



***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***



**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

Relatório Técnico de Monitoramento Hidroagrícola

© 2009, 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).

HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino

FRANCO, Renato Alberto Momesso

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. Ilha Solteira: UNESP / FEPIA: 2009.

119p. : il. (Relatório Técnico)

1. Vazão 2. Qualidade da água 3. Bacia hidrográfica 4. Irrigação

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1  |
| 2. OBJETIVOS .....   | 2  |
| 3. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO .....  | 2  |
| 3.1. Localização dos pontos de amostragem do córrego do Boi .....                      | 4  |
| 3.2. Localização dos pontos de amostragem do córrego do Coqueiro .....                 | 7  |
| 3.3. Localização dos Pontos de Avaliação do Córrego Três Barras .....                  | 9  |
| 4. VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....  | 11 |
| 4.1. Variáveis de qualidade de água .....  | 11 |
| 4.2. Significado das variáveis de qualidade de água para a irrigação e ambiental ..... | 11 |
| 4.2.1. Varáveis Físicas .....  | 11 |
| 4.2.1. Varáveis Químicas .....   | 12 |
| 4.2.1. Varáveis biológicas .....   | 14 |
| 5. MEDIÇÃO DE VAZÃO .....  | 15 |
| 6. COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA .....  | 16 |
| 7. ASPECTOS LEGAIS EM RELAÇÃO AOS RECURSOS HÍDRICOS .....                              | 18 |
| 7.1. Resolução CONAMA de Nº 357/2005 .....   | 18 |
| 8. CLIMA .....   | 18 |
| 8. Córrego Três Barras .....   | 21 |
| 8.1. Característica da microbacia .....  | 21 |
| 8.2. Qualidade de água .....   | 23 |
| 8.2.1. Variáveis Físicas .....   | 23 |
| 8.2.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais .....                                 | 23 |
| 8.2.1.2. Turbidez .....  | 26 |
| 8.2.2. Variáveis Químicas .....  | 29 |
| 8.2.2.1. Oxigênio dissolvido .....   | 29 |
| 8.2.2.1. Potencial Hidrogeniônico (pH) .....   | 31 |
| 8.2.2.3. Condutividade elétrica .....  | 34 |
| 8.2.1.1. Cálcio, magnésio e dureza total .....   | 36 |
| 8.2.2.5. Ferro total .....   | 38 |
| 8.2.3. Variáveis Biológicas .....  | 40 |
| 8.2.3.1. Coliformes fecais e totais .....  | 40 |
| 9. Córrego do Boi .....  | 42 |
| 9.1. Característica da Microbacia .....  | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 9.2. Tipo e finalidade de uso da água.....  | 44 |
| 9.3. Qualidade de água .....  | 44 |
| 9.3.1. Variáveis Físicas .....  | 45 |
| 9.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais.....   | 45 |
| 9.3.1.2. Turbidez.....  | 47 |
| 9.3.2. Variáveis Químicas.....  | 49 |
| 9.3.2.1. Oxigênio dissolvido.....   | 49 |
| 9.3.2.2. Potencial hidrogeniônico.....  | 51 |
| 9.3.2.3. Condutividade elétrica .....   | 53 |
| 9.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza .....  | 55 |
| 9.3.2.5. Ferro total .....  | 58 |
| 9.3.3. Variáveis Biológicas.....  | 60 |
| 9.3.3.1. Coliformes fecais e totais.....  | 60 |
| 10. CÓRREGO DO COQUEIRO .....   | 62 |
| 10.1. Características da Microbacia .....   | 62 |
| 10.2. Finalidade e tipo de uso da água.....   | 64 |
| 10.3. Qualidade de água .....   | 64 |
| 10.3.1. Variáveis Físicas .....   | 64 |
| 10.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais.....  | 64 |
| 10.3.1.2. Turbidez.....   | 68 |
| 10.3.2. Variáveis Químicas.....   | 70 |
| 10.3.2.1. Oxigênio dissolvido.....  | 70 |
| 10.3.2.2. Potencial Hidrogeniônico (pH) .....   | 72 |
| 10.3.2.3. Condutividade elétrica .....  | 74 |
| 10.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza .....   | 76 |
| 10.3.2.5. Ferro total .....   | 78 |
| 10.3.3. Variáveis Biológicas.....   | 80 |
| 10.3.3.1. Coliformes fecais e totais.....   | 80 |
| 11. ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA ENTRE AS MICROBACIAS<br>DOS CÓRREGOS TRÊS BARRAS, BOI E COQUEIRO ..... | 82 |
| 11.1. Variáveis Físicas .....   | 82 |
| 11.1.1. Sólidos suspensos, dissolvidos e totais.....  | 82 |
| 11.1.2. Turbidez.....   | 85 |
| 11.2. Variáveis Químicas.....   | 86 |
| 11.2.1. Oxigênio dissolvido.....  | 86 |
| 11.2.2. Potencial Hidrogeniônico (pH) .....   | 87 |
| 11.2.3. Condutividade elétrica .....  | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| 11.2.4. Cálcio, magnésio e dureza .....                            | 89  |
| 11.2.5. Ferro .....  | 91  |
| 11.3. Variáveis Biológicas.....                                    | 92  |
| 11.3.1. Coliformes fecais e totais.....                            | 92  |
| 12. DESCARGA SÓLIDA TOTAL.....                                     | 94  |
| 12.1. Córrego do Coqueiro .....                                    | 94  |
| 12.2. Córrego do Boi .....   | 95  |
| 13. VAZÃO .....  | 96  |
| 13.1. Córrego do Coqueiro .....                                    | 96  |
| 13.2. Córrego Três Barras .....                                    | 97  |
| 13.3. Córrego Boi .....  | 97  |
| 14. INDICATIVO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL .....                       | 99  |
| 14.1. Córrego do Coqueiro .....                                    | 99  |
| 14.2. Córrego Três Barras .....                                    | 101 |
| 14.3. Córrego do Boi .....   | 104 |
| 15. OUTORGAS PARA USO DA ÁGUA .....                                | 106 |
| 16. CONSIDERAÇÕES, OPORTUNIDADES, DIVULGAÇÃO E RECOMENDAÇÕES ..... | 107 |
| 17. EQUIPE .....   | 115 |
| 18. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                               | 116 |
| 20. AGRADECIMENTOS.....  | 118 |

## 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 e com o passar dos anos com a redução da disponibilidade hídrica. 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 e planejamento integrado dos recursos hídricos para a irrigação nas microbacias dos Córregos do Boi e do Coqueiro tiveram início em outubro de 2006, enquanto que na microbacia do córrego Três Barras desde 20 de dezembro de 2002 há registro sistemático das vazões e qualidade da água. Ainda que se tenha uma massa de dados hidrológicos que já permita a execução de trabalhos de planejamento e modelagem, ainda é muito pouco, quando se compara com países como os Estados que mantêm históricos de monitoramento há mais de cem anos e atualmente mantêm uma rede automatizada de coleta de dados e divulgação em tempo real na Internet, resultado de investimentos em ciência e tecnologia.

Todo o monitoramento nas microbacias 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 e disponibilidade das águas superficiais, com enfoque para agricultura irrigada e interesses de conservação ambiental, considerando a escala de tempo, ou seja, a variabilidade espacial e temporal de cada ponto analisado e dos sistemas ambientais num todo.

São três microbacias de grande importância sócio econômica e ambiental para os municípios que as abrigam e também para a região como um todo, agrupada na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. O córrego do Boi recebe os efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Aparecida d'Oeste e a jusante do lançamento estão concentrados irrigantes quem em sua maioria cultivam fruteiras e hortaliças para consumo *in natura*, fato que se repete no córrego Três Barras, onde se concentram a quase totalidade dos irrigantes do município de Marinópolis. Já o córrego do Coqueiro é a fonte de água para os municípios de Palmeira d'Oeste e Marinópolis.

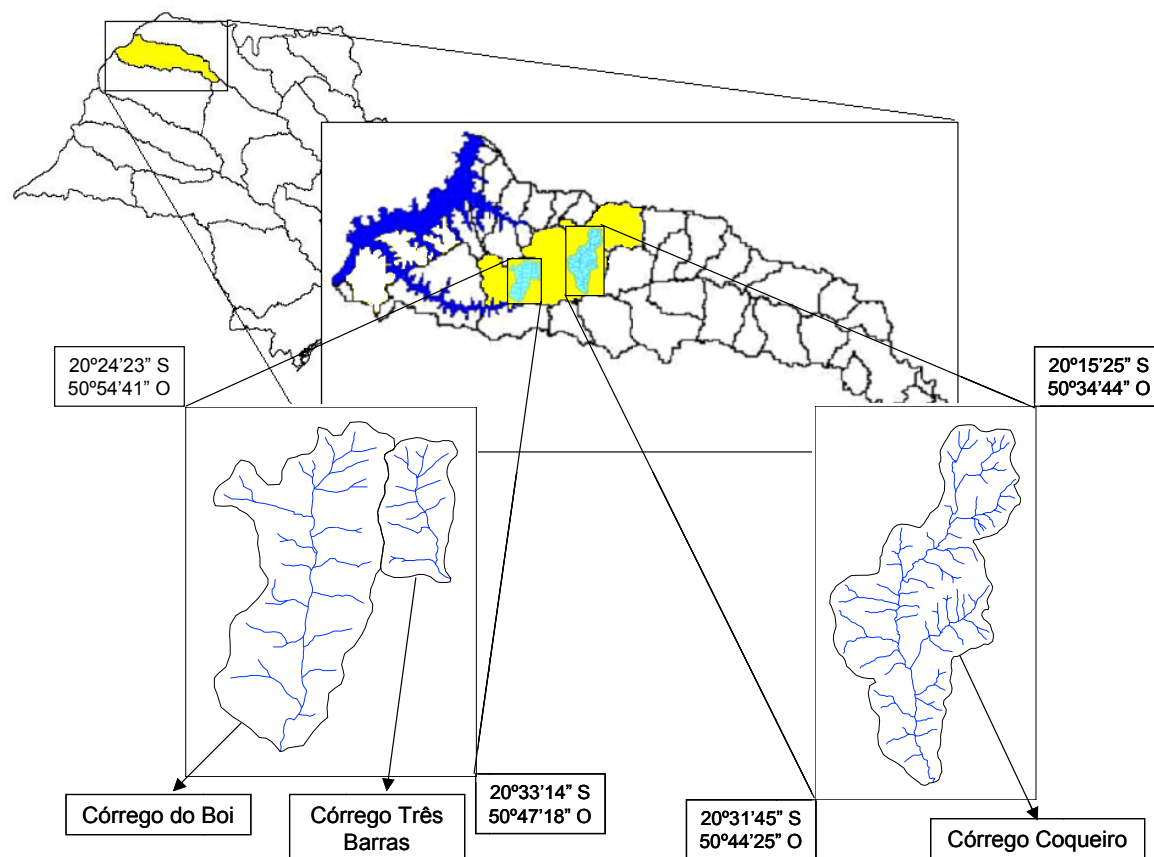
Assim, o monitoramento sistemático das vazões e da qualidade da água pode evidenciar a fragilidade destas regiões em termos hídricos e ainda subsidiar ações de planejamento integrado que visem promover o desenvolvimento sustentável da região.

## 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.

## 3. LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho está sendo 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, nos domínios da bacia do São José dos Dourados, no noroeste do estado de São Paulo (Figura 1).



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

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 Palmeira d'Oeste<sup>1</sup>, respectivamente, sendo os pontos de amostragem georreferenciados com o auxílio de um GPS para o monitoramento sistemático da vazão e da qualidade da água.

No córrego Três Barras, localizado no município de Marinópolis, as coletas iniciaram 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 da UNESP Ilha Solteira 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" e posteriormente a Tese de Doutorado

<sup>1</sup> A microbacia do córrego Coqueiro compreende os municípios de Jales (onde está localizada a nascente do córrego), São Francisco, Dirce Reis e Palmeira d'Oeste.

“PLANEJAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA DO CÓRREGO TRÊS BARRAS NO MUNICÍPIO DE MARINÓPOLIS - SP”, ambas defendidas pelo Engenheiro Agrônomo Luiz Sergio Vanzela<sup>2</sup>. Nestes trabalhos foi possível diagnosticar que o córrego apresenta disponibilidade de água crítica e problemas de qualidade de água para irrigação, principalmente de videiras, sendo estas, a principal atividade econômica do município.

Já o córrego do Coqueiro permitiu a conclusão do Mestrado do Biólogo Renato Alberto Momesso Franco com a Dissertação “Qualidade da água para irrigação na microbacia do córrego do Coqueiro no noroeste paulista”, em trabalho que inicia a sistematização do monitoramento realizado. A importância da oferta ou da falta de água neste manancial ficou evidente quando a Gerência Regional da SABESP decidiu investir na perfuração de um poço para aumentar a oferta de água para abastecimento urbano na estação seca, quando a situação se mostra muito crítica, como se comprova com o monitoramento realizado.

Todos os trabalhos decorrentes do monitoramento realizado pode ser acompanhados no Portal da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira, em fotos, artigos e gráficos a partir de [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php).

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

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

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

### 3.1. 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

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

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 matas 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.



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

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

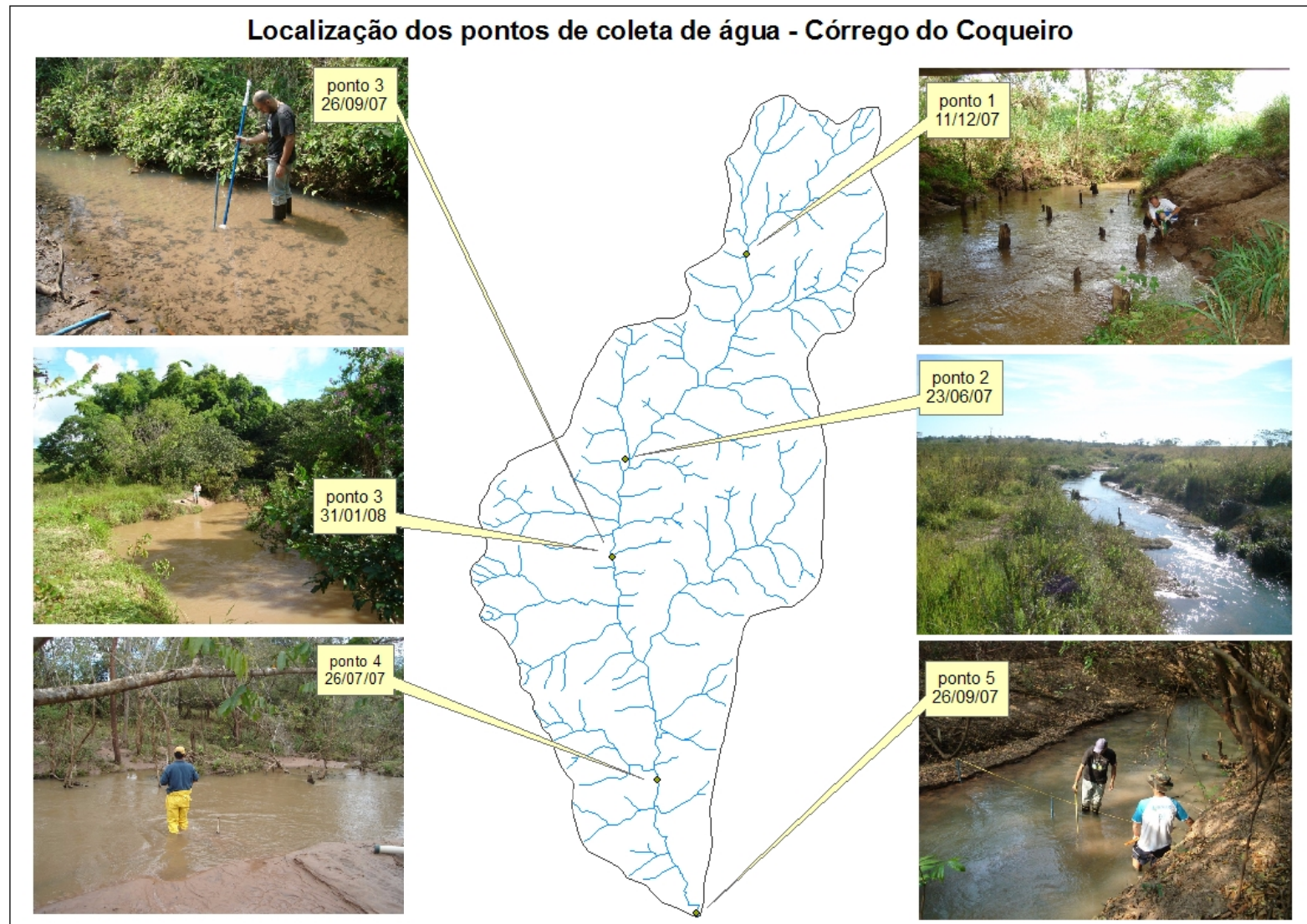
Ao longo do leito principal do Córrego do Coqueiro foram georreferenciados com auxílio de um GPS, cinco pontos de coleta de água e nestes mesmos pontos estão sendo realizadas às medições de vazão.

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 km 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 km 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 Km 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 Km da nascente (Figura 3). Já o ponto 5 situa-se 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 Km 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.

### 3.3. 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 desenvolvidos por HERNANDEZ e VANZELA (2007) esta microbacia encontra-se em estado de degradação, com grande transporte de sedimentos. É o mais estudado de toda a região, com o maior tempo de monitoramento.

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 lênticas e presença de macrófitas aquáticas (*Brachiaria subquadripara*) 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 em Marinópolis, SP.

## 4. VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

### 4.1. 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.

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

#### 4.2.1. 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.

### 4.2.1. 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 N° 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 Ayers 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 N° 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 (AYERS 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).

### 4.2.1. 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.

## 5. MEDIÇÃO DE VAZÃO

As vazões estão sendo medidas pelo método do molinete hidrométrico (modelo FP101-FP201 Global Flow Probe), 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 alguns pontos e em algumas coletas nos meses de chuva não foi 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 ocorreu nos córregos do Boi e do Coqueiro, nos meses de janeiro, fevereiro e março.

## 6. 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 a laboratório.

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.

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

| Parâmetros   | Métodos                      | Precisão          | Equipamentos   |
|--|------------------------------|-------------------|--|
| Sólidos totais<br>Sólidos dissolvidos<br>Sólidos suspensos | Gravimétrico                 | 1,0 mg/l          | Cápsula de porcelana, balança eletrônica de precisão JK-200 da YMC Co, estufa 305 SE da Fanem, dissecador 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<br>Cálcio<br>Magnésio                         | Titulação                    | 1,0 mg/l          | Bureta e pipetas   |
| Coliformes Totais<br>Coliformes Fecais                     | Contagem de bactérias        | 100 Col/ 100 ml   | Kit microbiológico-ALFAKIT   |

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

| Problema  | Parâmetro 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 N°60 extraído de Bernardo (1989) |
| Concentração de partículas em suspensão na água | Turbidez                        | Resolução 357/2005 do CONAMA (2005): Águas de classe II        |

## 7. ASPECTOS LEGAIS EM RELAÇÃO AOS RECURSOS HÍDRICOS

### 7.1. 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)

## 8. 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-10X, depois substituído pelo modelo CR23X localizado 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>. O tempo de varredura para a leitura dos dados é de 10 segundos e estes compilados para valores diários disponibilizados na Internet<sup>4</sup>.

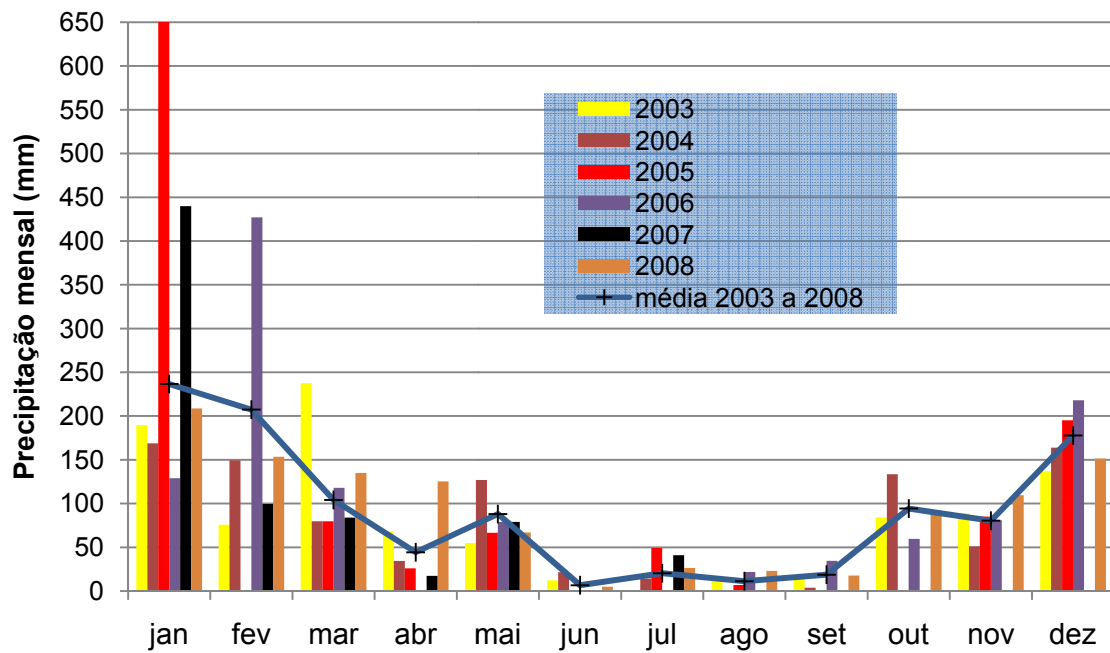
Para a microbacia do córrego do Coqueiro, os dados climáticos utilizados foram obtidos na estação agroclimatológica operada pelo Centro Integrado de informações agrometeorológicas do Instituto Agronômico de Campinas<sup>5</sup> localizado no município de Jales, pela maior proximidade da nascente que se encontra neste município.

---

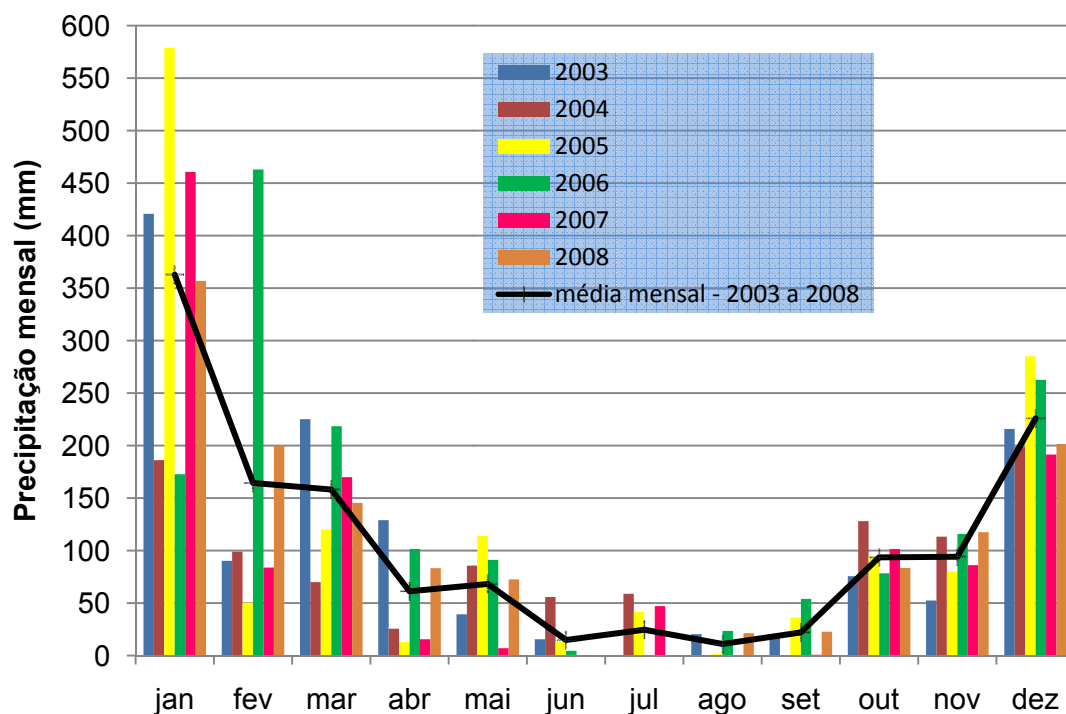
<sup>3</sup> [www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)

<sup>4</sup> [www.agr.feis.unesp.br/clima.php](http://www.agr.feis.unesp.br/clima.php)

<sup>5</sup> [www.ciiagro.sp.gov.br](http://www.ciiagro.sp.gov.br)



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



**Figura 5.** Precipitação mensal referentes aos anos de 2003 a 2008 do município de Jales, dados do CIIAGRO.

## 8. CÓRREGO TRÊS BARRAS

### 8.1. Característica da microbacia

Esta microbacia pertencente à cidade de Marinópolis, cujas características 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). A altimetria da microbacia está representada na Figura 6.

**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  |

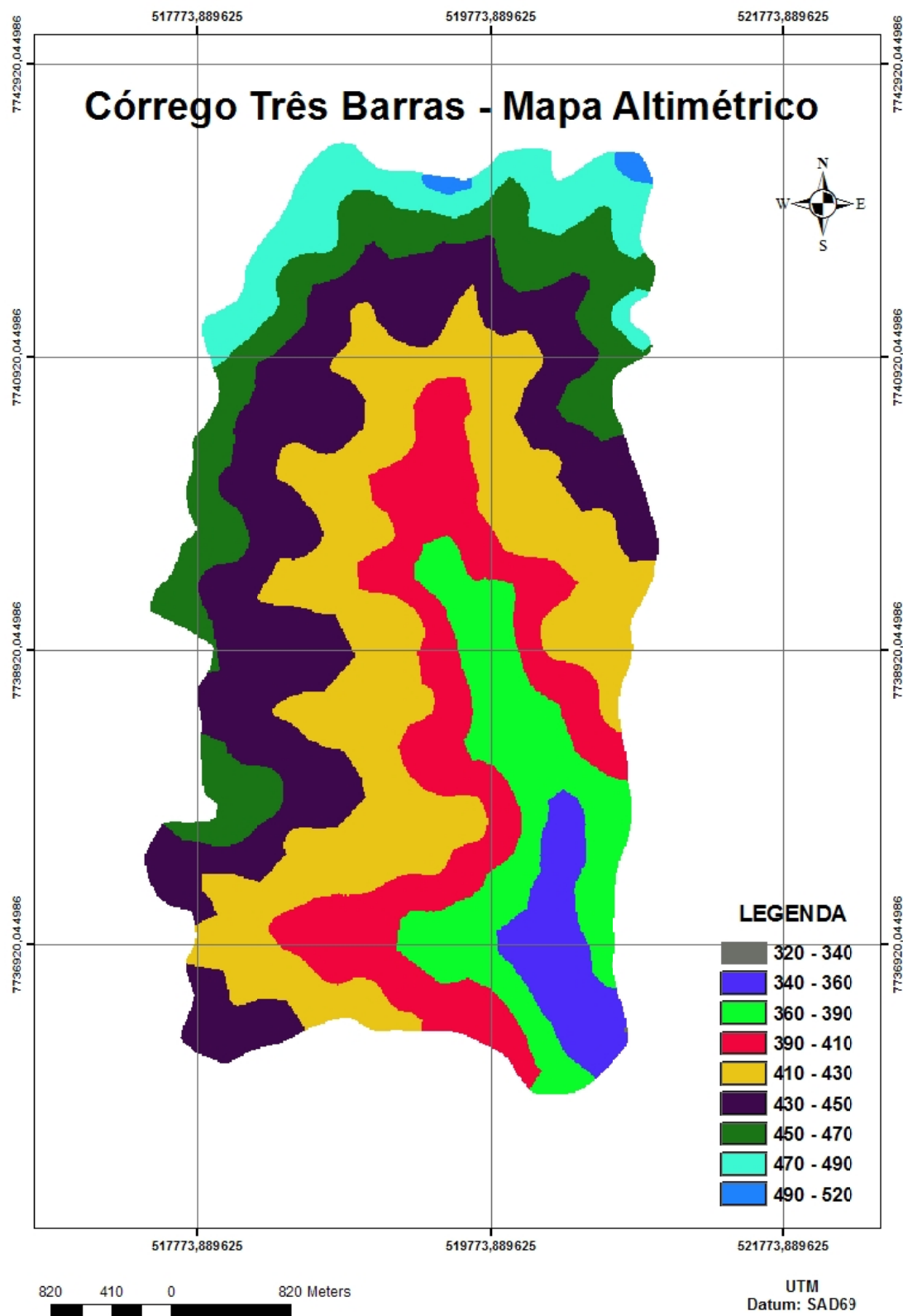
**Tabela 6.** Tipo e finalidade de uso da água.

| 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. Nos anos 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.



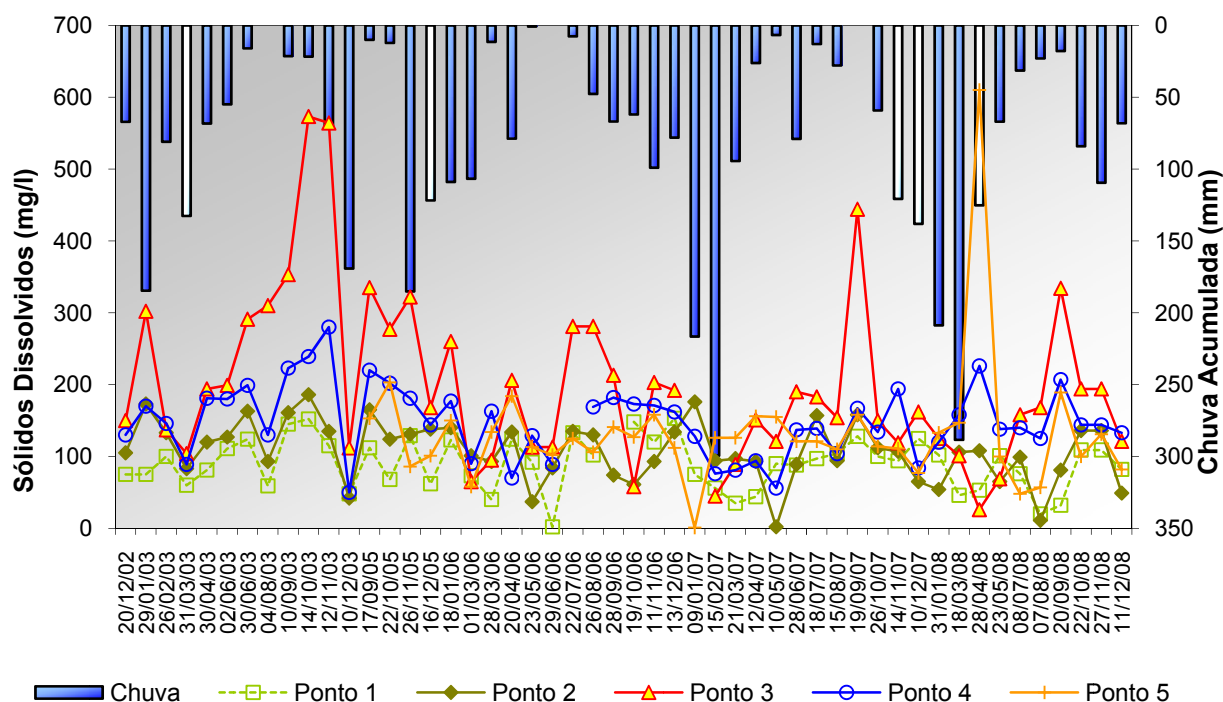
**Figura 6.** Altimetria da microbacia do córrego Três Barras em Marinópolis - SP.

## 8.2. Qualidade de água

### 8.2.1. Variáveis Físicas

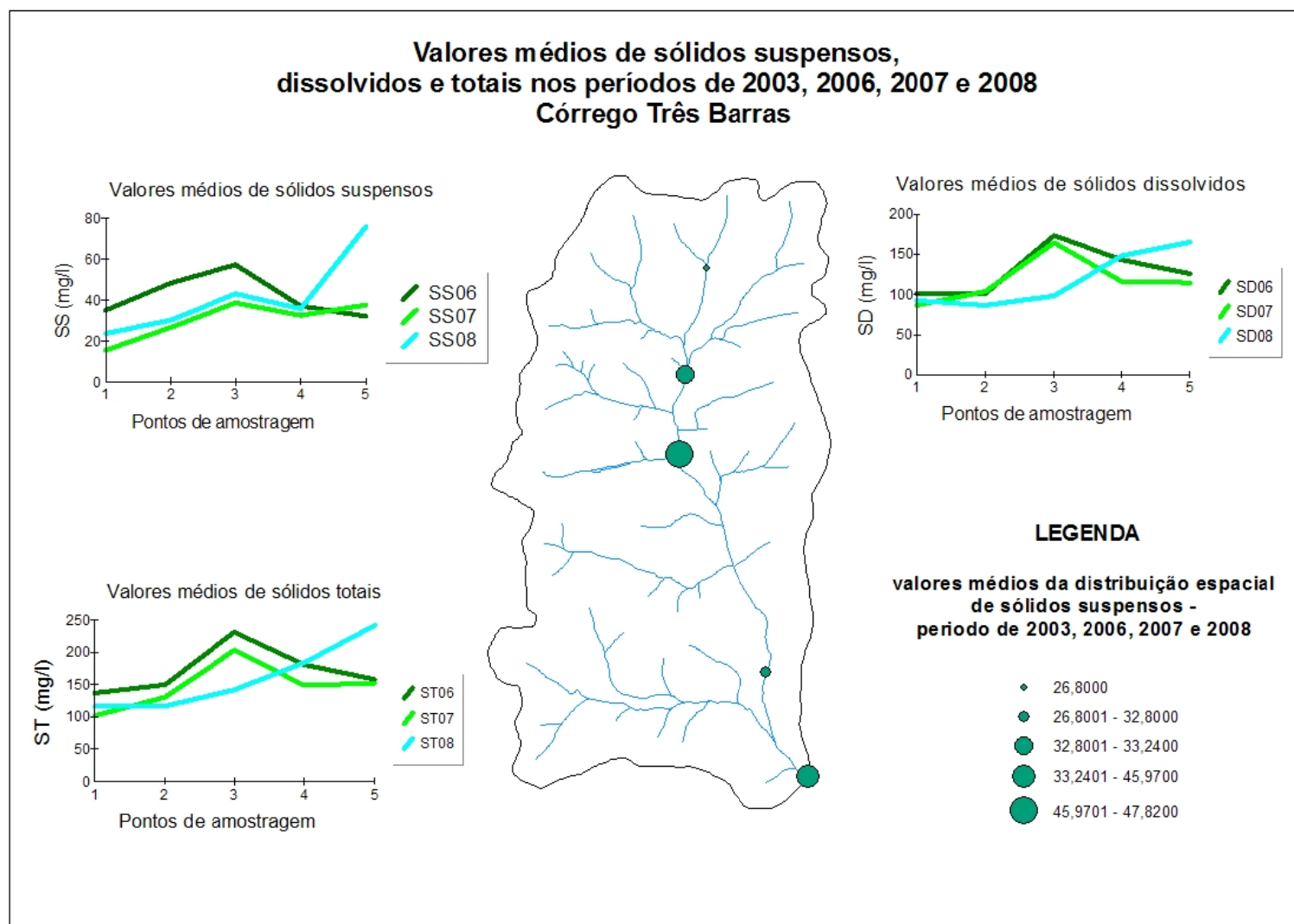
#### 8.2.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais

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 7). 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 7.** Variação espacial e temporal de sólidos suspensos no córrego Três Barras.

Na Figura 8 estão a distribuição espacial dos valores médios de sólidos suspensos dos períodos de 2003, 2006, 2007 e 2008, sendo o ponto 3 com valores médios entre 45,9 a 47,8 mg/l de sólidos suspensos. No período de 2008 os valores médios de sólidos suspensos e totais no ponto 5 foram superiores aos anos de 2006 e 2007.



**Figura 8.** Valores médios de sólidos dissolvidos e totais, córrego Três Barras.

As amostragens realizadas no ponto 3 apresentaram concentrações mais elevadas em relação aos demais locais de amostragem, devido ao lançamento de esgoto da ETE que contribuem para o aumento da concentração desses sólidos, comprometendo a qualidade da água.

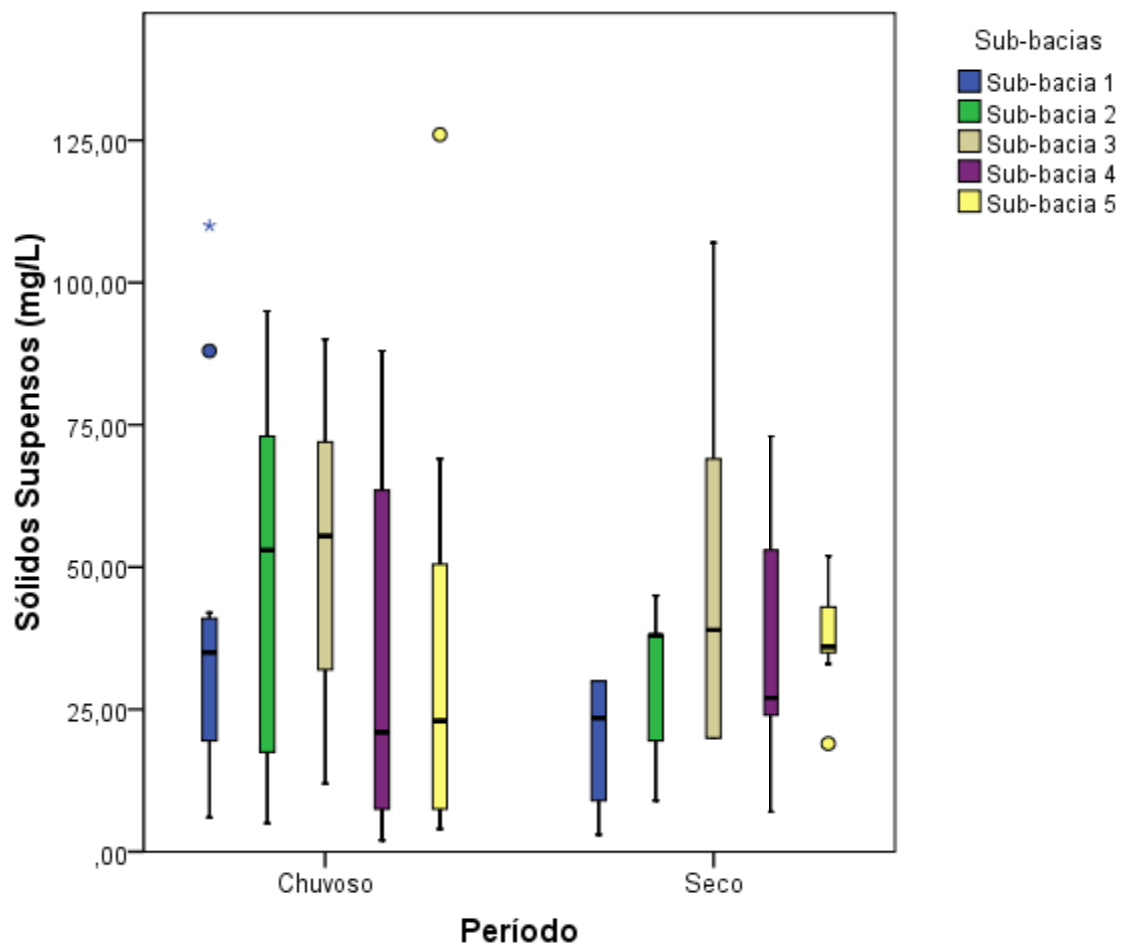
Para a representação da distribuição espacial foi utilizado gráficos “box-plot” elaborados a partir do software SSPS 11.7 for Windows.

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 (Figura 9).

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

#### **Quadro 1. Gráfico “bloxplot”**

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 uma 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 9). Os gráficos foram elaborados no software SSPS 11.7 for Windows.



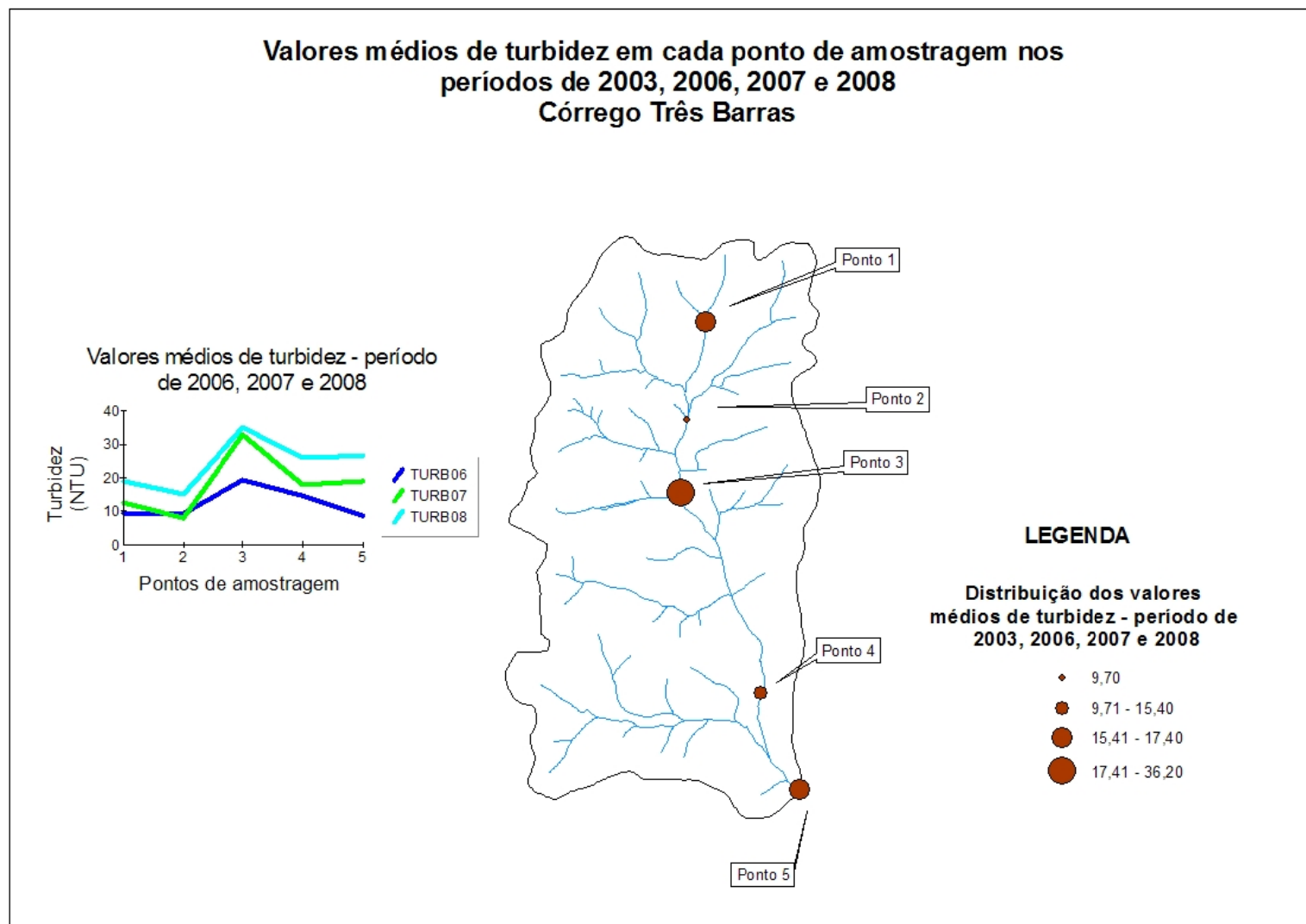
**Figura 9.** Distribuição dos resultados de sólidos suspensos na água entre os períodos seco e chuvoso no córrego Três Barras.

#### 8.2.1.2. Turbidez

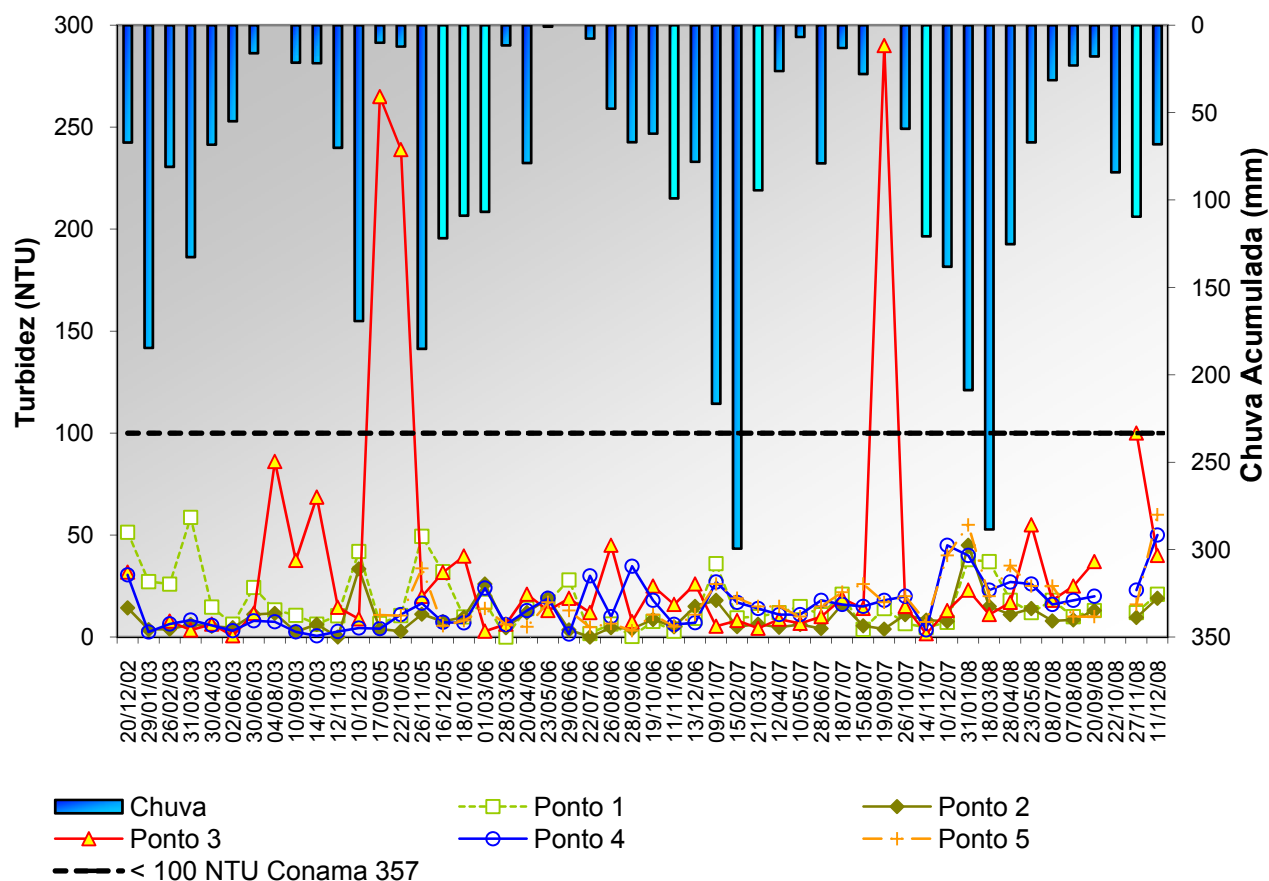
Os valores médios da distribuição espacial de turbidez são maiores no ponto 3, devido ao lançamento de esgoto da ETE da cidade de Marinópolis, com média entre 17 e 36 NTU. O ponto 2 apresenta o menor valor de turbidez em relação aos outros pontos analisados, valor médio de 9,70 NTU (unidade nefelométrica 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 10). 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 e 2008 houve um aumento nos valores médios de turbidez, o período de 2008 apresentou os maiores valores em relação aos anos de 2006 e 2007 (Figura 11).

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 11).



**Figura 10.** Valores médios de turbidez, córrego Três Barras



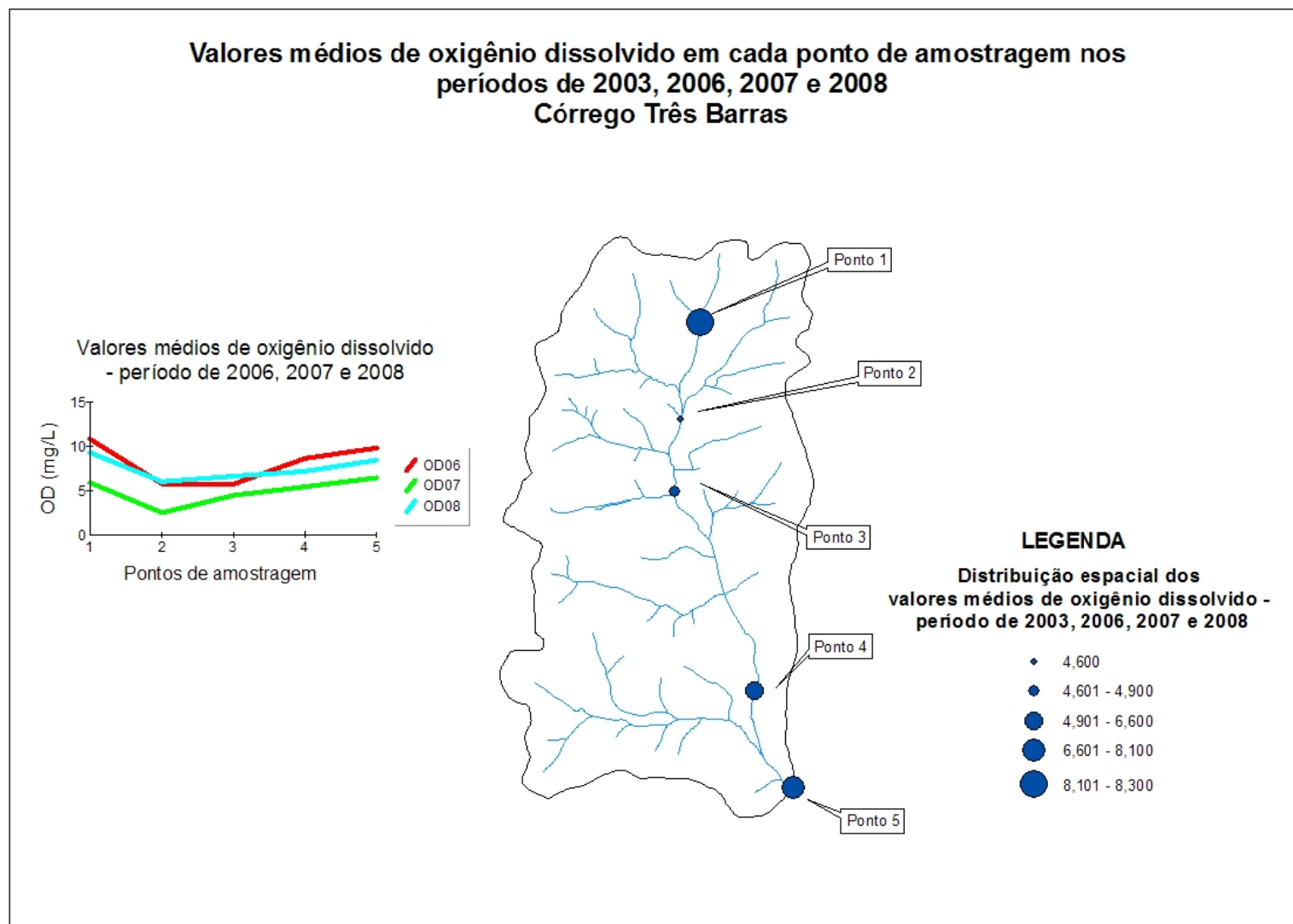
**Figura 11.** Variação espacial e temporal de turbidez no córrego Três Barras.

## 8.2.2. Variáveis Químicas

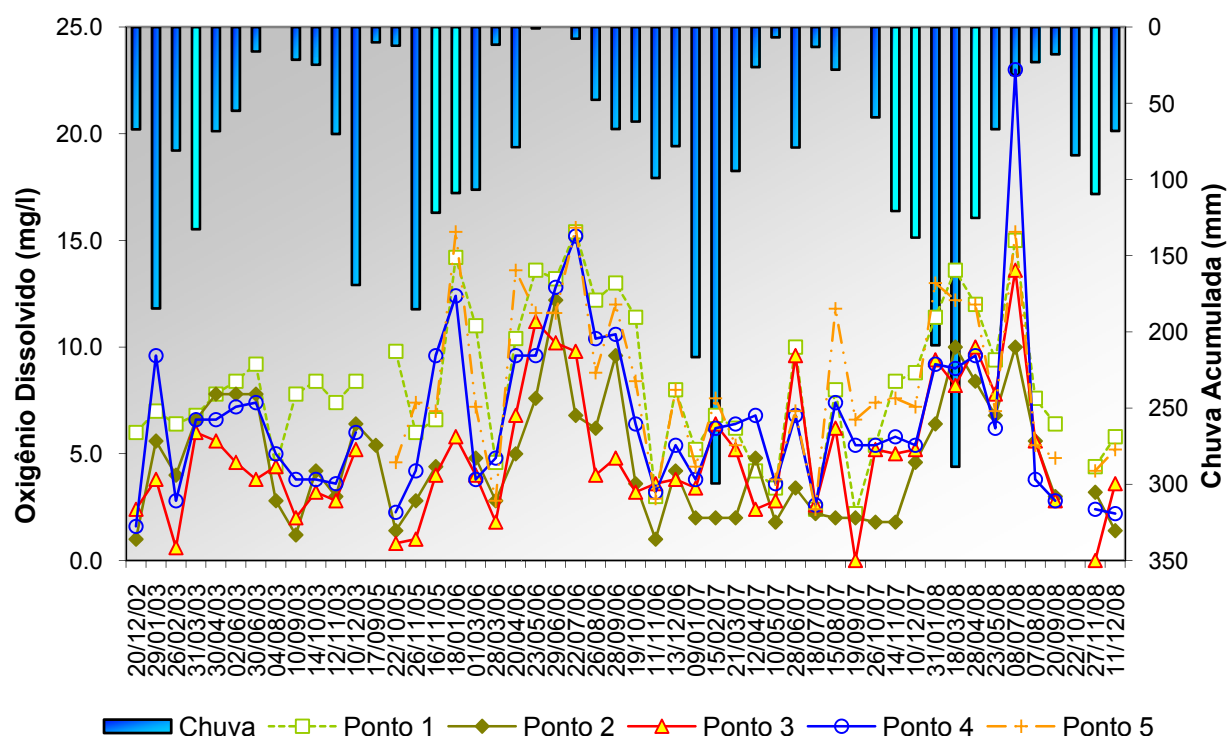
### 8.2.1.1. Oxigênio dissolvido

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 12).

Na coleta de setembro de 2007, 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.



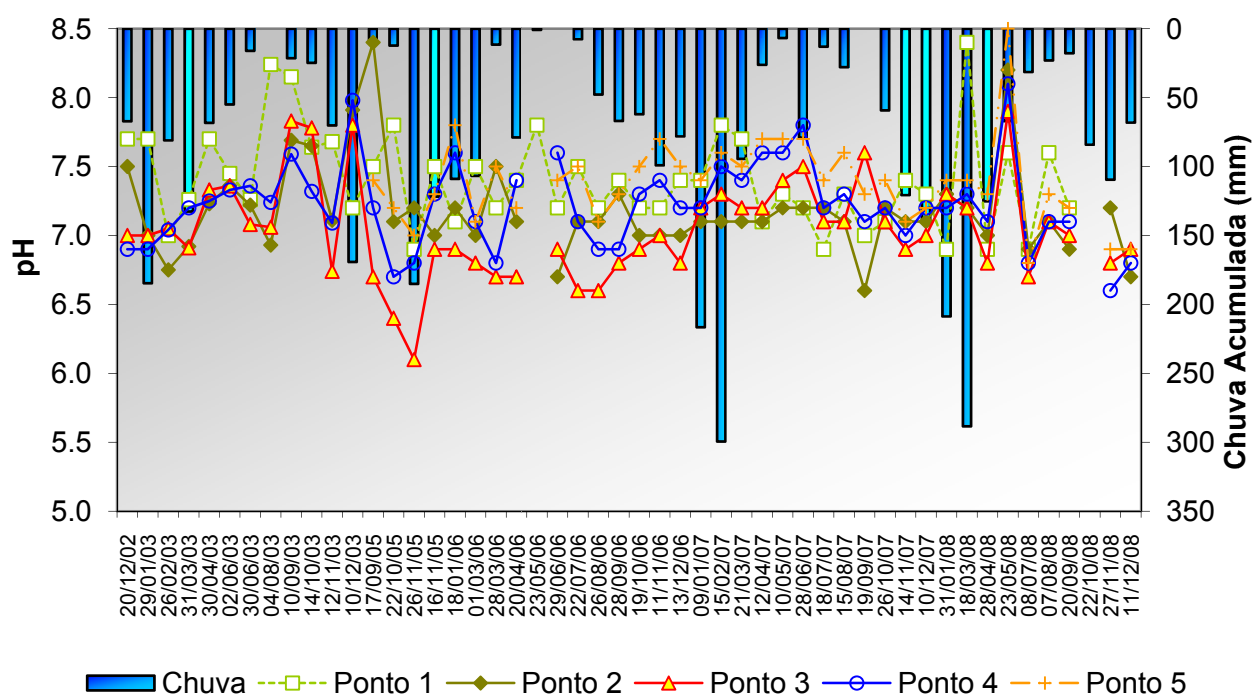
**Figura 12.** Valores médios de oxigênio dissolvido.



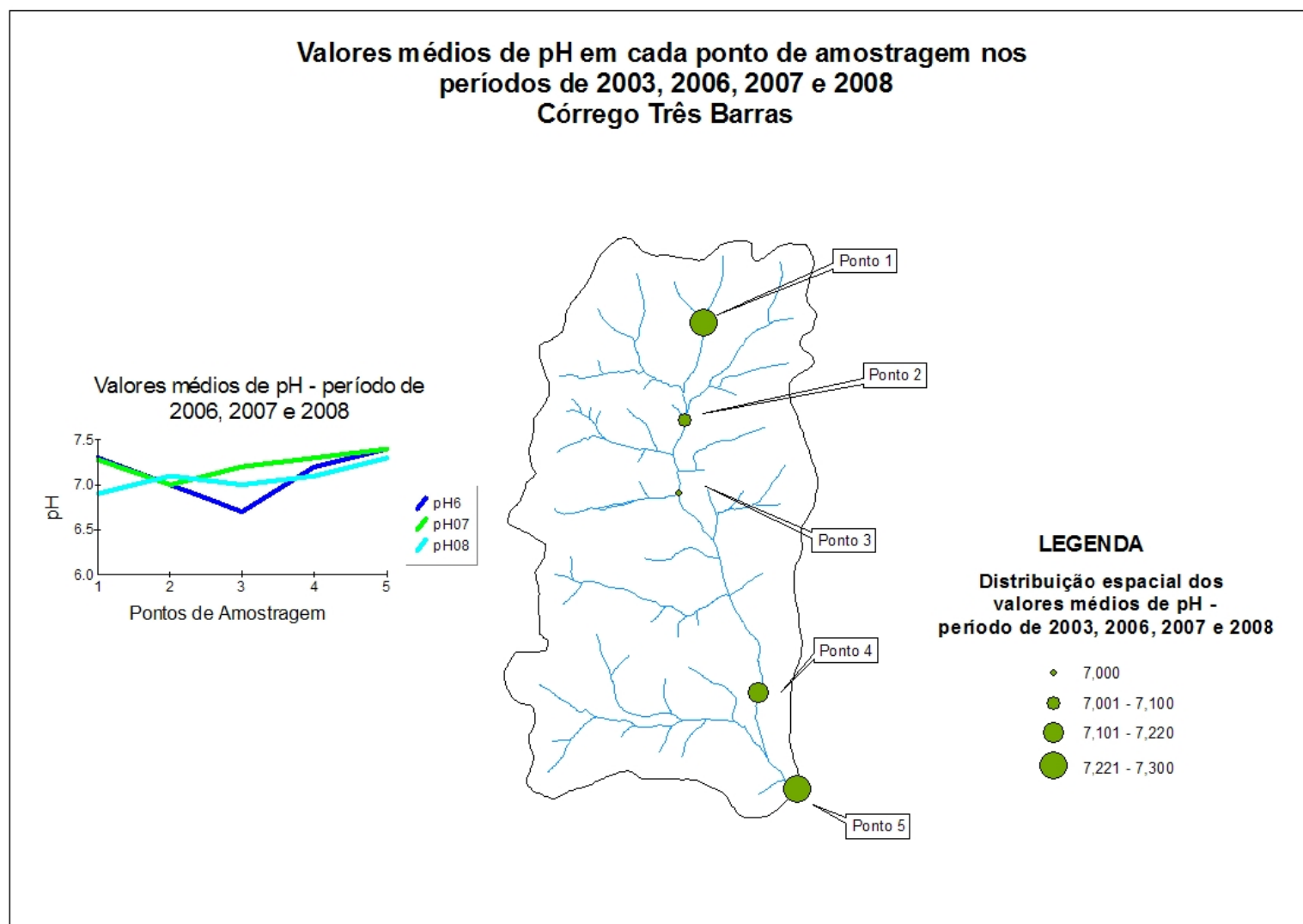
**Figura 13.** Variação espacial e temporal de oxigênio dissolvido no córrego Três Barras.

#### 8.2.2.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os mínimos valores de pH foram nos pontos 2 e 3, 6,74 e 6,75 respectivamente, sendo o máximo valor de 8,5 no ponto 4 (Figura 14). Os valores médios de pH no período de 2003, 2006, 2007 e 2008 estão entre 6,5 a 7,5, o ponto 3 atingiu média abaixo de 7,0 no ano de 2006. A resolução CONAMA de N° 357/2005 determina os valores de pH entre 6 e 9 para as Classe 1 e 2 (Figura 15).



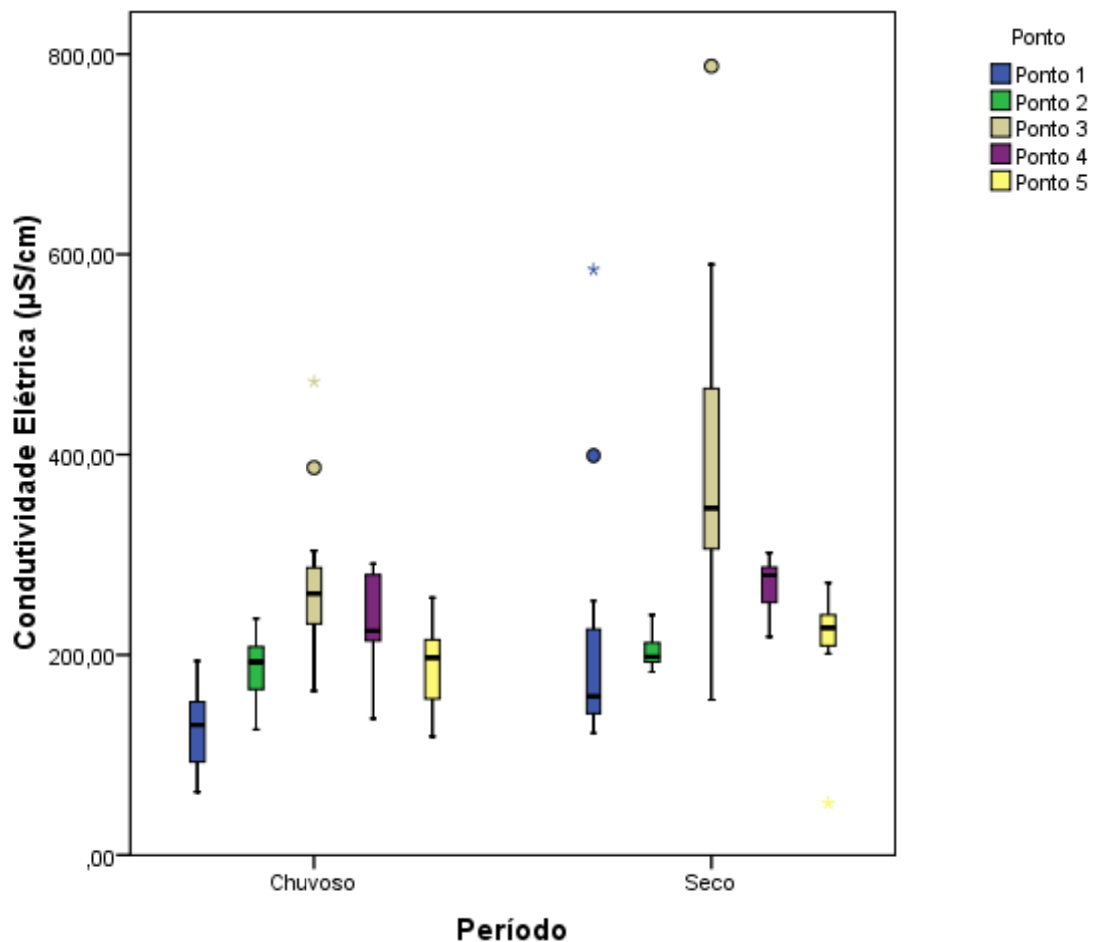
**Figura 14.** Variação espacial e temporal de pH no córrego Três Barras.



**Figura 15.** Valores médios de oxigênio dissolvido.

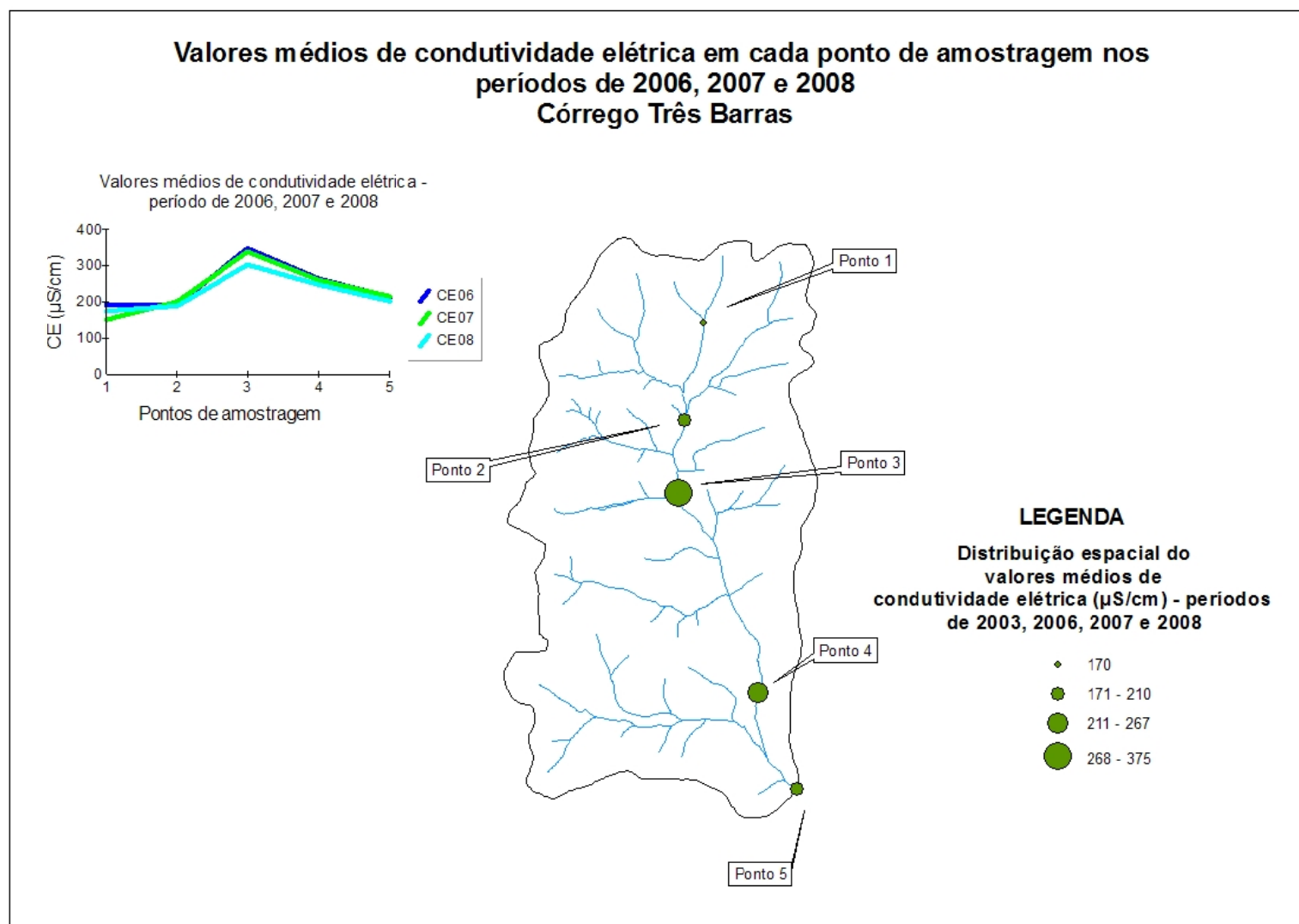
### 8.2.2.3. Condutividade elétrica

Na Figura 16 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 16.** Distribuição dos valores entre os períodos seco e chuvoso.

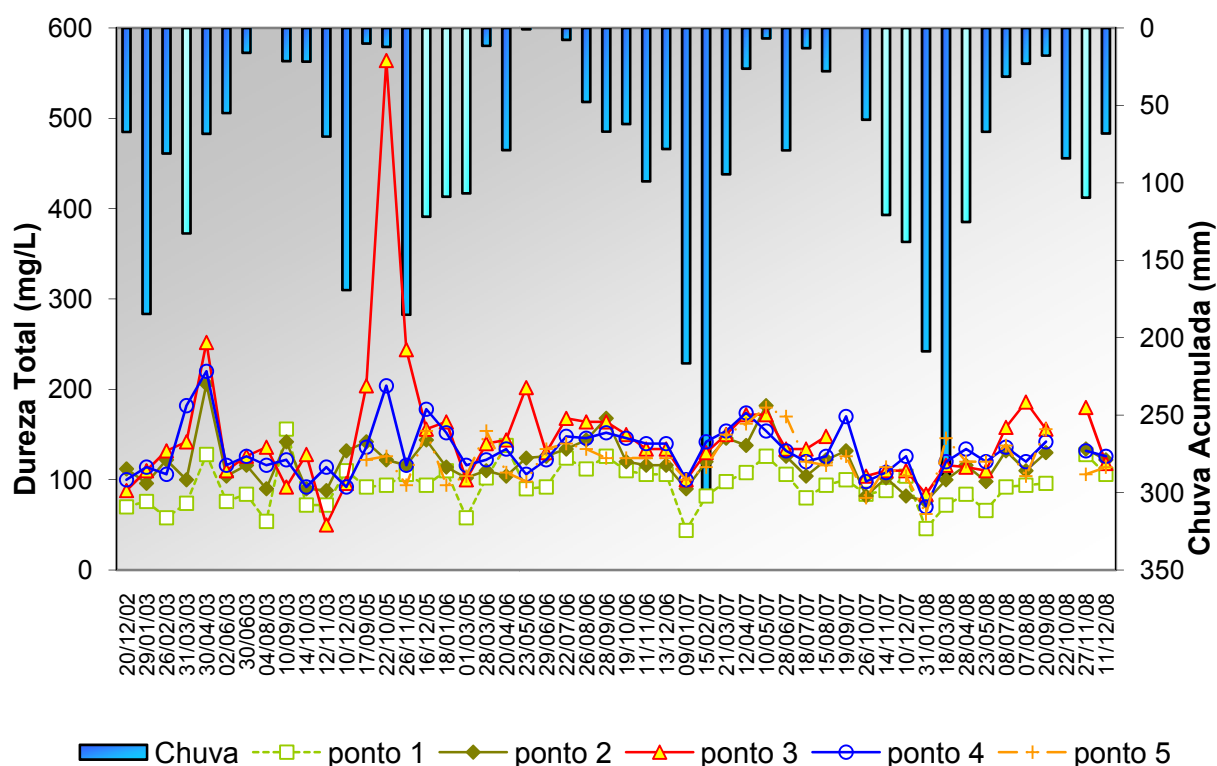
O comportamento dos valores médios entre os anos de 2006, 2007 e 2008 estão seguindo um mesmo comportamento entre os pontos analisados, o ponto 3 com as maiores médias (Figura 14).



**Figura 17.** Valores médios de oxigênio dissolvido, córrego Três Barras.

### 8.2.1.1. Cálcio, magnésio e dureza total

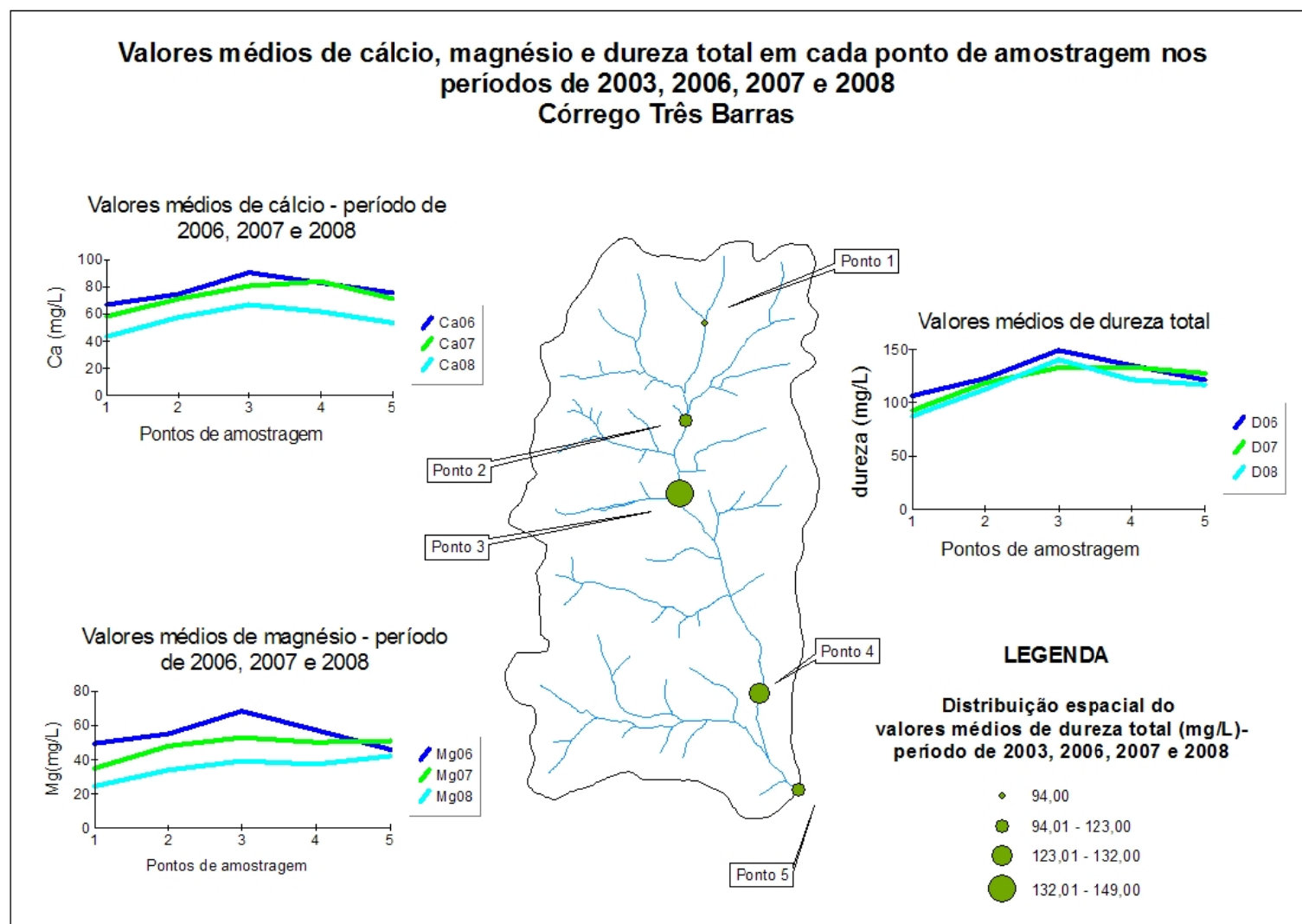
Na Figura 18 abaixo tem a distribuição espacial e temporal dos valores de dureza total nos pontos avaliados, os maiores valores estão no ponto 3.



**Figura 18.** Variação espacial e temporal de dureza total no córrego Três Barras.

Na Figura 19 estão as distribuições espaciais dos valores médios entre os pontos de amostragem, nos períodos de 2003, 2006, 2007 e 2008 no córrego Três Barras.

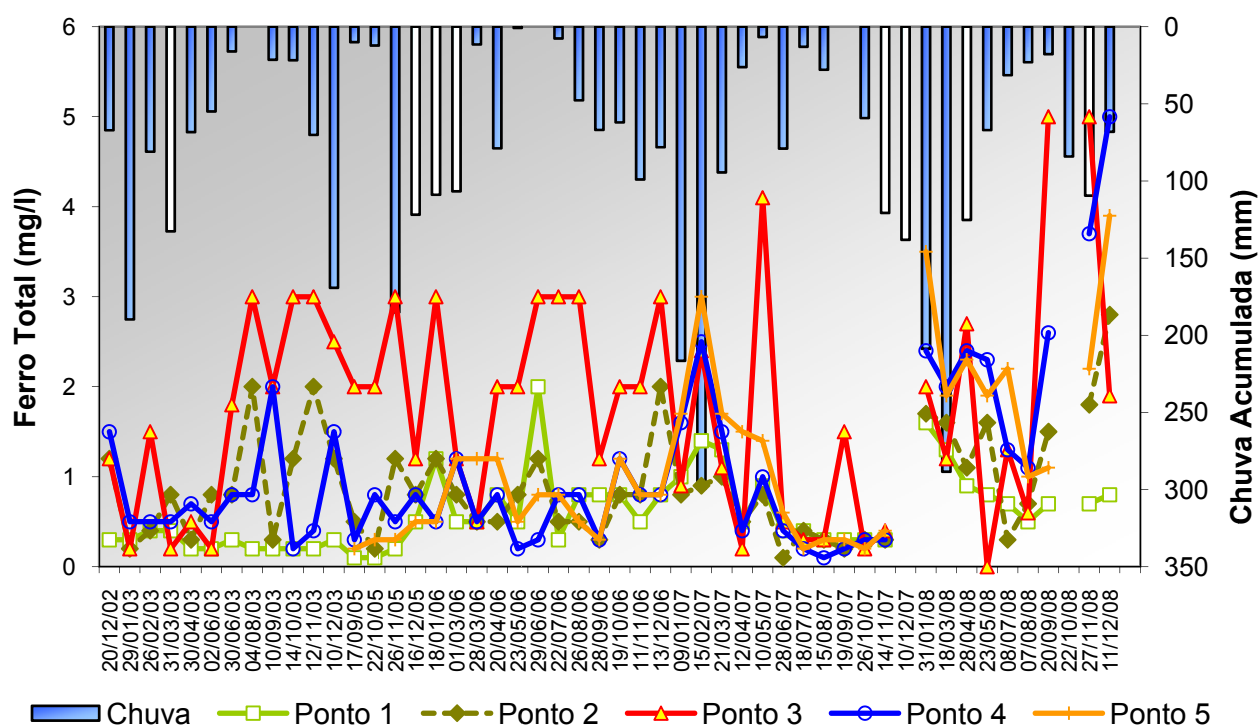
Os valores médios de magnésio e cálcio nos períodos de 2008 foram inferiores em relação aos anos de 2006 e 2007. Os maiores valores médios de cálcio, magnésio e dureza entre o os anos de 2003, 2006, 2007 e 2008 foi no ponto 3.



**Figura 19.** Distribuição dos valores médios de oxigênio dissolvido, córrego Três Barras.

### 8.2.2.5. Ferro total

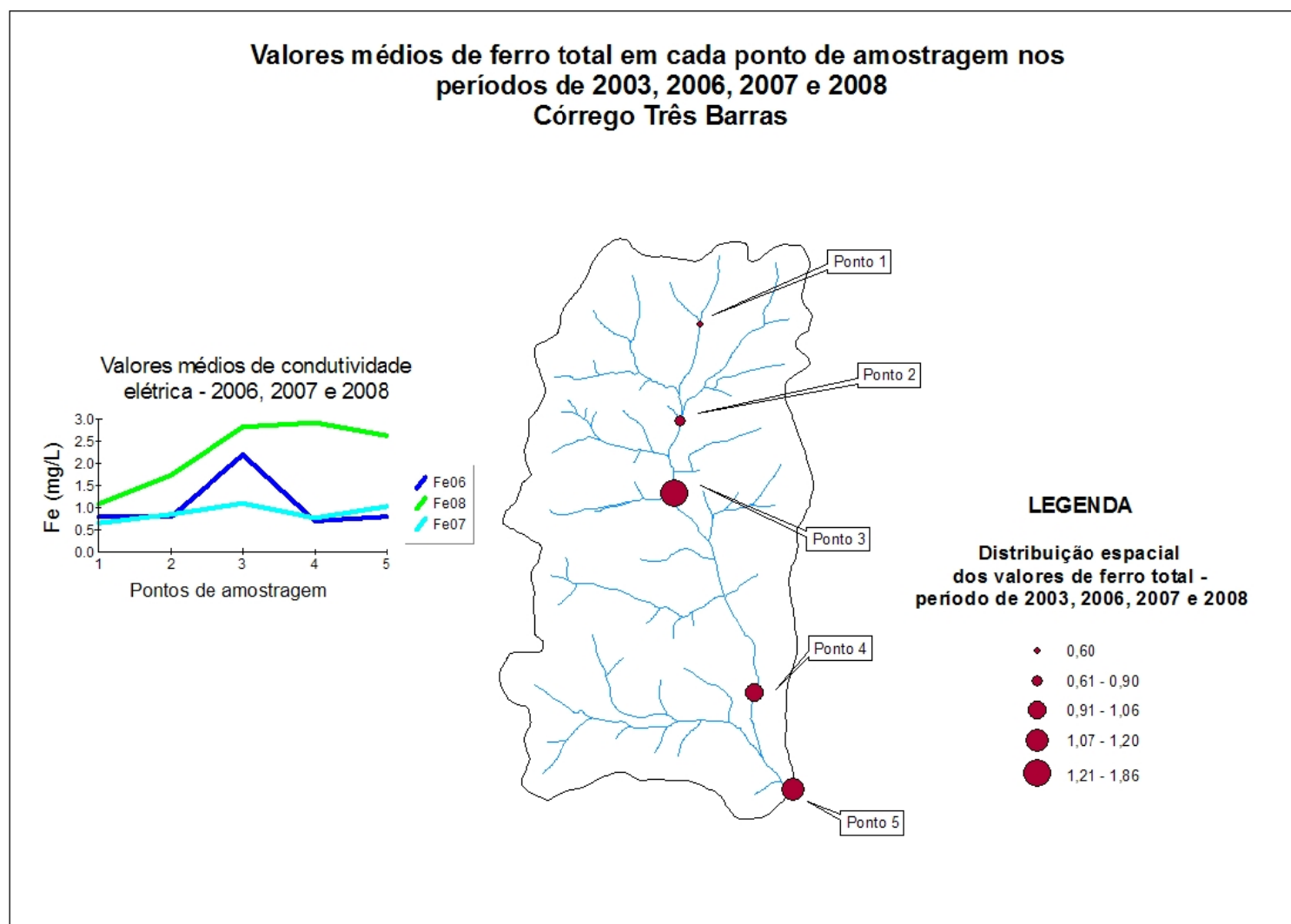
No ponto 3 apresenta os maiores valores de ferro total na avaliação de 2003, 2005 (setembro, outubro, novembro e dezembro), 2006, 2007 e 2008 (Figura 20). Os pontos 4 e 5, também apresentam altas concentrações de ferro total, provavelmente devido a influência da estação de tratamento de esgoto.



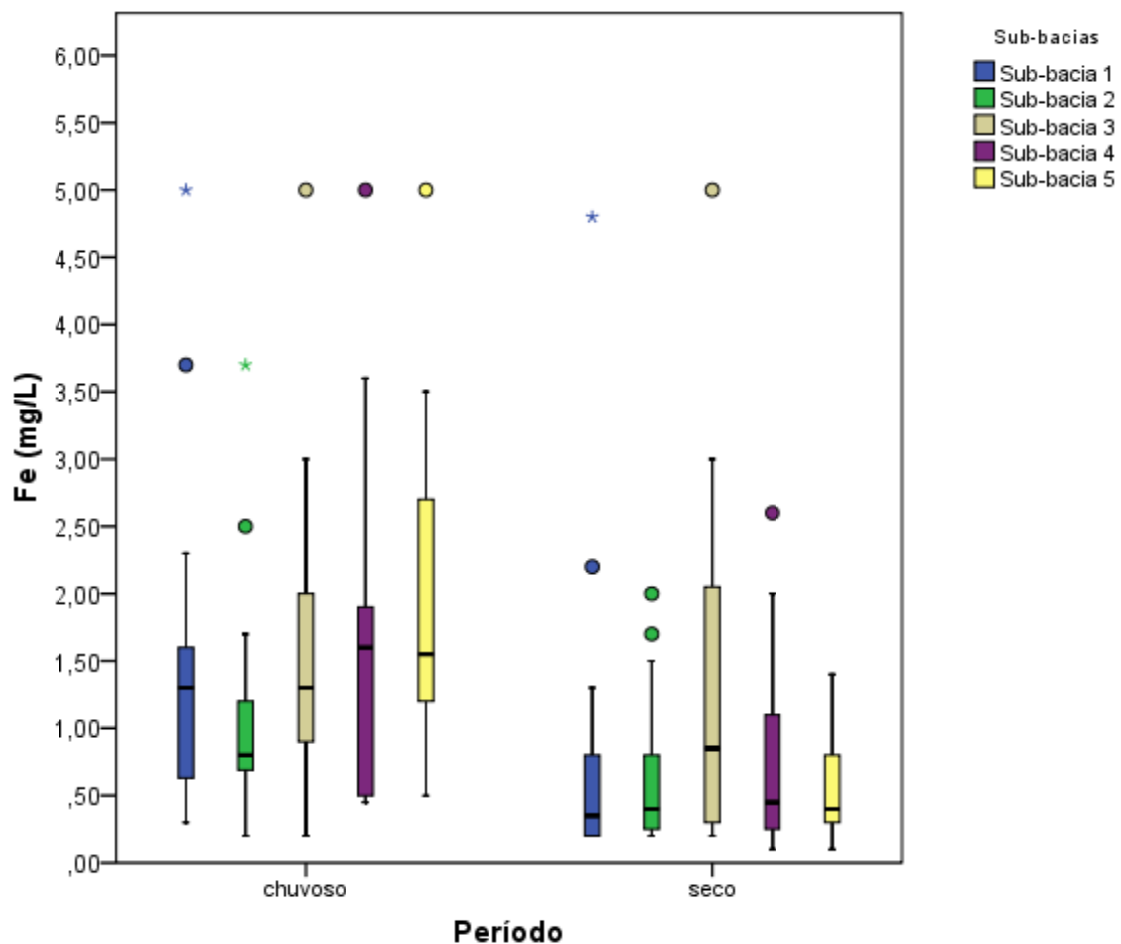
**Figura 20.** Variação espacial e temporal de ferro total no córrego Três Barras.

Na Figura 21 a distribuição espacial dos valores médios de ferro total na microbacia indicando o ponto com valores médios entre 1,21 a 1,86 mg/L. Os maiores valores ocorreram no ano de 2008 e o ano de 2007 apresentou valores médios baixos em relação aos outros anos analisados.

Os valores de ferro foram maiores no período chuvoso e os menores ocorreram no período seco (Figura 22).



**Figura 21.** Distribuição dos valores médios de ferro total no córrego Três Barras.

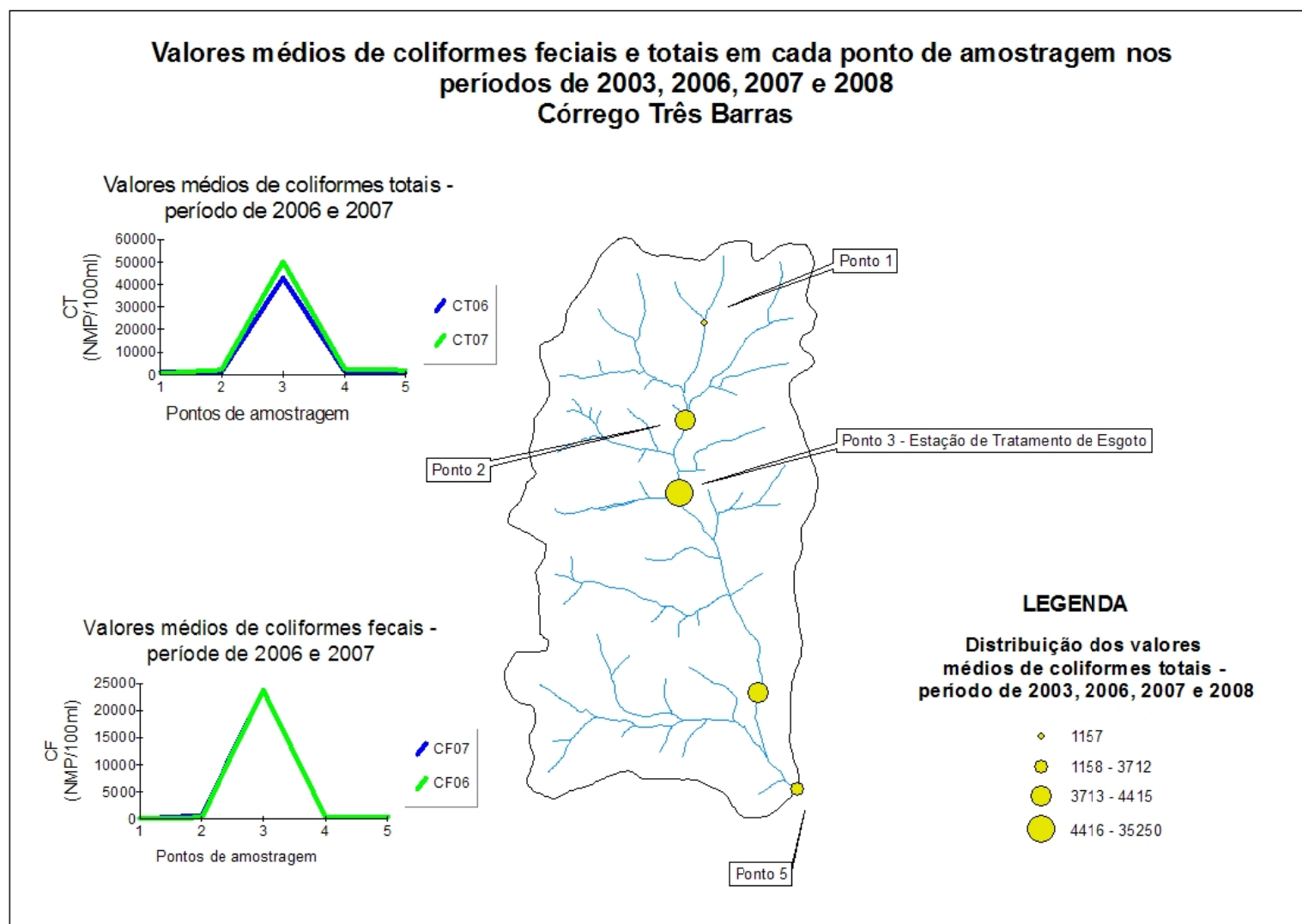


**Figura 22.** Distribuição dos valores de ferro total entre os períodos seco e chuvoso.

## 8.2.3. Variáveis Biológicas

### 8.2.3.1. 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 pontos analisados estão abaixo do ponto 3.



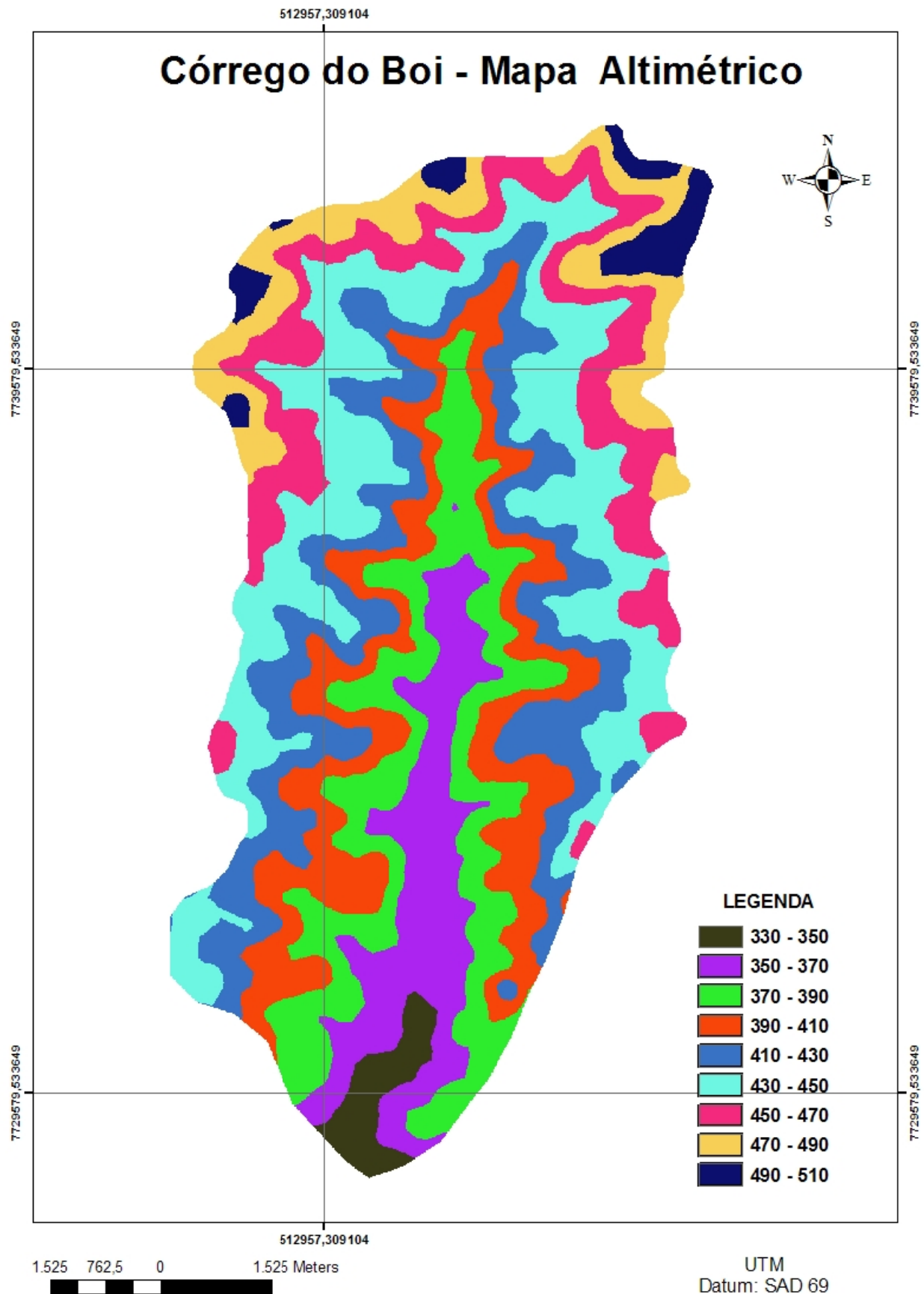
**Figura 23.** Distribuição dos valores médios de ferro total no córrego Três Barras.

## 9. CÓRREGO DO BOI

### 9.1. 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  |



**Figura 24.** Altimetria da microbacia do Córrego do Boi em Aparecida d'Oeste.

## 9.2. 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 (2007).

**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 (2007).

**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 (2007).

## 9.3. Qualidade de água

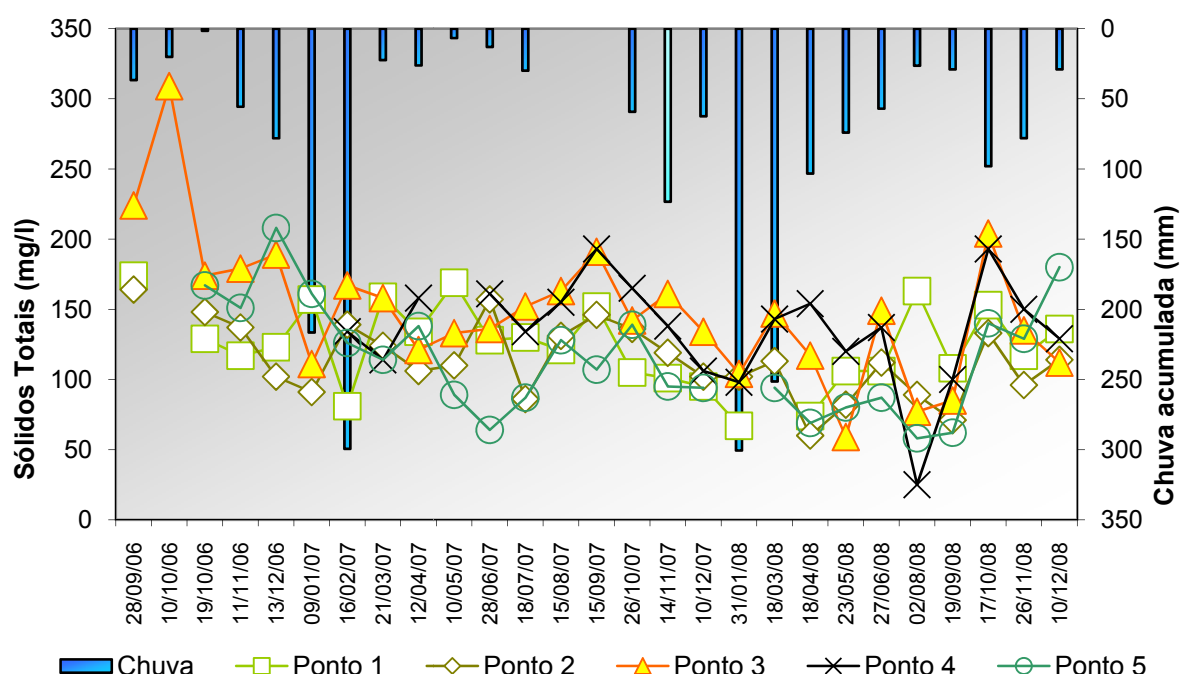
As coletas iniciaram em setembro de 2006 com quatro pontos de amostragem ao longo do córrego e a partir de fevereiro de 2007 acrescentou mais um ponto de coleta, denominado de ponto 4, totalizando cinco locais de amostragem.

### 9.3.1. Variáveis Físicas

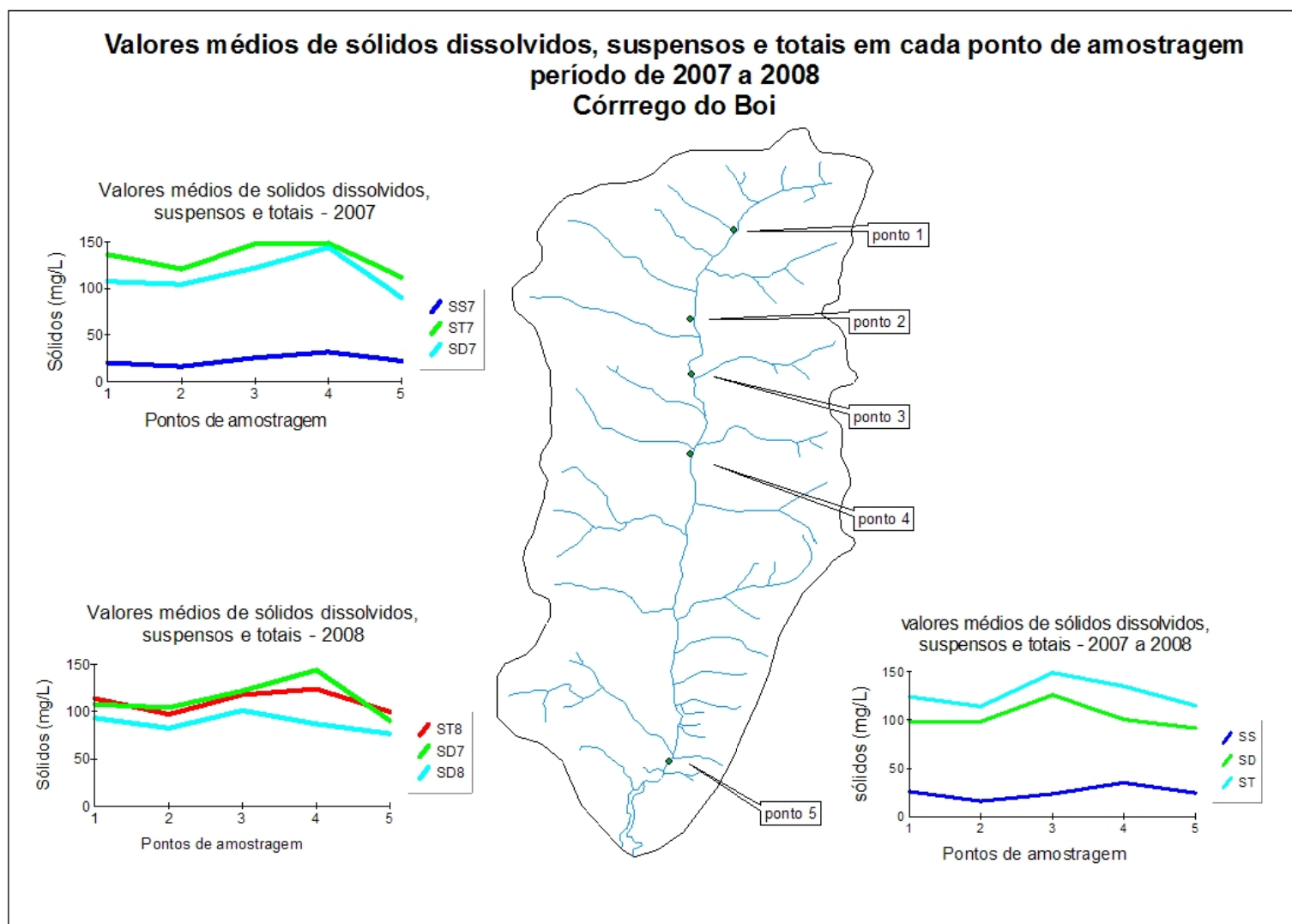
#### 9.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais

Na Figura 25 é apresentada a variação espacial e temporal de sólidos totais no período de 2006 a 2008.

Os valores médios de sólidos totais, dissolvidos e suspensos dos avaliados entre o período de 2007 a 2008. No ponto 3, no ano de 2007, a média de sólidos totais foi de 148,0 mg/L e em 2008 a média foi de 118,0 mg/L. A média de sólidos suspensos em 2007 foi de 25,33 mg/L e no ano de 2008 foi de 17,6 mg/L. No ponto 5 tem uma redução nos valores médios em relação aos ponto 1, 3 e 4 (Figura 26).



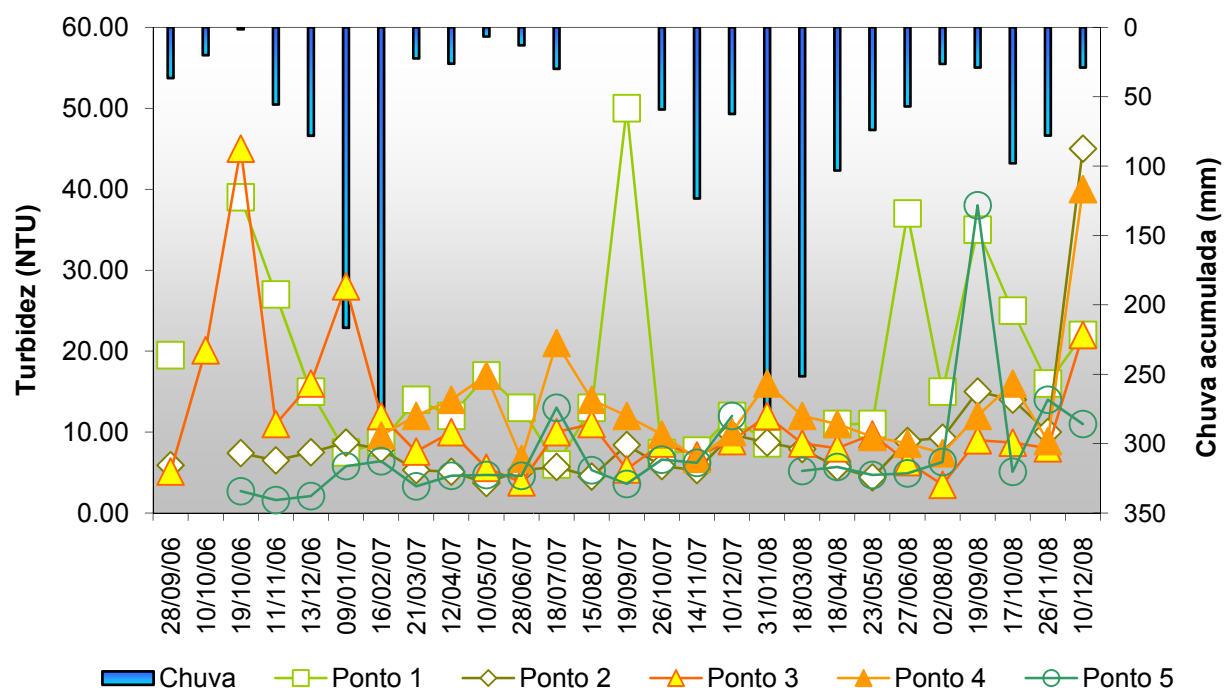
**Figura 25.** Variação espacial e temporal de sólidos totais no córrego do Boi.



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

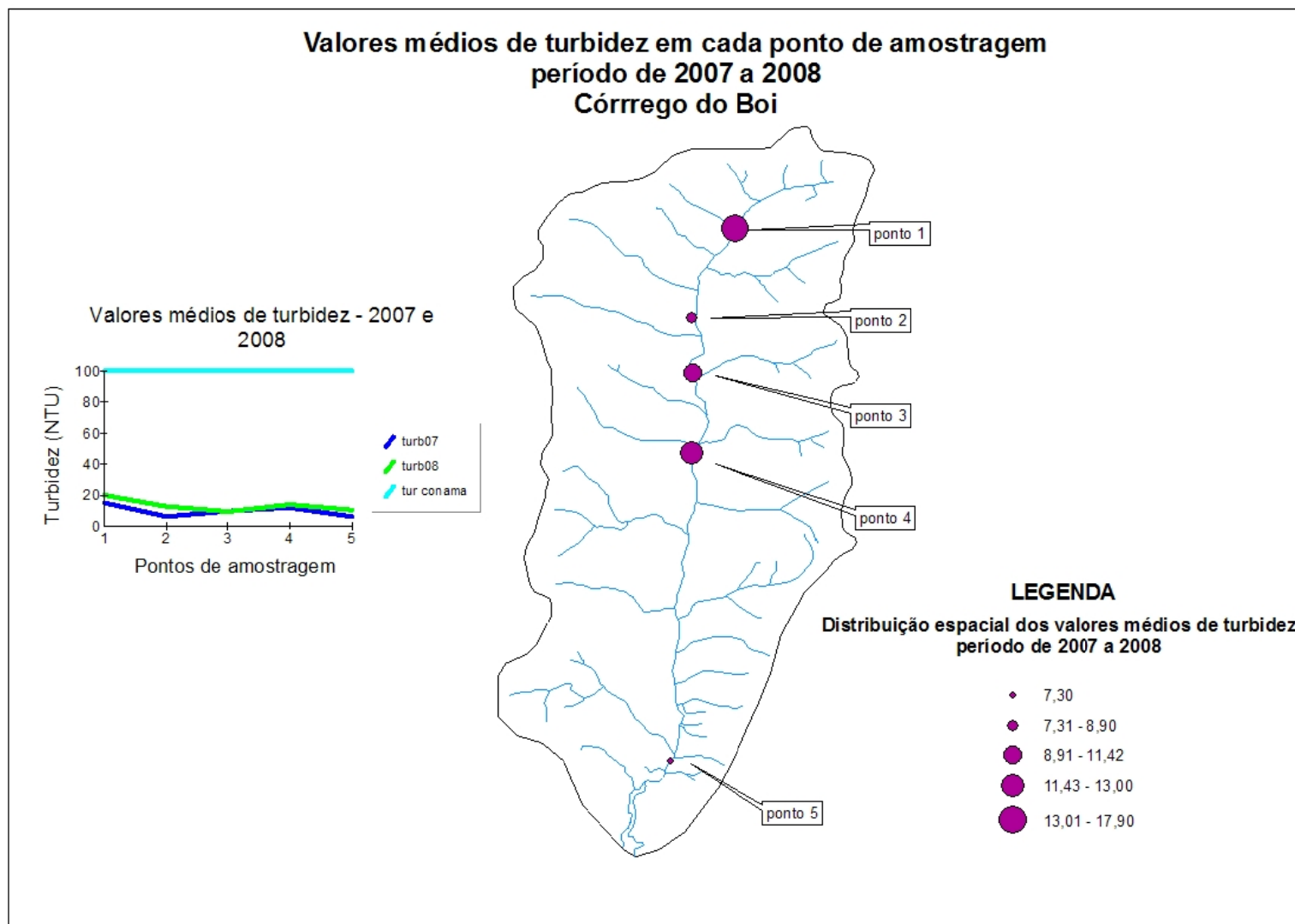
### 9.3.1.2. Turbidez

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 (Figura 27).



**Figura 27.** Variação espacial e temporal de turbidez no córrego do Boi.

Os valores médios de turbidez do córrego do Boi estão abaixo do permitido, de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005 de determina 100 NTU. O ponto 1 apresentou média de 17,98 NTU entre os anos de 2006 a 2008 (Figura 28).



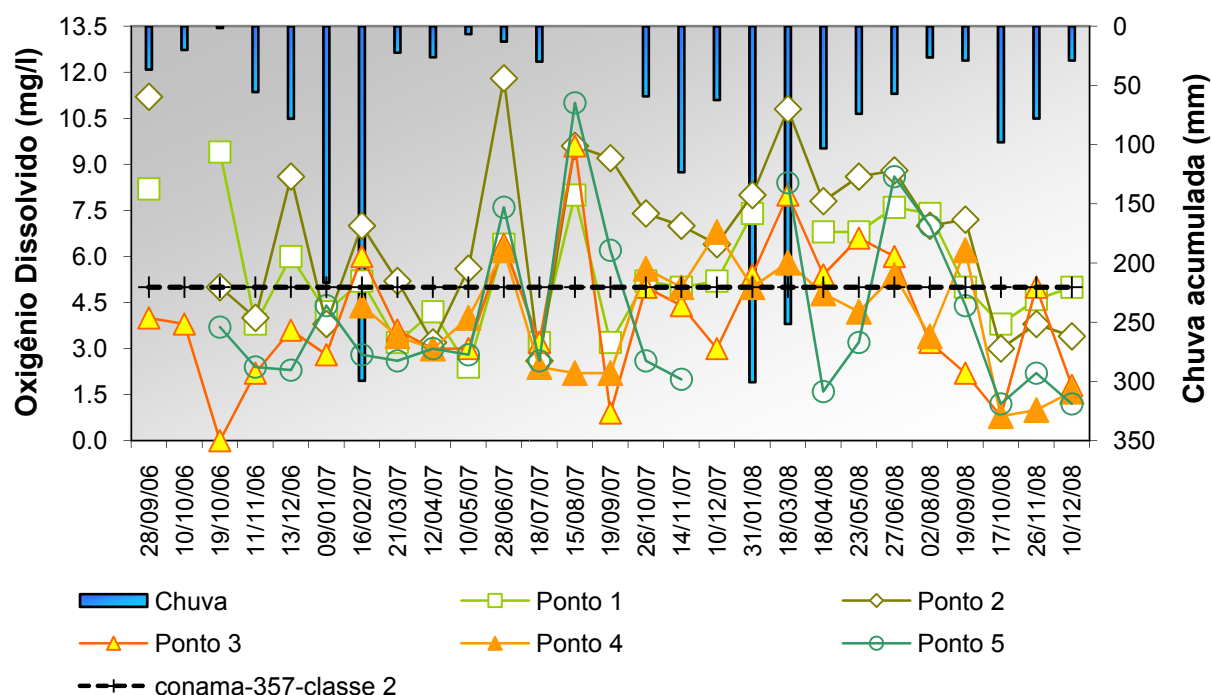
**Figura 28.** Distribuição dos valores médios de turbidez no córrego do Boi.

## 9.3.2. Variáveis Químicas

### 9.3.2.1. Oxigênio dissolvido

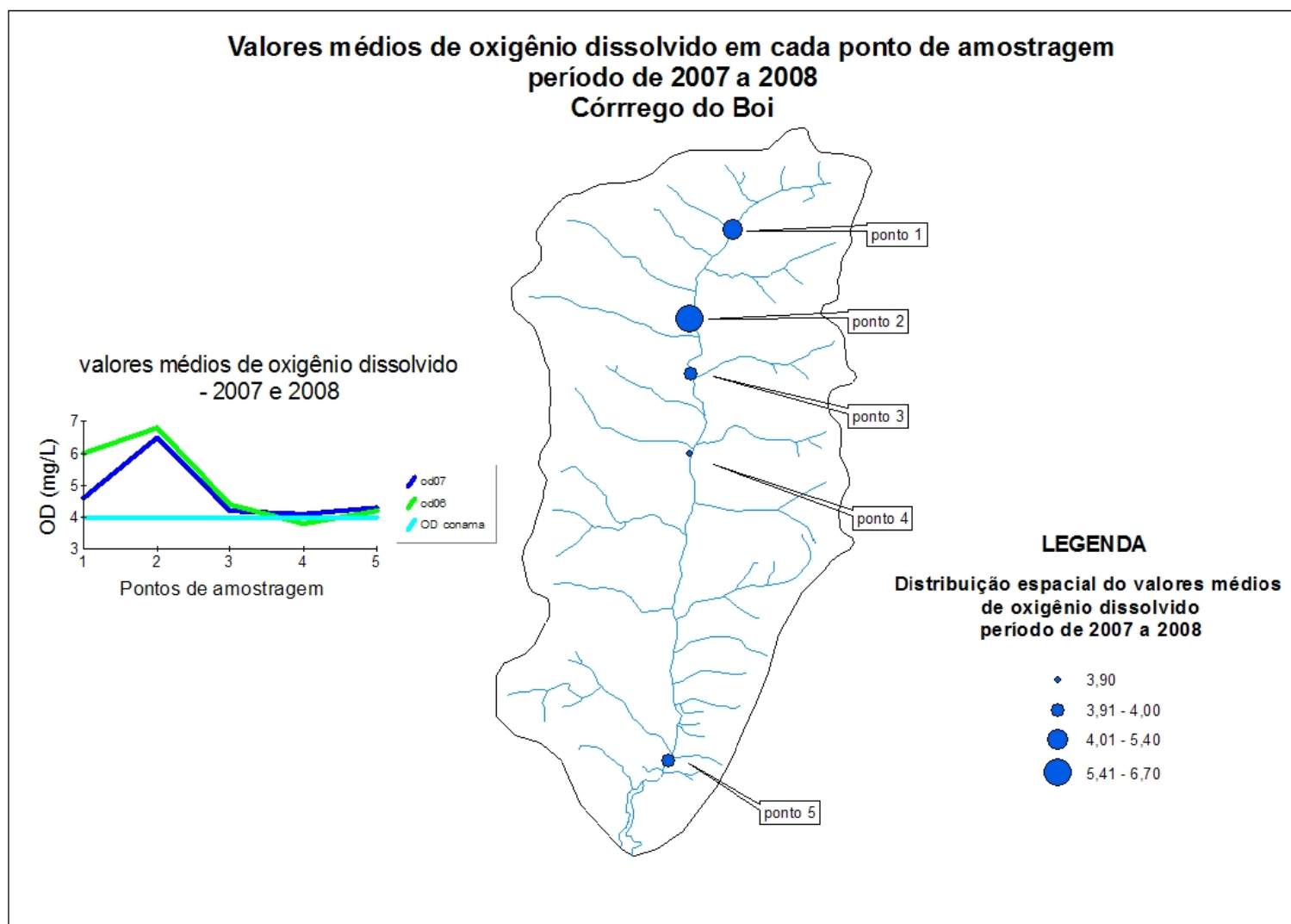
Num total de 27 amostras analisadas entre 2006 (setembro, outubro - com duas amostras, novembro e dezembro) a 2008 o ponto 3 ficou 63,0% das amostras com concentração de oxigênio dissolvido abaixo do permitido (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005, CLASSE 2), que é de 5,0 mg/l, apenas 37% das amostras estão com valores iguais 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 ocasionada pelo lançamento de esgoto da Estação de Tratamento da cidade de Aparecida d'Oeste.



**Figura 29.** Variação espacial e temporal de oxigênio dissolvido no período de 2006 a 2008.

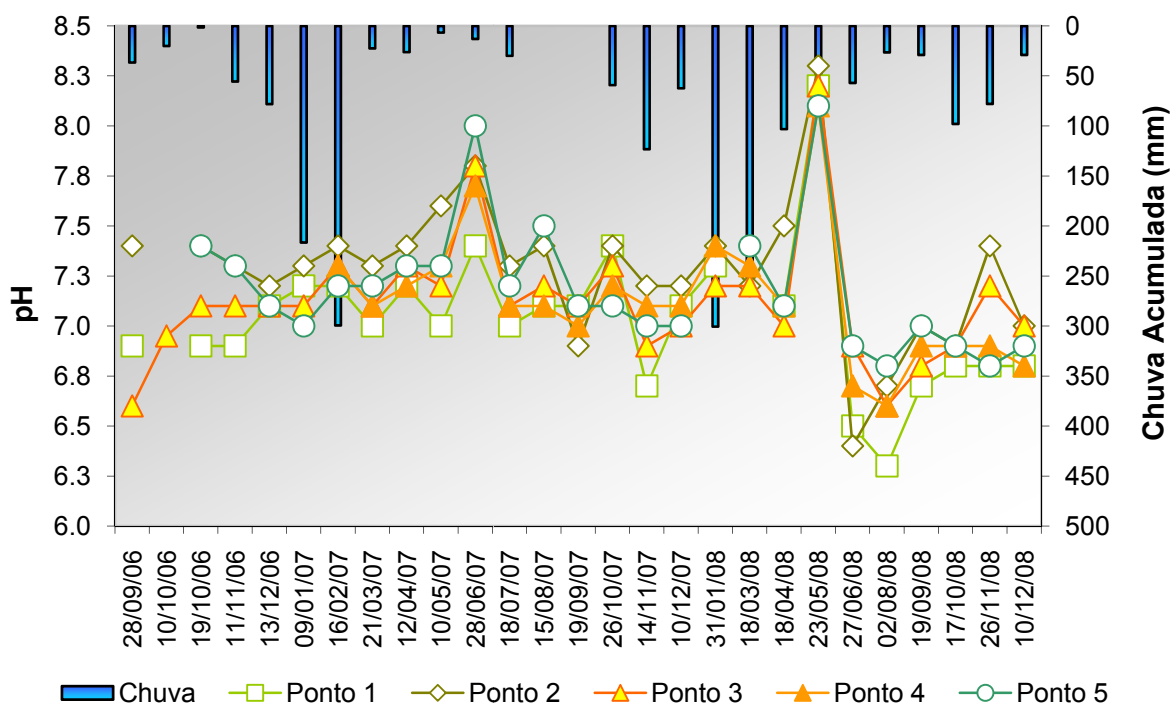
Nas médias de 2007 e 2008 foram maiores no ponto 1 e 2 e redução na concentração de oxigênio dissolvido nos pontos 3, 4 e 5 (Figura 30). O ponto 2 foi onde apresentou as maiores médias de oxigênio dissolvido, com valor entre 5,41 a 6,70 mg/l.



**Figura 30.** Distribuição dos valores de oxigênio dissolvido no córrego do coqueiro.

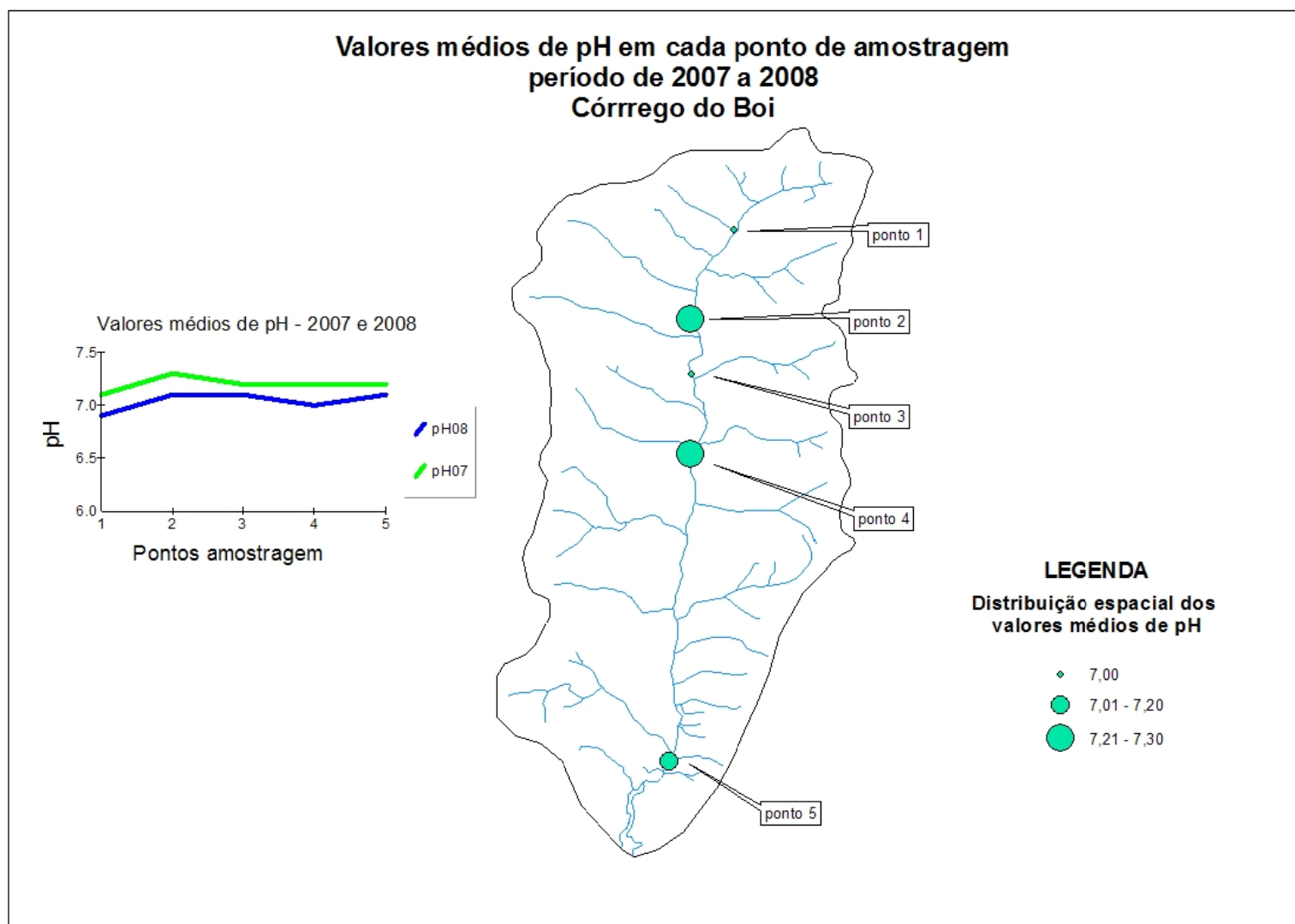
### 9.3.2.2. Potencial hidrogeniônico

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 31).



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

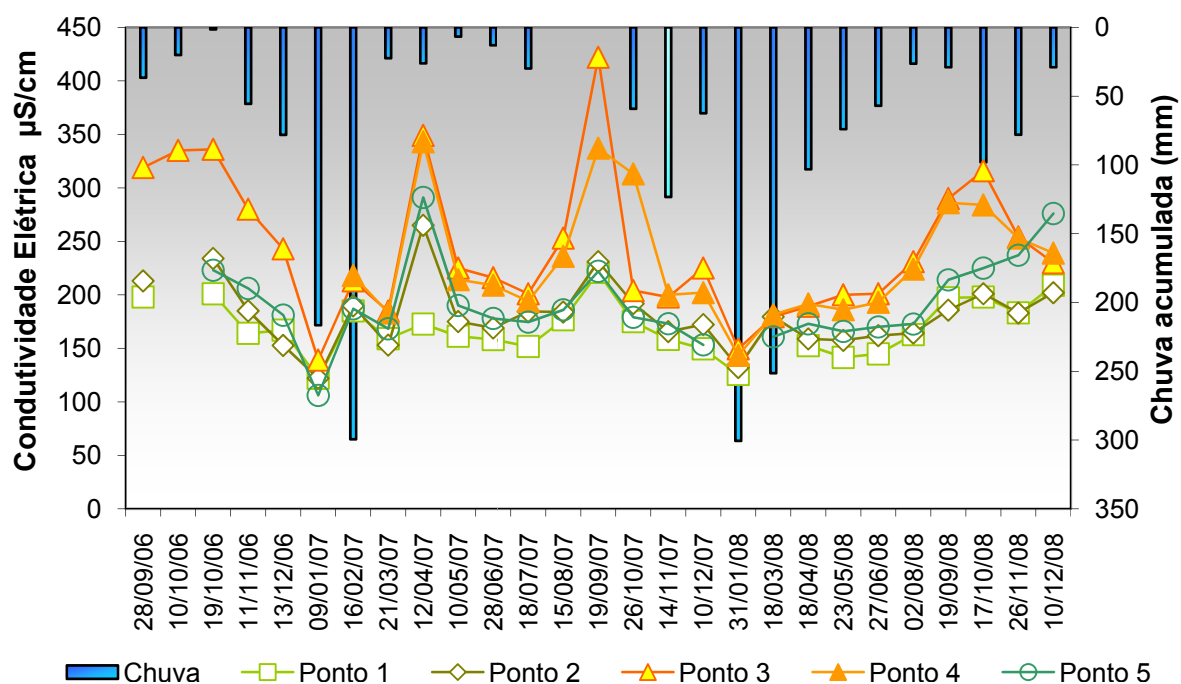
Na Figura 32 verifica-se que os valores médios de pH dos anos de 2007 e 2008 e a distribuição espacial dos valores médios entre 2007 a 2008. Os pontos 2 e 4 apresentam as maiores médias, entre 7,21 - 7,30.



**Figura 32.** Distribuição dos valores de pH no córrego do Boi.

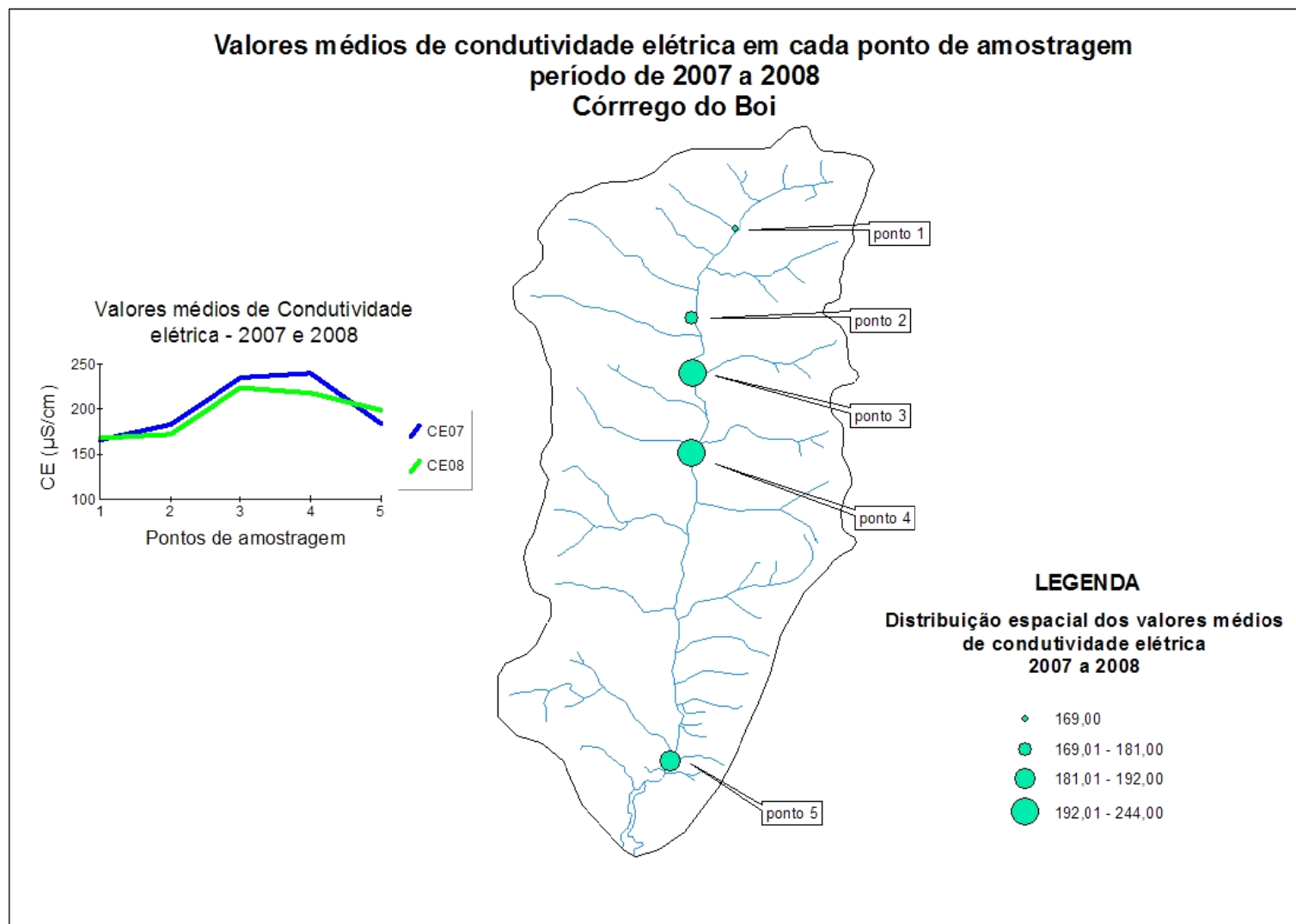
### 9.3.2.3. Condutividade elétrica

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  $\mu\text{S/cm}$  que foi no ponto 3. No ponto 4, no mesmo dia, atingiu valor máximo de 343  $\mu\text{S/cm}$  (Figura 33).



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

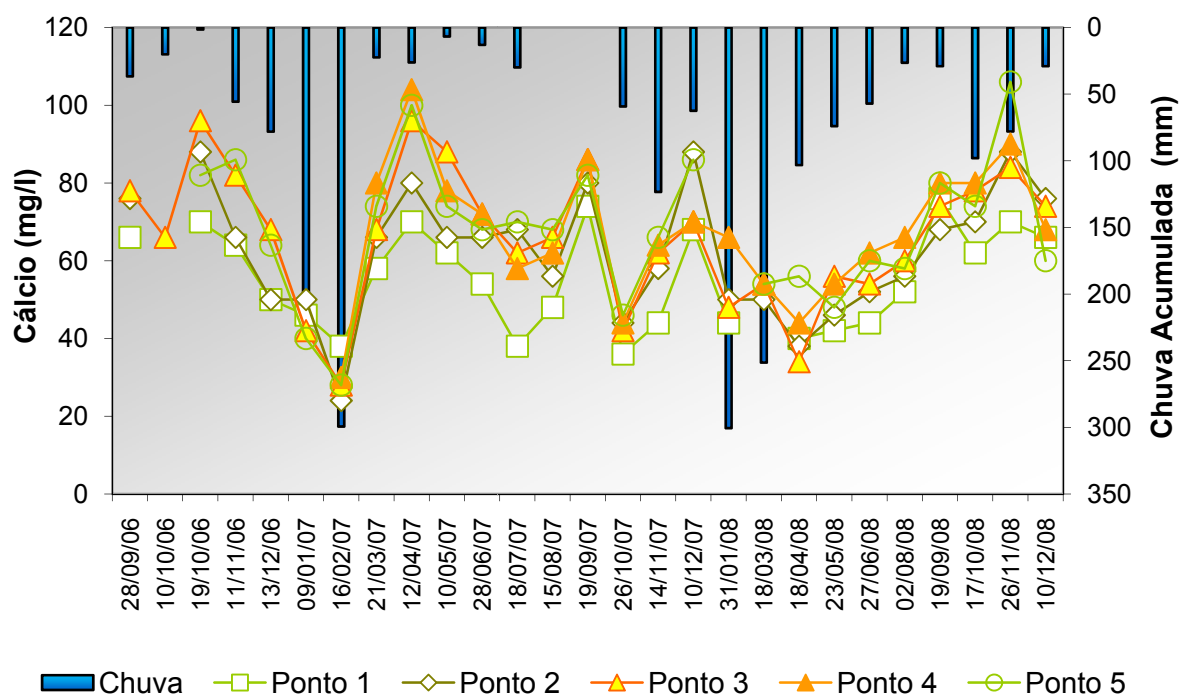
O valor médio de condutividade elétrica no ano de 2007 foi superior ao ano de 2008, as maiores médias foram nos pontos 3, 4 e 5. A distribuição espacial dos valores médios na microbacia são maiores nos pontos 3 e 4 (192,0 - 244,0  $\mu\text{S/cm}$ ) seguindo com o ponto 5 (181,0 - 192,0  $\mu\text{S/cm}$ ) (Figura 34).



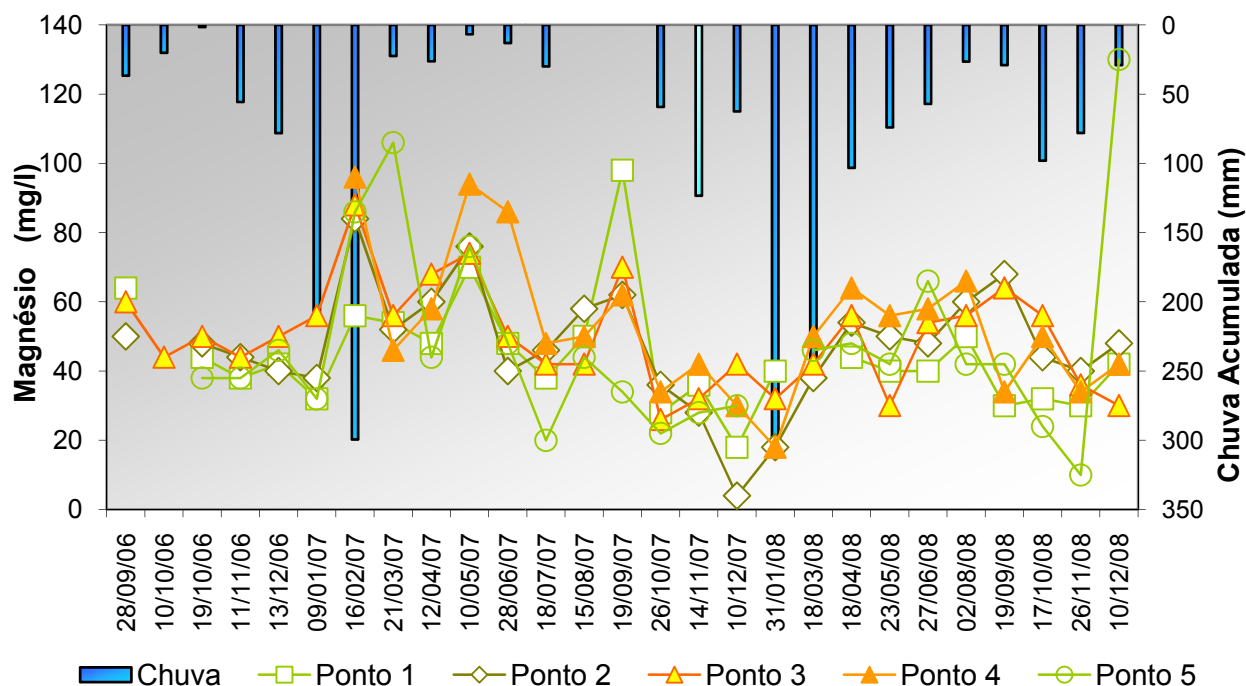
**Figura 34.** Distribuição dos valores médios de condutividade elétrica no córrego do Boi.

#### 9.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza

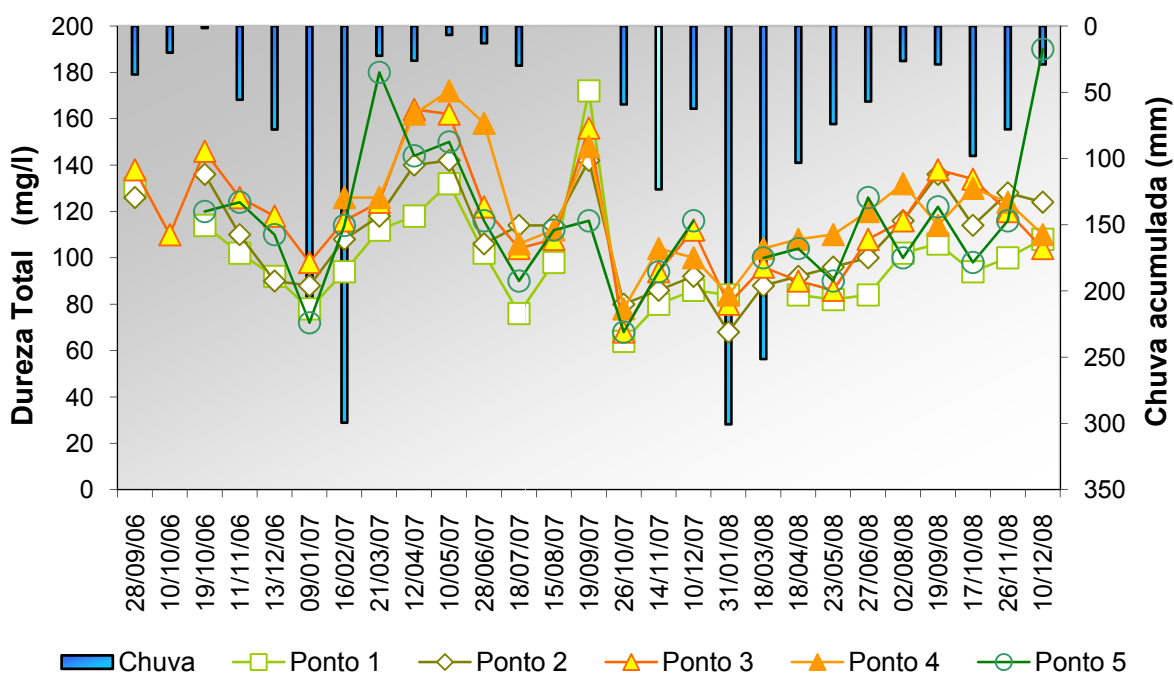
Nas Figuras 35, 36 e 37 é ilustrado o comportamento da variação espacial e temporal da concentração de cálcio, magnésio e a dureza observada na água nos pontos amostrados.



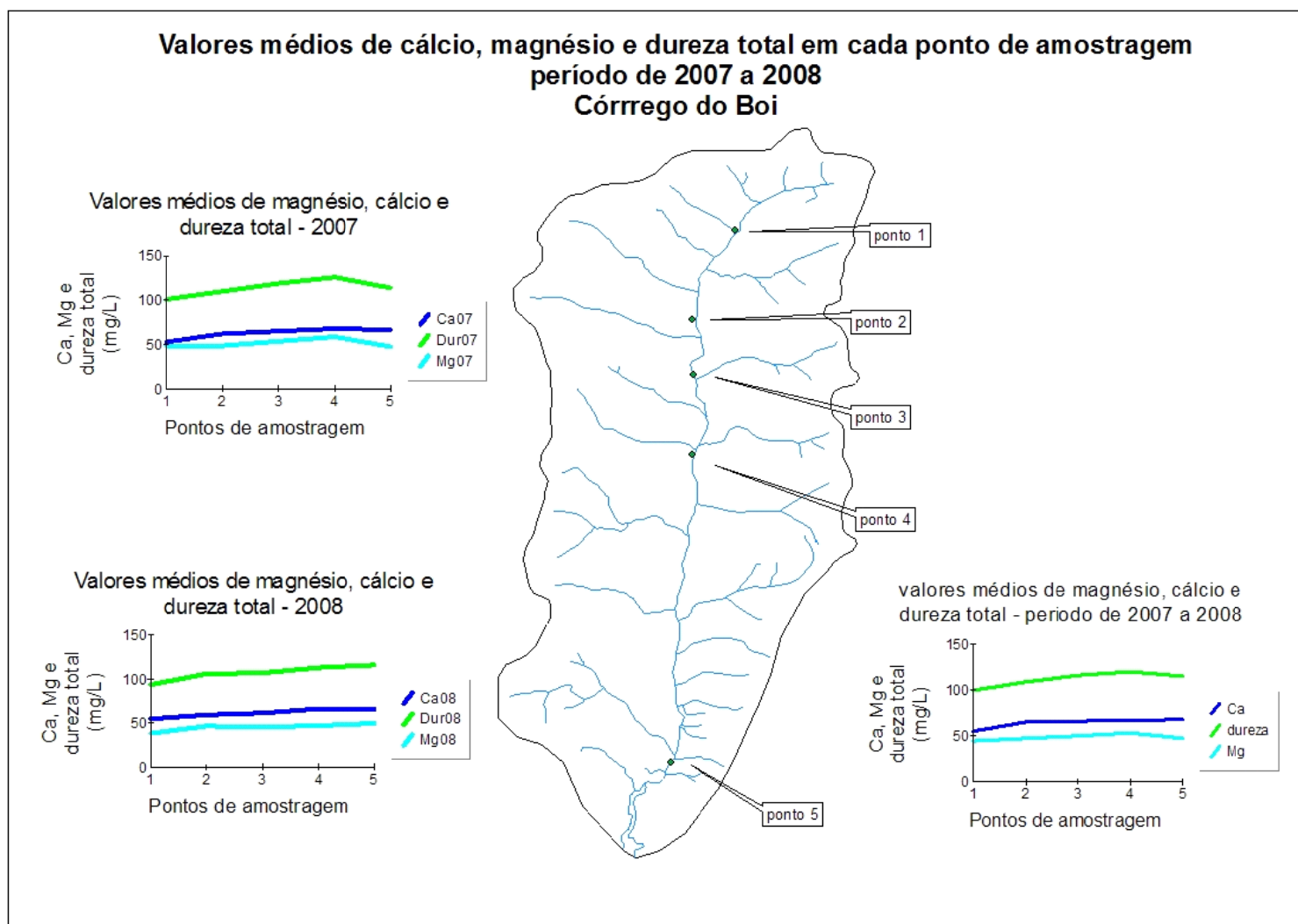
**Figura 35.** Variação espacial e temporal de cálcio no córrego do Boi.



**Figura 36.** Variação espacial e temporal de magnésio do córrego do Boi.



**Figura 37.** Variação espacial e temporal de dureza total no córrego do Boi.



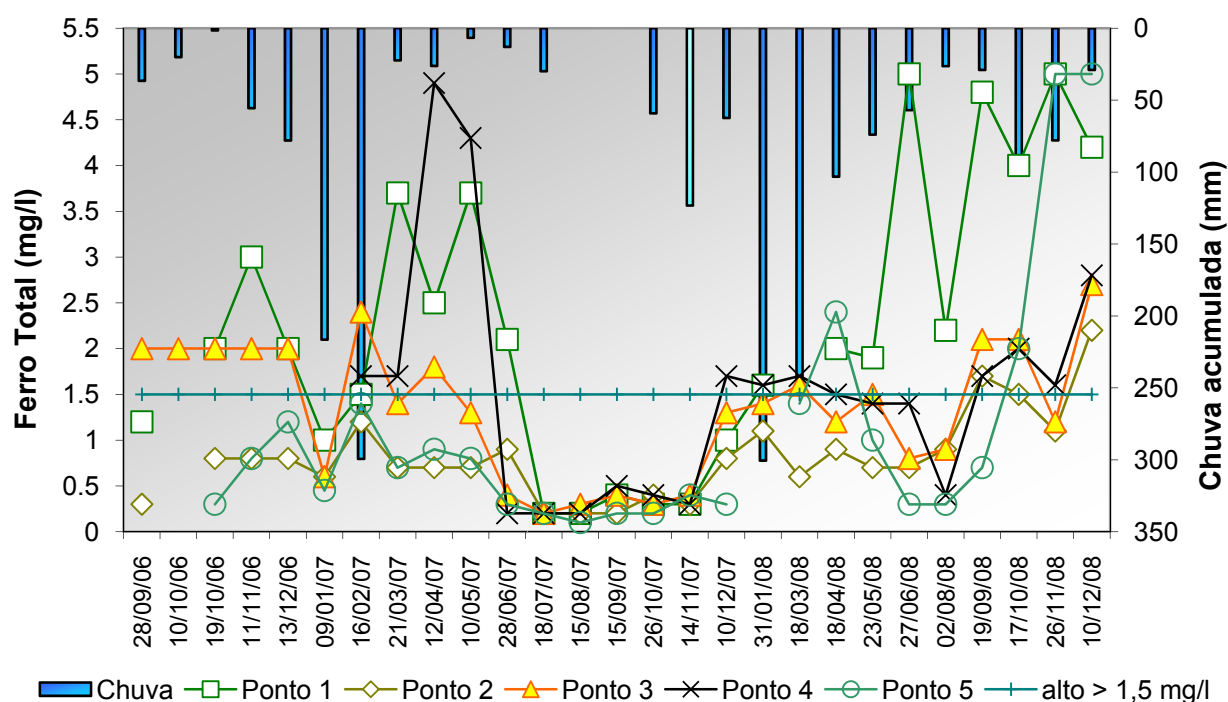
**Figura 38.** Distribuição dos valores médios de cálcio, magnésios e dureza no córrego do Boi.

### 9.3.2.5. Ferro total

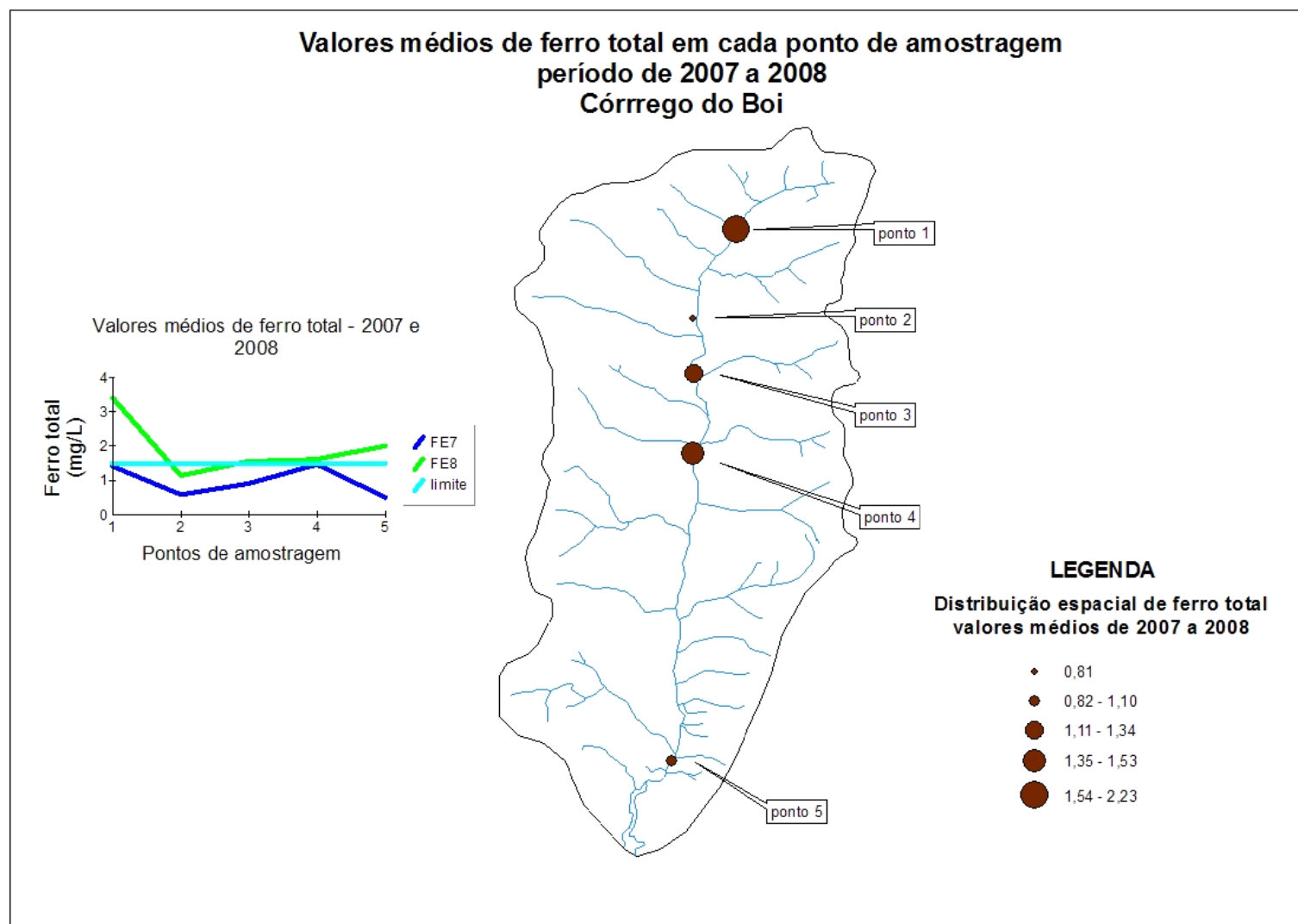
As maiores concentrações de ferro total ocorreram no ponto 1 e 4, com redução nas concentrações entre os meses de agosto, setembro e outubro de 2007.

O ferro é um elemento químico causa grande preocupação aos irrigantes que utilizam sistemas localizados, tipo microaspersão ou gotejamento, uma vez que a deposição deste elemento nas paredes da tubulação reduz a área de passagem da água, com o subsequente aumento da perda de carga e diminuição da pressão do sistema ou ainda a obstrução direta dos bocais que se apresentam em dimensões reduzidas.

Dessa maneira, nas condições do noroeste paulista, a ausência da conservação do solo e o aumento da concentração de ferro em nossas águas é atualmente o maior problema em termos de qualidade de água enfrentados pelos nossos irrigantes, exigindo sistemas de filtragem mais rigorosos, encarecendo o valor do investimento necessário para a aquisição de um adequado sistema de irrigação.



**Figura 39.** Variação espacial e temporal de ferro total no córrego do Boi.



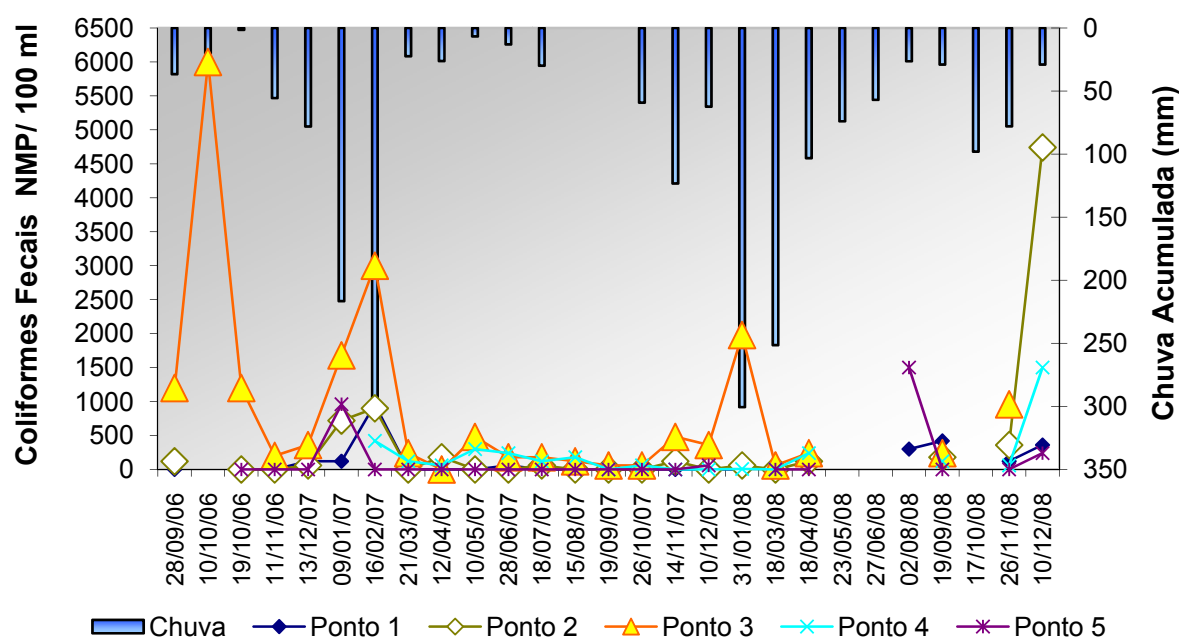
**Figura 40.** Distribuição dos valores médios de ferro total.

### 9.3.3. Variáveis Biológicas

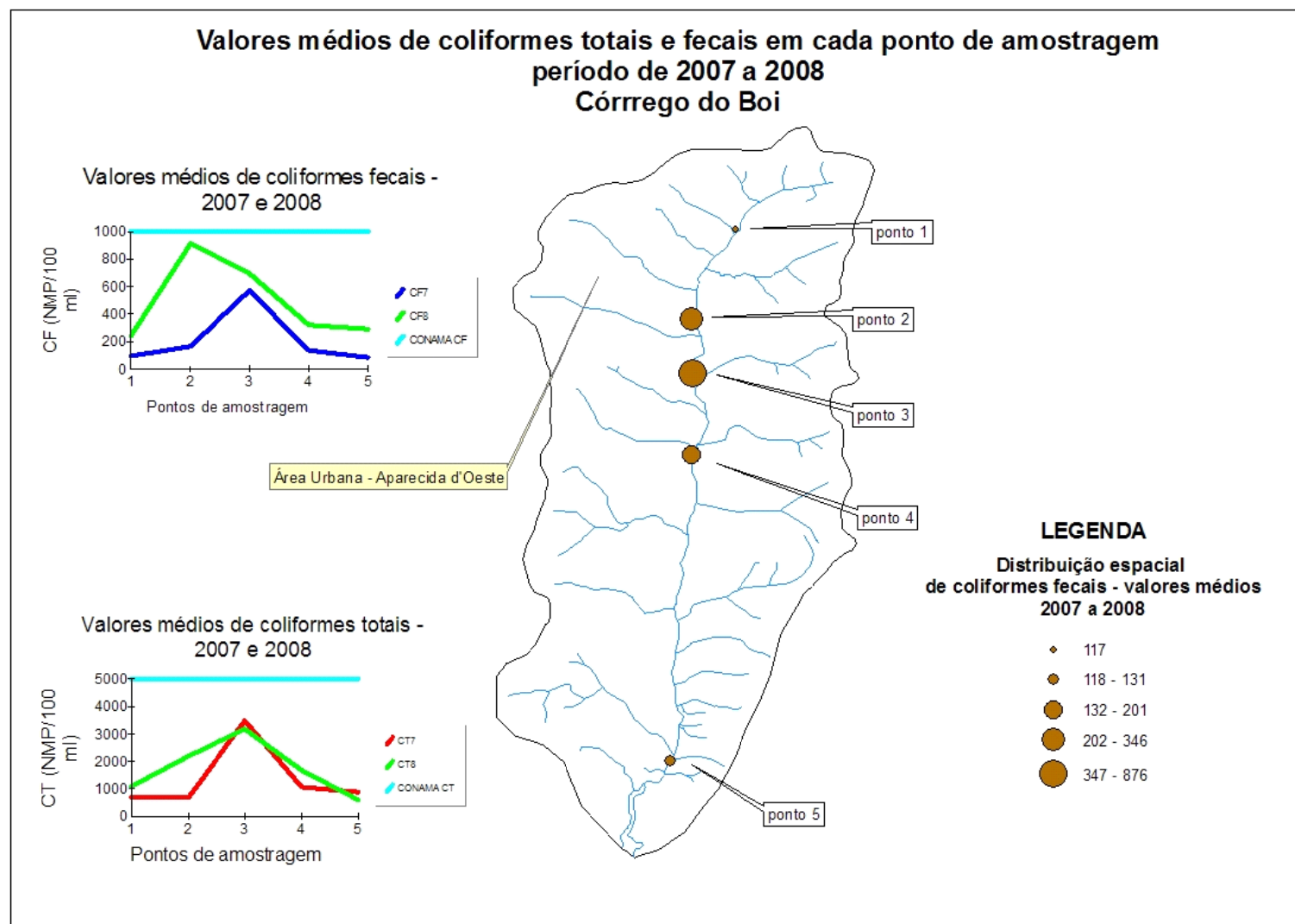
#### 9.3.3.1. Coliformes fecais e totais

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.

As médias de coliformes fecais e totais ficaram abaixo do permitido, de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005. Os valores médios de coliformes fecais foram maiores no ano de 2008 e menor no ano de 2007, o mesmo aconteceu com os coliformes totais. Os valores médios foram superiores no ponto 3 amostragem e houve redução nas médias observadas nos pontos 4 e 5.



**Figura 41.** Variação espacial e temporal de coliformes fecais no córrego do Boi.



**Figura 42.** Distribuição dos valores médios de coliformes fecais e totais no córrego do Boi.

## 10. CÓRREGO DO COQUEIRO

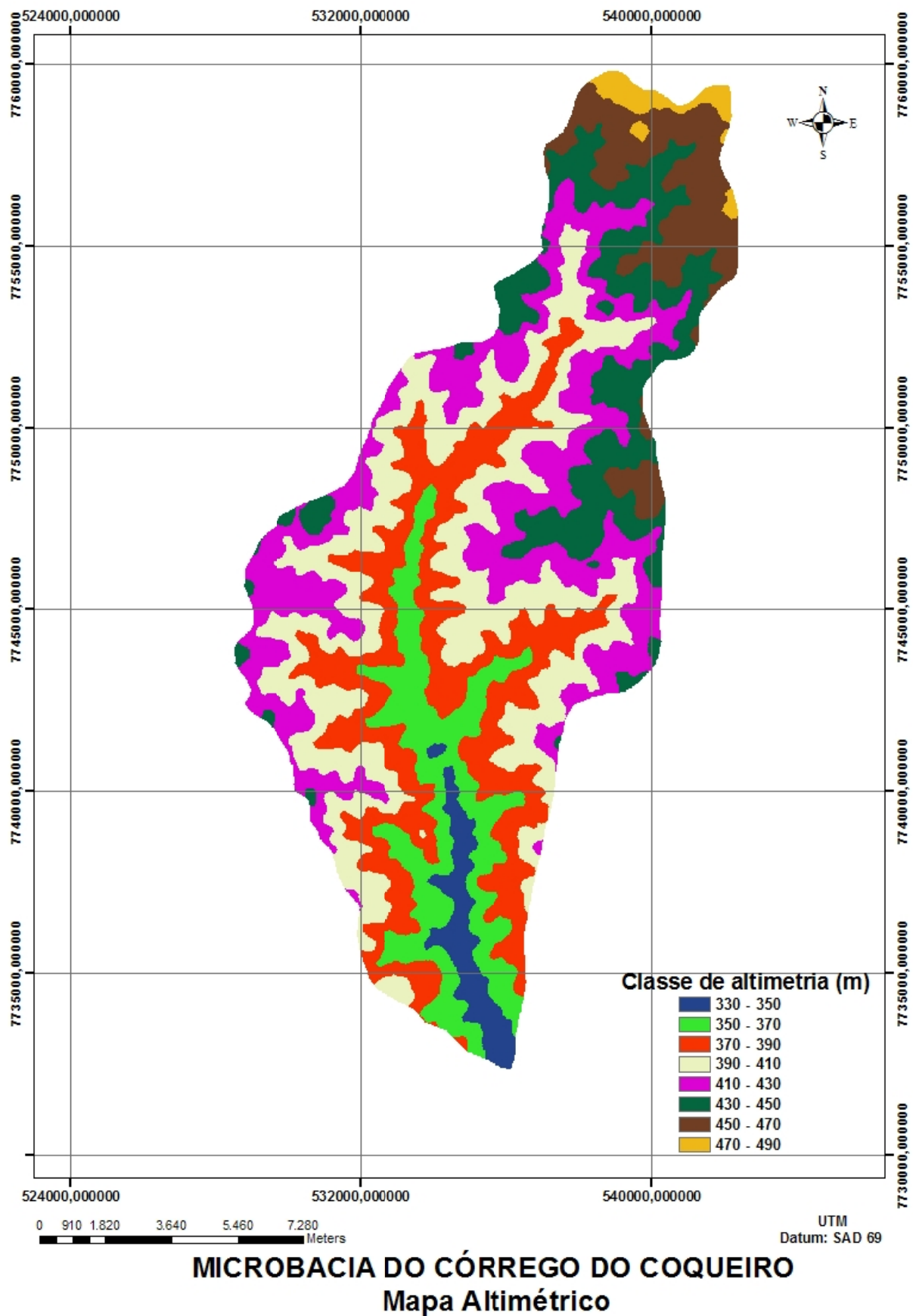
### 10.1. Características da Microbacia

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 do córrego do Coqueiro.

|   |  |
|---|--|
| 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



**Figura 43.** Altimetria do Córrego do Coqueiro.

## 10.2. 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 (2007)

**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           |
| Dessedimentação                   | 6      | 15,7           |

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica (2007)

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

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

Fonte: DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica (2007)

## 10.3. Qualidade de água

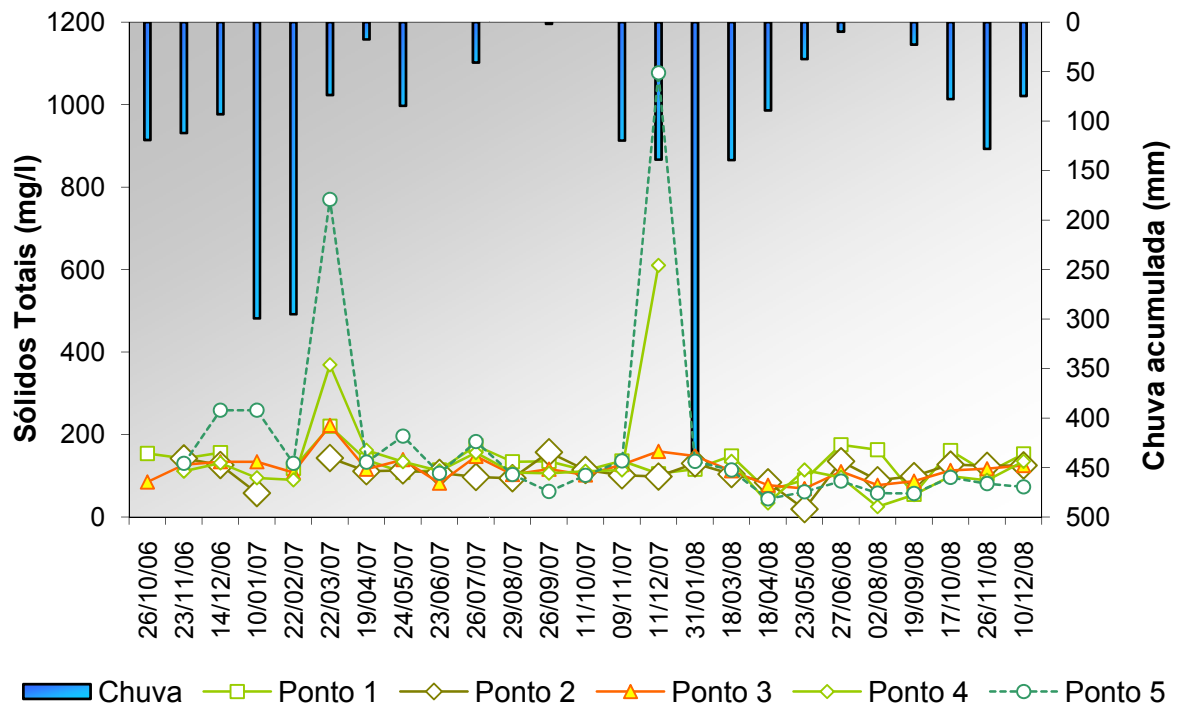
As coletas iniciaram em outubro de 2006 com cinco pontos de amostragem ao longo do córrego para coleta de água.

### 10.3.1. Variáveis Físicas

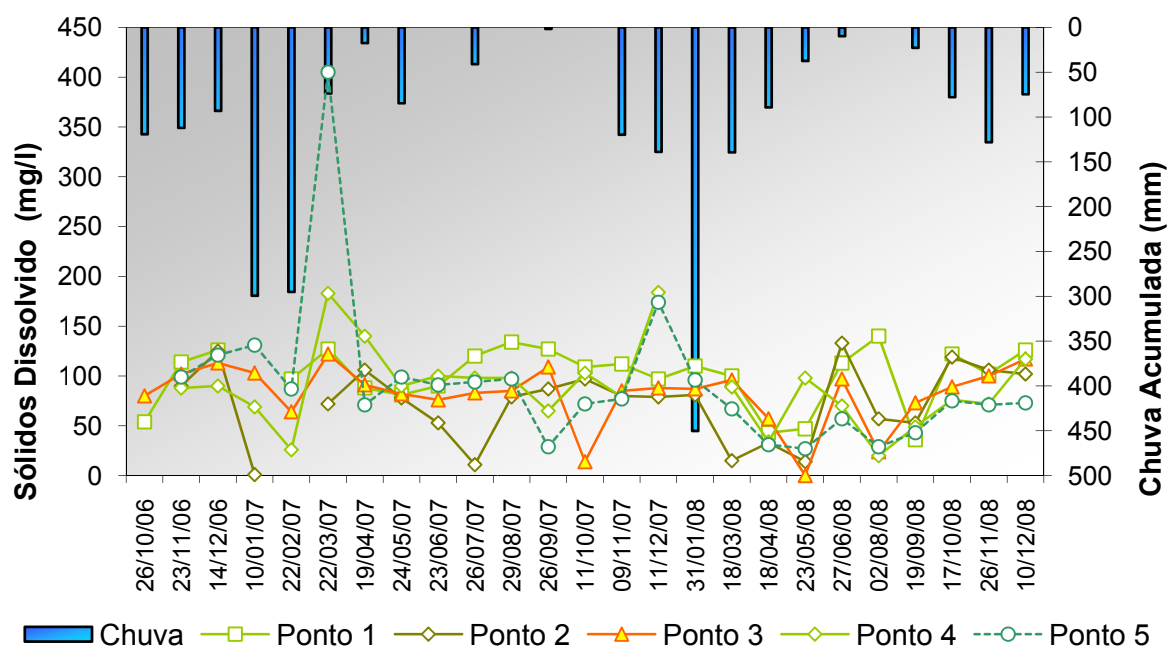
#### 10.3.1.1. Sólidos dissolvidos, suspensos e totais

Nas Figuras 45 a 47 visualiza-se a variação espacial e temporal de sólidos totais, dissolvido e suspensos dos pontos analisados, no período de 2006 (outubro, novembro e dezembro), 2007 e 2008.

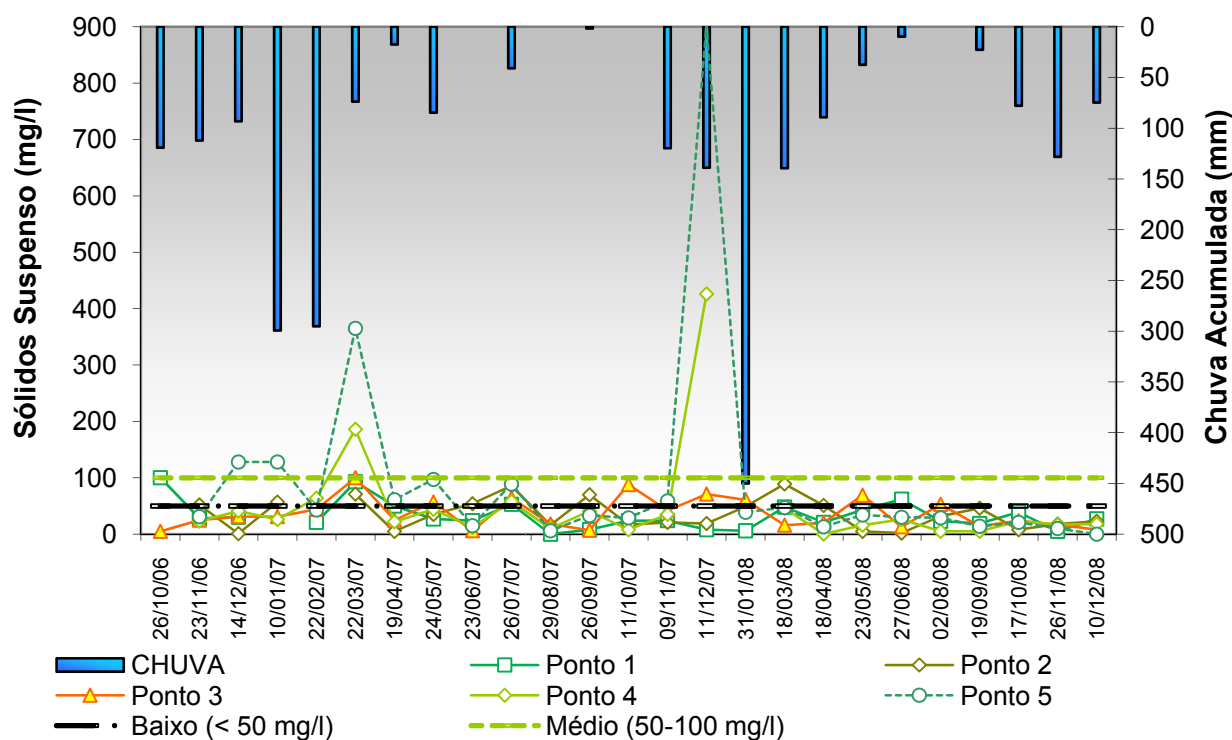
Os maiores valores médios de sólidos totais no ano de 2007 ocorreram no ponto 5 (271,3 mg/L), as menores médias foi no ponto 2 (108,45 mg/L). No ano de 2008, a maior média foi no ponto 1, com valor de 123,20 mg/L e o menor foi no ponto 5, com valor de 80,60 mg/L. A distribuição espacial dos pontos analisados entre os períodos de 2007 a 2008 foram os 1, 4 e 5, e redução nas concentrações nos pontos 2 e 3.



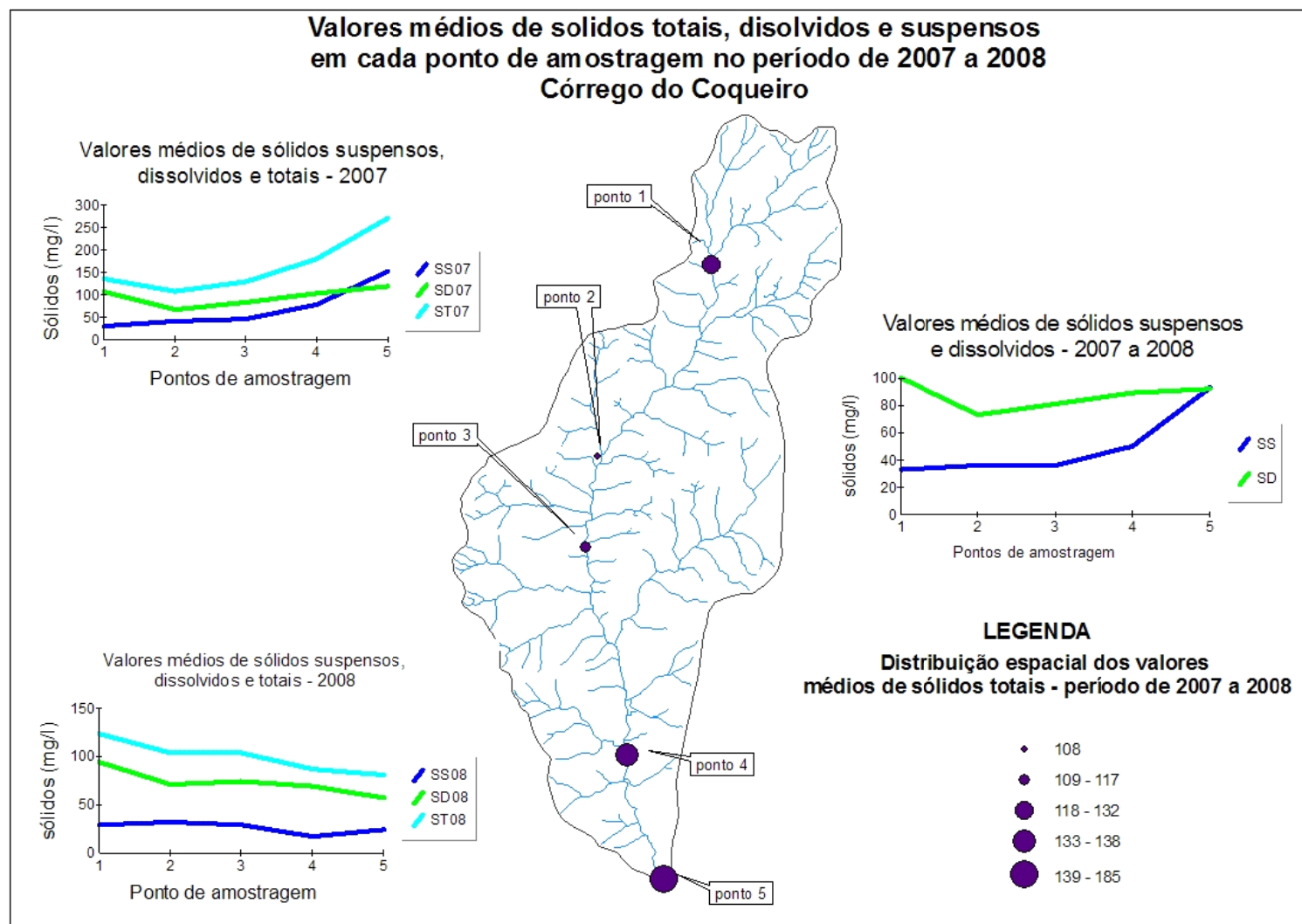
**Figura 44.** Variação espacial e temporal de sólidos totais no córrego do Coqueiro.



**Figura 45.** Variação espacial e temporal de sólidos dissolvidos no córrego do Coqueiro.



**Figura 46.** Variação espacial e temporal de sólidos suspensos no córrego do Coqueiro.



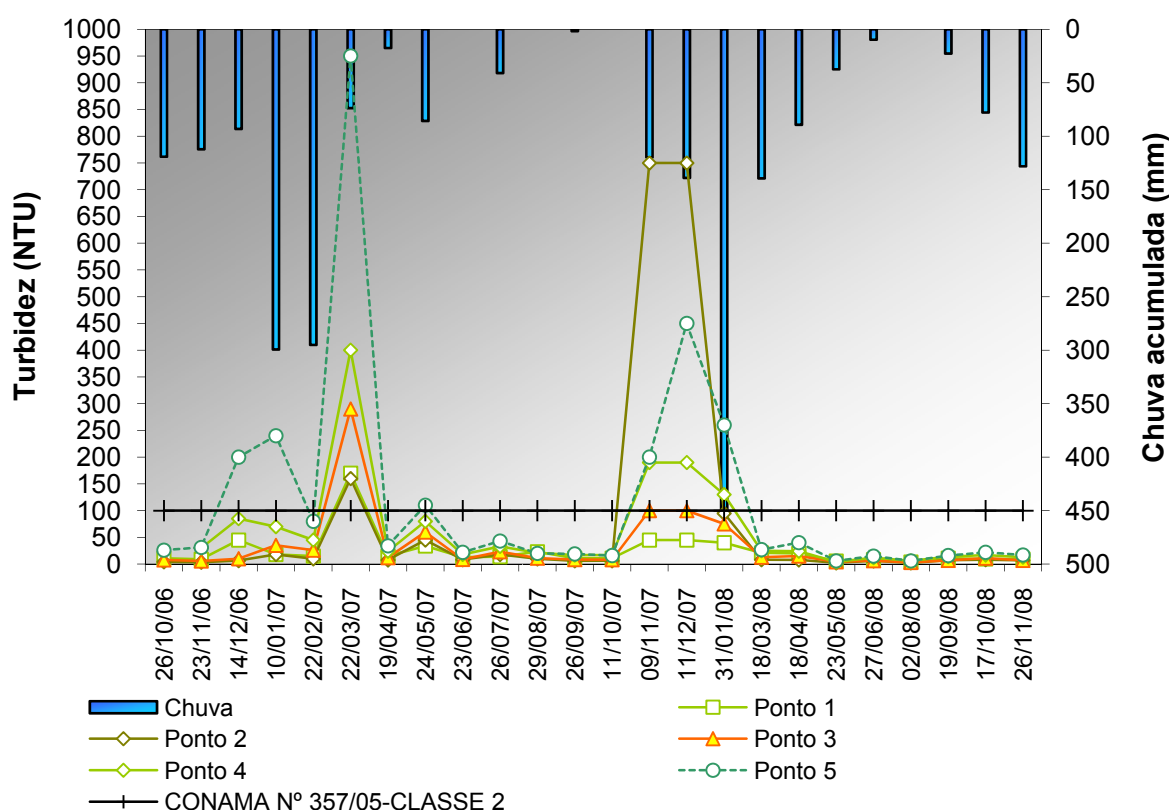
**Figura 47.** Distribuição espacial dos valores médios de sólidos suspensos, dissolvidos e totais.

### 10.3.1.2. Turbidez

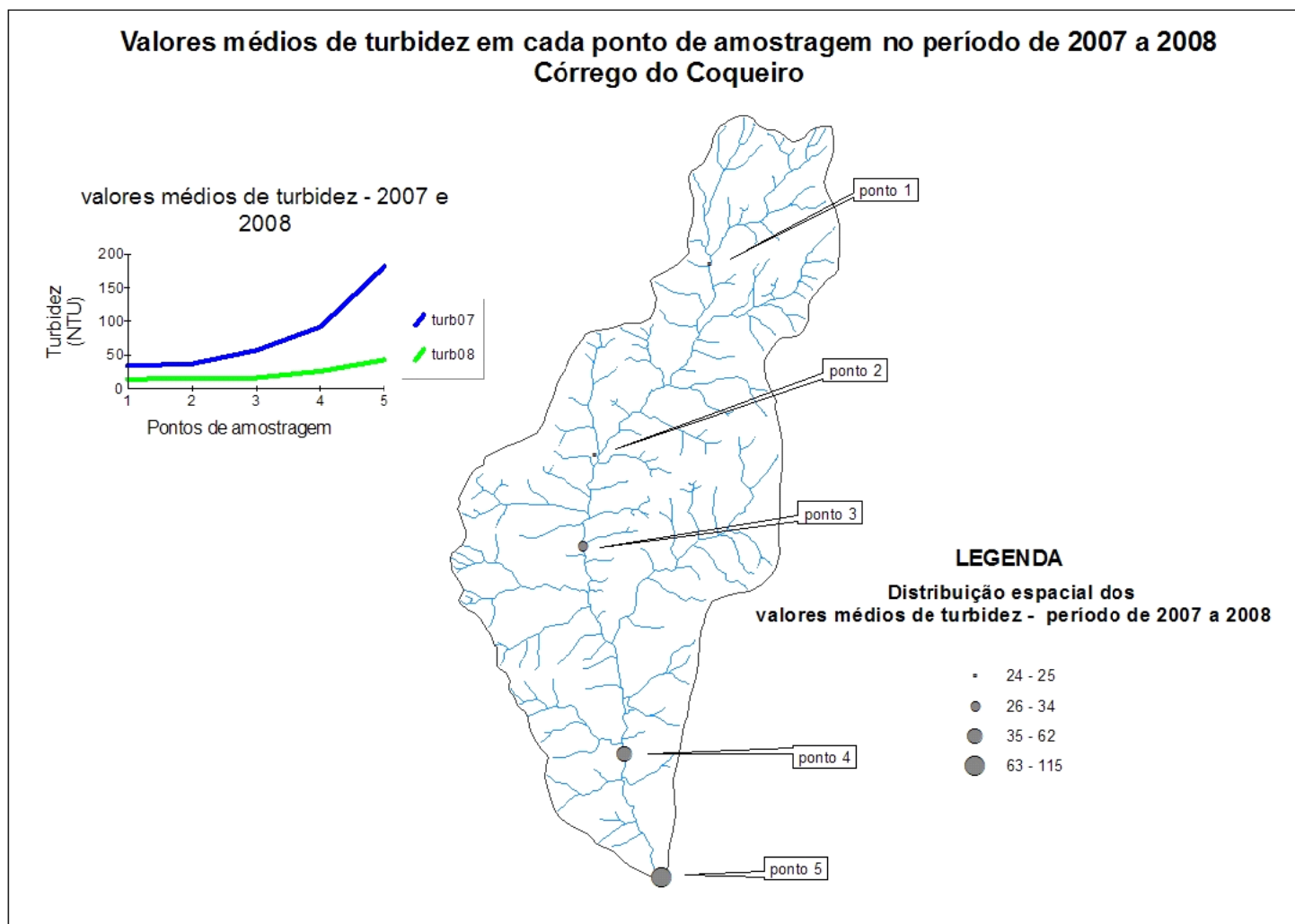
Nos meses de novembro e dezembro os valores de turbidez no ponto 2 foram de 750 NTU, no ano de 2008 os valores de turbidez foram inferiores a 100 NTU (Figura 48).

Os maiores valores médios de turbidez ocorreram na foz do córrego do Coqueiro (ponto 5), com valores acima de 150 NTU no ano de 2007. No ano de 2008, os valores médios foram inferiores em relação ao ano de 2007. A distribuição espacial dos valores médios entre os anos de 2007 e 2008, foram no ponto 4 ( 35-62 mg/L) e 5 (63-115 mg/L), como ilustra a Figura 49.

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).



**Figura 48.** Variação espacial e temporal dos valores de turbidez no córrego do Coqueiro.

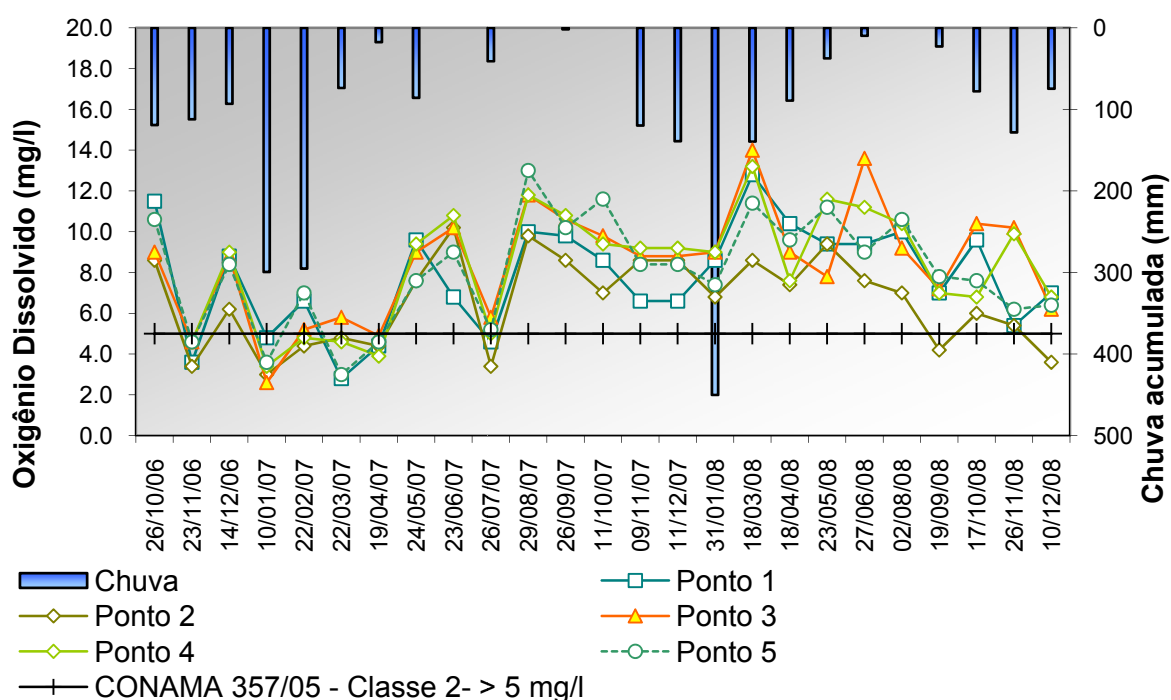


**Figura 49.** Distribuição espacial dos valores médios de turbidez no córrego do Coqueiro.

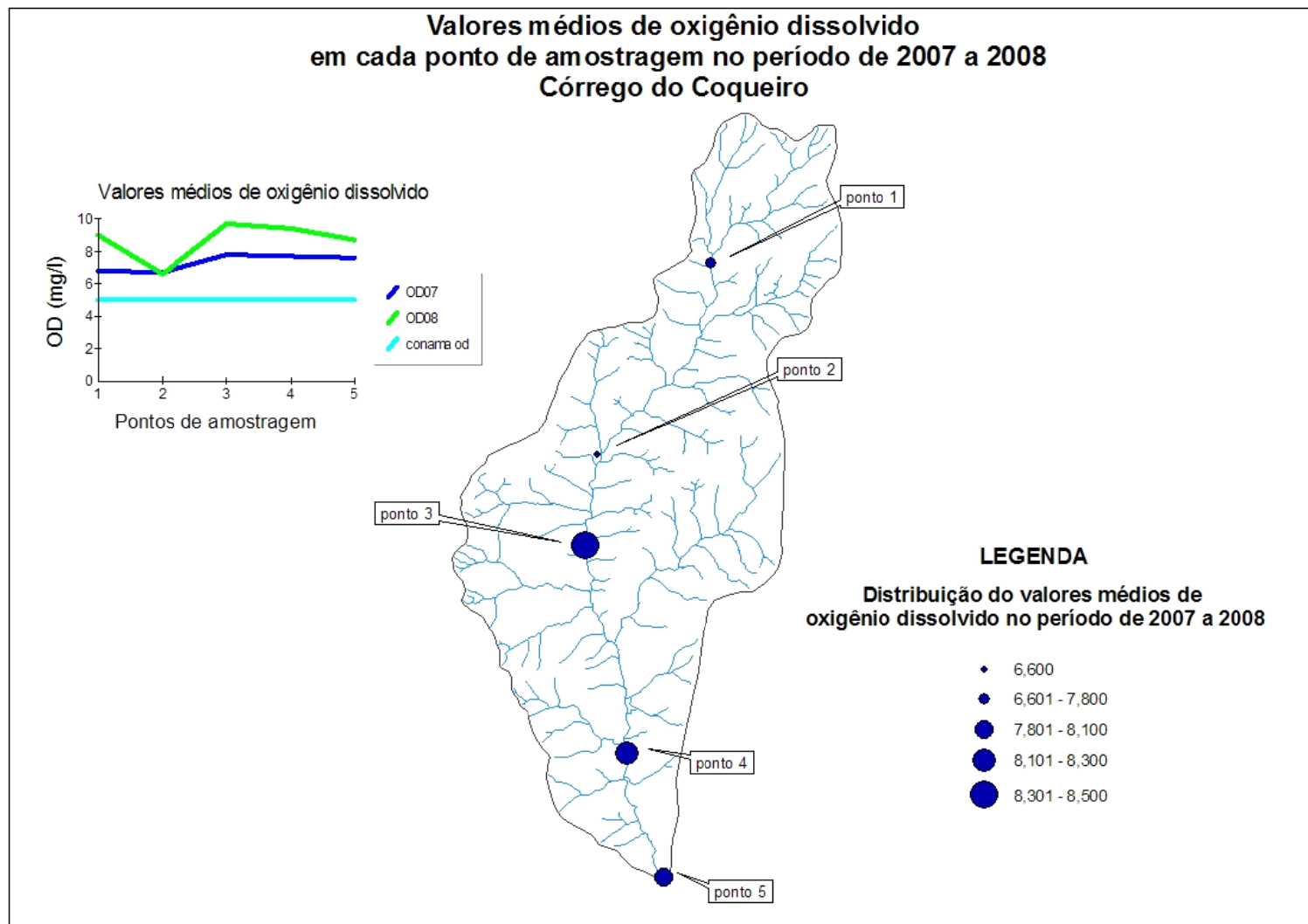
## 10.3.2. Variáveis Químicas

### 10.3.2.1. Oxigênio dissolvido

A maioria das amostras analisadas estão acima 5 mg/L de oxigênio dissolvido, estando de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005 que estabelece este como valor limite. As médias no período de 2008, em todos os pontos foram superiores ao ano de 2007. A menor concentração 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.



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

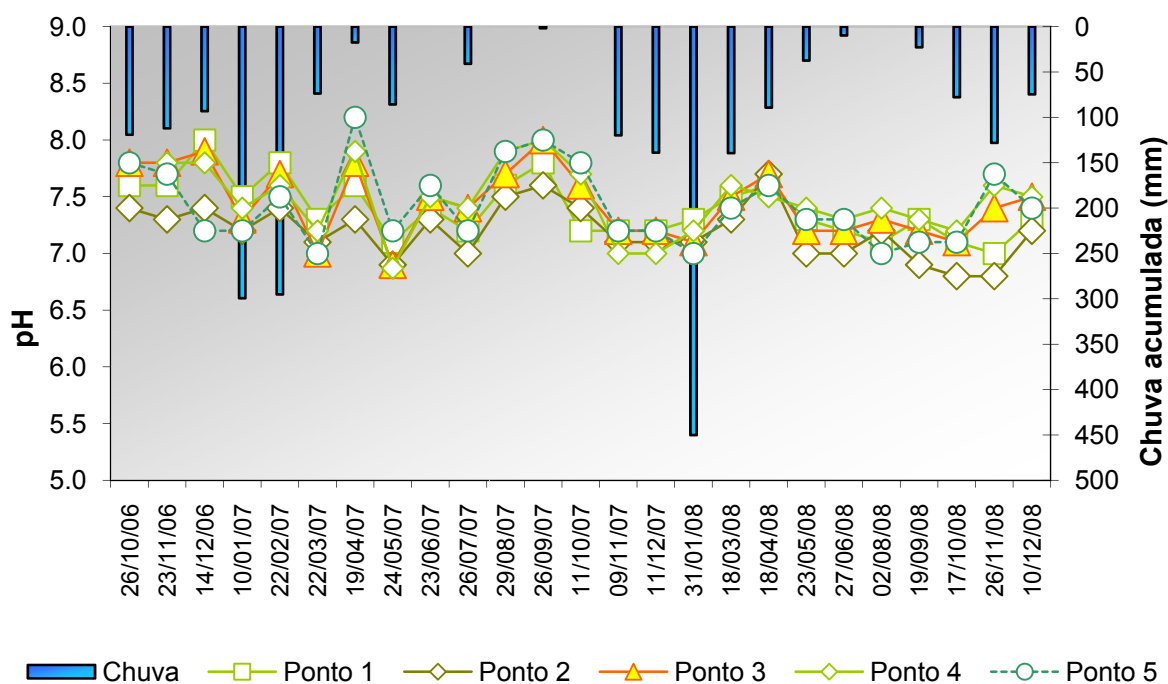


**Figura 51.** Distribuição espacial dos valores médios de oxigênio dissolvido no córrego do Coqueiro.

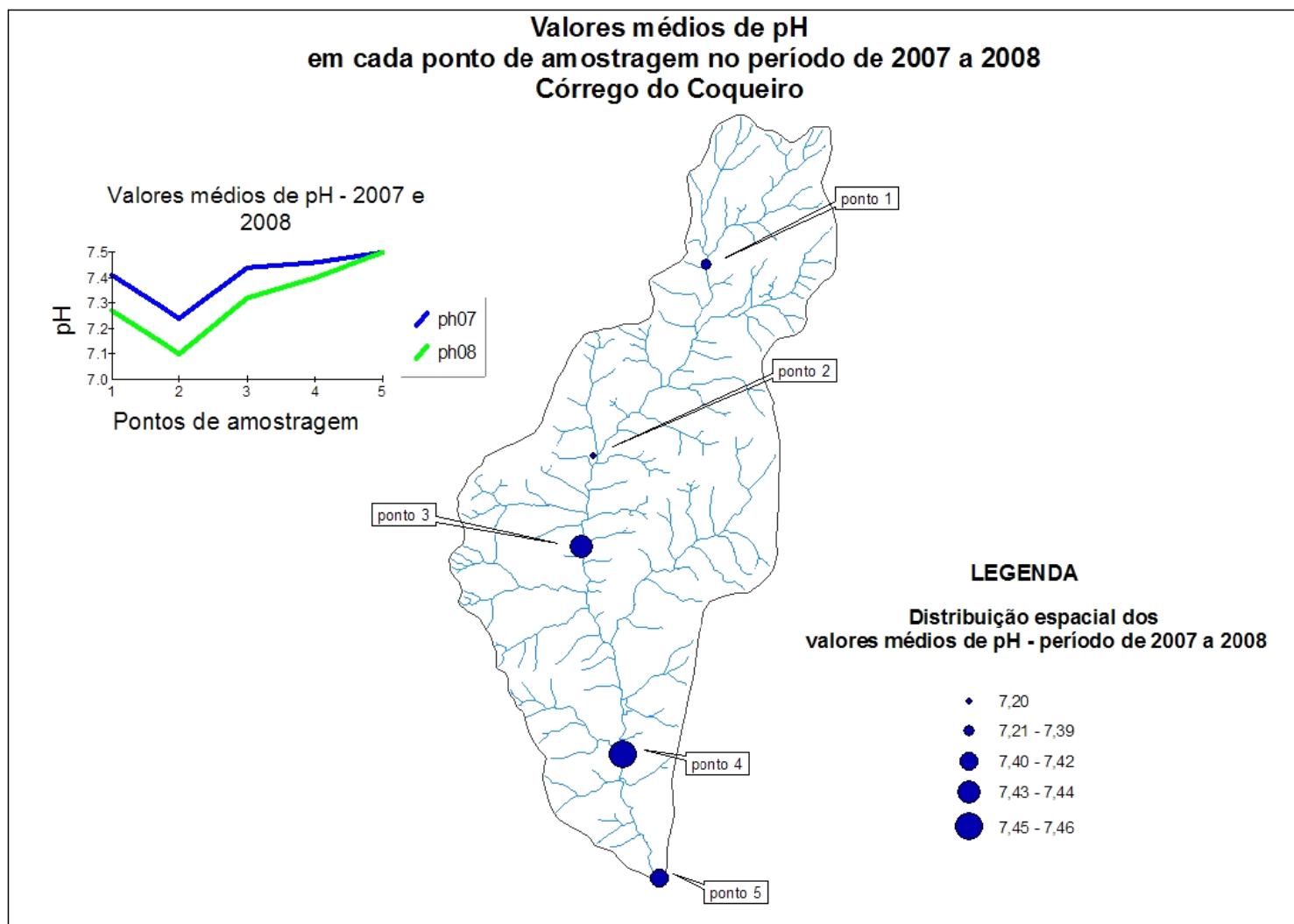
### 10.3.2.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH variam com mínimo de 6,8 e máximo valor de 8,2, nos períodos de 2007 a 2008. Os valores médios de 2008 foram inferiores ao ano de 2007, observando a distribuição espacial dos valores médios de pH na microbacia, evidencia o aumento no ponto 3 (7,43 - 7,44) e 4 (7,45-7,46).

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

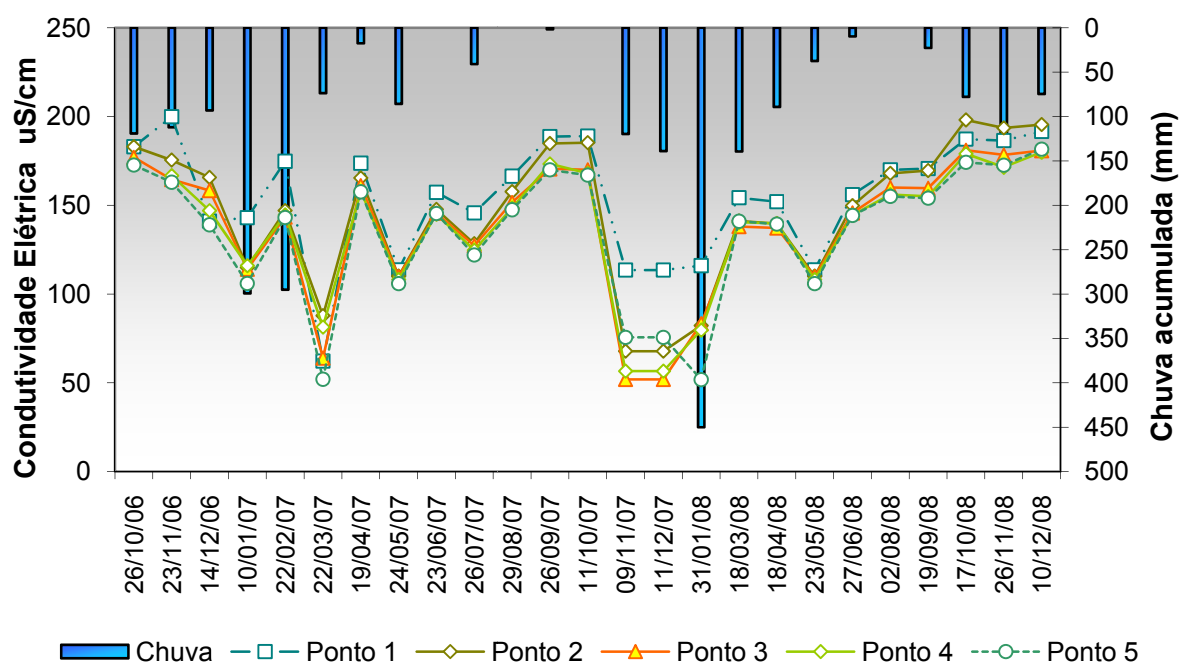


**Figura 53.** Distribuição espacial dos valores médios de pH no córrego do Coqueiro.

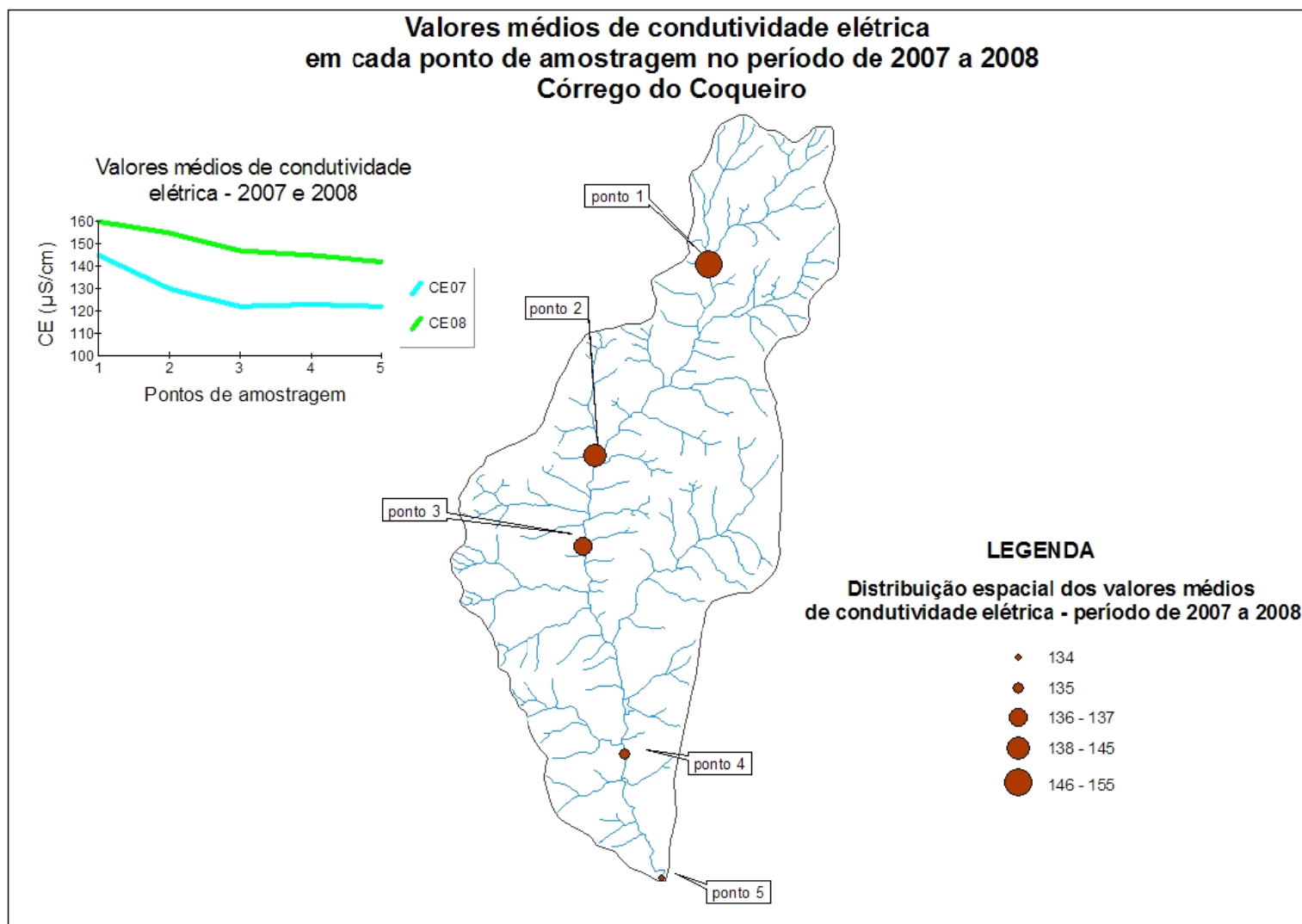
### 10.3.2.3. Condutividade elétrica

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 consequentemente 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. 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.



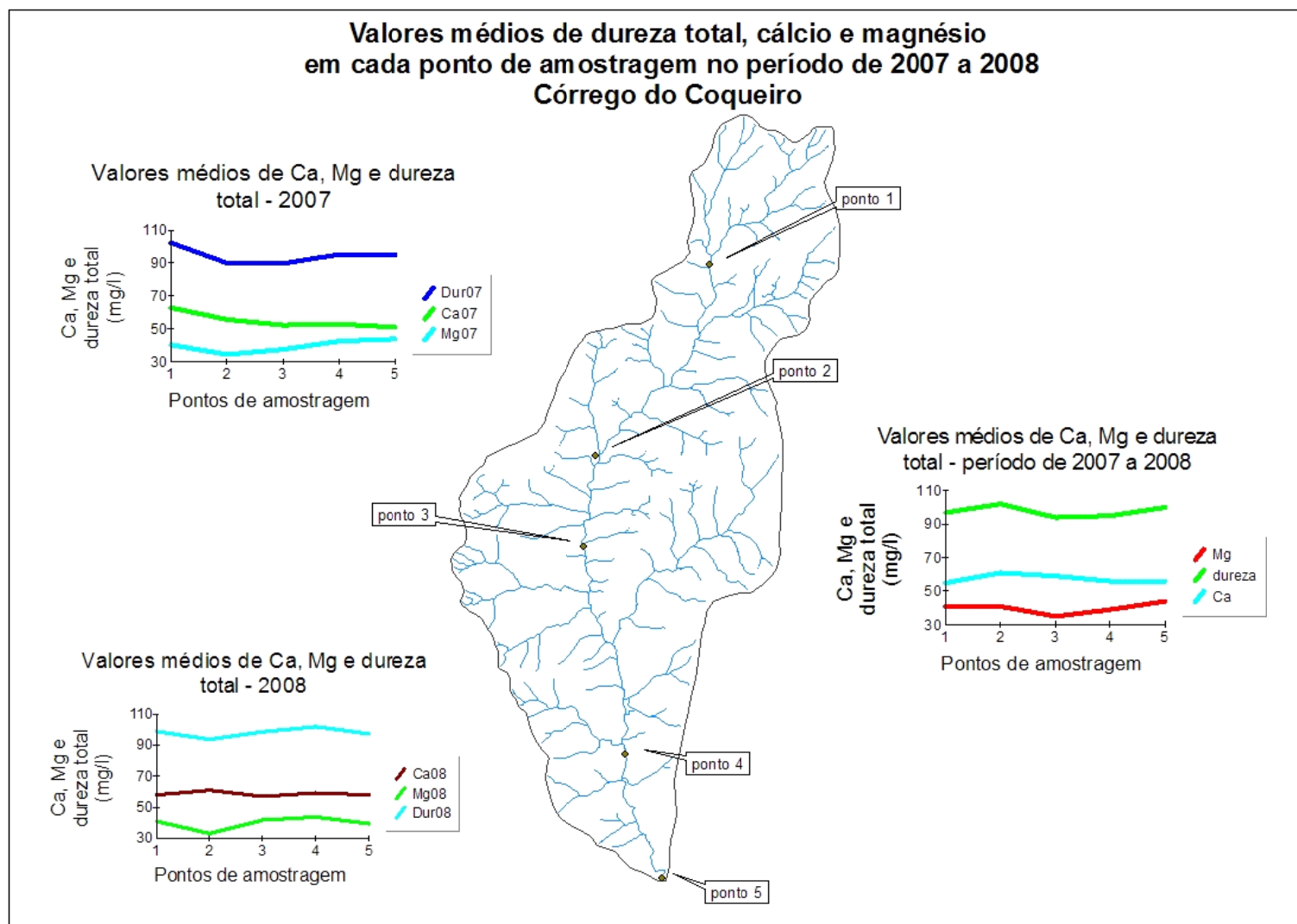
**Figura 54.** Variação espacial e temporal de condutividade elétrica do córrego do Coqueiro.



**Figura 55.** Distribuição espacial dos valores médios de condutividade elétrica no córrego do Coqueiro.

#### 10.3.2.4. Cálcio, magnésio e dureza

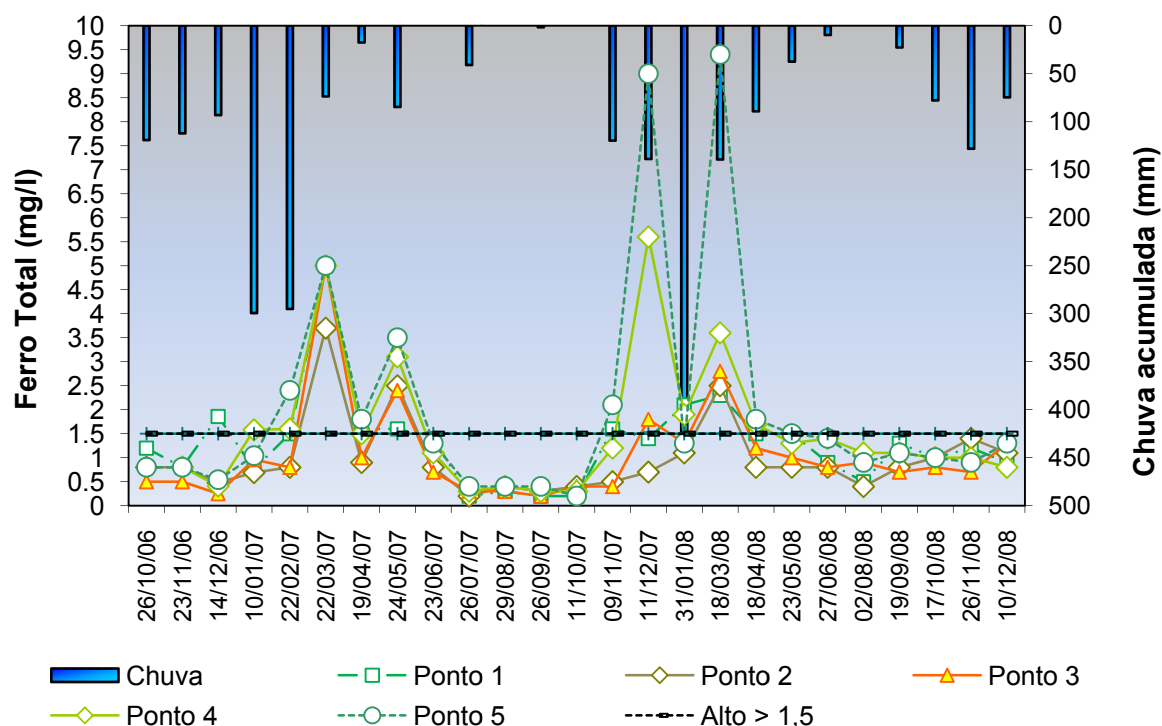
Na Figura 56 é apresentada a distribuição espacial dos valores médios de cálcio, magnésio e dureza total, entre o período de 2007 e 2008.



**Figura 56.** Distribuição espacial dos valores médios de cálcio, magnésio e dureza total no córrego do Coqueiro.

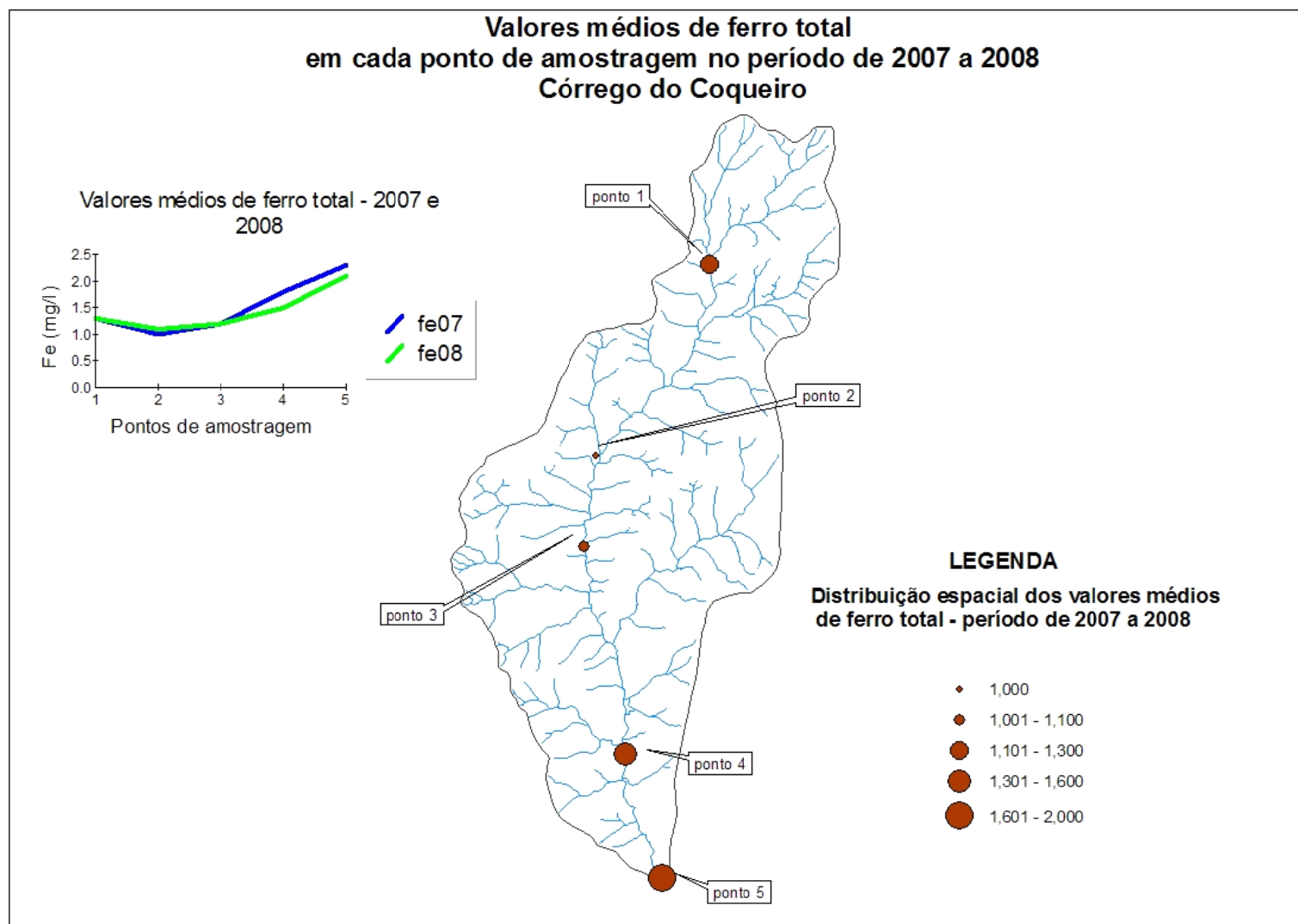
### 10.3.2.5. Ferro total

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 57.** 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 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 da concentração de ferro total ocorreram nos pontos 2 e 3

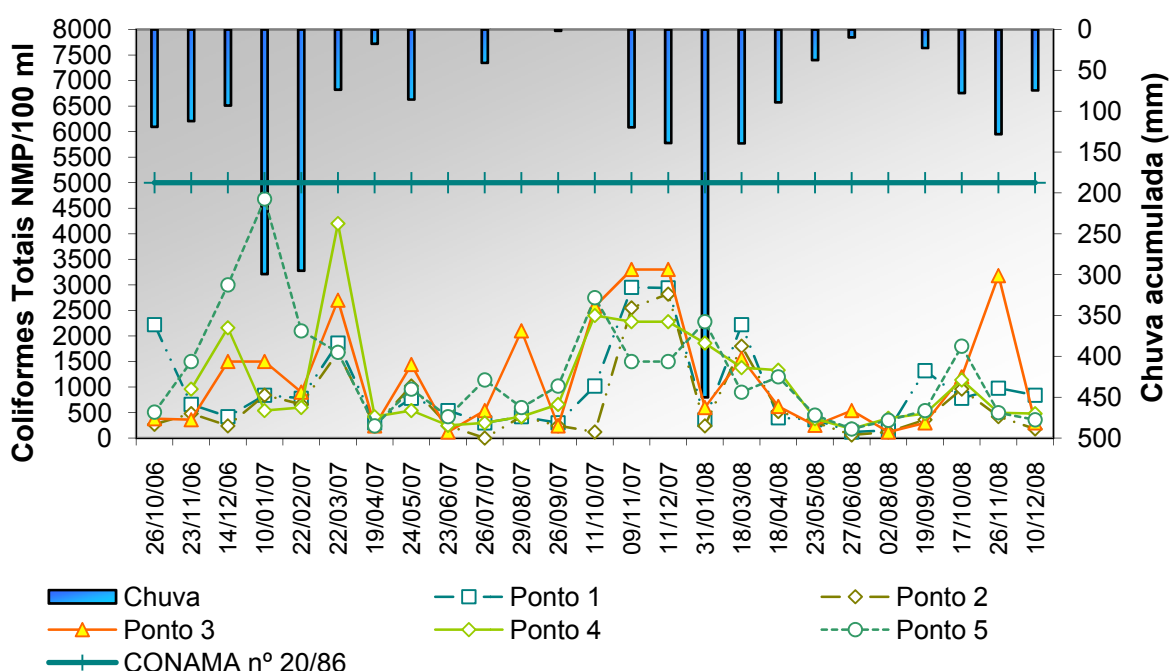


**Figura 58.** Distribuição espacial dos valores médios de ferro total no córrego do Coqueiro.

### 10.3.3. Variáveis Biológicas

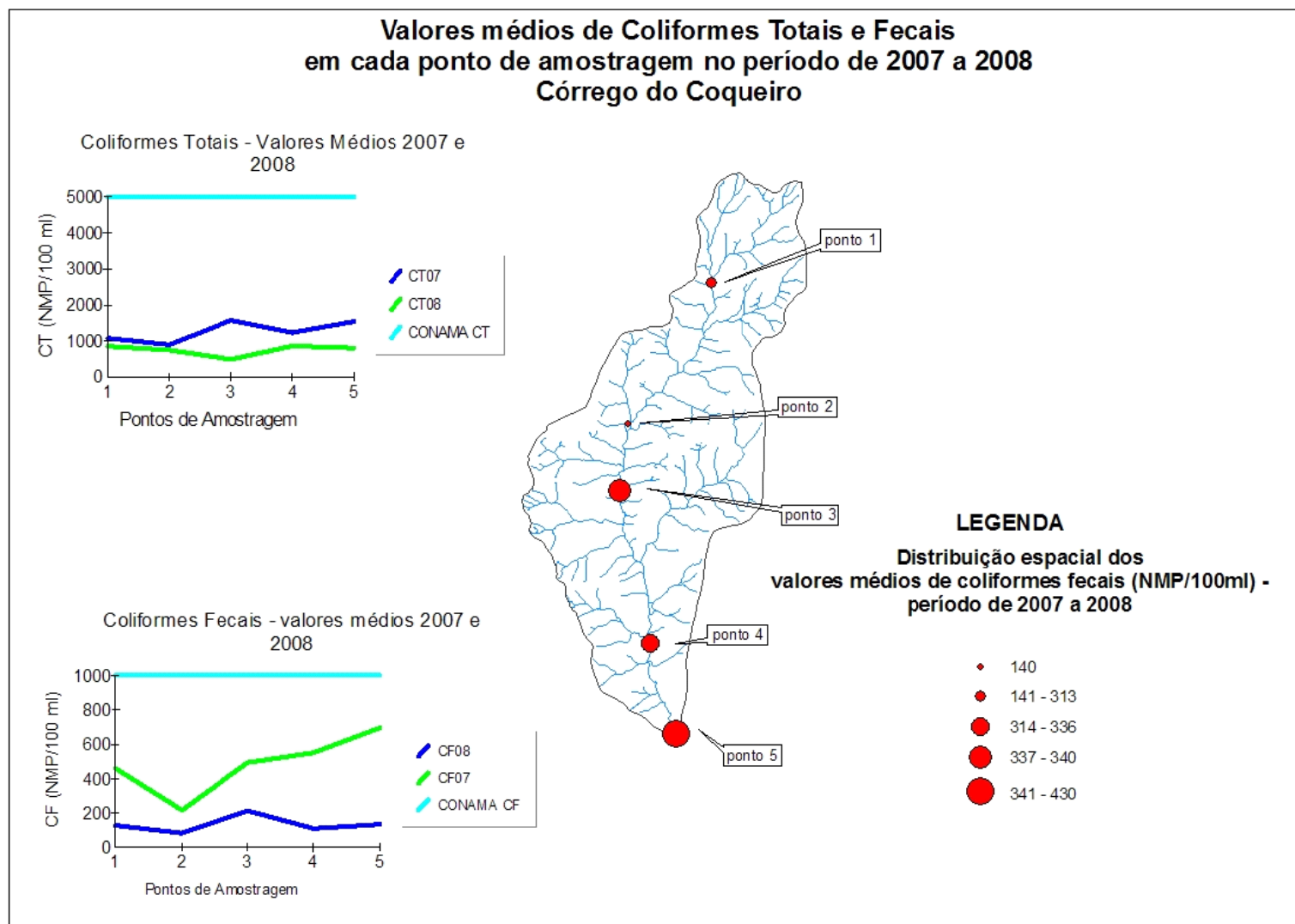
#### 10.3.3.1. Coliformes fecais e totais

O número de coliformes totais no período de 2006 (outubro, novembro e dezembro), 2007 e 2008 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 59).



**Figura 59.** 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 a 2008, foram maiores nos pontos 3, 4 e 5 (Figura 60). Entretanto esses 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.



**Figura 60.** Distribuição espacial dos valores médios de coliformes fecais e totais

## 11. ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA 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).

A compilação de todos os dados provenientes dos diferentes pontos de amostragem e monitoramento tem por objetivo ter uma visão geral das condições reinantes em toda a microbacia, com comparação com as demais monitoradas, buscando um indicativo, em função da variável considerada, do grau de prioridade das diferentes ações necessárias para a preservação e recuperação das condições ambientais.

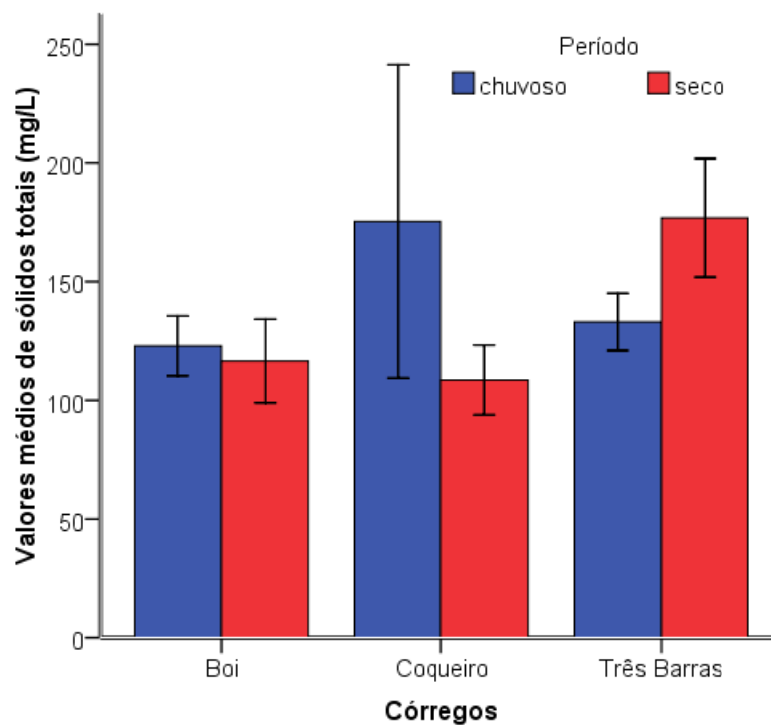
### 11.1. Variáveis Físicas

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

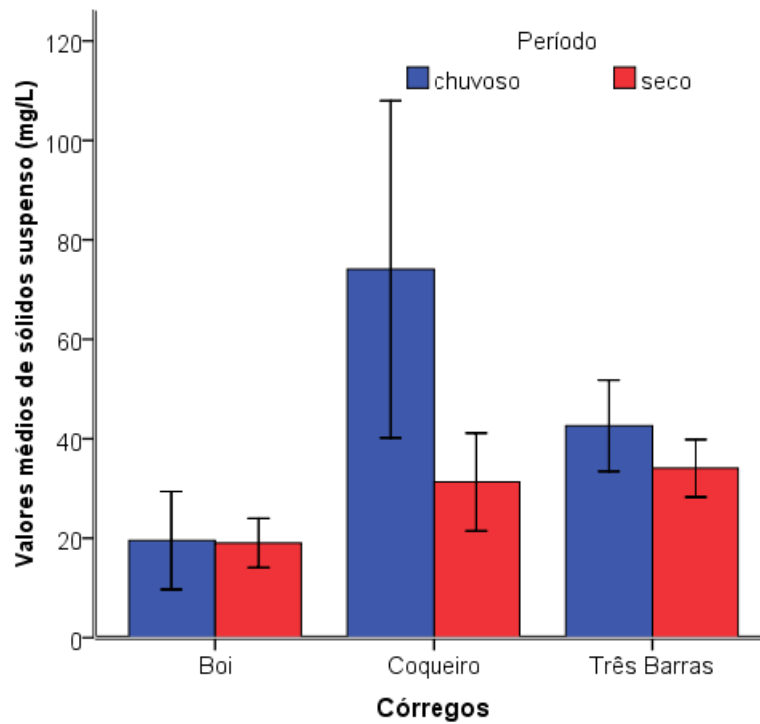
Os valores de sólido totais do córrego Três Barras entre os períodos seco e chuvoso diferenciaram estatisticamente. Em relação ao período seco, na microbacia do córrego Três Barras os valores médios foram significativos em relação aos períodos

seco dos córregos de Boi e do Coqueiro. O período chuvoso nas três microbacia analisadas, não houve valores médios significativos.

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.

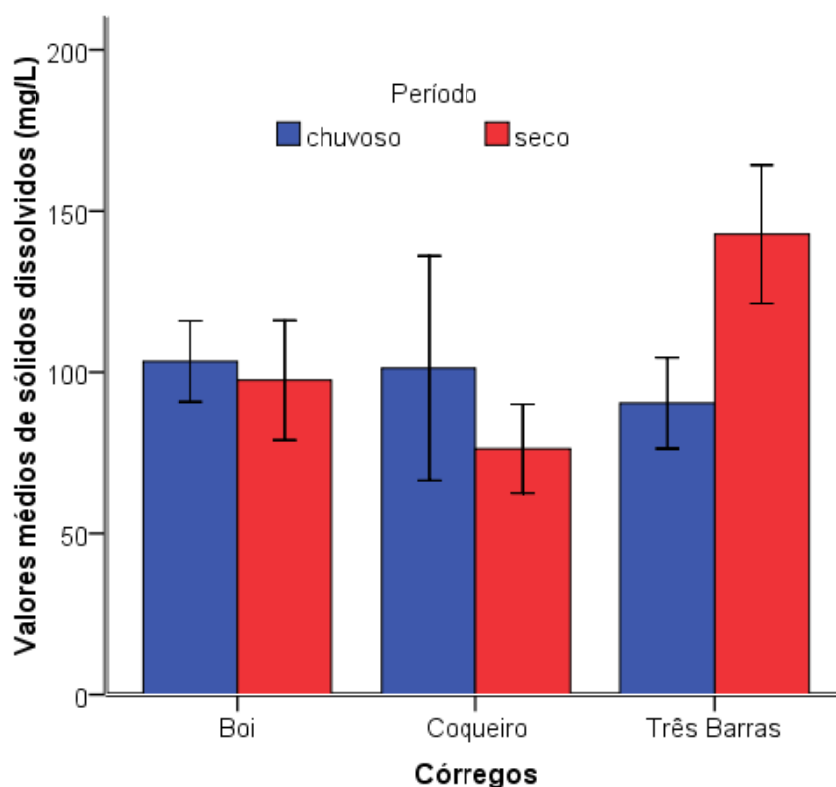


**Figura 61.** Valores médios de sólidos totais nas microbacias do Boi, Coqueiro e Três Barras.



**Figura 62.** Valores médios de sólidos suspensos nas microbacias Boi, Coqueiro e Três Barras.

As concentrações médias 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

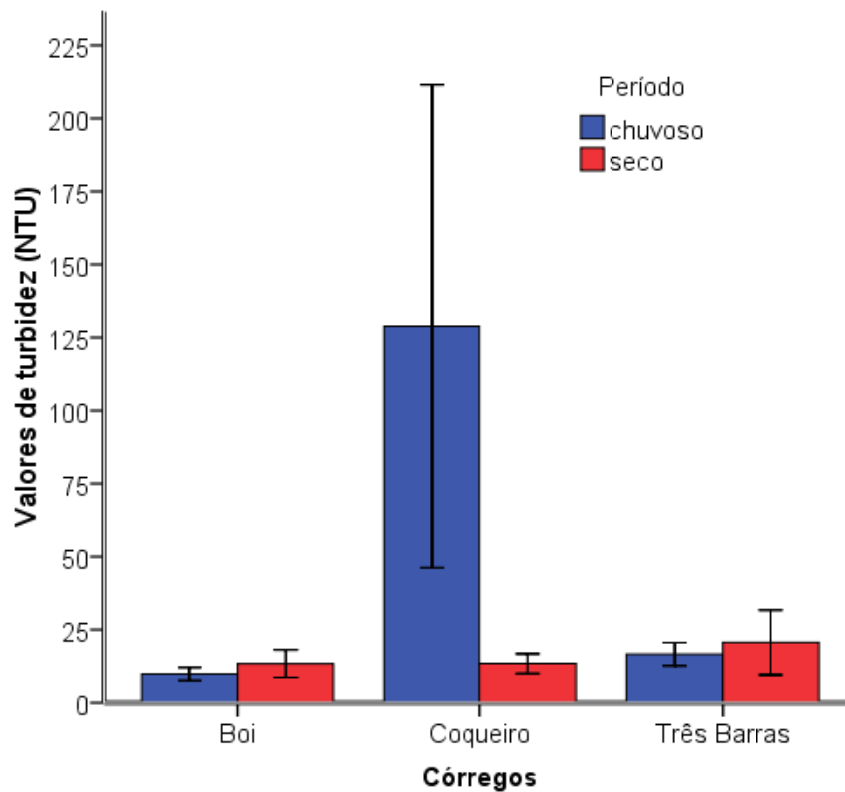


**Figura 63.** Valores médios de sólidos dissolvidos nas microbacias do Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 11.1.2. 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 Três Barras não apresentaram diferença significativa (Figura 64), enquanto que os elevados valores encontrados no período chuvoso no córrego do Coqueiro é um indicativo forte de transporte de sedimentos proporcionado pelas chuvas que serve de alerta para as condições ambientais reinantes na microbacia, especialmente em termos de práticas relacionadas à conservação do solo e retenção de água.

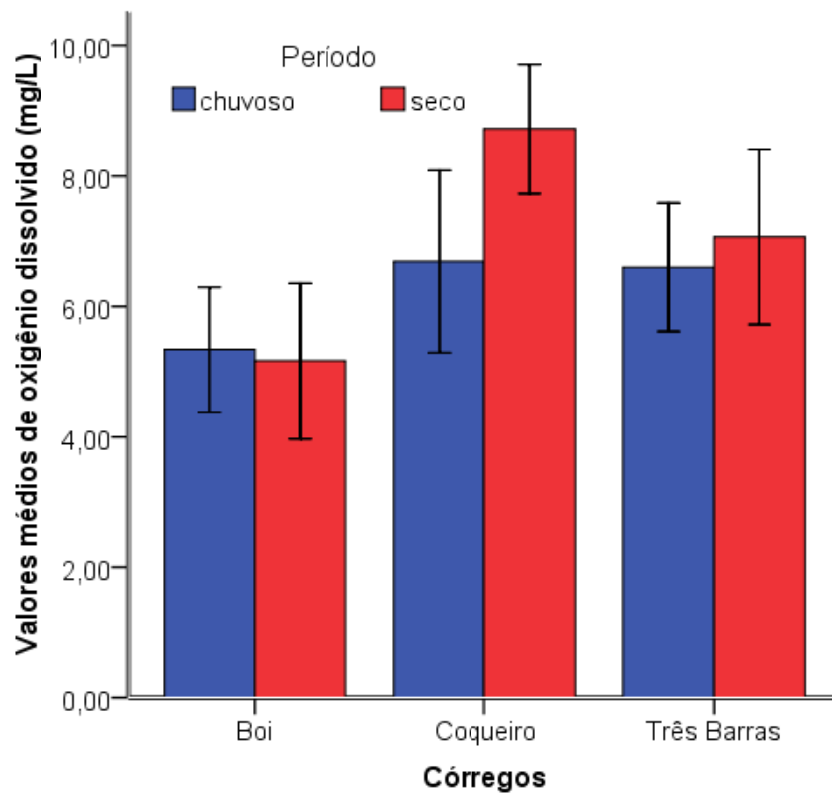


**Figura 64.** Valores médios de turbidez nas microbacias do Boi, Coqueiro e Três Barras.

## 11.2. Variáveis Químicas

### 11.2.1. Oxigênio dissolvido

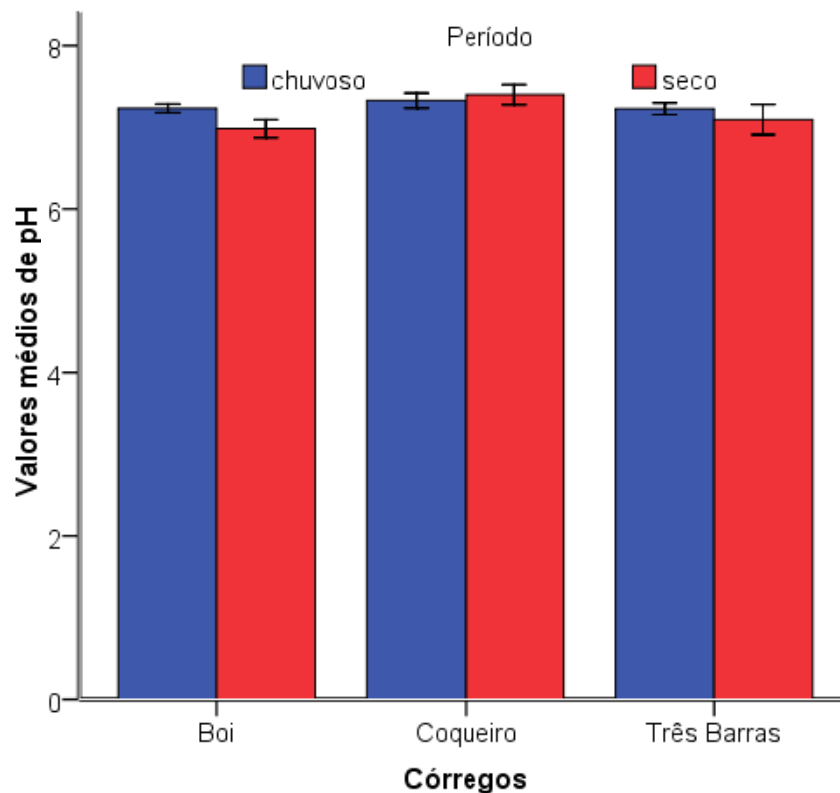
No período avaliado houve diferença significativa no período seco de oxigênio dissolvido entre as microbacias do Boi e Coqueiro e não significativo entre as microbacias do Três Barras e do Boi. Não ocorreram diferenças significativas no período chuvoso nas microbacia avaliadas, em relação ao período chuvoso e seco de cada microbacia também não houve diferença significativa (Figura 65).



**Figura 65.** Valores médios de oxigênio dissolvidos nas microbacias do Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 11.2.2. Potencial Hidrogeniônico (pH)

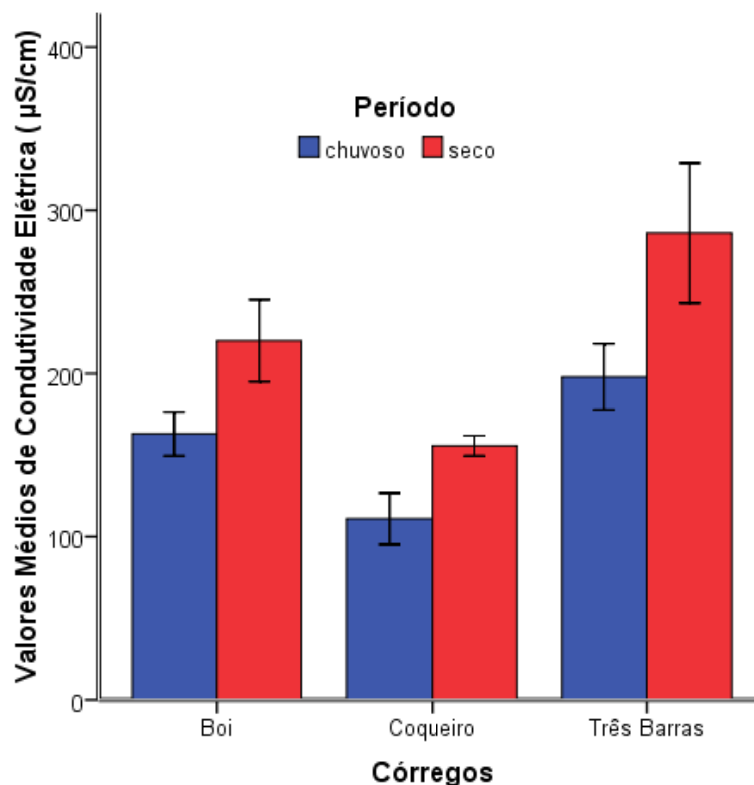
Em relação a cada microbacia avaliada não houve diferença significativa de pH nos períodos seco e chuvoso. Entretanto, o pH no período seco da microbacia do Coqueiro foi significativo em relação ao mesmo período na microbacia do Boi e não significativo na microbacia do Três Barras (Figura 66).



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

### 11.2.3. 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 67).

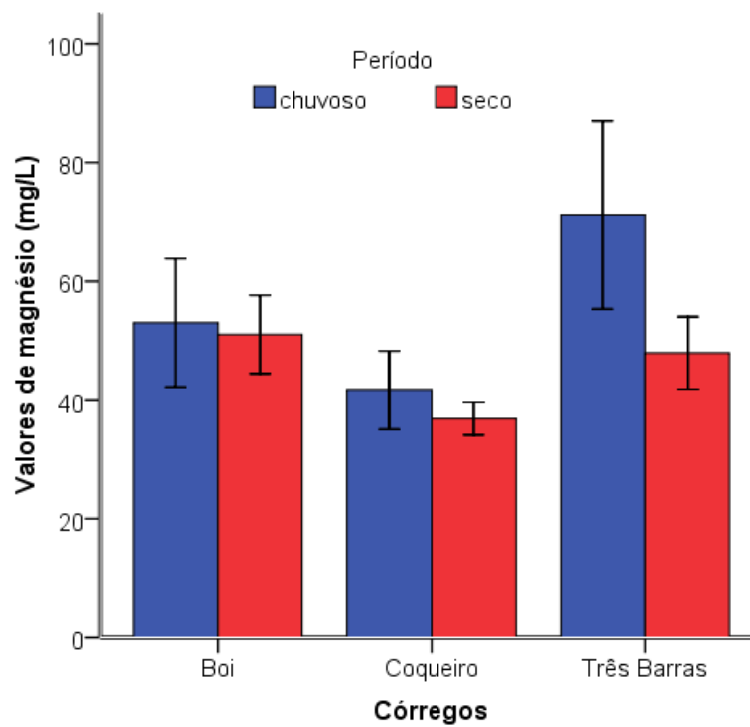


**Figura 67.** Valores médios de condutividade elétrica nas microbacias do Boi, Coqueiro e Três Barras.

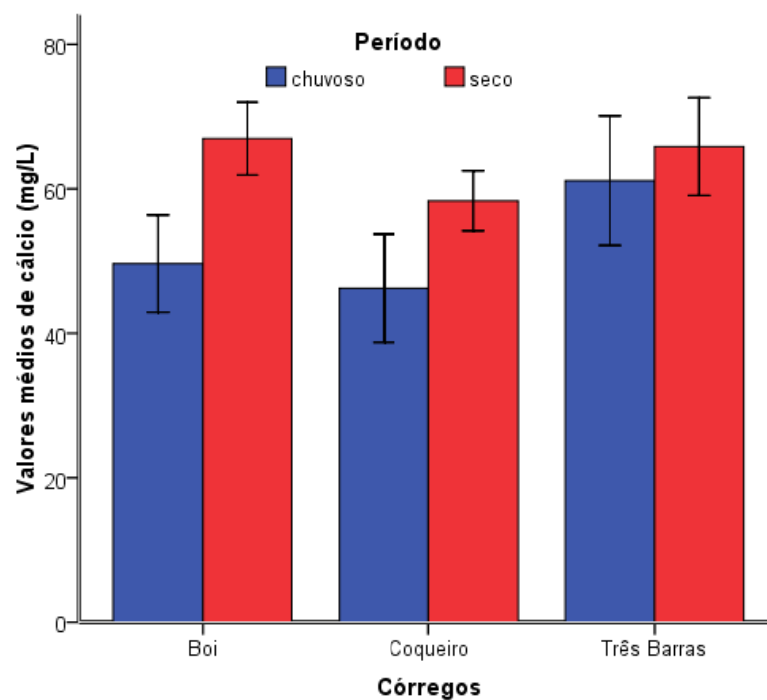
#### 11.2.4. Cálcio, magnésio e dureza

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 68).

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 69).

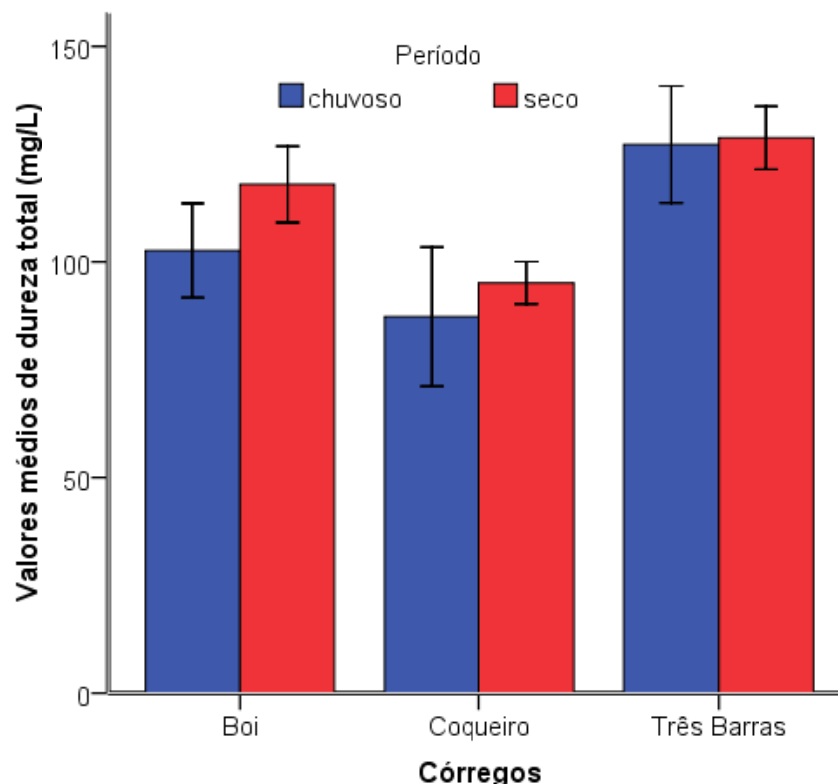


**Figura 68.** Concentrações médias de magnésio nas microbacias monitoradas.



**Figura 69.** Concentrações médias de cálcio nas microbacias monitoradas.

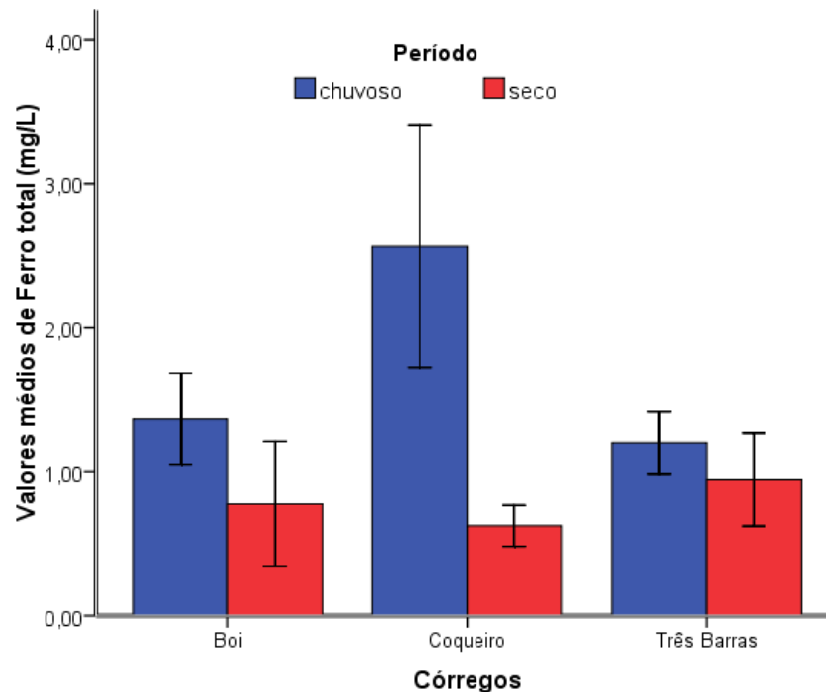
Não houve diferença significativa nos valores de dureza total entre os períodos seco e chuvoso nas microbacias avaliadas. Em relação às microbacias do Boi, Três Barras e Coqueiro houve diferenças significativas nos valores de dureza total no período seco. Em relação aos valores de dureza total das microbacias do Boi e Três Barras não houve diferença significativa (Figura 70).



**Figura 70.** Concentrações médias da dureza total nas microbacias monitoradas.

#### 11.2.5. Ferro

As concentrações de ferro total foram significativas em relação ao período seco e chuvoso na microbacia do Coqueiro, corroborando os dados de turbidez que indicam um grande transporte de sedimentos. 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 71).



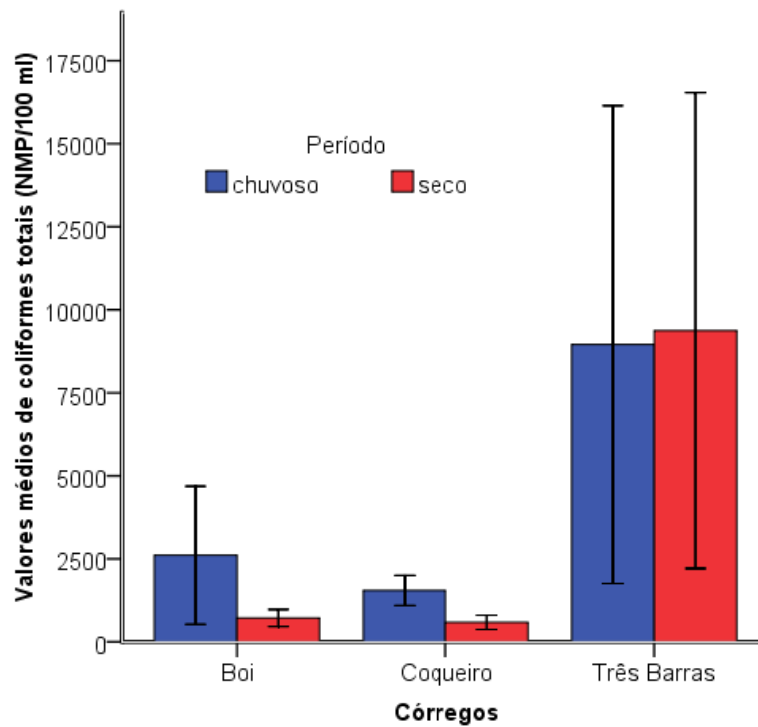
**Figura 71.** Valores médios de ferro nas microbacias do Boi, Coqueiro e Três Barras.

### 11.3. Variáveis Biológicas

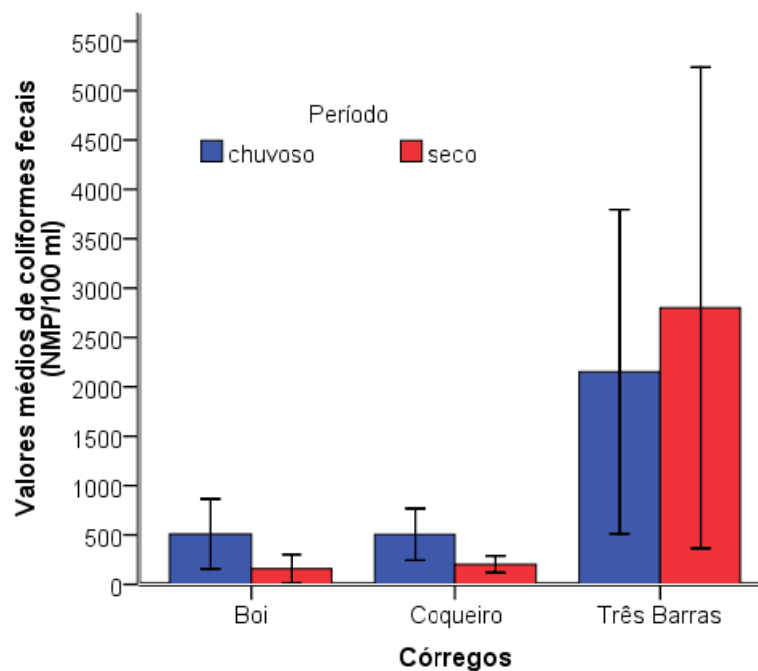
#### 11.3.1. Coliformes fecais e totais

As maiores ocorrências de coliformes totais ocorreram na microbacia Três Barras e não houveram diferenças significativas entre os períodos 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 muito superiores de coliformes fecais no período seco em relação as microbacias do Coqueiro e Boi (Figura 72).

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 73).



**Figura 72.** Valores médios de coliformes totais nas microbacias monitoradas.



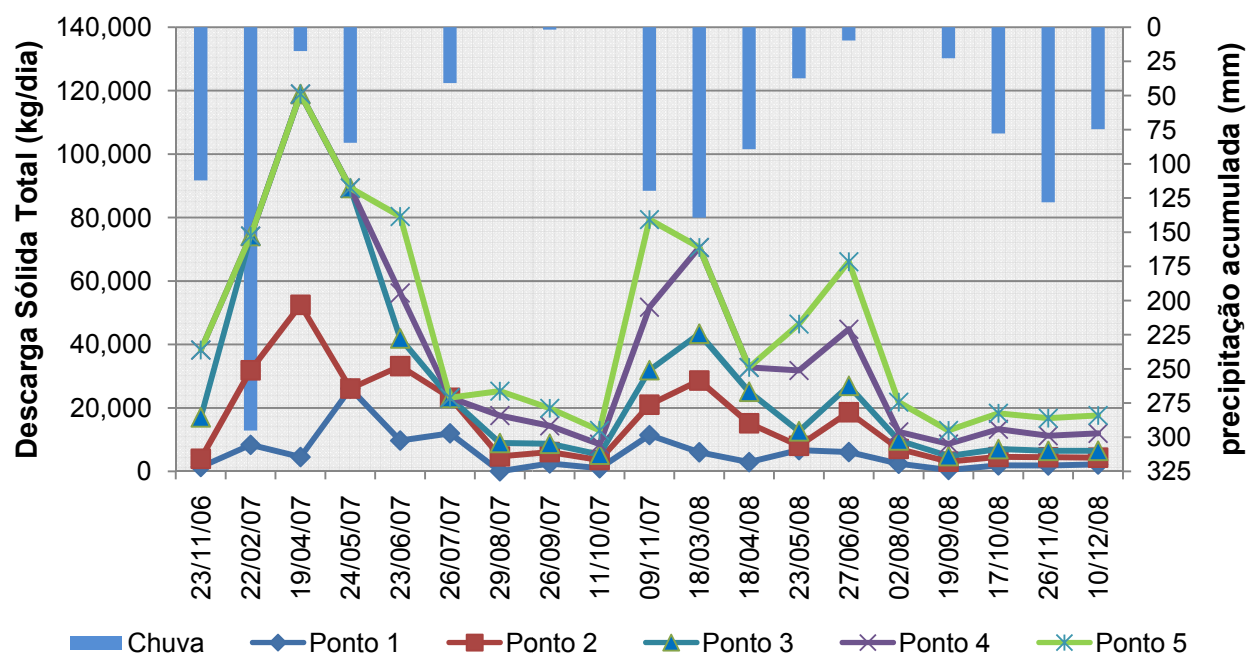
**Figura 73.** Valores médios de coliformes fecais nas microbacias monitoradas.

## 12. DESCARGA SÓLIDA TOTAL

### 12.1. Córrego do Coqueiro

Na Figura 74, a variação espacial e temporal dos valores de descarga sólida total do Córrego do Coqueiro.

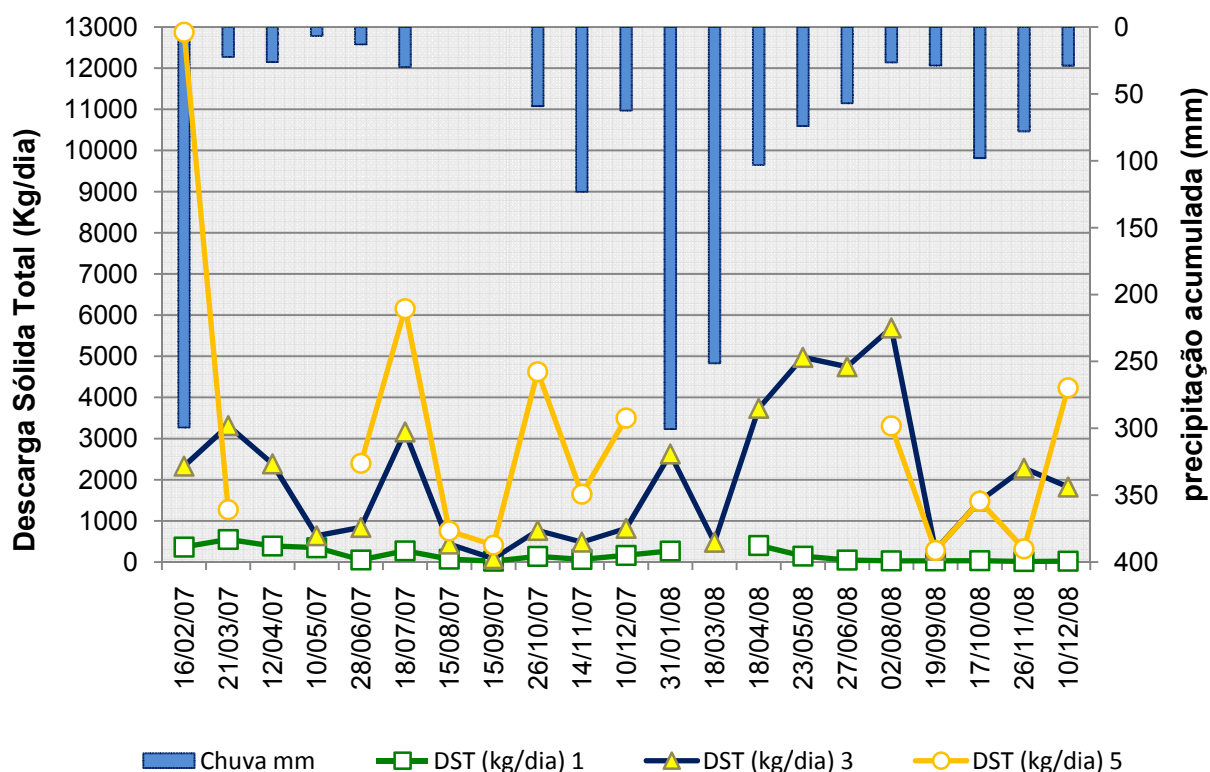
Observa-se que a vazão e a descarga sólida total variam proporcionalmente com as quantidades de chuvas acumuladas e com o tamanho da área de contribuição (drenada) por ponto avaliado.



**Figura 74.** Variação espacial e temporal de descarga sólida total do córrego do Coqueiro.

## 12.2. Córrego do Boi

Na Figura 75 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.

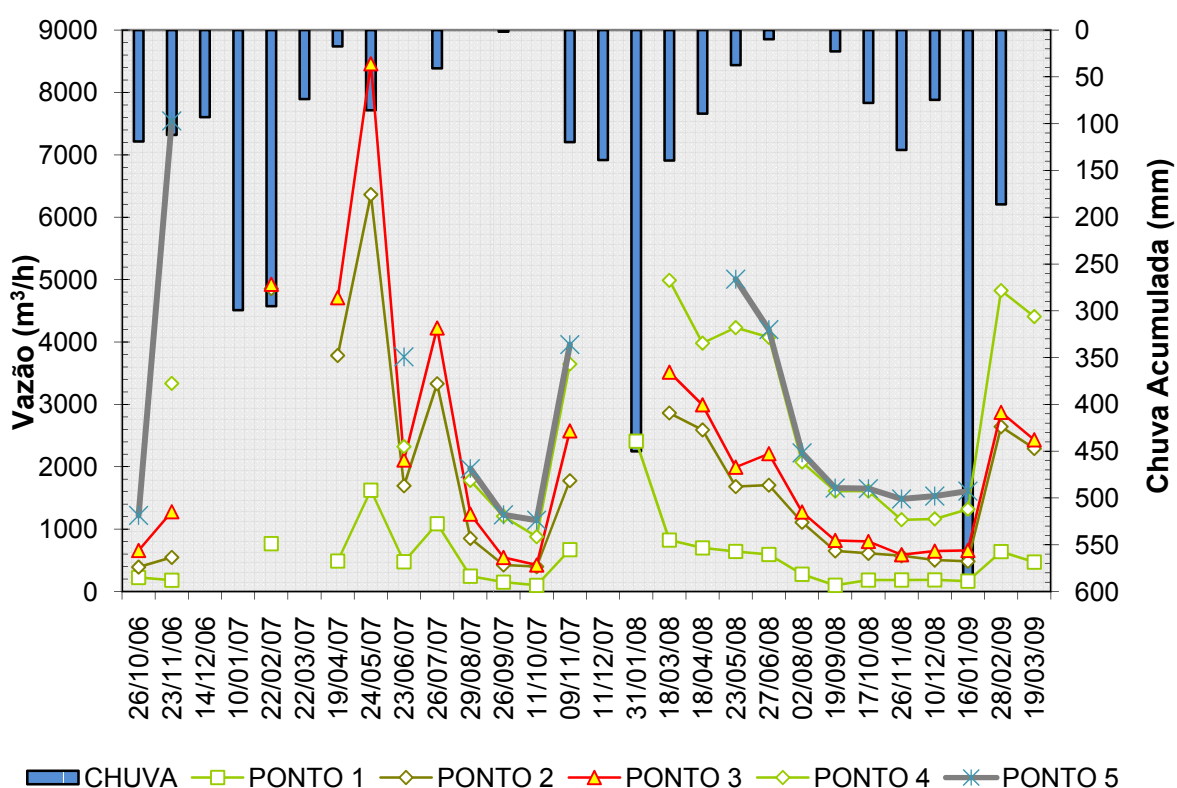


**Figura 75.** Variação espacial e temporal de descarga sólida total no córrego do Boi.

## 13. VAZÃO

### 13.1. Córrego do Coqueiro

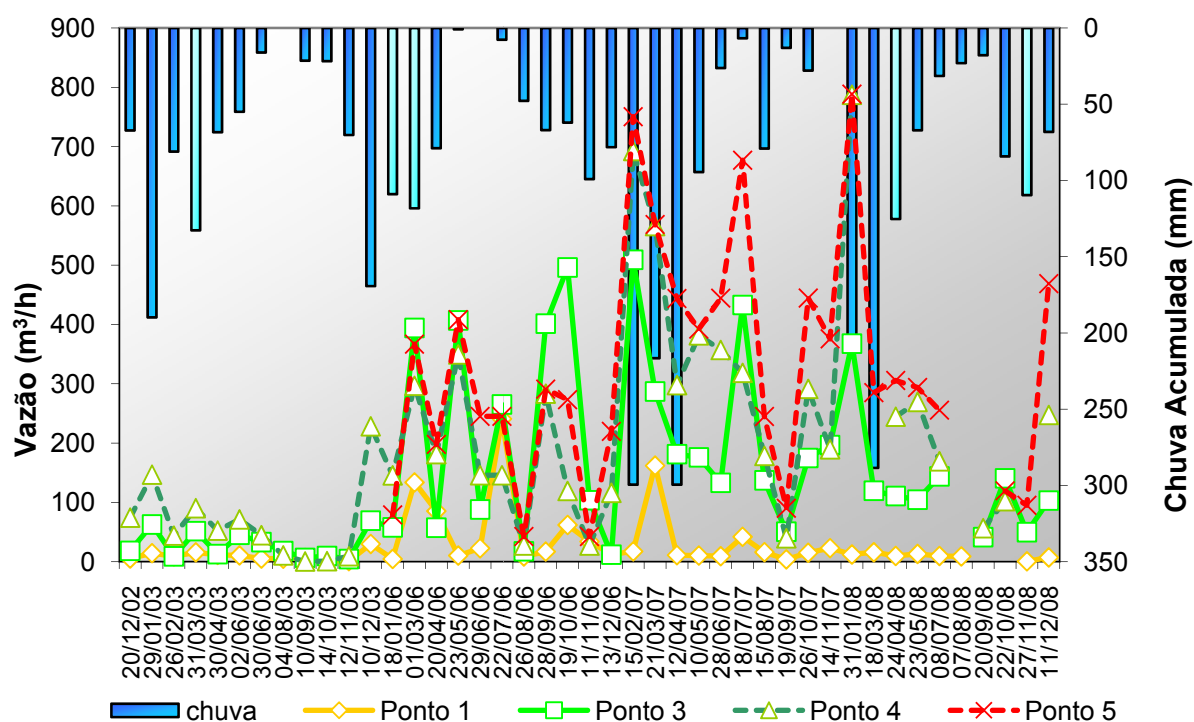
No período de dezembro de 2006, janeiro e março de 2007 não houve medição de vazão nos pontos avaliados por problemas no sensor de velocidade do molinete hidrométrico, cuja peça teve que ser importada dos Estados Unidos. Em abril, maio e julho de 2007 não foram possível medir vazão somente nos três primeiros 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 76.** Variação espacial e temporal da vazão no córrego do Coqueiro.

### 13.2. Córrego Três Barras

Na Figura 77 pode ser avaliada a variação espacial e temporal da vazão no córrego Três Barras, cujo monitoramento é feito mais tempo em relação aos demais córregos.

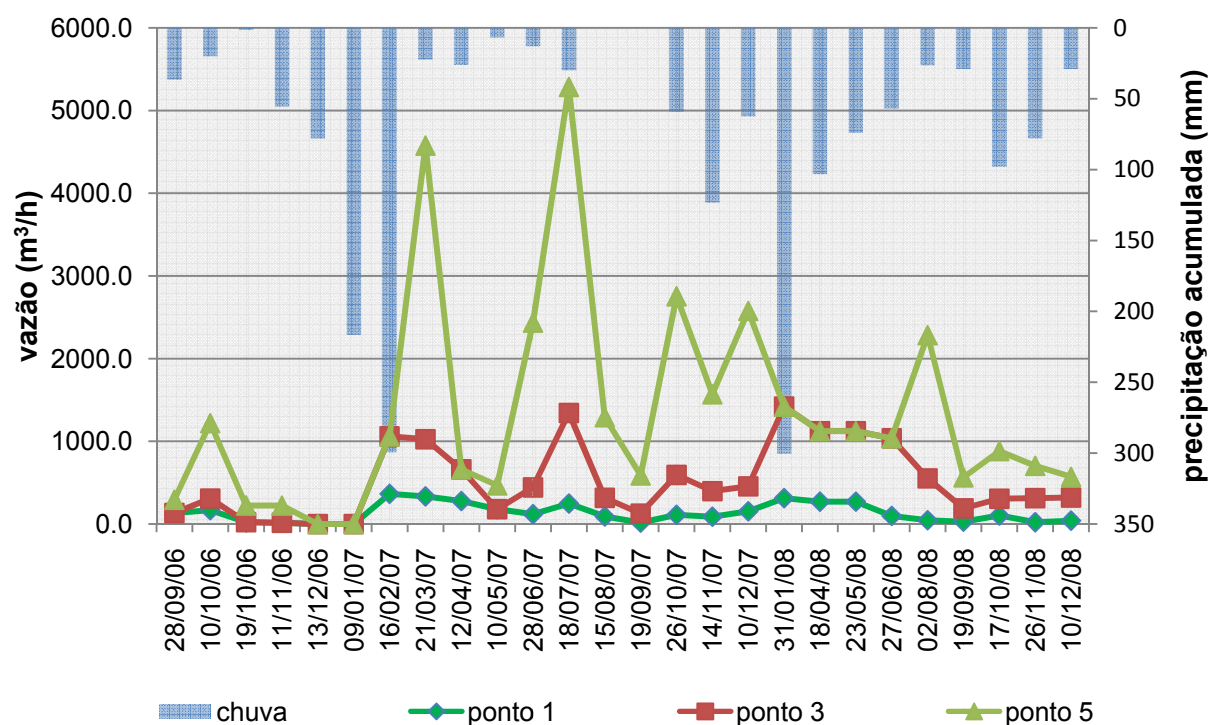


**Figura 77.** Variação espacial e temporal da vazão no córrego Três Barras.

### 13.3. Córrego Boi

Na Figura 78 estão representados os valores das vazões para o período de análise, com a menor vazão registrada em setembro de 2007 (17, 110 e 461  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  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 agronômicas tais como plantio direto ou cultivo mínimo, o mesmo se observado em outros períodos, se há chuva, há aumento de vazão.



**Figura 78.** Variação espacial e temporal da vazão do córrego do Boi.

## 14. INDICATIVO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

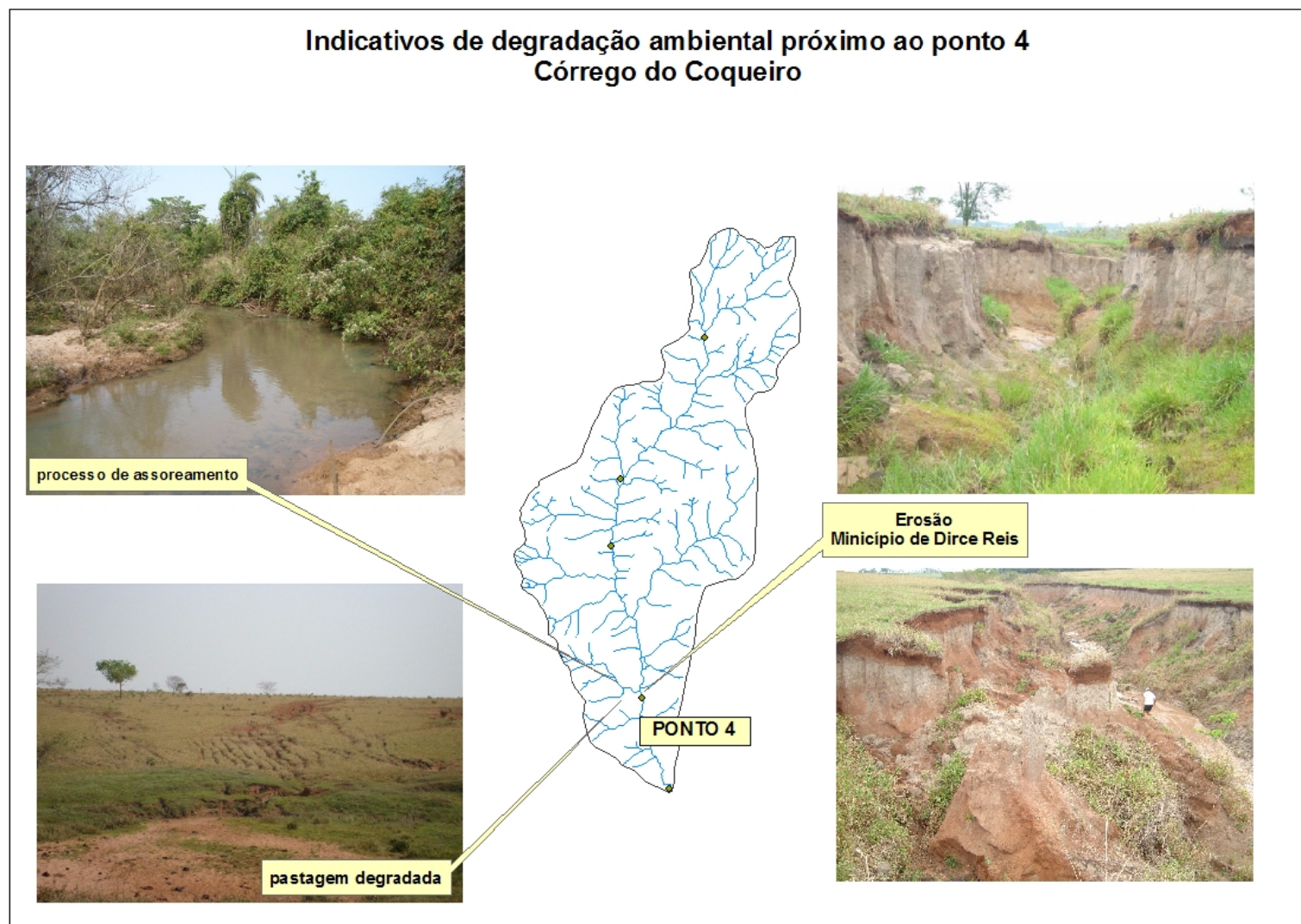
### 14.1. Córrego do Coqueiro

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 79).

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 envolve produção agrícola e conservação do meio ambiente.

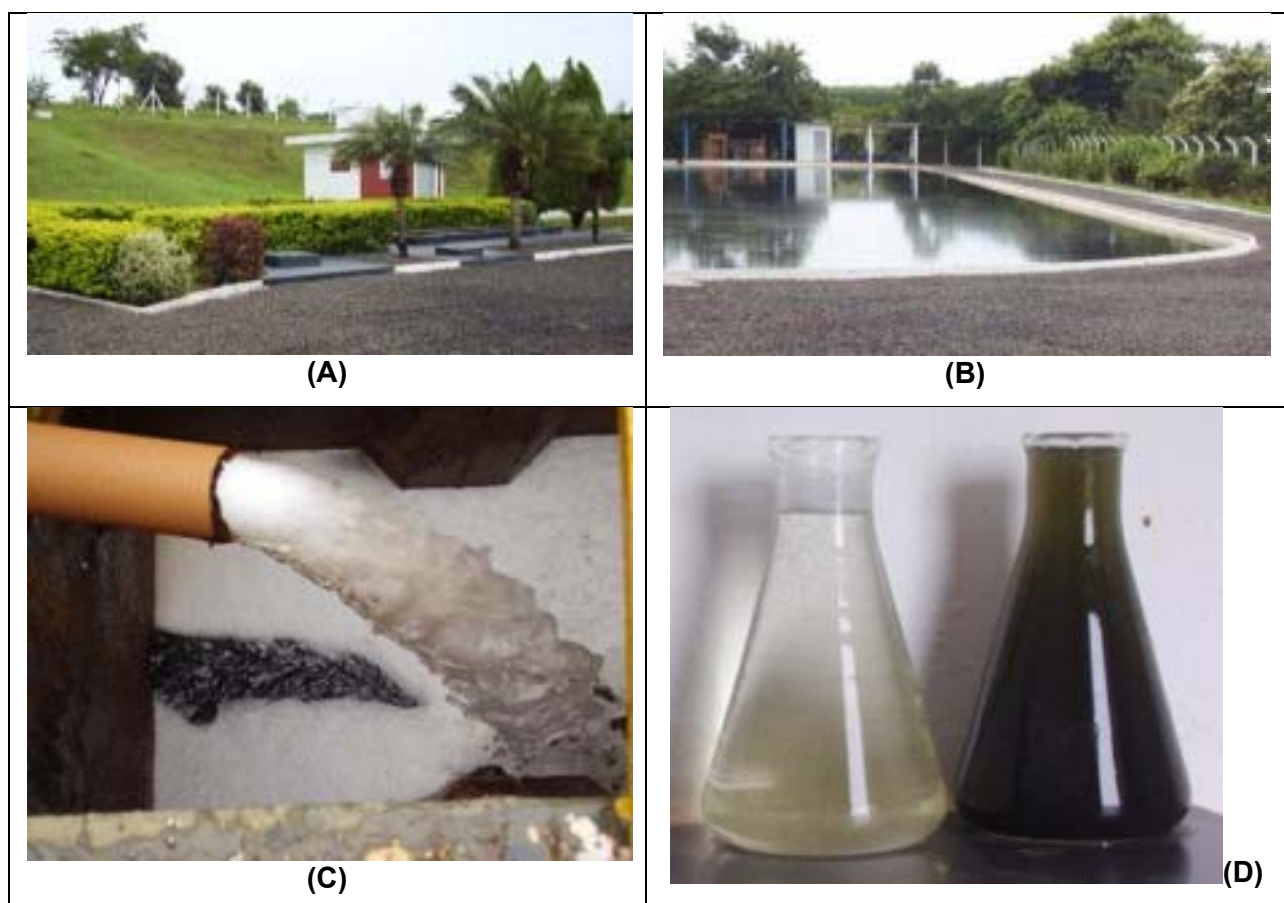


**Figura 79.** Indicativo de degradação ambiental no córrego do Coqueiro.

## 14.2. 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.

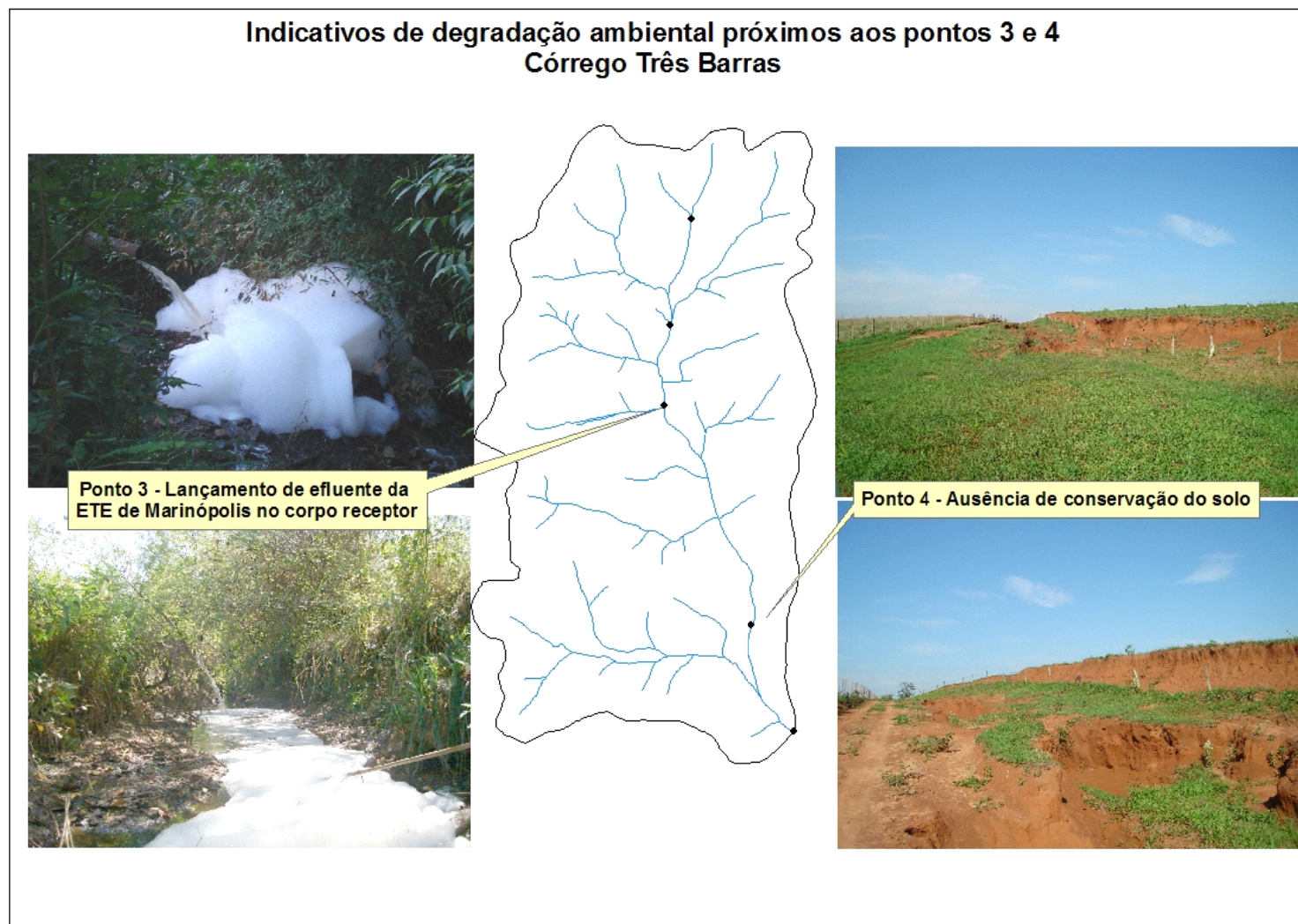
Destaca-se o intercâmbio de informações entre a UNESP e SABESP - Gerência Regional de Jales sobre as condições da qualidade e disponibilidade da água do manancial e ainda as sucessivas iniciativas da SABESP para a melhoria das condições operacionais da ETE resultando em melhor tratamento do esgoto (Figura 80 - (D)).



**Figura 80.** (A) Entrada da ETE de Marinópolis; (B) Lagoa de tratamento do esgoto; (C) Lançamento do efluente; (D) Esgoto na entrada da ETE e efluente ao ser lançado no córrego Três Barras no dia 08 de agosto de 2008. Fonte: SABESP - Gerência Regional Jales.

Outro indicativo é a ausência de conservação do solo por parte dos proprietários, estradas rurais mal planejadas (Figura 81) 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 81.** Indicativo de degradação ambiental no córrego Três Barras.

### 14.3. 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 e para conter o processo erosivo, medidas de reflorestamento de espécies nativas devem ser priorizado neste local.

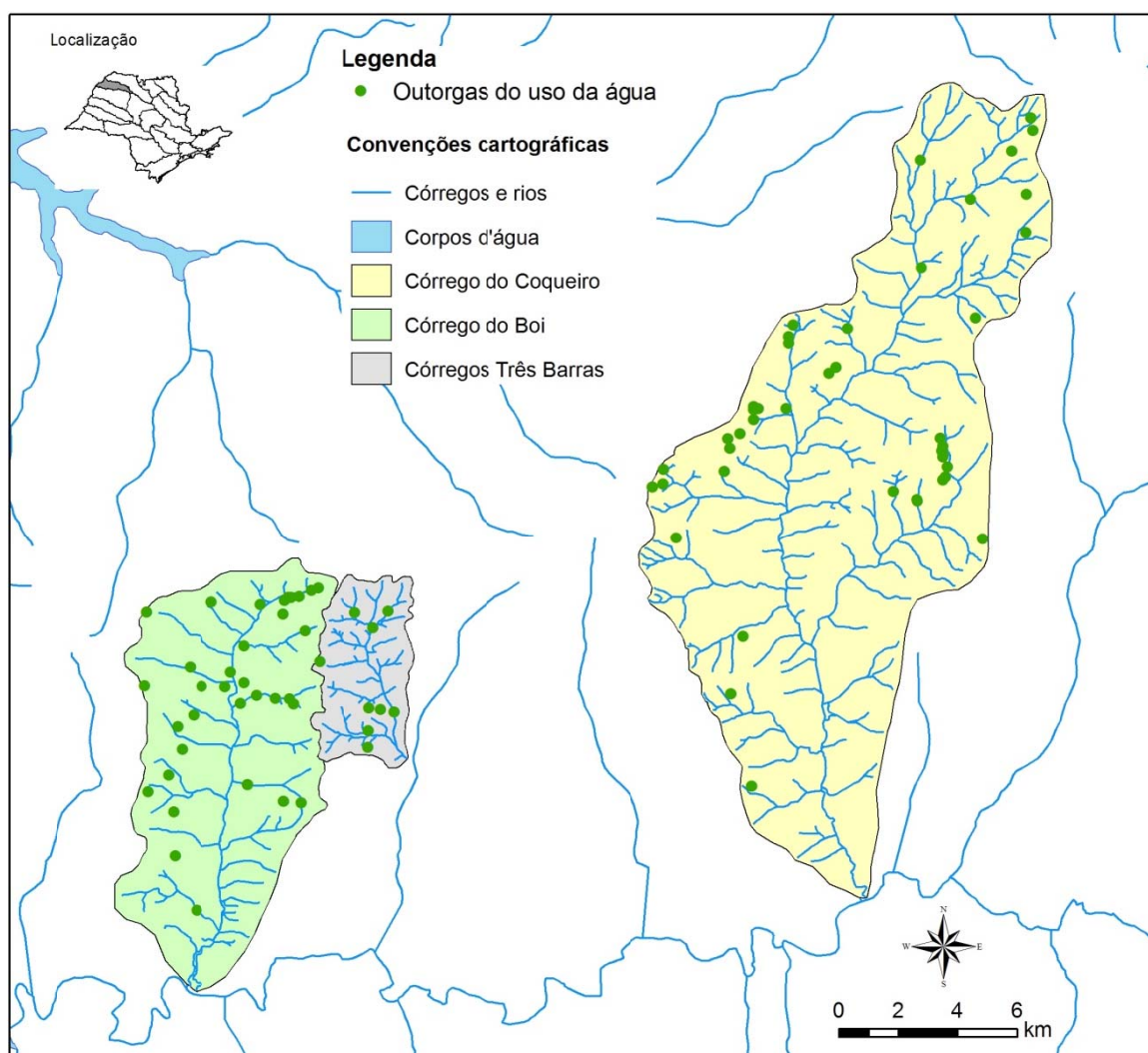
A presença de macrófitas aquáticas em excesso no manancial, um indicativo de desequilíbrio do sistema aquático. No ponto 4, a *Brachiaria subquadriflora* ocupou toda a coluna d'água; no ponto 5 a mesma espécie de macrófitas aquáticas presentes nas margens esquerda e direita do córrego (Figura 82).



**Figura 82.** Indicativos de degradação ambiental no córrego do Boi.

## 15. OUTORGAS PARA USO DA ÁGUA

Uma nova consulta ao Portal do DAEE realizada na manhã de 01 de outubro de 2008, onde são divulgados os pedidos de Outorgas, resultou nas coordenadas dos locais onde se tem o uso da água nas microbacias monitoradas e estas representadas na Figura 83.



**Figura 83.** Uso da água Outorgado pelo DAEE até 31 de setembro de 2008.

É merecedor de atenção o fato de que, especialmente na microbacia do Coqueiro, a maior parte dos usuários da água estão localizados nas nascentes dos

córregos que deságuam no leito principal, onde a oferta de água é menor e assim medidas de conservação do solo e da água e que levem ao aumento substancial do escoamento de base em relação ao superficial passam a ser prioritárias e que poderão limitar a expansão das áreas irrigadas.

## 16. CONSIDERAÇÕES, OPORTUNIDADES, DIVULGAÇÃO E RECOMENDAÇÕES

O monitoramento sistemático da qualidade da água e da vazão em microbacias de interesse econômico no noroeste paulista tem sido fonte de preocupação e ação da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira. São estas microbacias que alicerçam o desenvolvimento sócio-econômico dos pequenos municípios da região noroeste paulista, em que muitos têm na agricultura irrigada, com destaque para a produção de uva fina de mesa, sua maior expressão econômica.

No caso das microbacias monitoradas e constantes deste documento adiciona-se o fato de que ou se lança esgoto ou se capta de água para as cidades onde estão inseridas, aumentando o grau de importância do monitoramento.

Para a execução deste trabalho o financiamento externo ao Orçamento da UNESP tem sido feito por diferentes Agências de Fomento, com especial importância para o FEHIDRO e a FAPESP que tem proporcionado o financiamento prioritário dos equipamentos e materiais permanentes necessários ao trabalho. À UNESP com interveniência da FEPIISA cabe ceder instalações, veículos, infra-estrutura local de apoio, tais como Laboratórios, instalações, telefones, Internet, etc e ainda seu corpo técnico formado de Professores/Pesquisadores, Técnicos e alunos em diferentes níveis.

Este trabalho vem proporcionando a oportunidade a todos os envolvidos 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 este trabalho possibilitou a início da parceria com o Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, sob a Coordenação do Dr. Jener Fernando Leite de Moraes que transferiu à equipe e a capacitou a trabalhar com Sistemas Geográficos de Informação, em especial com as ferramentas Ilwis e ArgGis. E a parceria tem se mostrado cada vez mais consistente e novos trabalhos já estão em andamento, como por exemplo, um completo levantamento de todos os usos e fontes da água com Outorga nas Bacias do Rio São José dos Dourados e Turvo-Grande, que mostrará onde estão as regiões críticas ou que poderão a vir a ser críticas em relação a oferta de água.

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 levantados nestes trabalhos de campo também subsidiaram inúmeras palestras realizadas pela equipe.

Na elaboração deste Relatório Técnico apresentado ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados e FEHIDRO optou-se pela apresentação de uma forma gráfica dos resultados, mas ao longo do tempo, vários artigos científicos e técnicos foram elaborados e publicados e que somente foram concretizados partir do financiamento externo.

Todos os trabalhos estão também disponíveis no Portal da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira ([www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php](http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php)) no canal TEXTOS TÉCNICOS hospedado em [www.agr.feis.unesp.br/papers.php](http://www.agr.feis.unesp.br/papers.php) e portanto são de livre acesso a toda sociedade. Foram estes os títulos dos trabalhos:

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. Campina Grande: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. No prelo (Com Equipe Editorial - [www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)). Protocolo 144/2008.

- FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, 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. No prelo (Em diagramação - [www.agriambi.com.br](http://www.agriambi.com.br)).. Protocolo 002/2008.
- VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Transporte de sedimentos em microbacia agrícola. . In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVIII, São Mateus - ES, 27 de julho a 01 de agosto de 2008. 6p. Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem. CD-ROM. Disponível também em: [http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2008\\_vanzela.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2008_vanzela.pdf)
- OLIVEIRA, J.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; ZOCOLER, J.L.; MORAES, J.F.L. Uso da água na Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo/Grande, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVIII, São Mateus - ES, 27 de julho a 01 de agosto de 2008. 6p. Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem. CD-ROM. Disponível também em: [http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2008\\_julio.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2008_julio.pdf)
- BARBOZA, G.C.; FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T. Ocorrência de coliformes nos Córregos do Boi, Coqueiro e Três Barras, na região noroeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVIII, São Mateus - ES, 27 de julho a 01 de agosto de 2008. 6p. Brasília: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem. CD-ROM (Trabalho 1.519). Disponível também em: [http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2008\\_gustavo.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2008_gustavo.pdf)
- BARBOZA, G.C.; FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T. Ocorrência de macrófitas aquáticas no córrego do Boi. In: WINOTEC 2008 - II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água, 10 a 13 de junho de 2008, Fortaleza. Anais... CENTEC, FATEC, 2008, p.680-686. CD-ROM. Disponível também em: [http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/winotec2008\\_artigo\\_gustavo.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/winotec2008_artigo_gustavo.pdf)
- FRANCO, R.A.M.; BARBOZA, G.C.; HERNANDEZ, F.B.T. Uso e disponibilidade da água na microbacia do córrego do Coqueiro no noroeste paulista. In: WINOTEC 2008 - II Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o Uso Múltiplo da Água, 10 a 13 de junho de 2008, Fortaleza. Anais... CENTEC, FATEC, 2008, p.715-720. CD-ROM. Disponível também em: [http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/winotec2008\\_artigo\\_renato.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/winotec2008_artigo_renato.pdf)

- BARBOZA, G.C., HERNANDEZ, F.B.T., FRANCO, R.A.M. Aspectos biológicos da qualidade da água do córrego do Boi em Aparecida d'Oeste In: Congresso de Iniciação Científica da UNESP, XIX, 2007, Ilha Solteira. Anais do XIX Congresso de Iniciação Científica da UNESP. São Paulo: UNESP - Pró-Reitoria de Pesquisa, 2007. 4p.
- SANTOS, T.E.B., FRANCO, R.A.M., HERNANDEZ, F.B.T., CALDAS, R.R. Avaliação da qualidade física da água para fins de irrigação no córrego do Ipê, Ilha Solteira - SP. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, de 30 de julho a 02 de agosto de 2007, Bonito - MS. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. v.36. 4p. ISSN 1982-3797.
- BARBOZA, G.C., HERNANDEZ, F.B.T., FRANCO, R.A.M. Monitoramento da qualidade de água físico-biológicada água para irrigação no córrego do Coqueiro no noroeste paulista. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, de 30 de julho a 02 de agosto de 2007, Bonito - MS. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. v.36. 4p. ISSN 1982-3797.
- 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: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, de 30 de julho a 02 de agosto de 2007, Bonito - MS. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. v.36. 4p. ISSN 1982-3797. Trabalho premiado como o melhor em Iniciação Científica na área de "Gestão de Recursos Hídricos, Saneamento Ambiental e Topografia e Sensoriamento Remoto". Prêmio entregue a Renata da Silva Moura.
- LIMA, R.C., HERNANDEZ, F.B.T., VANZELA, L.S, FRANCO, R.A.M. Parâmetro químicos de qualidade de água para a irrigação do córrego do Boi, Aparecida d'Oeste, SP. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, de 30 de julho a 02 de agosto de 2007, Bonito - MS. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. v.36. 4p. ISSN 1982-3797.
- ALMEIDA, L.F.R., HERNANDEZ, F.B.T., FRANCO, R.A.M. Qualidade física e biológica da água do córrego do Boi para a irrigação, em Aparecida d'Oeste, região noroeste

- do Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, de 30 de julho a 02 de agosto de 2007, Bonito - MS. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. v.36. 4p. ISSN 1982-3797.
- HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S. Transporte de sedimento na microbacia do córrego Três Barras, Marinópolis - SP. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, de 30 de julho a 02 de agosto de 2007, Bonito - MS. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. v.36. 4p. ISSN 1982-3797.
- FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S. Utilização dos parâmetros coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido na avaliação da qualidade de água para irrigação na microbacia do Córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, de 30 de julho a 02 de agosto de 2007, Bonito - MS. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. v.36. 4p. ISSN 1982-3797.
- BISPO, E.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; COSTA, J.C.G. Balanço hídrico da região de Marinópolis - SP. In: CONGRESSO INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, XVIII, Jaboticabal, 14 e 15 de novembro de 2006. 3p. CD-ROM.
- FRANCO, R.A.M.; VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T. Avaliação biológica da qualidade da água para irrigação do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVI, Goiânia, 25 a 30 de julho de 2006. 6p. CD-ROM.
- BISPO, E.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S.; COSTA, J.C.G. Caracterização agroclimatológica da região de Marinópolis - SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVI, Goiânia, 25 a 30 de julho de 2006. 6p. CD-ROM.
- HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S. Diagnóstico da disponibilidade de água e do transporte de sedimentos do córrego Três Barras, Marinópolis, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVI, Goiânia, 25 a 30 de julho de 2006. 6p. CD-ROM.
- MEGDA, M.M.; HERNANDES, A.; HERNANDEZ, F.B.T.; ALTIMARE, A.; ZOCOLER, J.L. Uso da água na Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVI, Goiânia, 25 a 30 de julho de 2006. 7p. CD-ROM.

HERNANDES, A.; MEGDA, M.M; HERNANDEZ, F.B.T.; ALTIMARE, A.; ZOCOLER, J.L. Uso da água na Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande - SP. . In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XVI, Goiânia, 25 a 30 de julho de 2006. 8p. CD-ROM.

VANZELA, L.S; HERNANDEZ, F.B.T.; LIMA, R.C.; GARGANTINI, P.E. Influência antrópica no transporte de sedimentos em microbacia degradada. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, XV, Teresina, 16 a 21 de outubro de 2005. 6p. CD-ROM.

Duas Dissertações de Mestrado foram possíveis a partir do monitoramento hidroagrícola nas microbacias junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNESP Ilha Solteira, Área de Concentração em Sistemas de Produção, cujo conteúdo das apresentações e as versões impressas podem ser visualizadas em [www.agr.feis.unesp.br/defesas.php](http://www.agr.feis.unesp.br/defesas.php) e tem os seguintes títulos e autores:

- “QUALIDADE DE ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO NA MICROBACIA DO CÓRREGO TRÊS BARRAS NO MUNICÍPIO DE MARINÓPOLIS, SP” defendida pelo Engenheiro Agrônomo Luiz Sergio Vanzela
- “QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA MICROBACIA DO CÓRREGO DO COQUEIRO NO NOROESTE PAULISTA”, defendida pelo Biólogo Renato Alberto Momesso Franco.

Com uma massa de dados mais ampla também foi possível finalizar a Tese de Doutorado “PLANEJAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA MICROBACIA DO CÓRREGO TRÊS BARRAS NO MUNICÍPIO DE MARINÓPOLIS - SP”, defendida pelo Engenheiro Agrônomo Luiz Sergio Vanzela”, sendo possível os primeiros trabalhos de modelagem ambiental.

Nestes trabalhos foi possível diagnosticar que os córregos apresentam disponibilidade de água crítica e problemas de qualidade de água para irrigação, principalmente de videiras, sendo estas, a principal atividade econômica do município, além da fragilidade do sistema. A modelagem já feita permitiu concluir e dar números aos benéficos efeitos da implantação das matas ciliares para o aumento do escoamento de base, necessário para a manutenção de vazões elevadas na estação seca.

Em relação aos demais microbacias, a continuidade do monitoramento e o início do monitoramento de duas outras microbacias permitirá em breve a obtenção de informações necessárias para o planejamento e modelagem dos dados.

Quanto ao córrego do Coqueiro, a importância da oferta ou da falta de água neste manancial ficou evidente quando a Gerência Regional da SABESP decidiu investir na perfuração de um poço para aumentar a oferta de água para abastecimento urbano na estação seca, quando a situação se mostra muito crítica, como se comprova com o monitoramento realizado. E de fato, em 2007, o poço passou a ser utilizado para complementar a quantidade da água necessária ao abastecimento das cidades de Palmeira d'Oeste e Marinópolis.

Atualmente, o Biólogo Renato Alberto Momesso Franco continua trabalhando no monitoramento do córrego do Coqueiro e como Bolsista do CNPq deverá elaborar em sua Tese de Doutorado o mapa completo do uso e ocupação do solo e também o de fragilidade ambiental, lançando mão de recursos avançados de modelagem matemática e uso de imagens de satélite, enquanto que o também Biólogo Gustavo Cavalari Barboza, que foi Bolsista do CNPq em Iniciação Científica trabalhando no córrego do Boi, agora, como também Bolsista do CNPq está encarregado como parte das atividades de seu Mestrado da sistematização do banco de dados de qualidade da água e vazão e a variação temporal e espacial destes atributos.

Até fevereiro de 2010 a Engenheira Agrônoma Michele Cláudia da Silva estará defendendo sua Dissertação de Mestrado com dados provenientes da microbacia do córrego Três Barras, enquanto que a aluna do curso de Ciências Biológicas Juliana Polloni Silva foi contemplada com uma Bolsa de Iniciação Científica do CNPq e deverá fazer o levantamento georeferenciado e estudar as interações entre as macrófitas e a qualidade da água no córrego do Boi.

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 ([www.agr.feis.unesp.br/ji14ago2007.php](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 os sistemas vegetais como as 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. Com a preservação e restauração dos ecossistemas alterados, aliado 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.

Outra transformação que deve ser acompanhada e avaliada é a ocupação das áreas de pastagens e culturas anuais pela cultura da cana de açúcar e o seu efeito na qualidade da água e vazão dos mananciais. As usinas tem tido uma preocupação grande com técnicas de conservação do solo e também vem sistematicamente plantando árvores nas APPs (Área de Preservação Permanente), fatores que associados devem trazer alterações nos recursos hídricos e seus leitos.

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, aumentando o escoamento de base em detrimento do escoamento superficial.

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 no evento

([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).

Um 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.

Assim, estamos convictos de o monitoramento ambiental deve ser 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 nossos 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 ([www.agr.feis.unesp.br/imagens/pura03jul08/pura03jul08.php](http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/pura03jul08/pura03jul08.php)).

Este Relatório também está disponível no Portal da Área de Hidráulica e Irrigação com fotos, gráficos e informações adicionais a partir de [www.agr.feis.unesp.br/rel\\_fehidro09.php](http://www.agr.feis.unesp.br/rel_fehidro09.php).

## 17. 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 as ações que podem levar a melhorias ao nosso meio ambiente. Trabalharam neste projeto as seguintes pessoas:

- Fernando Braz Tangerino Hernandez - Coordenação Geral. UNESP Ilha Solteira - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos
- Alex Palombo da Silva - Técnico em Informática e Graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

- Gustavo Cavalari Barboza - Biólogo e Mestrando em Agronomia - Sistema de Produção na UNESP Ilha Solteira. Bolsista CNPq.
- João Paulo de Carvalho - Técnico de Informática do IAC e apoio em SIG.
- João Perez - Motorista da UNESP Ilha Solteira
- Jener Fernando Leite de Moraes - Pesquisador do IAC e especialista em Geotecnologias
- José Jesus Batista Apolinário - Motorista da UNESP Ilha Solteira
- Larissa Fernanda Rosa de Almeida - Graduanda em Agronomia na UNESP Ilha Solteira
- Luiz Sérgio Vanzela - Engenheiro Agrônomo e Doutor em Agronomia - Sistemas de Produção pela UNESP Ilha Solteira
- Maurício Augusto Leite - Professor da UNESP Ilha Solteira - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos
- Michele Cláudia da Silva - Engenheira Agrônoma e Mestranda em Agronomia - Sistema de Produção na UNESP Ilha Solteira
- Renata da Silva Moura - Engenheira Agrônoma e Mestranda em Agronomia - Sistemas de Produção na UNESP Ilha Solteira
- Renato Alberto Momesso Franco - Biólogo e Doutorando em Agronomia - Sistemas de Produção na UNESP Ilha Solteira
- Roberto Terumi Atarassi - Engenheiro Agrônomo e Jovem Pesquisador do CNPq. Especialista em Sistemas de Aquisição de Dados
- Ronaldo Cintra Lima - Técnico na UNESP Ilha Solteira e Doutorando em Agronomia - Sistema de Produção

## 18. 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.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

- 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 em: < <http://www.daee.sp.gov.br/outorgaefiscalizacao/index.htm> >. Acesso em 01 de outubro de 2009.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 575p.
- FRANCO, R.A.M.; VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, 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.
- 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).

## 20. AGRADECIMENTOS

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

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

Ilha Solteira, 30 de julho de 2009

**Fernando Braz Tangerino Hernandez**

Professor da Área de Hidráulica e Irrigação UNESP Ilha Solteira  
Coordenador do Projeto

**Renato Alberto Momesso Franco**

Biólogo e Doutorando em Sistemas de Produção no Programa de Pós-Graduação em Agronomia na UNESP Ilha Solteira

Relatorio\_FEHIDRO\_Boi\_Trebarras\_Coqueiro\_30julho2009.docx

