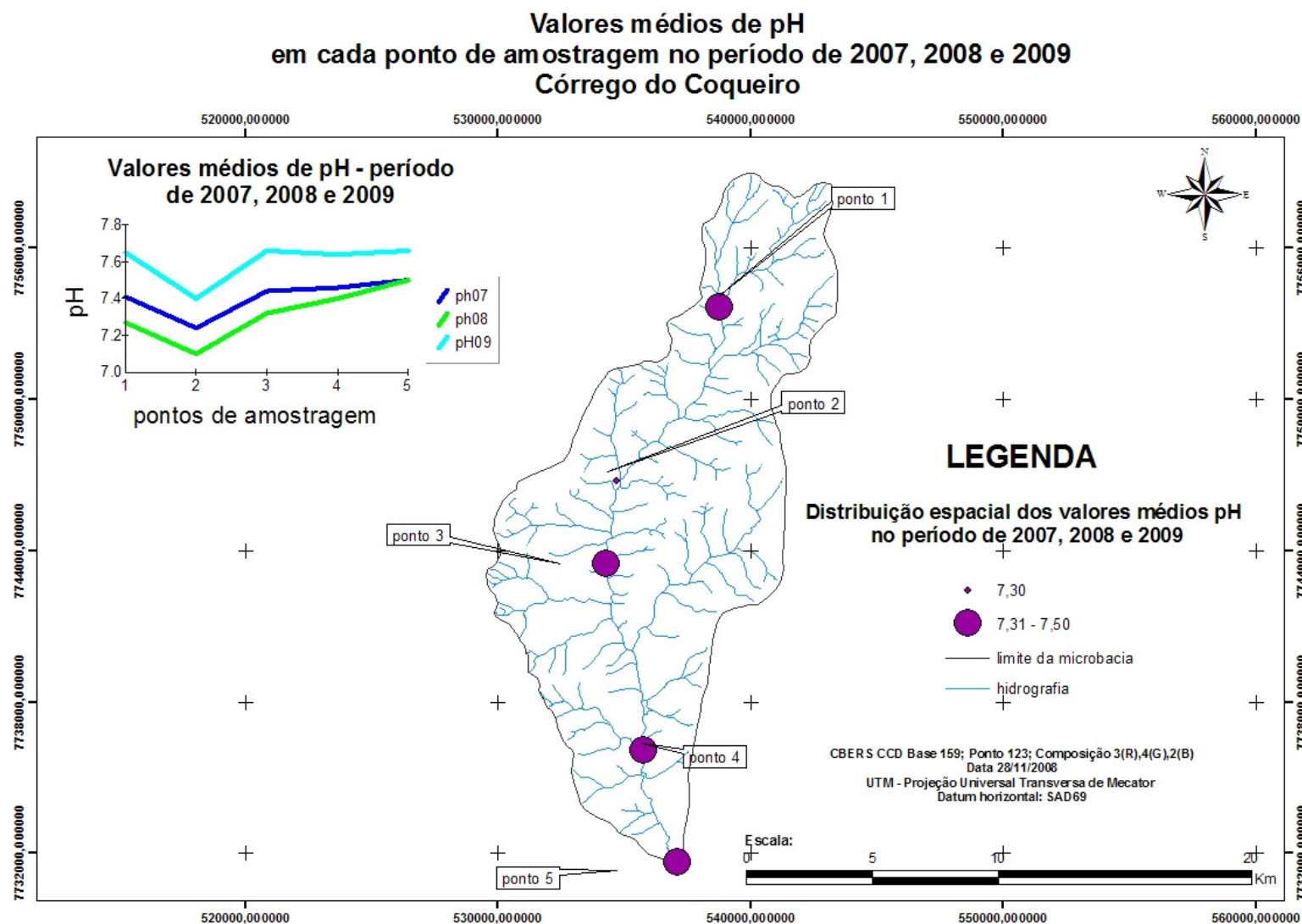


**Figura 48.** Variação espacial e temporal de oxigênio dissolvido no córrego do Coqueiro.

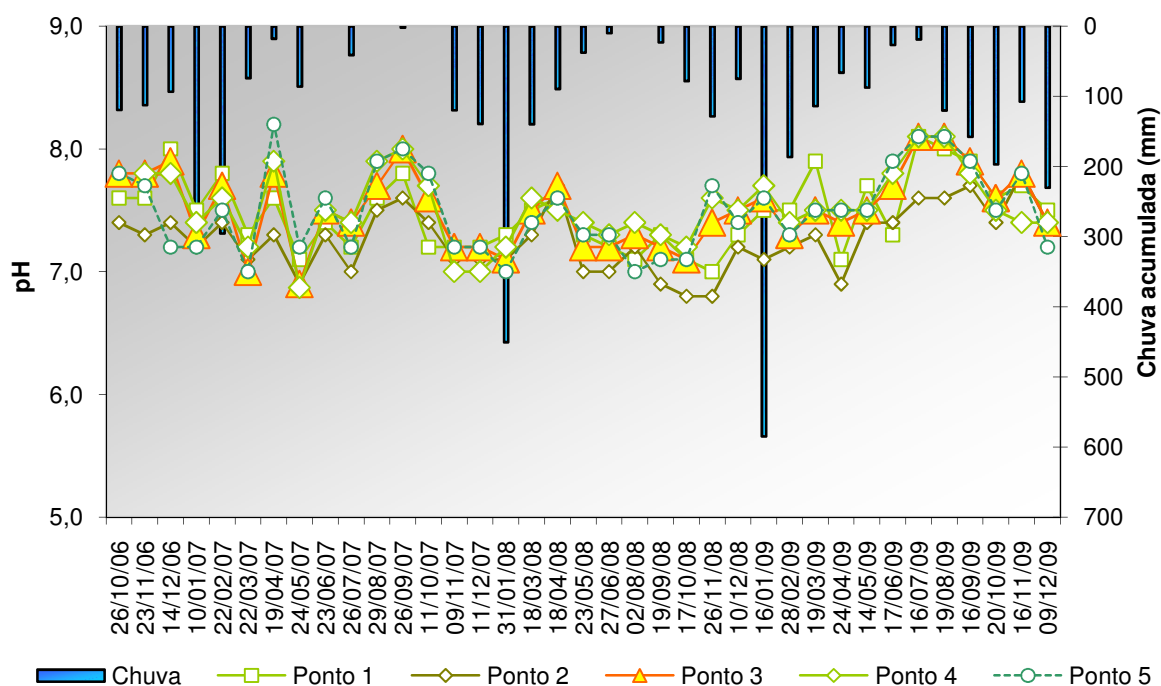
### 12.3.2.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH variam com mínimo de 6,8 e máximo valor de 8,2, nos períodos de 2007 a 2009. Os valores médios de 2009 foram superiores aos anos anteriores de monitoramento. (Figura 49).

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 49.** Distribuição espacial dos valores médios de pH no córrego do Coqueiro.

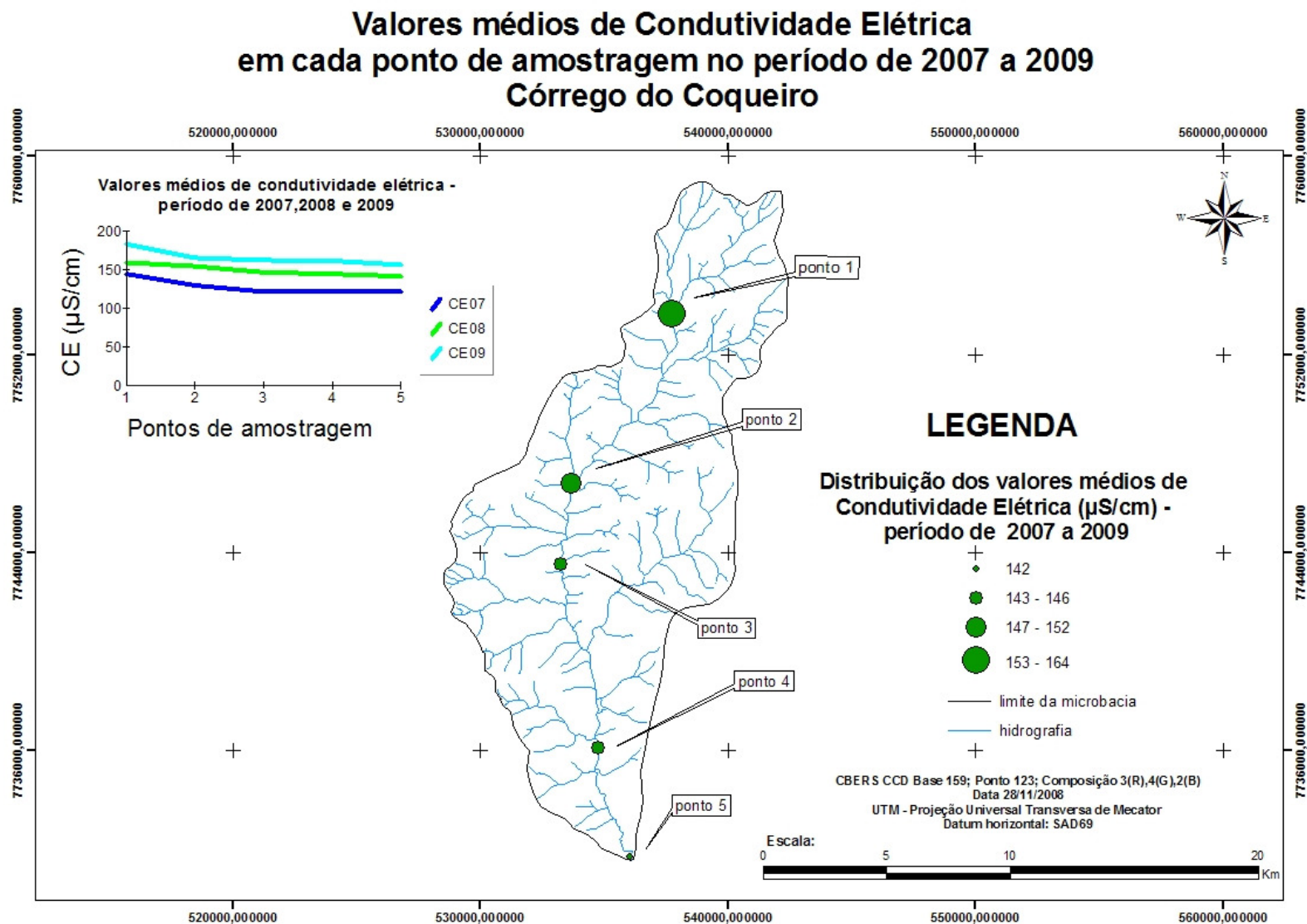


**Figura 50.** Variação espacial e temporal de pH no córrego do Coqueiro.

### 12.3.2.3. Condutividade elétrica

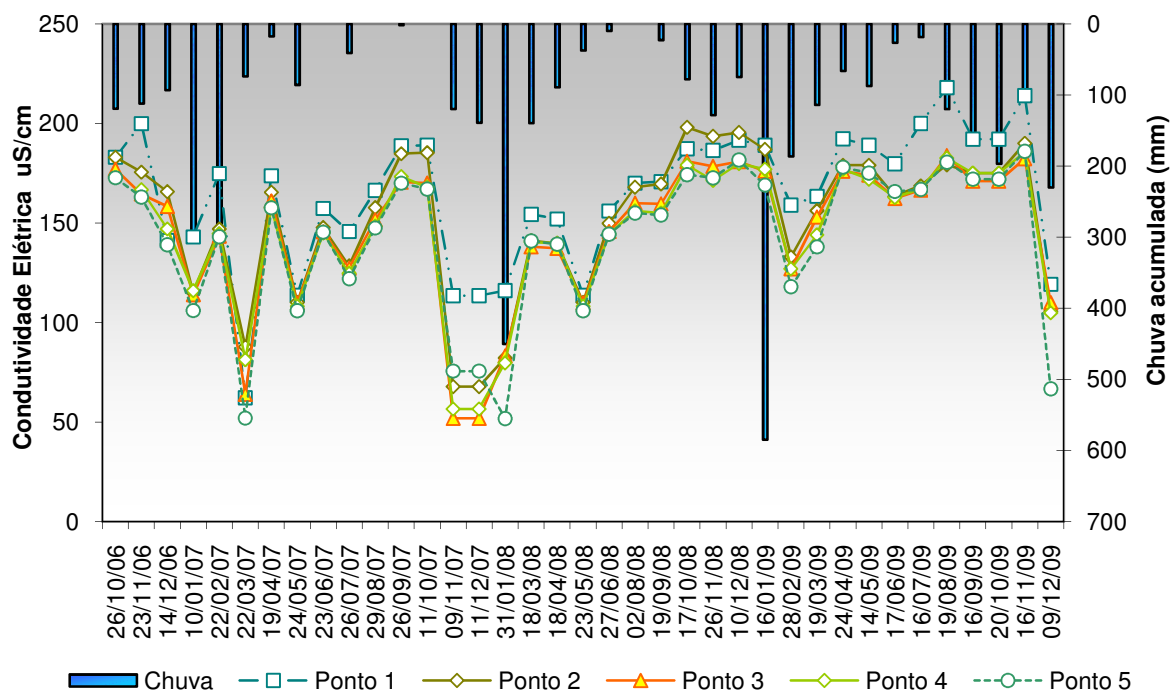
Outros fatores podem ter contribuído como as características geo-pedológicas observadas em outras bacias do estado (SOUZA et al., 2000), o uso e ocupação da terra com a remoção da cobertura vegetal, a implantação de uma agricultura sem controle da erosão, que podem favorecer o aumento do escoamento superficial,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

Os valores médios de condutividade elétrica do ano de 2008 foram superiores ao ano de 2007, sendo o ponto 1 com a distribuição dos maiores valores de condutividade elétrica (Figura 51).



**Figura 51.** Distribuição espacial dos valores médios de condutividade elétrica no córrego do Coqueiro.

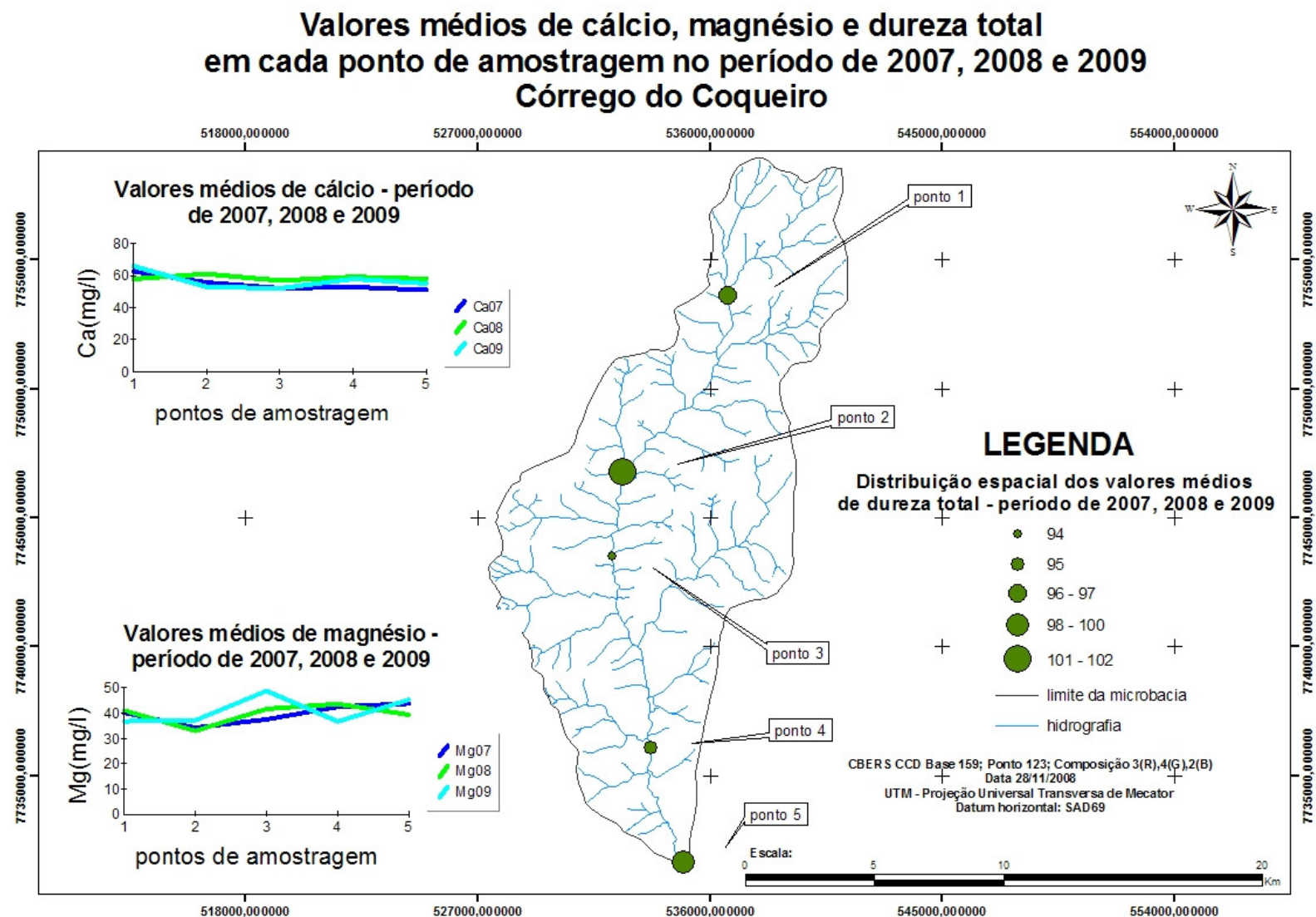
Os valores de condutividade no período seco tende aumentar em relação ao período chuvoso, com diminuição gradativa nos valores de condutividade ao longo dos pontos avaliados. No período chuvoso houve uma diminuição na distribuição dos valores de condutividade elétrica nos quatros primeiros pontos avaliados e um aumento gradativo no ponto 5 (Figura 52).



**Figura 52.** Variação espacial e temporal de condutividade elétrica do córrego do Coqueiro.

#### 12.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza

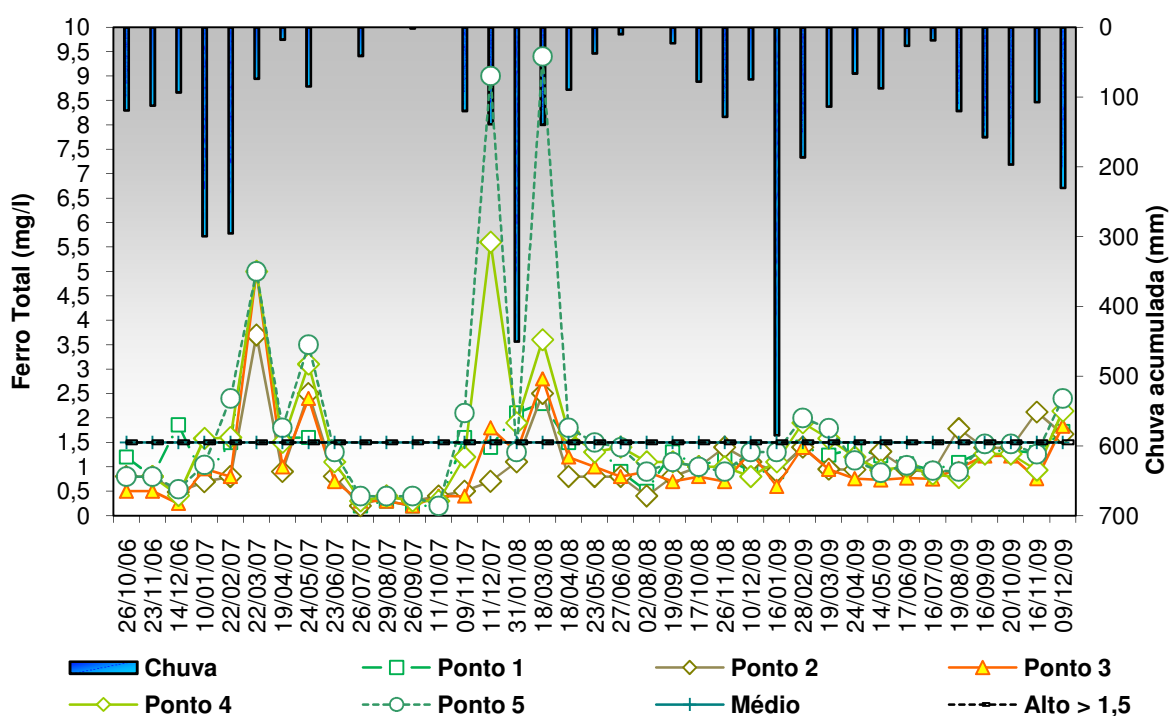
Na Figura 49 tem a distribuição espacial dos valores médios de cálcio, magnésio e dureza total, entre o período de 2007 a 2009.



**Figura 53.** Distribuição espacial dos valores médios de cálcio, magnésio e dureza total no córrego do Coqueiro.

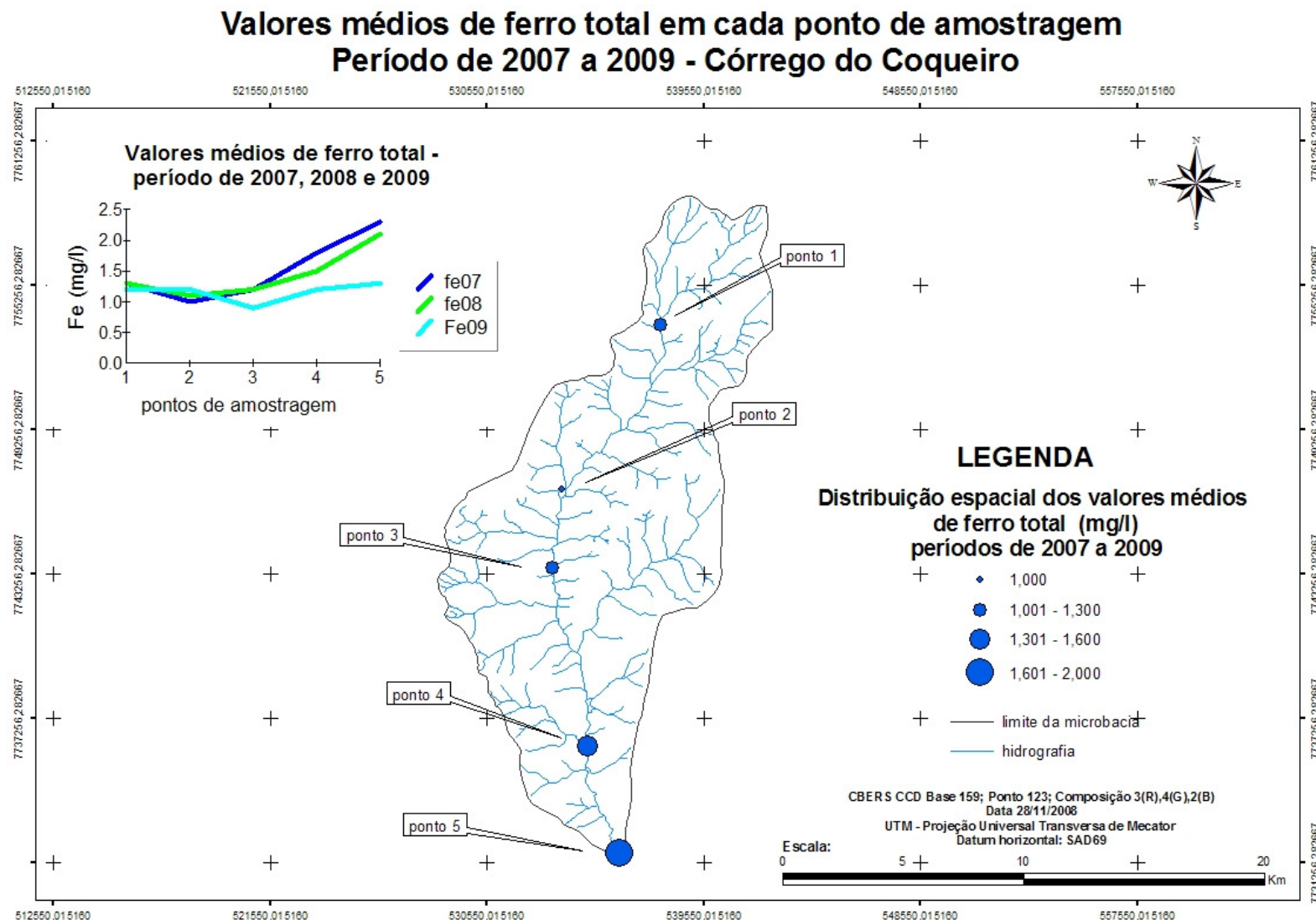
### 12.3.2.5. Ferro total

O valor máximo de ferro total ocorreu no ponto 5, com 9,0 mg/L em dezembro de 2007 e 9,4 mg/L em março de 2008, para a irrigação valores acima de 1,5 mg/L de ferro total apresenta dano a operação aos sistema de microaspersão e gotejamento (Figura 54).



**Figura 54.** Variação espacial e temporal de ferro total no córrego do Coqueiro.

De acordo com a distribuição espacial dos valores médios de ferro total na microbacia do córrego do coqueiro, no período de 2007 a 2009 ocorreram no ponto 4 (1,3-1,6 mg/L de Fe) e 5 (1,6-2,0 mg/L de Fe), as menores médias de ferro total ocorreram no ponto 2 e 3 (Figura 55).

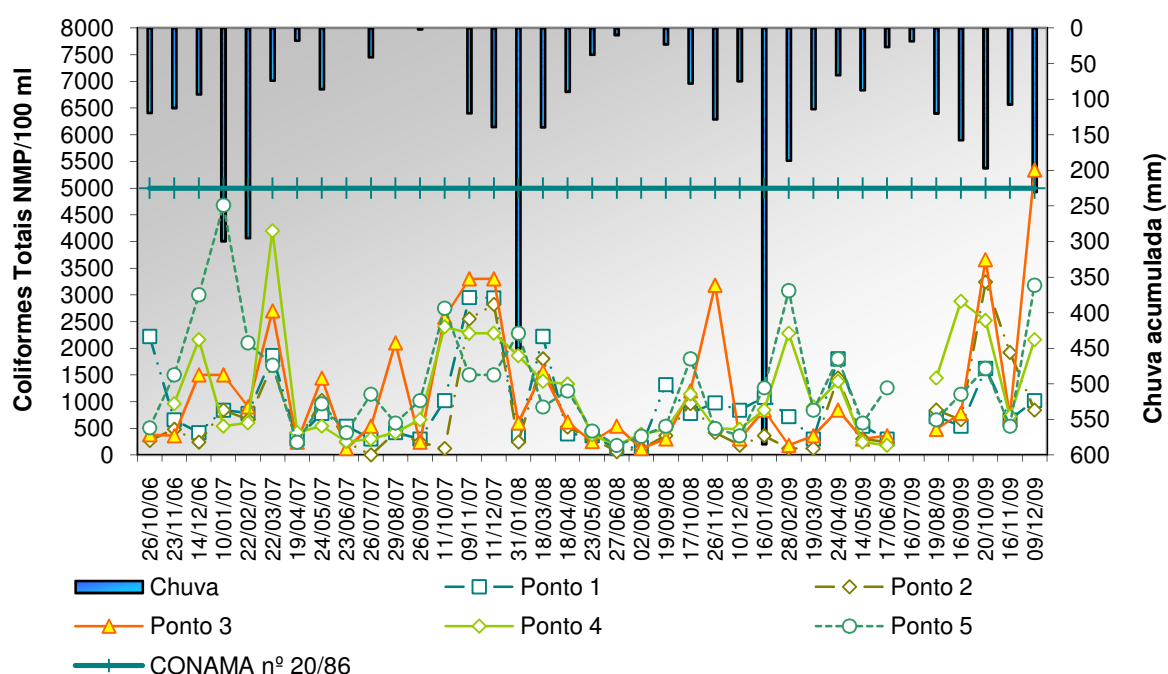


**Figura 55.** Distribuição espacial dos valores médios de ferro total no córrego do Coqueiro.

### 12.3.3. Variáveis Biológicas

#### 12.3.3.1. Coliformes fecais e totais

Os valores de coliformes totais no período de 2006 (outubro, novembro e dezembro), 2007, 2008 e 2009 estão abaixo de 5000 NMP (número mais provável de coliformes em 100 ml de amostra), de acordo com a Resolução do CONAMA de Nº 20/86 para Classe 2, que determina que não possa exceder o limite de 5000 coliformes totais (número mais provável em 100 ml de amostra) em 80 % ou mais de pelo menos cinco amostras mensais coletadas em qualquer mês (Figura 56), apenas o ponto 3 na coleta do dia 09/12/2009 foi superior a 5000 coliformes totais.



**Figura 56.** Variação espacial e temporal de coliformes totais no córrego do Coqueiro.

A distribuição espacial dos valores médios de coliformes fecais na microbacia nos período de 2007, 2008 e 2009 foram maiores nos pontos 3, 4 e 5 (Figura 57). Entretanto esse valores estão abaixo do permitido de acordo com 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.

---

**QUADRO 8 - Artigo científico da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira publicado na Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**

"Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo", teve como objetivo analisar as propriedades físico-químicas da água para fins de irrigação na microbacia do Coqueiro (SP), afluente da margem direita do rio São José dos Dourados, localizado entre os municípios de Jales, São Francisco, Palmeira d'Oeste e Dirce Reis, SP. As amostras de água foram coletadas em cinco pontos georreferenciados, ao longo do córrego, e analisadas mensalmente durante um ano (períodos de 2006 a 2007) os parâmetros sólidos suspensos e dissolvidos, turbidez, condutividade elétrica, pH, cálcio, magnésio, dureza e ferro total. Os resultados mostraram que os parâmetros físico-químicos apresentaram classificação de baixo a médio potencial de dano ao sistema de irrigação, exceto o ferro total, que ficou na classificação de médio a alto potencial de dano por obstrução aos sistemas de irrigação localizada.

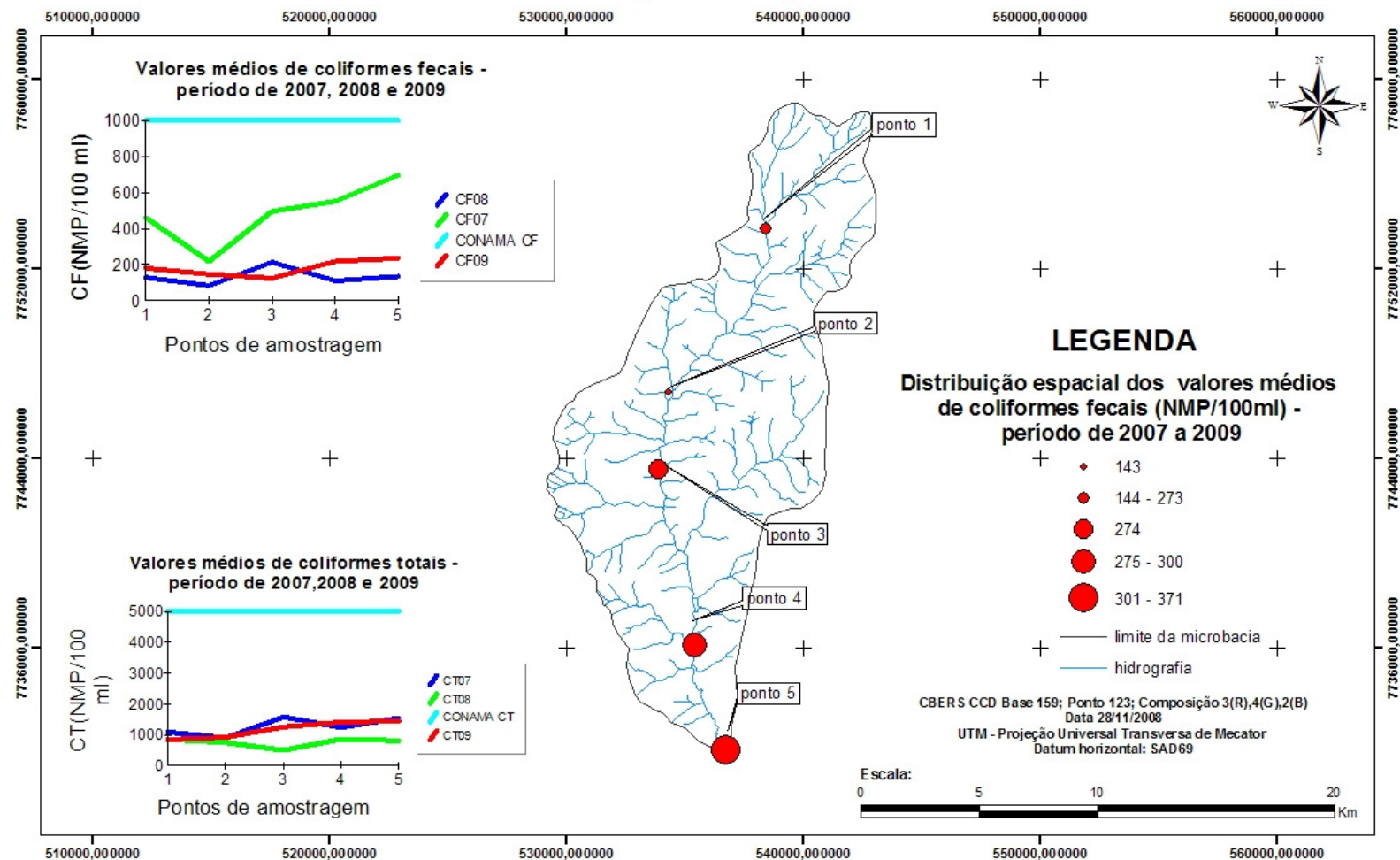
---

Disponível em:

[http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/agriambi\\_coqueiro\\_franco\\_hernandez2009.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/agriambi_coqueiro_franco_hernandez2009.pdf)

---

### Valores médios de Coliformes Totais e Fecais em cada ponto de amostragem - período de 2007 a 2009 Córrego do Coqueiro



**Figura 57.** Distribuição espacial dos valores médios de coliformes fecais e totais

Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

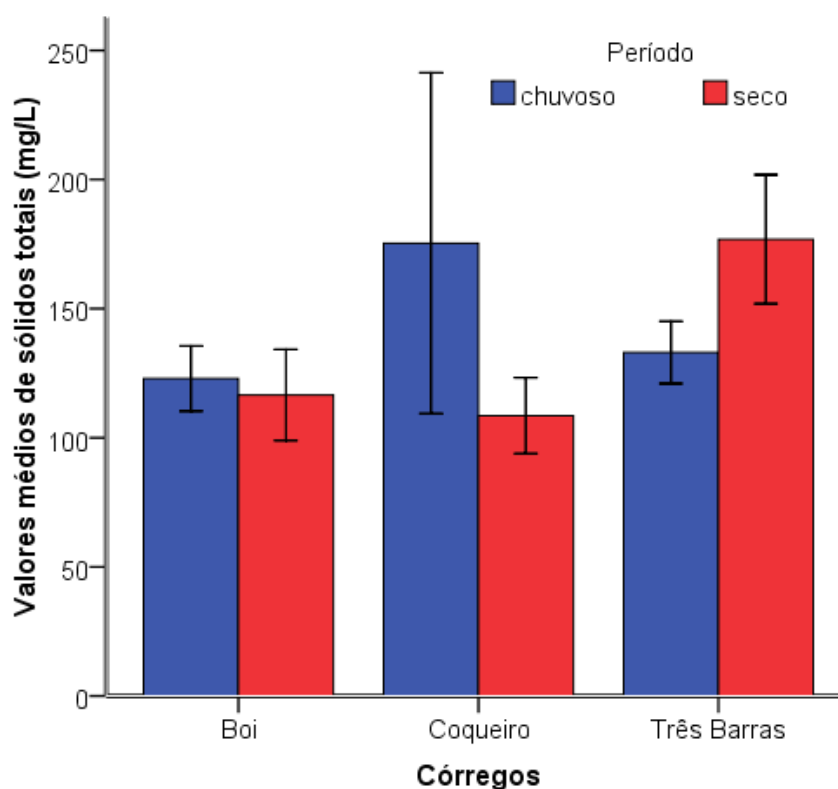
## **13. ANÁLISE DOS DADOS DE QUALIDADE DE ÁGUA ENTRE AS MICROBACIAS DOS CÓRREGOS TRÊS BARRAS, BOI E COQUEIRO**

Os dados de qualidade de água, distribuídos entre o período seco e chuvoso, foram avaliados utilizando-se o valor médio das variáveis de qualidade da água em cada córrego avaliado e o erro padrão da média, para se proceder à avaliação dos córregos Três Barras, Boi e Coqueiro. Definiram-se os períodos seco e chuvoso como os períodos de menor precipitação (junho, julho e agosto) e de maior (janeiro, fevereiro e março) precipitação, obtida entre os intervalos de avaliação. Adotou-se o critério de Gravetter & Wallnau (1995) para diferenciar estatisticamente os tratamentos, indicado pela ausência de sobreposição dos limites superior e inferior dos valores da média  $\pm$  erro padrão. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o software SPSS 16.0 for Windows (2006).

### **13.1. Variáveis Físicas**

#### **13.1.1. Sólidos suspensos, dissolvidos e totais**

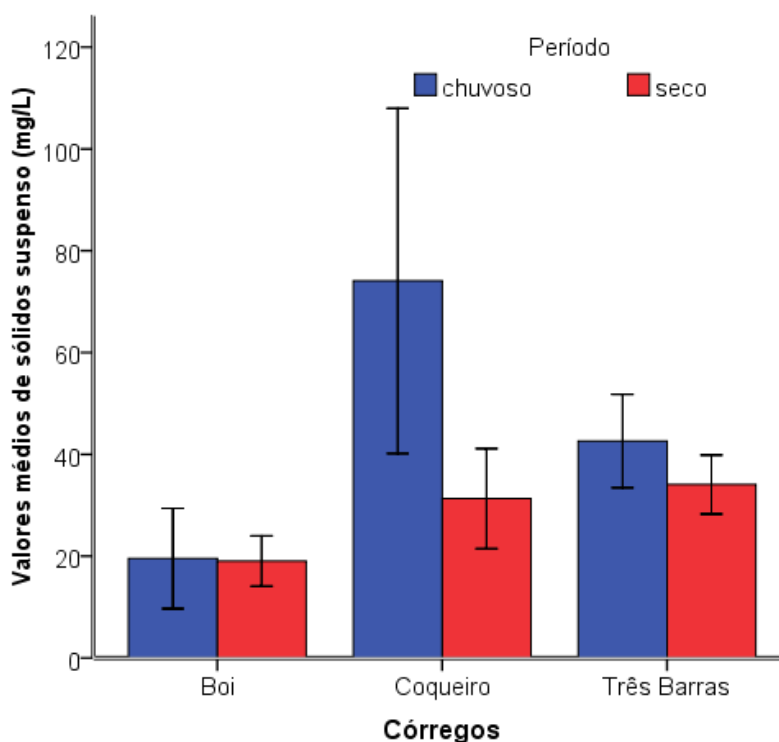
Os valores de sólido totais do córrego Três Barras entre os períodos seco e chuvoso diferenciaram estatisticamente. Em relação ao período seco, na microbacia do córrego Três Barras os valores médios foram significativos em relação aos períodos seco dos córregos de Boi e do Coqueiro. O período chuvoso nas três microbacia analisadas, não houve valores médios significativos.



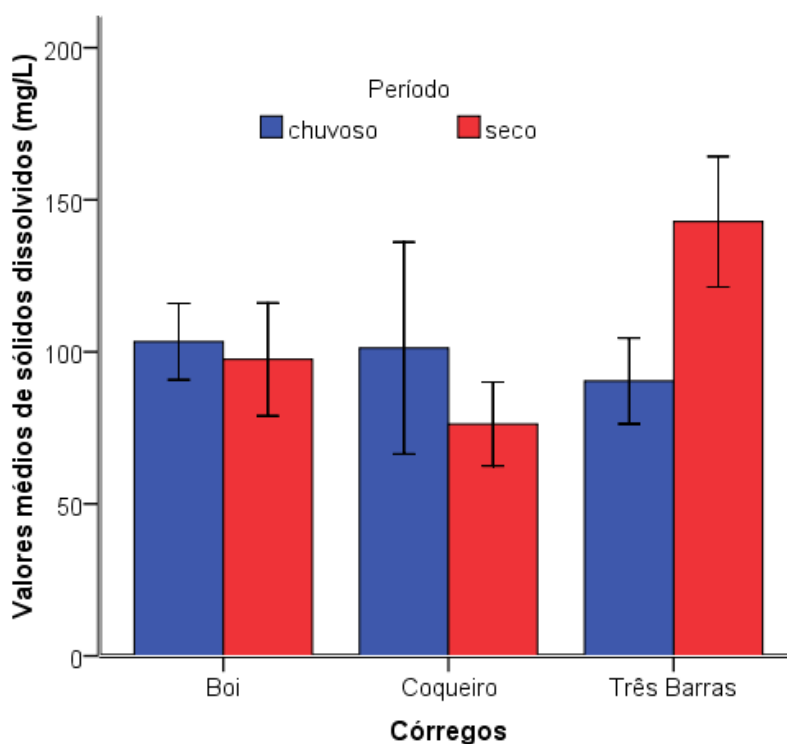
**Figura 58.** Valores médios de sólidos totais nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

No córrego do Coqueiro, houve diferença significativa no sólido suspenso no período chuvoso, em relação ao período chuvoso no córrego do Boi e não foi significativo no córrego Três Barras no mesmo período. No período seco entre os três córregos analisados não foram significativos.

Os valores médios de sólido dissolvido foram superiores no córrego Três Barras no período seco e diferenciou em relação aos córregos Coqueiro e Boi no mesmo período. Em relação ao período seco e chuvoso no córrego Três Barras houve diferença significativa entre os dois períodos.



**Figura 59.** Valores médios de sólidos suspensos nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

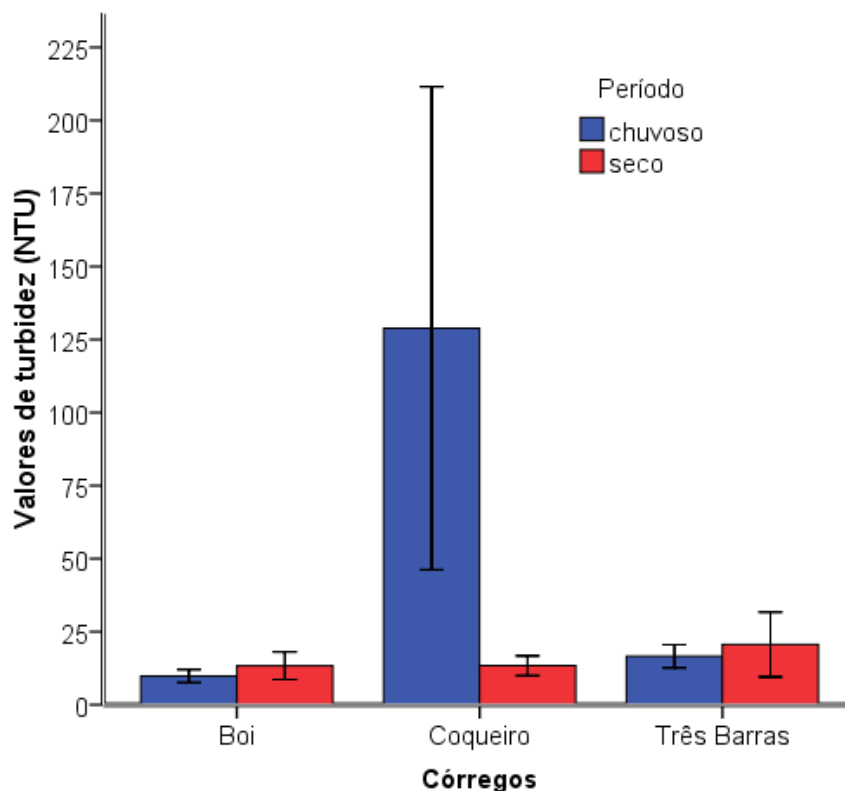


**Figura 60.** Valores médios de sólidos dissolvidos nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 13.1.2. Turbidez

Os maiores valores médios de turbidez no período chuvoso, foi no córrego do Coqueiro e apresentou diferença significativa em relação aos outros córregos. Em relação ao período seco não houve diferença significativa nos córrego analisados.

No período chuvoso as microbacias do Boi e do Três Barras não apresentaram diferença significativa (Figura 61).



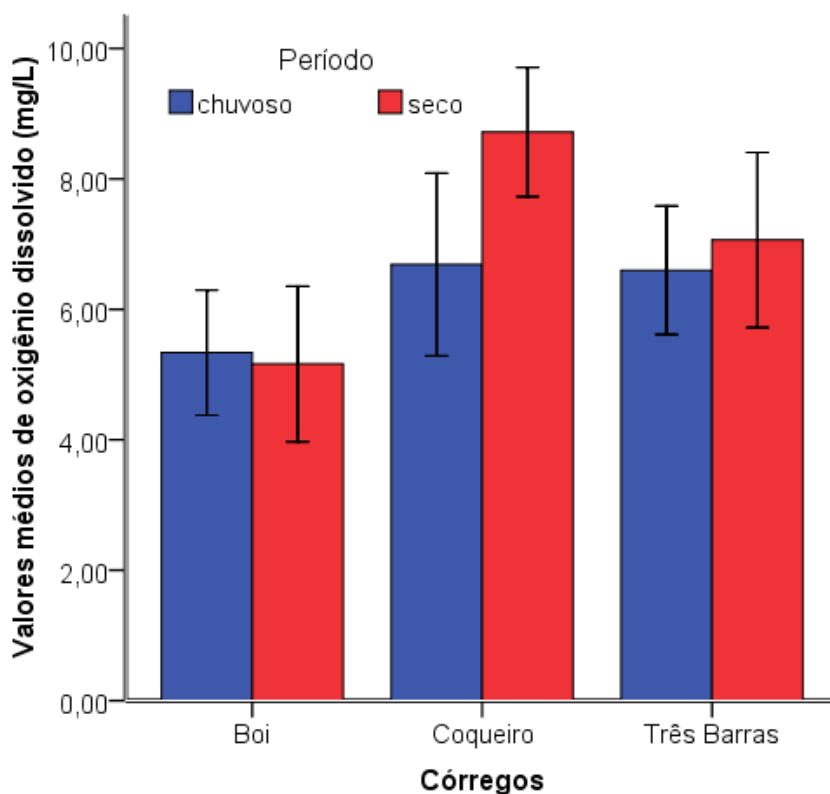
**Figura 61.** Valores médios de turbidez nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

## 13.2. Variáveis Químicas

### 13.2.1. Oxigênio dissolvido

No período avaliado houve diferença significativa no período seco de oxigênio dissolvido entre as microbacias do Boi e Coqueiro e não significativo entre as microbacias do córrego Três Barras e do Boi. Não ocorreram diferenças significativas

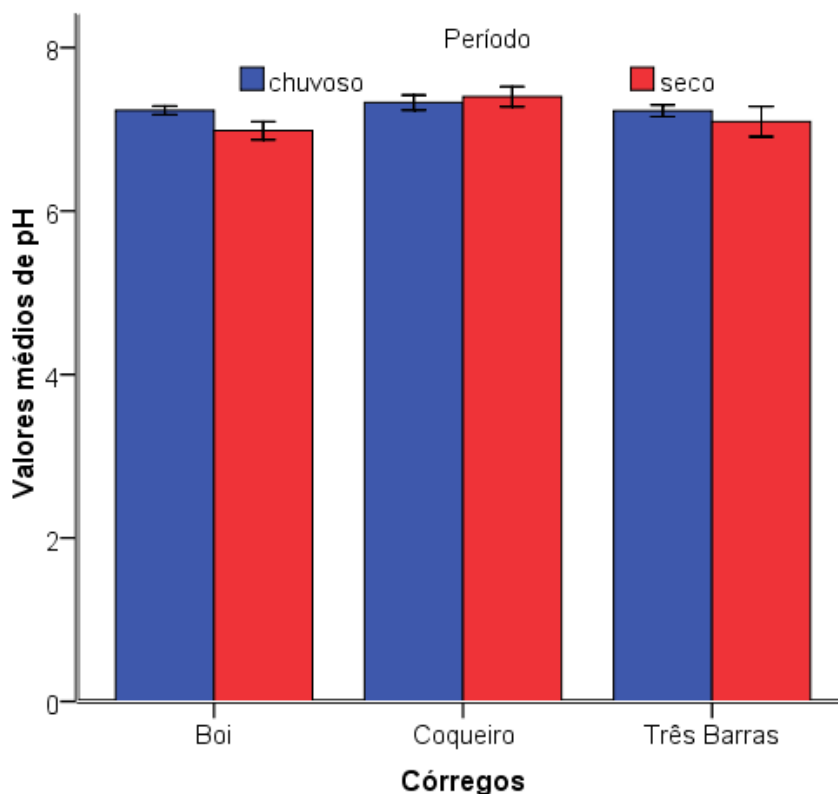
no período chuvoso nas microbacia avaliadas, em relação ao período chuvoso e seco de cada microbacia também não houve diferença significativa (Figura 58).



**Figura 62.** Valores médios de oxigênio dissolvidos nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 13.2.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

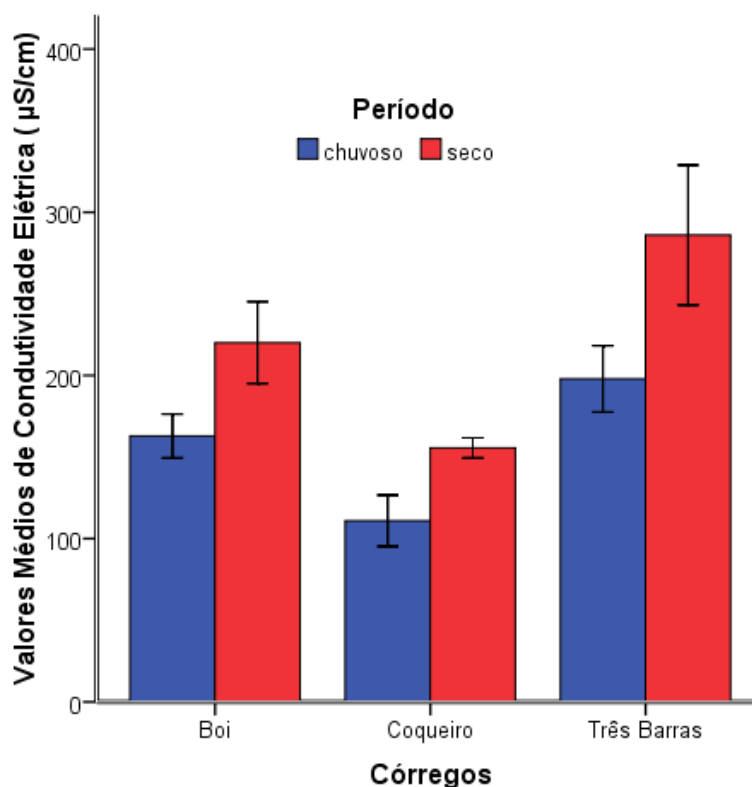
Em relação a cada microbacia avaliada não houve diferença significativa de pH nos períodos seco e chuvoso. Entretanto, o pH no período seco da microbacia do Coqueiro foi significativo em relação ao mesmo período na microbacia do Boi e não significativo na microbacia do Três Barras (Figura 63).



**Figura 63.** Valores médios de pH nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 13.2.3. Condutividade elétrica

Houve diferença significativa de condutividade elétrica entre o período seco e chuvoso em cada microbacia avaliada. Na microbacia do Três Barras apresentou os maiores valores os valores de condutividade elétrica no período seco foram significativos em relação ao período seco na microbacia do Coqueiro e não significativo em relação ao microbacia do Boi. Os valores de condutividade elétrica no período seco na microbacia do córrego do BOI foi superior aos valores de condutividade elétrica na microbacia do Coqueiro (Figura 64).

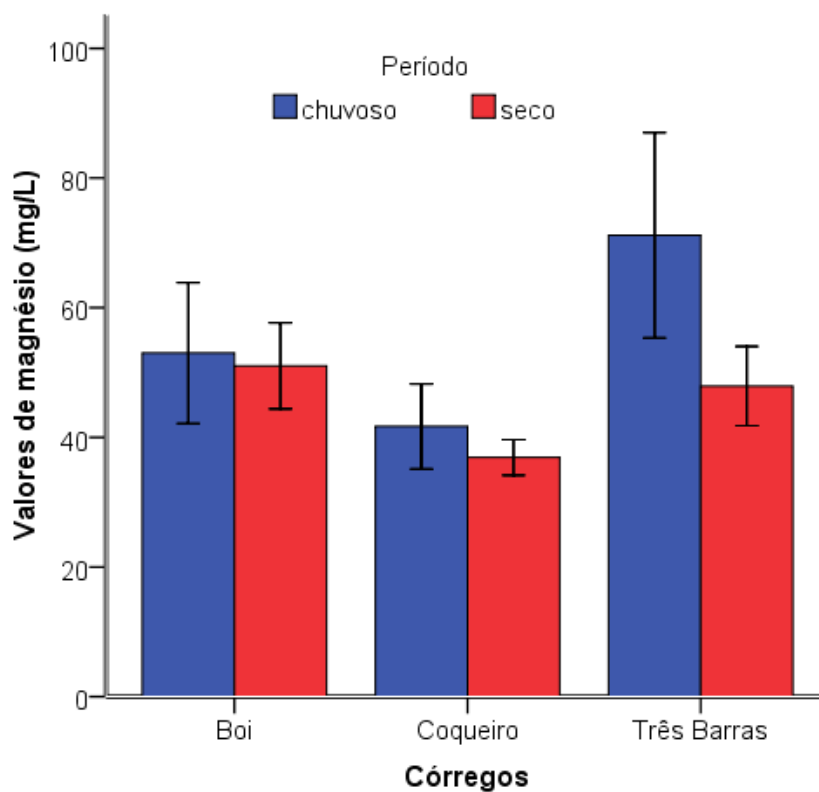


**Figura 64.** Valores médios de condutividade elétrica nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

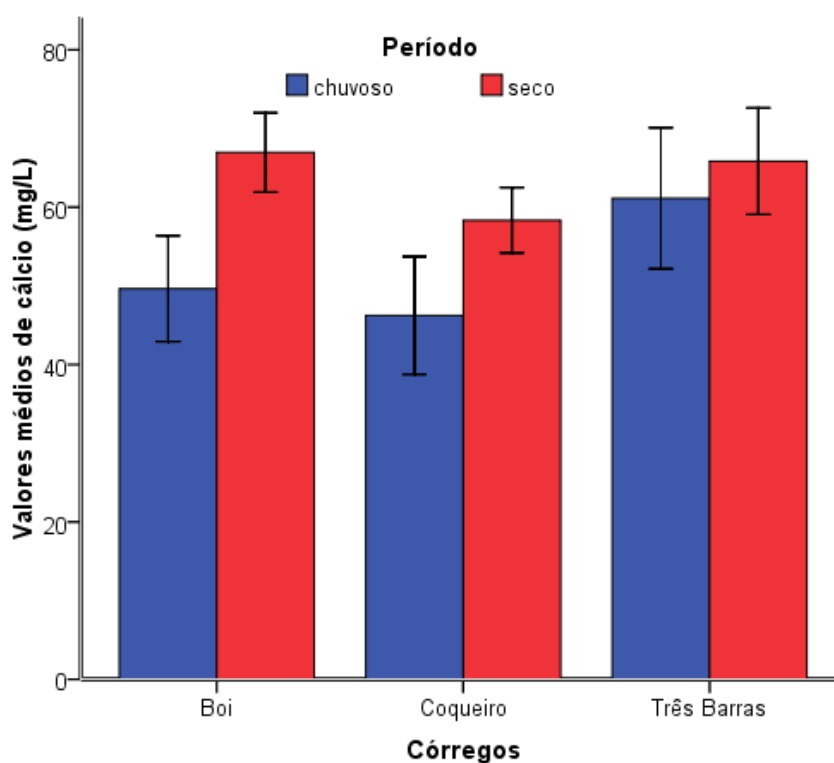
#### 13.2.4. Cálcio, magnésio e dureza

Avaliando cada microbacia entre os períodos seco e chuvoso não houve diferença significativa nos valores de magnésio entre os períodos na microbacia do Boi e do Coqueiro, somente na microbacia do Coqueiro houve diferença significativa. Comparando as microbacia do Coqueiro e Três Barras dos valores de magnésio em relação ao período chuvoso foram significativas estatisticamente (Figura 65).

Os valores de cálcio em relação ao período seco e chuvoso nas microbacia do Coqueiro e Três Barras não foram significativos, na microbacia do Boi houve diferença significativa entre o período seco e chuvoso. Comparando as três microbacias em relação ao período chuvoso e seco, não houve diferença significativa dos valores de cálcio (Figura 66).

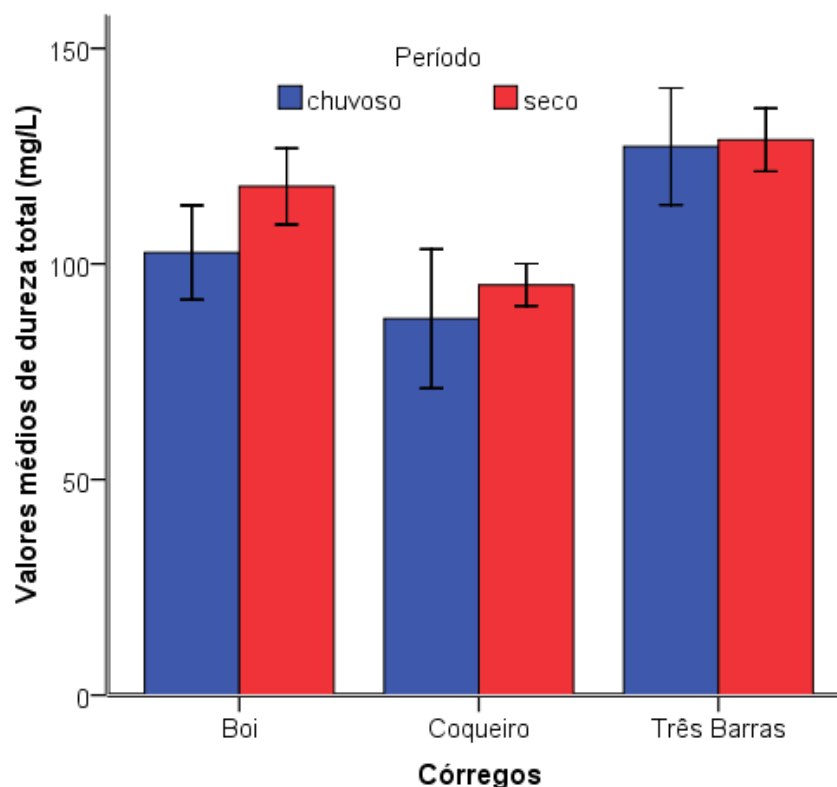


**Figura 65.** Valores médios de magnésio nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.



**Figura 66.** Valores médios de cálcio nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

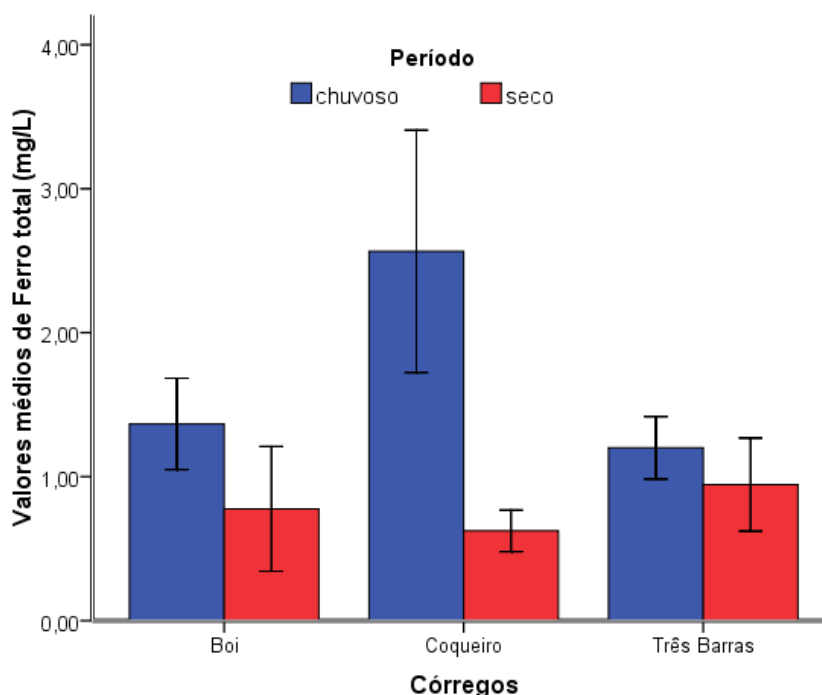
Não houve diferença significativa nos valores de dureza total entre os períodos seco e chuvoso nas microbacias avaliadas. Em relação às microbacias do Boi, Três Barras e Coqueiro houve diferenças significativas nos valores de dureza total no período seco. Em relação aos valores de dureza total das microbacias do Boi e Três Barras não houve diferença significativa (Figura 67).



**Figura 67.** Valores médios de dureza total nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 13.2.5. Ferro

Os valores de ferro total foram significativos em relação ao período seco e chuvoso na microbacia do Coqueiro. Nas microbacias do Boi e Três Barras não houve diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso. Comparando os valores de ferro total no período chuvoso entre as microbacia do Coqueiro, Três Barras e Boi observaram-se valores significativos de ferro total (Figura 68).



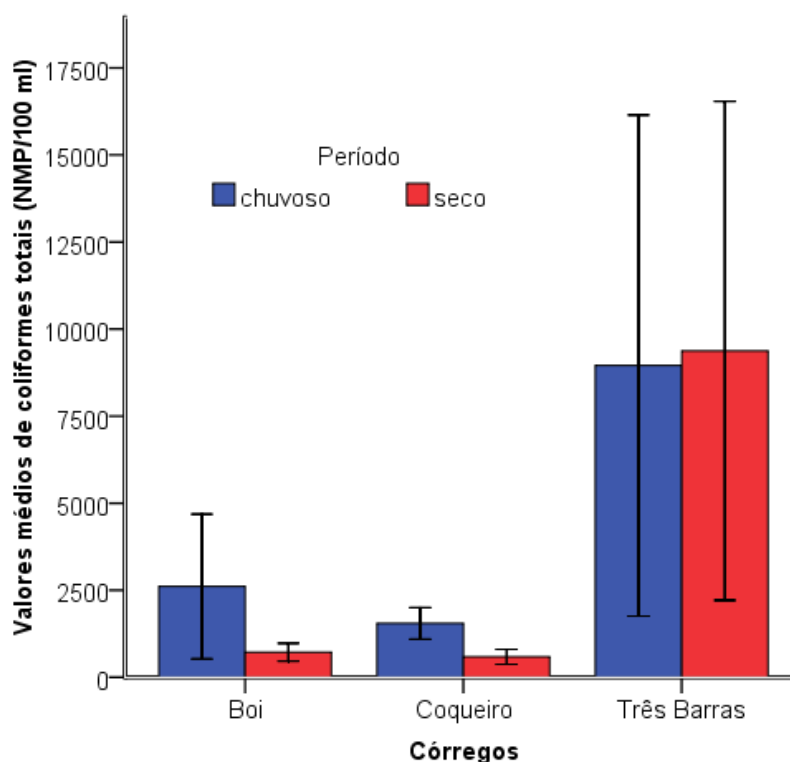
**Figura 68.** Valores médios de ferro nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 13.3. Variáveis Biológicas

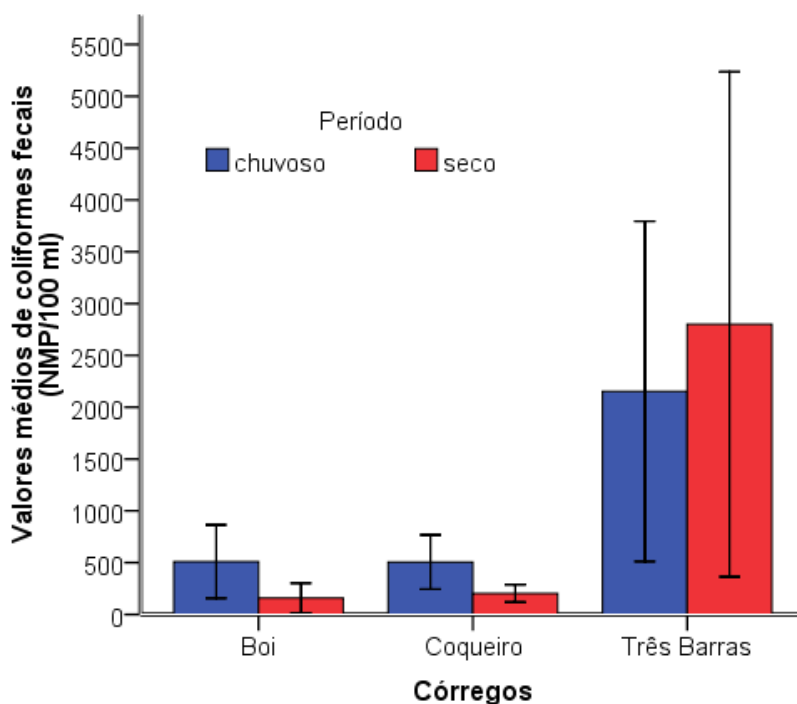
#### 13.3.1. Coliformes fecais e totais

Os maiores valores de coliformes totais ocorreram na microbacia Três Barras, os valores não foram significativos entre período chuvoso e seco. Na microbacia do Coqueiro os valores de coliformes totais foram significativos entre o período chuvoso e seco. Analisando os períodos seco e chuvoso de coliformes totais das três microbacias estudadas, a microbacia Três Barras apresentou valores significativos de coliformes fecais no período seco em relação as microbacias do Coqueiro e Boi (Figura 69).

Os valores de coliformes fecais entre o período seco e chuvoso, em cada microbacia não foram significativos. Entretanto, avaliando o período seco entre as microbacias do Coqueiro, Boi e Três Barras houve valores significativos de coliformes fecais neste período (Figura 70).



**Figura 69.** Valores médios de coliformes totais nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

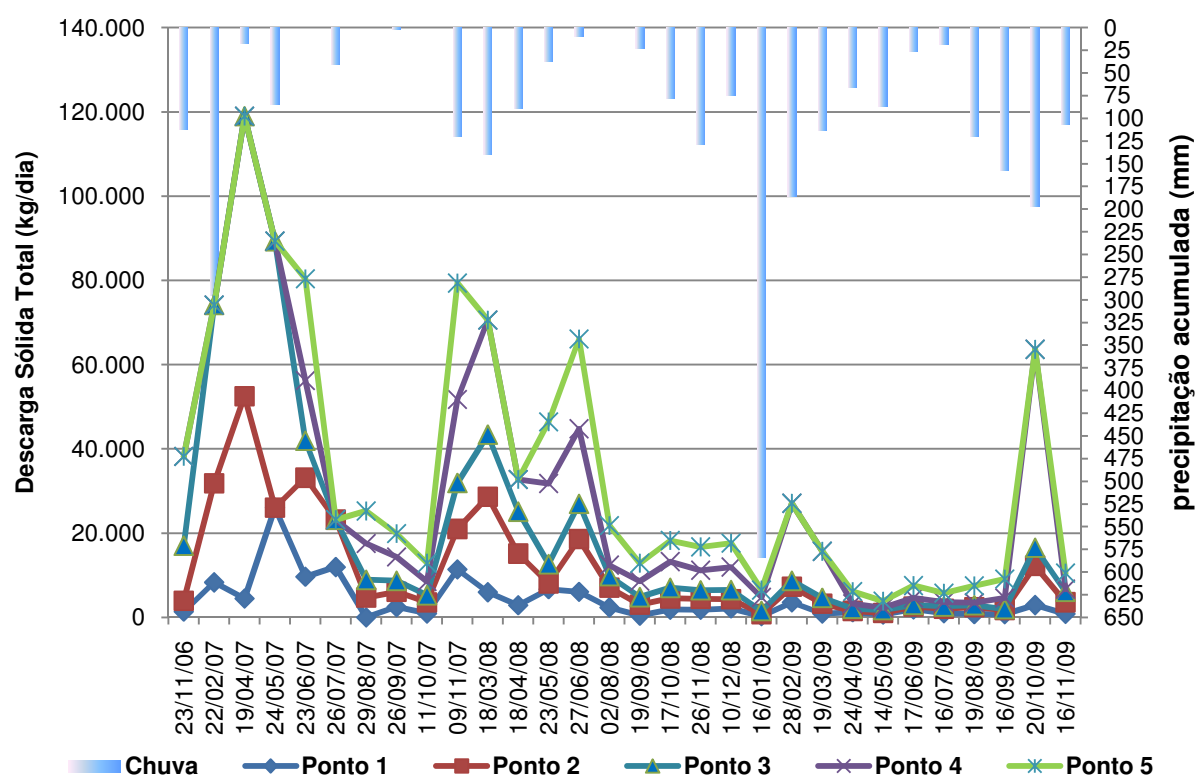


**Figura 70.** Valores médios de coliformes fecais nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

## 14. DESCARGA SÓLIDA TOTAL

### 14.1. Córrego do Coqueiro

Na Figura 71, a variação espacial e temporal dos valores de descarga sólida total do Córrego do Coqueiro. No mês de dezembro de 2009 não houve medição de vazão, devido ao aumento no volume de água e a saída de água pelo dique marginal.

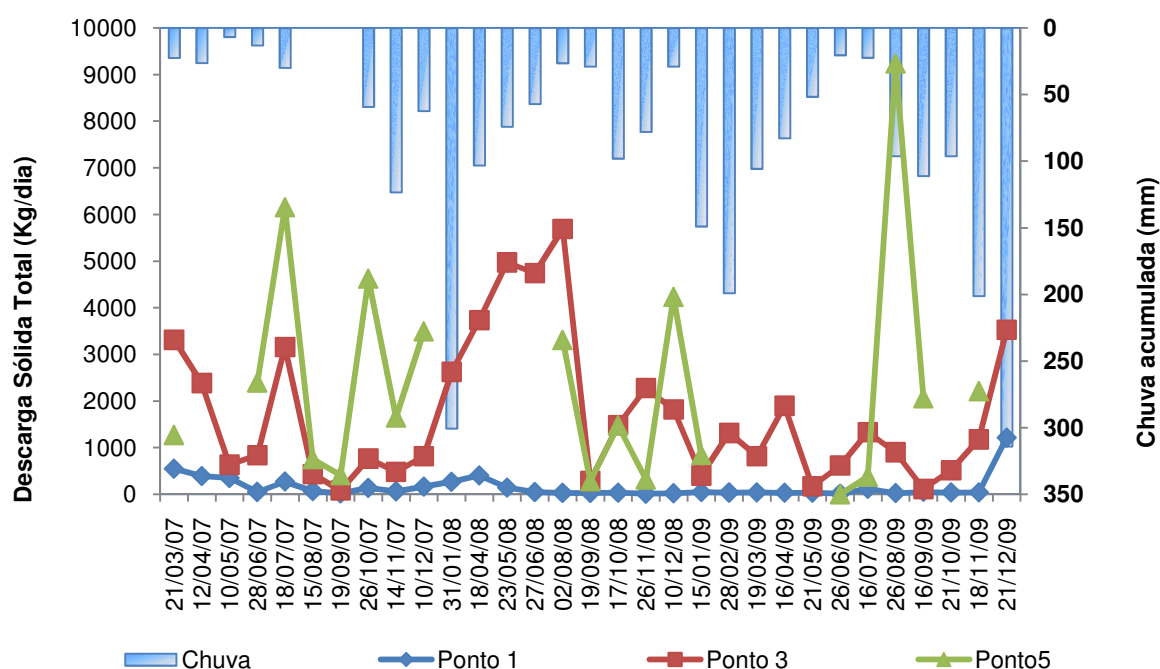


**Figura 71.** Variação espacial e temporal de descarga sólida total do córrego do Coqueiro.

No coleta do dia 09/11/2007 verifica-se que a vazão e a descarga sólida total variam proporcionalmente com as quantidades de chuvas acumuladas e com o tamanho da área drenada por ponto avaliado.

## 14.2. Córrego do Boi

Na Figura 72, estão representados os valores das descargas sólidas totais, observando-se que os maiores valores estão sempre à jusante, reflexo das sub-bacias subseqüentes terem uma maior área de drenagem. Como o aumento do escoamento superficial e da área, os resultados mostram que não há expressiva conservação do solo ou uma maior deposição de sedimentos a ponto de alterar o esperado.



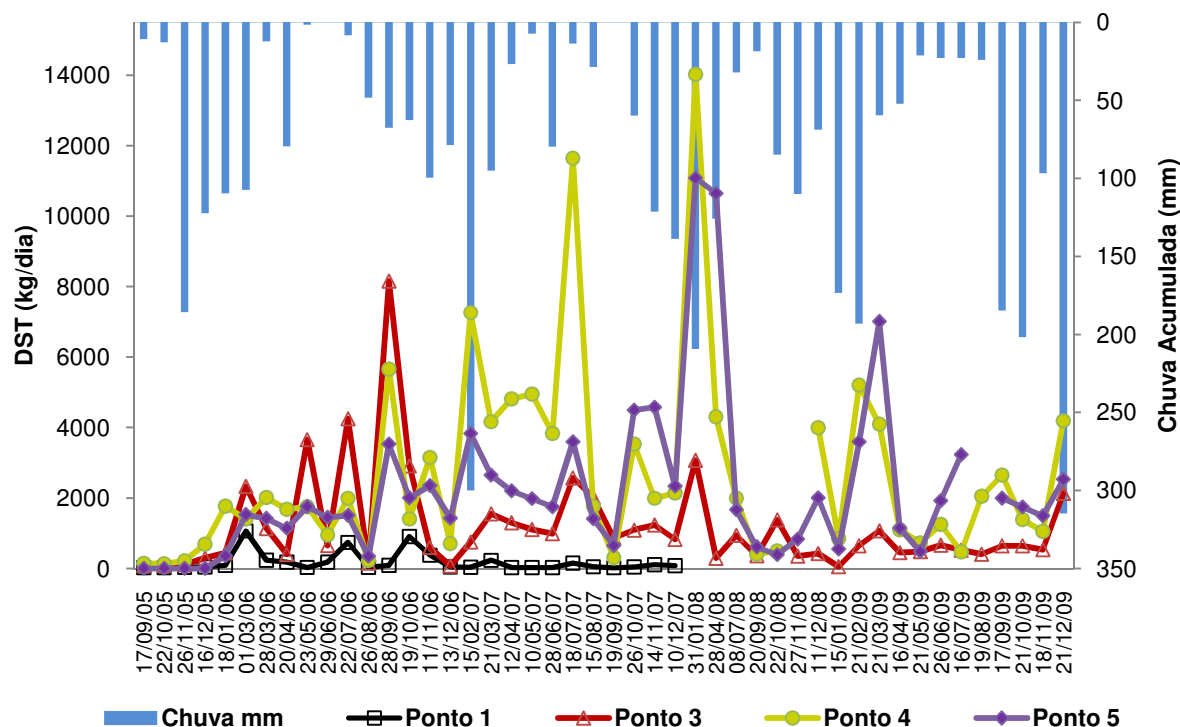
**Figura 72.** Variação espacial e temporal de descarga sólida total no córrego do Boi.

## 14.3. Córrego Três Barras

Na Figura 73 estão apresentadas as variabilidades espacial e temporal da descarga sólida total (DST) por ponto avaliados na microbacia do córrego Três Barras, bem como o total de chuva entre os períodos de avaliação. De acordo com os resultados apresentados, observa-se que houve uma tendência de aumento da descarga sólida total, proporcionalmente ao aumento das chuvas acumuladas entre os intervalos de avaliação, fato este esperado, pois quanto maior a quantidade de chuva e a área drenada pelo ponto, maior será a vazão e a quantidade de sedimentos transportados para o leito do córrego (CARVALHO et al, 2000).

Em função da dinâmica hidrossedimentológica da microbacia do córrego Três Barras, pode-se concluir que na área da cabeceira do manancial há um processo avançado de degradação. Também o lançamento de esgoto no manancial alterou significativamente a dinâmica hidrossedimentológica, contribuindo com água e sedimentos para a microbacia.

No córrego Três Barras, os cálculos de descarga sólida iniciaram em 17/09/2005 e assim passaram a ser feito anualmente.

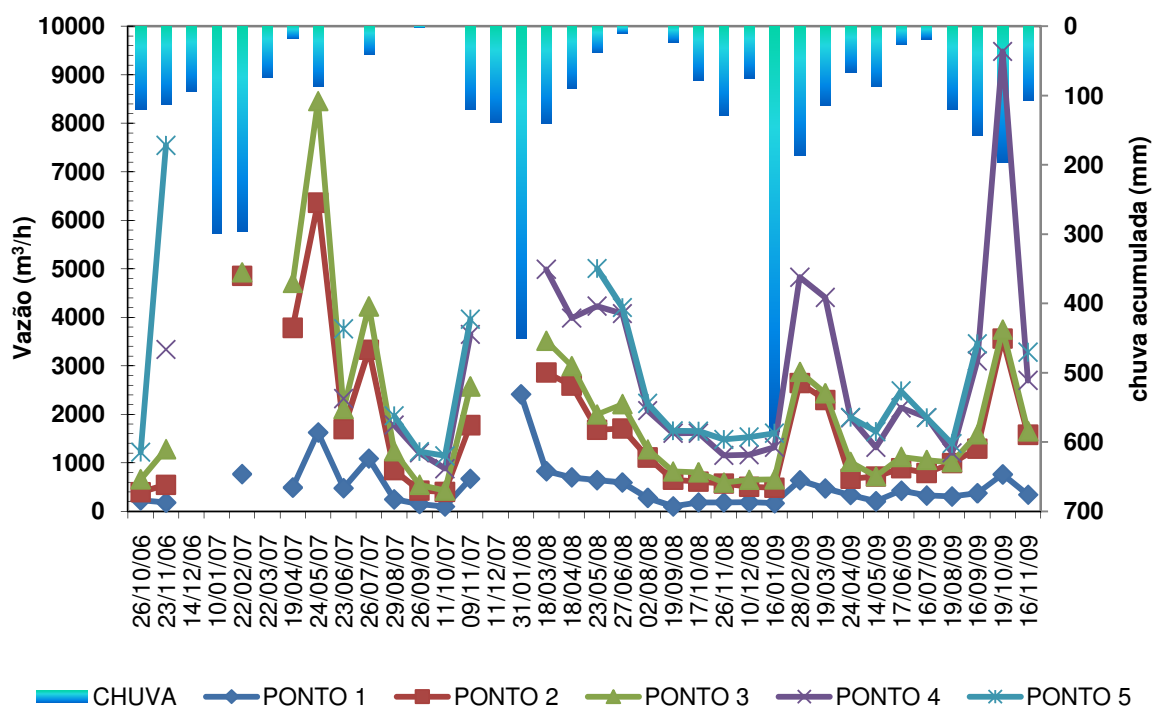


**Figura 73.** Variação espacial e temporal de descarga sólida total no córrego Três Barras

## 15. VAZÃO

### 15.1. Córrego do Coqueiro

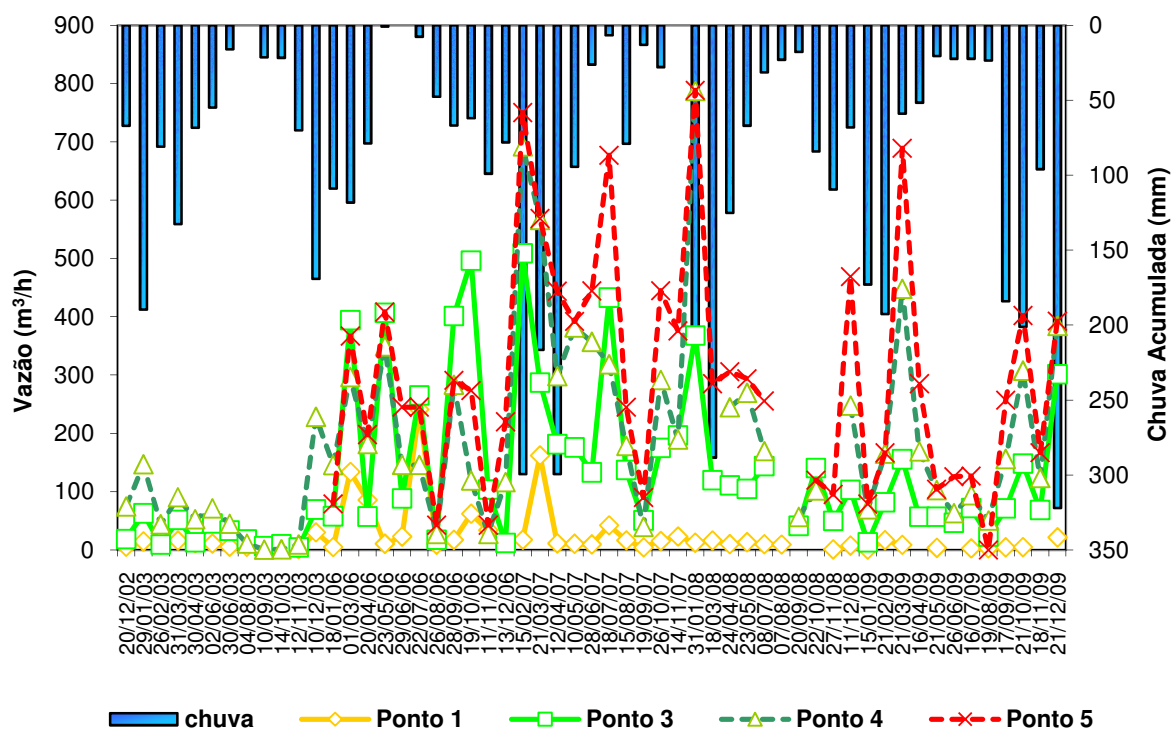
No período de dezembro de 2006, janeiro e março de 2007 não houve medição de vazão nos pontos avaliados. Em abril, maio e julho de 2007 não foram possível medir vazão somente nos três primeiros pontos, os dois últimos pontos estavam com o volume do córrego ultrapassando o dique marginal do córrego. Em dezembro de 2007 aconteceu a mesma situação de cheia e não houve medição de vazão, em janeiro de 2008 a medição ocorreu somente no ponto 1. Nos meses de fevereiro e março de 2008 não foram possível medir a vazão no ponto 5, este trecho sofre influência do rio São José dos Dourados em períodos de cheias.



**Figura 74.** Variação espacial e temporal da vazão no córrego do Coqueiro.

## 15.2. Córrego Três Barras

Na Figura abaixo a variação espacial e temporal da vazão no córrego Três Barras, início em 20/12/2002 até 10/12/2003, parando nos anos de 2004 e 2005, retomando em 18/01/2006 até 21/12/2009.

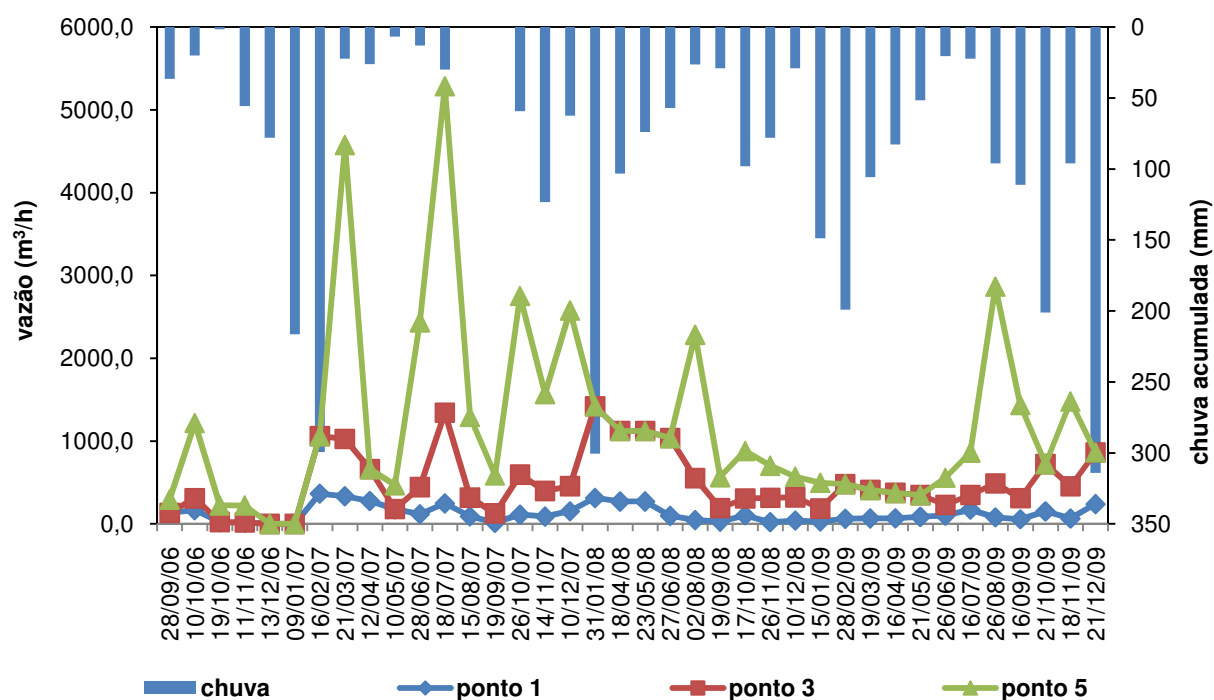


**Figura 75.** Variação espacial e temporal da vazão no córrego Três Barras.

## 15.3. Córrego Boi

Na Figura 79 estão representados os valores das vazões para o período de análise, com a menor vazão registrada em setembro de 2007 (17, 110 e 461  $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$  nos pontos 1, 3 e 5 respectivamente), mês de elevada taxa de evapotranspiração e portanto de maiores demandas para irrigação, impactadas pelo logo período de estiagem iniciado ainda em abril, com precipitação inferior à evapotranspiração no período considerado. A vazão é crescente conforme se distancia da nascente e se amplia a área de contribuição (67,4  $\text{km}^2$  no Ponto 5), tanto em escoamento de base como superficial proveniente das chuvas, demonstrando que o uso da água ao longo da microbacia ainda não chega a alterar a oferta esperada ao longo do córrego. Ainda

que a chuva no período entre amostragens não foi de grande magnitude, a chuva registrada no dia da coleta e no dia anterior à mesma influenciou a vazão, registrando-se as maiores vazões no período analisado, comprovando a importância do escoamento de superfície, indesejado, em detrimento do escoamento de base, resultado da ausência de técnicas de conservação do solo, tais como presença de matas ciliares e terraços de contenção de água, além de práticas agrônômicas tais como plantio direto ou cultivo mínimo, o mesmo se observado em outros períodos, se há chuva, há aumento de vazão.



**Figura 76.** Variação espacial e temporal da vazão do córrego do Boi.

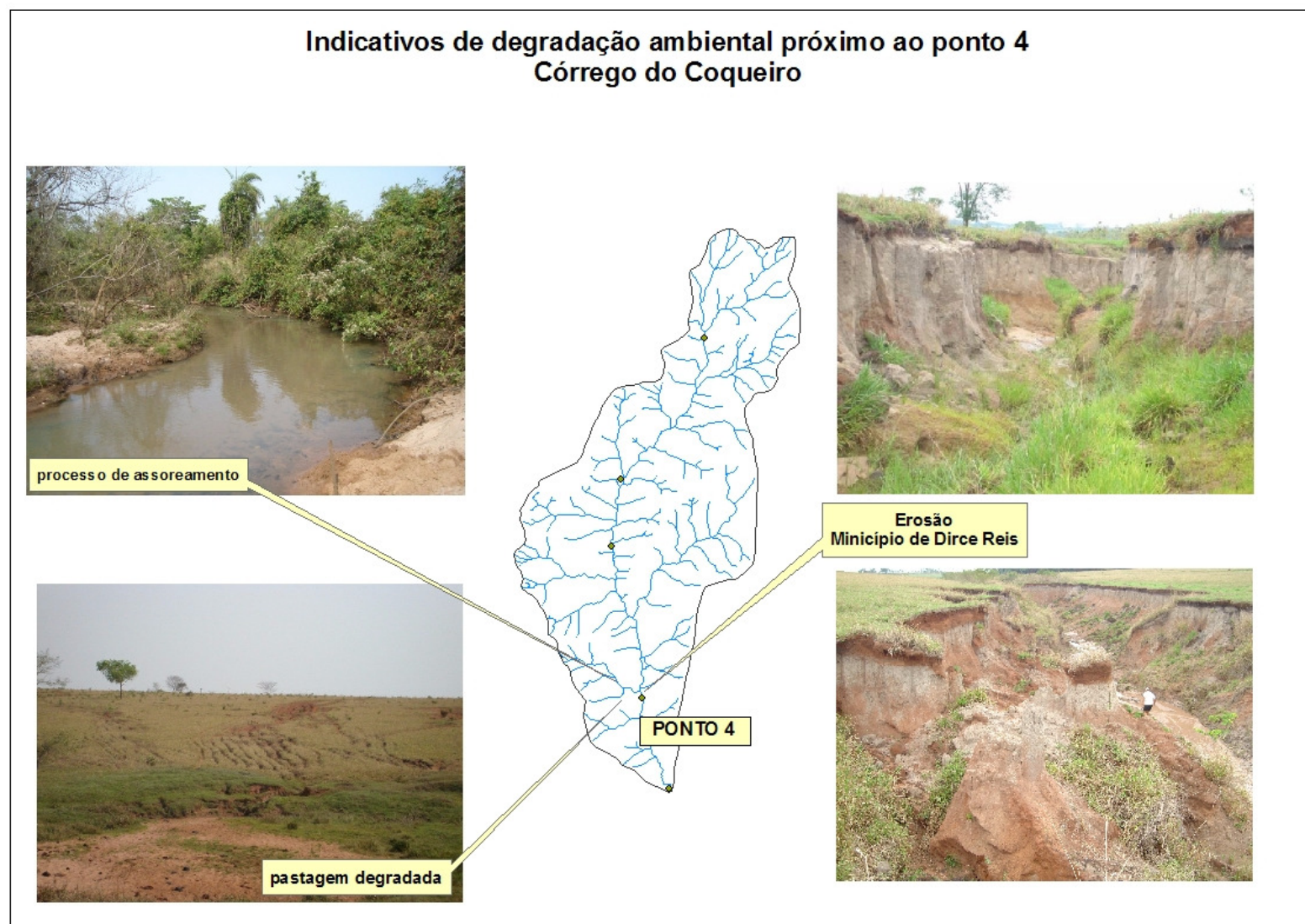
## 16. INDICATIVO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

### 16.1. Córrego do Coqueiro

Ao longo da área de drenagem, o córrego passa por grandes extensões de terras que tiveram sua vegetação natural substituída por diversos tipos de cultura, os quais se alteram durante a história de ocupação da bacia, e, atualmente, na região a atividade agrícola preponderante e em expansão é a cana-de-açúcar.

A bacia hidrográfica dos São José dos Dourados se enquadra na categoria de alta criticidade e o impacto da erosão nos recursos hídricos é considerada muito crítica, por apresentar predomínio de áreas com alta suscetibilidade à erosão e onde se concentra o maior número de feições erosivas lineares. Os municípios de São Francisco e Dirce Reis com criticidade média e os municípios de Jales e Palmeira D'Oeste na categoria de criticidade alta em relação ao processo erosivo. Neste mesmo relatório, em relação à vegetação natural remanescente, indica uma baixa porcentagem de áreas preservadas. (São Paulo, 2007). No município de Dirce Reis e próximo ao ponto de coleta 4 do córrego do Coqueiro, observa-se o resultado de ausência de práticas de conservação do solo e retirada de matas ciliares, o que acarretou no arraste de solos para o córrego do Coqueiro, uma vez que os valores de ferro total neste ponto de coleta são altos no período de chuva (Figura 77).

Neste caso e na bacia hidrográfica num todo devem realizar a implementação de novos projetos em nível de municípios e programas estaduais, visando à conservação dos solos e o manejo adequado deste recurso. Através do desenvolvimento rural sustentável que envolvem produção agrícola e conservação do meio ambiente.



**Figura 77.** Indicativo de degradação ambiental no córrego do Coqueiro.

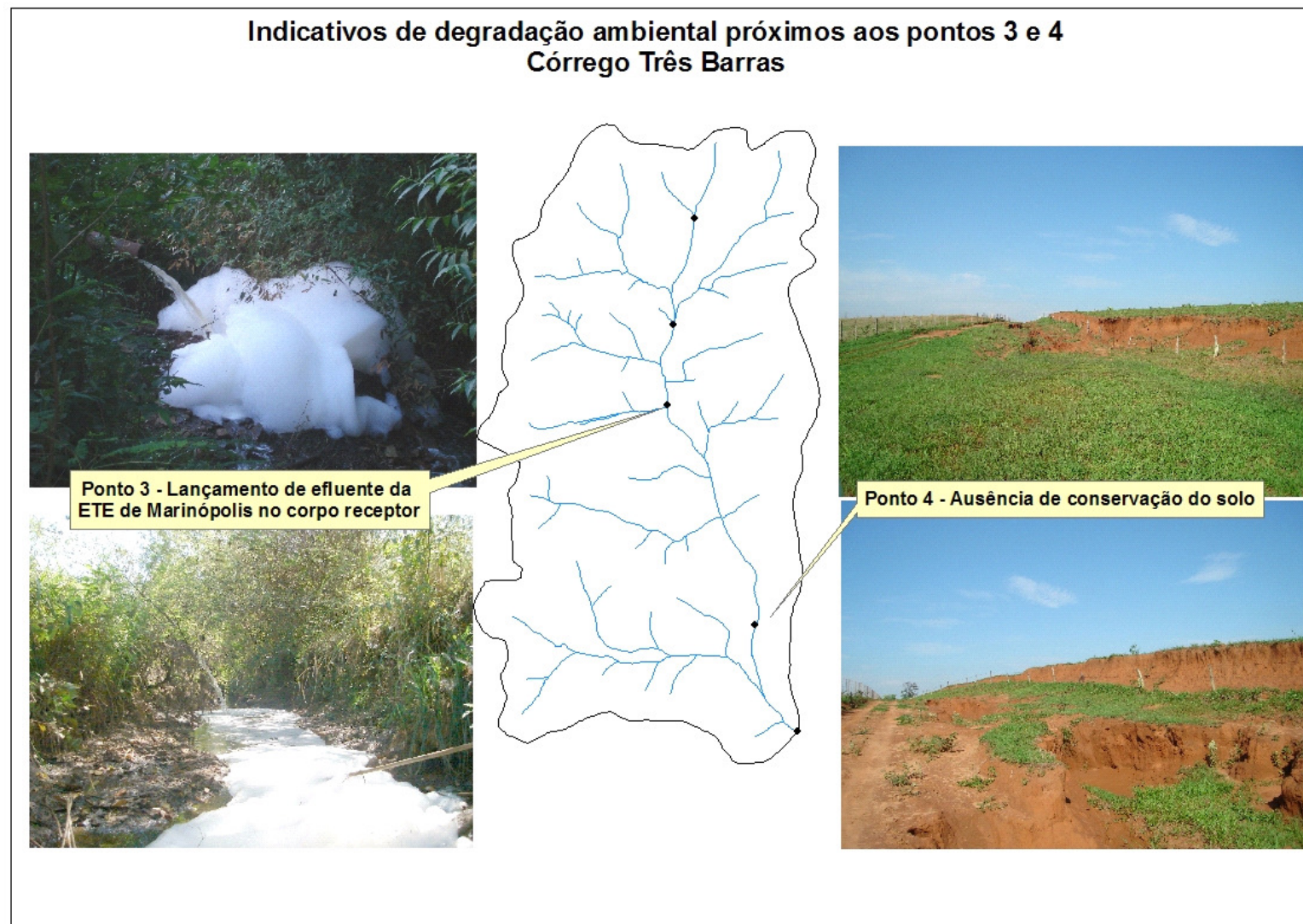
Área de Hidráulica e Irrigação - [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

## 16.2. Córrego Três Barras

Um dos principais indicativos de impactos na microbacia do córrego Três Barras é Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Marinópolis que lança seu efluente no corpo receptor. Neste ponto o número de coliformes fecais e totais é elevado, pois o sistema de tratamento de esgoto é ineficiente na retenção de bactérias. Entretanto, logo abaixo, tem a redução no número de coliformes nos pontos de amostragem, indicando que o próprio córrego tem a capacidade de autodepuração (Figura 78).

Outro indicativo é a ausência de conservação do solo por parte dos proprietários, estradas rurais mal planejadas e ausência de matas ciliares em alguns trechos do córrego que estão comprometendo a qualidade e disponibilidade de água do manancial.

Algumas medidas foram tomadas no município com a implantação de matas ciliares próximo ao ponto 3, porém uma medida isolada e pequena para aquele local. Outro problema grave é próximo ao ponto 1, a existência de uma voçoroca nas margens do córrego, comprometendo a qualidade e disponibilidade da água no manancial.



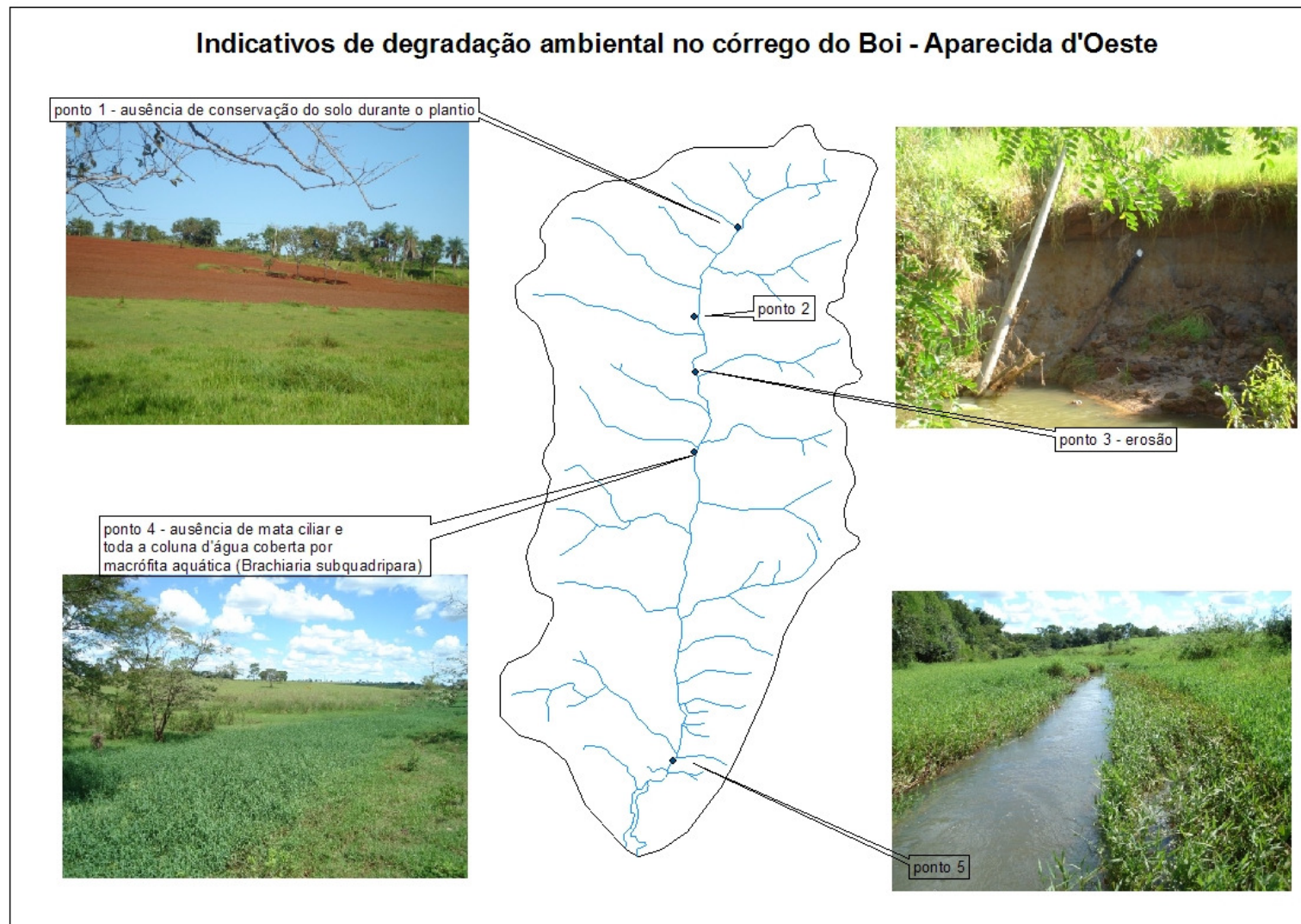
**Figura 78.** Indicativo de degradação ambiental no córrego Três Barras.

### 16.3. Córrego do Boi

No córrego do Boi, no ponto 1, na margem esquerda é evidente a falta de conservação do solo e práticas agrícolas adequadas. Ausência de mata ciliar neste trecho, apenas a presença de macrófitas aquáticas nas margens do córrego.

O ponto 3, próximo a rodovia a presença de erosão na margem esquerda do córrego e ausência de mata ciliar, para conter o processo erosivo medidas de reflorestamento de espécies nativas devem ser priorizado neste local.

A presença de macrófitas aquáticas em excesso no manancial, um indicativo de desequilíbrio do sistema aquático. No ponto 4, a *Brachiaria subquadrifera* ocupou toda a coluna d'água; no ponto 5 a mesma espécie de macrófitas aquáticas presentes nas margens esquerda e direita do córrego (Figura 79).



**Figura 79.** Indicativos de degradação ambiental no córrego do Boi.

## 17. CONSIDERAÇÕES, OPORTUNIDADES, DIVULGAÇÃO E RECOMENDAÇÕES

O Financiamento FEHIDRO proporcionou a oportunidade de monitorar e conhecer várias das questões ligadas aos recursos hídricos (disponibilidade e qualidade da água) e influência do uso e ocupação dos solos sobre os mesmos, abrindo possibilidades de planejamento e recuperação, além da conscientização ambiental.

Ao mesmo tempo, o envolvimento de alunos de Graduação e Pós-Graduação possibilita a formação de recursos humanos altamente especializados e conscientes dos problemas ambientais, incluindo conhecimento desde o planejamento das pesquisas, amostragem, análises laboratoriais e uso de recursos computacionais, em especial em Sistemas Geográficos de Informação.

Também a formação técnica se complementa com a participação em eventos científicos, com apresentação de trabalhos técnicos e publicação de artigos, levando à divulgação e socialização dos resultados obtidos pela equipe. Os dados também subsidiaram inúmeras palestras realizadas pela equipe.

Assim, todos os trabalhos publicados a partir deste financiamento estão também disponíveis no Portal da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira (<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>) no canal TEXTOS TÉCNICOS hospedado em <http://www.agr.feis.unesp.br/papers.php>, assim como este e os Relatórios anteriores podem ser acessados a partir de <http://www.agr.feis.unesp.br/corregos.php>.

Os dois artigos científicos que encabeçam a lista abaixo foram publicados na prestigiosa Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental e dezenas de outros trabalhos foram publicados e divulgados como se segue:

- - Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis (2010)
- - Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo (2009)
- - Transferência de tecnologias e informações hidroagrícolas pela rede mundial (2009)

- - Levantamento das Macrófitas Aquáticas no córrego do Boi, Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. (2009)
- - Monitoramento da Qualidade e Disponibilidade da água para a irrigação na microbacia do córrego do Coqueiro no noroeste paulista. (2009)
- - Uso e disponibilidade da água na microbacia do Córrego do Coqueiro no Noroeste Paulista (2008)
- - Ocorrência de Macrófitas Aquáticas no Córrego do Boi (2008)
- Transferência de tecnologias e informações Hidroagrícolas pela rede mundial (2007)
- - Aspectos biológicos da qualidade água do Córrego do Boi em Aparecida d'Oeste (2007)
- - 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. (2007)
- - Qualidade física e biológica da água do Córrego do Boi para irrigação, em Aparecida d'Oeste, região noroeste do Estado de São Paulo. (2007)
- - Monitoramento da qualidade físico-biológica da água para irrigação no córrego do coqueiro no noroeste paulista. (2007)
- - Avaliação da qualidade física da água para fins de irrigação no Córrego do Ipê, IlhaSolteira, SP. (2007)
- - Transporte de sedimentos na microbacia do Córrego Três Barras, Marinópolis , SP.(2007)
- - Parâmetros químicos de qualidade de água para irrigação do Córrego do Boi, Aparecida d' Oeste, SP. (2007)
- - Monitoramento da qualidade química da água para fins de irrigação no Córrego Três Barras, Marinópolis, SP. (2007)

Também, o Biólogo Renato Alberto Momesso Franco defendeu sua Dissertação de Mestrado ([www.agr.feis.unesp.br/defesa\\_renato.php](http://www.agr.feis.unesp.br/defesa_renato.php)) intitulada "Qualidade da água para a irrigação na microbacia do córrego do Coqueiro no Noroeste Paulista" ([www.agr.feis.unesp.br/pdf/dissertacao\\_corrego\\_coqueiro\\_renato\\_franco.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/dissertacao_corrego_coqueiro_renato_franco.pdf)) baseada em dados de campo obtidos com este projeto e Gustavo Cavalari Barboza defenderá sua Dissertação de Mestrado a partir dos atributos monitorados durante o período deste projeto.

A importância do tema e dos resultados também levou a Comissão Organizadora do XXXVI CONBEA (Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola) realizado em Bonito, Mato Grosso do Sul a premiar o trabalho "Monitoramento da qualidade química da água para fins de irrigação no Córrego Três Barras, Marinópolis, SP", apresentado pela aluna do curso de Agronomia da UNESP Ilha Solteira Renata da

Silva Moura, como o melhor trabalho em Iniciação Científica na Área de Gestão dos Recursos Hídricos, Saneamento Ambiental, Topografia e Sensoriamento Remoto (<http://www.agr.feis.unesp.br/ji14ago2007.php>).

Um dos primeiros resultados da transformação de um ecossistema natural em um agroecossistema é a substituição da cobertura vegetal nativa por culturas ou pastagem, necessária para produção de alimentos e/ou de outros produtos. Entretanto, sistemas vegetais como matas ciliares são essenciais para o equilíbrio ambiental e, portanto, devem representar uma preocupação central para o desenvolvimento rural sustentável pelos serviços ecológicos prestados aos agroecossistemas. A preservação e restauração dos ecossistemas alterados, aliada a prática de conservação e ao manejo adequado do solo, garante a sustentabilidade dos agroecossistemas e um dos principais recursos ambientais disponível ao seres vivos: a água.

Por esse motivo, medidas de preservação e restauração dos mananciais devem ser prioridades nas bacias hidrográficas para manter a qualidade e disponibilidade de água e que proporcionem a junção entre produção agrícola e desenvolvimento rural sustentável.

E não é o que se verifica nos mananciais monitorados, onde ações concretas para a melhoria da qualidade da água e da preservação da mesma na bacia devem ser adotadas urgentemente, aumentando o escoamento de base em detrimento do escoamento superficial, como ilustrado em fotos no Portal da Área de Hidráulica e Irrigação (<http://www.agr.feis.unesp.br/corregos.php>) da UNESP Ilha Solteira.

No Blog da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira (<http://irrigacao.blogspot.com>) as campanhas de amostragem em campo tem sido registradas em fotos e comentários que comprovam a dinâmica do talvegue modificada a partir do escoamento da água, onde o escoamento superficial em detrimento do escoamento de base. Vegetação aprisionada em cercas mostram a altura do nível de água em chuvas mais intensas<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> <http://irrigacao.blogspot.com/2009/12/o-corrego-do-coqueiro-e-chuva.html>

Por outro lado, o monitoramento dos mananciais deve ser constante e ampliado, permitindo, no presente olhar para os dados do passado, de modo a termos ações ainda no presente que levem à um futuro melhor e percebemos a dificuldade em se obter recursos para o monitoramento ambiental.

Como exemplo da importância dada para o monitoramento, em junho de 2008, durante o WINOTEC - II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o



Uso Múltiplo da Água ([www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec\\_2008/winotec2008.php](http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008.php)), o Dr. Richard Allen ilustrou sua apresentação ([www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec\\_2008/winotec2008\\_palestras/winotec2008\\_all\\_en\\_water.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/winotec2008_all_en_water.pdf)) com o tema “Hydrology of irrigated river basins and impacts of irrigation efficiency” com dados de vazão obtidos constantemente desde 1902 (slide 34).

A recomendação e convicção é a de que o monitoramento ambiental deve ser incentivado nos diferentes mananciais/microbacias e ampliado, especialmente levando-se em consideração a necessidade do uso da irrigação para a sobrevivência sócio-econômica dos produtores rurais, mas para isso, a oferta de água deve ser volumosa e constante e assim, ações também de preservação e recuperação dos mananciais devem ser realizadas, como as sugeridas pelo Professor Fernando Braz Tangerino Hernandez em sua apresentação no encerramento do PURA - Programa pelo Uso Racional da Água em 03 de julho de 2008, em São José do Rio Preto (<http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/pura03jul08/pura03jul08.php>). Os dados obtidos a partir deste monitoramento também tem sido utilizado para ilustrar palestras e trabalhos de conscientização ambiental em diferentes oportunidades.

## 18. EQUIPE

Este trabalho contou com a participação de alunos de Graduação e Pós-Graduação, Técnicos de Carreira e colaboradores externos, Professores e Pesquisadores que integrados vem possibilitando o manejo e gerenciamento sustentável dos recursos ambientais. Trabalharam neste projeto as seguintes pessoas:

- Fernando Braz Tangerino Hernandez - Coordenador. Professor do DEFERS - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP Ilha Solteira.
- Alex Palombo da Silva - Técnico em Informática e Graduado em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.
- Diego Gonçalves Feitosa - Graduando em Agronomia na UNESP Ilha Solteira.
- Gustavo Cavalari Barboza - Biólogo e Mestrando em Agronomia - Sistema de Produção na UNESP Ilha Solteira. Bolsista do CNPq.
- Jener Fernando Leite de Moraes - Pesquisador do IAC e Especialista em Geotecnologia.
- João Paulo de Carvalho - Técnico em Informática do IAC e Especialista em SIG.
- Luis Sergio Vanzela - Engenheiro Agrônomo e Doutor em Agronomia pela UNESP Ilha Solteira.
- Maurício Augustos Leite - Professor do DEFERS - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP Ilha Solteira.
- Paulo de Tarso Pizarro Silva - Graduando em Agronomia na UNESP Ilha Solteira. Bolsista PROEX-UNESP.
- Renata da Silva Moura - Engenheira Agrônoma e Mestranda em Agronomia Sistema de Produção UNESP Ilha Solteira. Bolsista do CNPq.
- Renato Alberto Momesso Franco - Biólogo e Doutorando em Agronomia - Sistema de Produção UNESP Ilha Solteira. Bolsista do CNPq.
- Ronaldo Cintra Lima - Técnico na UNESP e Doutorando em Agronomia - Sistema de Produção UNESP Ilha Solteira.

## 19. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Allan, D.J. Streams ecology: structure and function of running waters. School of Natural Resources and Environment, University of Michigan. 5ed. Michigan: Springer, 1995. 388p.

AYRES, R. S.; WESCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F.A.V. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado). Campina Grande: UFPB, n.29, 1991. 218p.

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

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.

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

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília: CONAMA, 2005. 22p

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA. Outorga. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/outorgaefiscalizacao/index.htm>. Acesso em 12 de setembro de 2007.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Outorga. Disponível  
DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA. Outorga. Disponível em:  
<http://www.daee.sp.gov.br/outorgaefiscalizacao/index.htm> Acesso em 12 de setembro  
de 2007. Disponível em: < <http://www.daee.sp.gov.br/outorgaefiscalizacao/index.htm> >.  
Acesso em 06 de agosto de 2009.

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

FRANCO, R. A. M. ; VANZELA, L S. ; HERNADEZ, F. B. T. Utilização dos parâmetros coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido na avaliação da qualidade de água para a irrigação na microbacia do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2007, Bonito. Resumos...Bonito: CONBEA, 2007. CD ROM.

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

FRANCO, R.A.M.; HERNADEZ, F.B.T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande: v.13, n.6, p.772-780, 2009.

HERNADEZ, 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).

HERNADEZ, F.B.T.; SILVA, C.R.; SASSAKI, N.; BRAGA, R.S. Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, XXX, Foz de Iguaçu, 31 de julho a 03 de agosto de 2001. Anais... (CD-ROM).

HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L. S. Transporte de sedimento na microbacia do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2007, Bonito. Resumos...Bonito: CONBEA, 2007. 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, Marinópolis - SP. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2007, Bonito. Resumos...Bonito: CONBEA, 2007. CD ROM.

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

PEREIRA, L. A.; PEREIRA, M. C. T. Conceitos associados à ecologia de rios. In: ROLAND, F.; CESAR, D.; MARINHO, M. (editores). Lições de limnologia . São Carlos: Rima, 2005.p.126-140.

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

São Paulo. Secretária Estadual de Meio Ambiente. Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo - informações referentes a 2005. São Paulo, 2006. 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.

VANZELA, L.S. Qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP. Ilha Solteira: UNESP, 2004. 96p. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção).

VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis-SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, p. 55-64, 2010.

## 20. AGRADECIMENTO

Este trabalho foi possível através da cooperação de pessoas e entidades constituídas, as quais agradecemos e destacam-se:

- Casa da Agricultura e Prefeitura Municipal de Marinópolis
- CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados
- FAPESP - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
- FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos
- FEPIISA - Fundação de Ensino, Pesquisa e Extensão de Ilha Solteira
- IAC - Instituto de Pesquisa de Campinas
- UNESP Ilha Solteira

Ilha Solteira, 02 de março de 2010.

### **FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ**

Coordenador do Projeto

Professor da Área de Hidráulica e Irrigação UNESP Ilha Solteira

### **RENATO ALBERTO MOMESSO FRANCO**

Biólogo e Doutorando em Agronomia - Sistema de Produção UNESP Ilha Solteira  
Bolsista CNPq

### **GUSTAVO CAVALARI BARBOZA**

Biólogo e Mestrando em Agronomia - Sistema de Produção UNESP Ilha Solteira  
Bolsista CNPq

