

# DIAGNÓSTICO DA MICROBACIA DO CÓRREGO TRÊS BARRAS NO MUNICÍPIO DE MARINÓPOLIS - SP PARA FINS DE IRRIGAÇÃO

Escrito para apresentação no  
XII CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem  
Juazeiro - BA, 26 a 31 de Outubro de 2003.

L.S. VANZELA<sup>1</sup>; F.B.T. HERNANDEZ<sup>2</sup>; C.D. FIORAVANTE<sup>3</sup>; F. MAURO; R.C. LIMA<sup>4</sup>

**RESUMO:** As consequências da ocupação desordenada dos solos do Noroeste Paulista têm na maioria das vezes, ocasionado a degradação das microbacias, caracterizado principalmente pelo assoreamento e pela depreciação da qualidade da água dos mananciais, reduzindo seu potencial de uso para a irrigação. No município de Marinópolis - SP, que tem como principais atividades a viticultura, depende fortemente da água do córrego Três Barras para a irrigação. Porém a presença de pastagens degradadas, falta de conservação do solo e pouca preservação das áreas de matas ciliares, resultaram no assoreamento do manancial. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de diagnosticar os recursos hídricos para a irrigação da microbacia córrego Três Barras no município de Marinópolis - SP. Para o levantamento dos recursos hídricos, utilizou-se um mapa obtido de fotogrametria aérea, o Programa Computacional de SIGRH, coletas de água e medidas de vazões ao longo do Córrego Três Barras. Os resultados mostraram que a quantidade de água disponível para a irrigação, 80%  $Q_{7,10}$ , é de 77,76 m<sup>3</sup>/h. A vazão média observada a 1107 metros, 2707 metros e a 4897 metros da nascente, são respectivamente 7,99, 30,97 e 81,49 m<sup>3</sup>/h. Com relação a qualidade de água, os parâmetros de ferro total, dureza, cálcio, magnésio, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido e coliformes fecais, apresentaram-se em níveis acima dos permitidos para a irrigação, com uma tendência de melhora a medida em que se aproxima da nascente.

**PALAVRAS-CHAVE:** recursos hídricos, qualidade de água, irrigação

## DIAGNOSIS OF THE MICROWATERSHED OF THE CREEK TRÊS BARRAS (MARINÓPOLIS, SÃO PAULO STATE, BRAZIL) USED FOR IRRIGATION

**SUMMARY:** The consequences of the indiscriminate use of the soils in the Northwestern region of São Paulo state (Brazil) most of the times contributed to the degradation of microwatersheds, reflected mainly by sedimentation and drop of the water quality of the waterways, reducing both their qualitative and quantitative use for irrigation. Marinópolis (São Paulo state) is based on agriculture, especially irrigated vineyards, which represent ca. 19% of all city's yield. This town relies heavily on the water from the creek Três Barras to irrigate its crops. However, the presence of degraded pastures, lack of programs of soil conservation and little preservation of riparian forests resulted in the sedimentation of the waterway. The objective of the present research was to gather physical characteristics and quantitative and qualitative aspects of the creek resources for irrigation along its microwatershed within the limits of Marinópolis. In order to gather the water resource data we used an aerial photogrammetry-generated map, the software SIGRH, water samples and flow measurements along the Três Barras creek. Results indicated the amount of water available for irrigation (80% 7-consecutive-day average flow and 10-year recurrence interval) to be 77.76 m<sup>3</sup>/h. The average flow registered at 1,107 m, 2,707 m and 4,897 m from the headwater, are 7.99, 30.97 and 81.49 m<sup>3</sup>/h respectively. Water quality parameters, expressed by contents of total iron, hardness, calcium, magnesium, suspended sediments, dissolved oxygen and fecal coliforms, were at levels above those suitable for irrigation, but those indices tended to improve when closer to the headwater.

**KEYWORDS:** creek resources, water quality, irrigation

<sup>1</sup> Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Mestrado em Sistemas de Produção, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34. CEP 15385-000. Ilha Solteira - SP. (018) 3743-1180. [lsv@agr.feis.unesp.br](mailto:lsv@agr.feis.unesp.br)

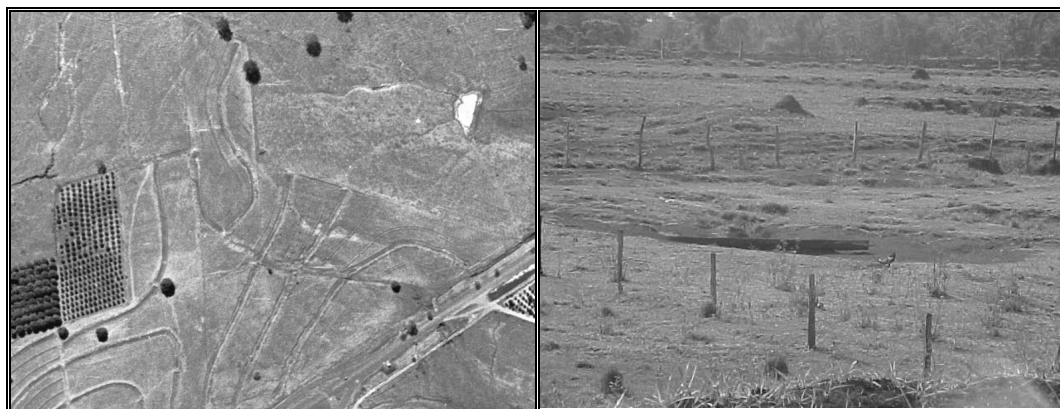
<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP Ilha Solteira.

<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php> e [fbthtang@agr.feis.unesp.br](mailto:fbthtang@agr.feis.unesp.br)

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia na UNESP Ilha Solteira.

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia e Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos da UNESP Ilha Solteira.

**INTRODUÇÃO:** As atividades agrícolas no Noroeste Paulista têm se caracterizado por utilizar os solos de maneira intensiva, porém na maioria das vezes, sem o devido cuidado com a conservação do solo e das matas ciliares. As consequências dessa ocupação desordenada culminam geralmente, com a degradação das microbacias, caracterizadas principalmente pelo assoreamento e a depreciação da qualidade da água dos mananciais, reduzindo seu potencial de uso para a irrigação. A isto, pode-se aliar o efeito da poluição ocasionada pelo despejo de resíduos urbanos de origem doméstica e industrial, potencializando os problemas de qualidade da água e impossibilitando a sua utilização para a irrigação. Especificamente o município de Marinópolis - SP, com uma total de 77,428 km<sup>2</sup>, 2.195 habitantes (IBGE, 2000) e que tem como principal fonte de renda a agricultura, depende muito da água do córrego Três Barras para a irrigação de videiras. A importância dessa atividade para o município pode ser claramente verificada pelo valor total da produção de uva na última safra (2002/03) que chegou a cerca de R\$ 1.111.680, representando cerca de 19% do valor total da produção agrícola do município. Porém à presença de pastagens degradadas (figura 1) aliada a reduzida preservação das matas ciliares (somente 1,37% da área da microbacia ainda apresenta vegetação nativa) ao longo da microbacia do córrego Três Barras, tem ocasionado problemas sérios de assoreamento. Como consequência do assoreamento, além da redução na disponibilidade de água superficial, a qualidade de água para a irrigação, principalmente de ferro e sólidos sedimentáveis que podem ocasionar entupimentos em tubulações e emissores, pode ficar comprometida. Outro agravante da qualidade da água é a presença de uma estação de tratamento de esgoto que despejam seus resíduos na parte intermediária do córrego, podendo contaminar a água utilizada para a irrigação por produtores, situados a jusante desse ponto. Sendo assim, o presente trabalho teve o objetivo de levantar as características físicas e os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos para a irrigação, ao longo da microbacia córrego Três Barras no município de Marinópolis – SP.



**Figura 1.** Foto aérea (à esquerda) e detalhe (à direita) da pastagem degradada.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A microbacia do Córrego Três Barras está localizada no perímetro rural do município de Marinópolis, que está dentro da bacia do São José dos Dourados, no Noroeste do Estado de São Paulo, com coordenadas geográficas de 20°25'43,4'' de latitude Sul e 50°49'04,6''. De acordo com o COMITE DA BACIA DO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS (2003), as unidades geológicas que afloram na bacia do São José dos Dourados são as rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral, e as rochas sedimentares dos Grupos Caiuá e Bauru. Abaixo das rochas basálticas localizam-se os aquíferos Bauru e Pirambóia, que formam em conjunto com a Formação Serra Geral, o Grupo São Bento. Os solos que predominam na microbacia foram classificados como ARGISSOLO VERMELHO. Da área total da microbacia (1776,5 ha) a ocupação dos solos segue a seguinte distribuição: 876,26 ha (49,32%) de pastagem, 795,86 ha (44,8%) de culturas perenes, 36,11 ha (2,03%) de área urbana, 24,82 ha (1,4%) de estradas, 24,25 ha (1,37%) de matas nativas e 19,22 ha (0,89%) de cereais. De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região é classificado como subtropical úmido, Cwa, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (SILVA, 2000). A base cartográfica utilizada para o levantamento das características fisiográficas da microbacia, foi o mapa planialtimétrico em escala de 1:10000 elaborado por fotogrametria, pela equipe de engenharia do Escritório de Desenvolvimento Rural de Jales - SP. A partir desse mapa, de dados climáticos diários coletados por meio de um datalogger Campbell CR-10X localizado dentro da microbacia, e do programa computacional do Sistema de Informações para Gerenciamento dos Recursos Hídricos (Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 2001), determinou-se os aspectos quantitativos dos recursos hídricos. Para o levantamento dos aspectos qualitativos dos recursos hídricos, foram definidos ao longo do córrego, quatro locais de coleta de água para a análise, dentre os quais em três desses locais, também foram simultaneamente medidas as vazões, por vertedor em “V” de soleira delgada. As coletas foram realizadas mensalmente entre o período de 20/12/2002 até 30/04/2003. A localização dos pontos de coleta de água e vazão, que foram definidos seguindo os critérios de subdivisão da microbacia em pontos equidistantes, serão descritos a seguir: Ponto 1. Ponto mais próximo da nascente (distância de 1107 metros da nascente), onde

foram realizadas análises de água e medidas de vazão; Ponto 2. Ponto intermediário da microbacia (distância de 1925 metros da nascente), onde foram realizadas análises de água; Ponto 3. Ponto intermediário da microbacia (distância de 2707 metros da nascente), onde foram realizadas análises de água e medidas de vazão; Ponto 4. Ponto mais próximo da foz da microbacia (distância de 4897 metros da nascente), onde foram realizadas análises de água e medidas de vazão. As características fisiográficas determinadas para a microbacia foram: ordem, área de drenagem, perímetro, comprimento do leito principal, declividade equivalente, declividade média, altitude média, coeficiente de forma, coeficiente de escoamento volumétrico, coeficiente de escoamento superficial, tempo de concentração e tempo de pico. Os aspectos quantitativos levantados foram: vazão média plurianual, vazão de permanência com probabilidade de 95%, vazão mínima de sete dias consecutivos e de um mês consecutivo para um período de retorno de dez anos, e vazões médias observadas. Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água avaliados foram: pH, sólidos totais, sólidos sedimentáveis, sólidos dissolvidos, turbidez, dureza total, cálcio, magnésio, ferro total, manganês, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, coliformes fecais e totais. As análises laboratoriais de sólidos totais, sólidos dissolvidos, ferro, manganês, oxigênio dissolvido, cálcio, magnésio e dureza total seguiram a metodologia proposta por CAUDURO & DORFMAN (sd). O pH, turbidez e condutividade elétrica foram determinados diretamente por peagâmetro, turbidímetro e condutivímetro respectivamente. Os coliformes totais e fecais foram determinados pelo método do petrífilm. A partir dos dados de sólidos sedimentáveis, estimou-se a descarga sólida total (descarga sólida em suspensão mais descarga sólida do leito) para os pontos 3 e 4, empiricamente pela equação de Colby (SANTOS, 2001).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Segundo a caracterização climática, a temperatura média anual e umidade relativa média anual na microbacia são respectivamente de 23,9°C e de 71,5 %. A direção e a velocidade média dos ventos são respectivamente 122° (em relação ao norte) e 1,4 m/s. A precipitação média anual e a evapotranspiração de referência média anual na microbacia são respectivamente de 1142,5 mm e 975,7 mm, com isso 166,8 mm (338,3 m<sup>3</sup>/h) corresponde a média anual do escoamento total da microbacia. O balanço hídrico mostrou que cerca de oito meses do ano (de abril a novembro) há um déficit hídrico, isto é, a evapotranspiração é maior do que a precipitação, indicando a necessidade de irrigação. As características fisiográficas da microbacia, determinados de acordo com a metodologia do DAEE (1991), estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características fisiográficas da microbacia do Córrego Três Barras do Município de Marinópolis - SP.

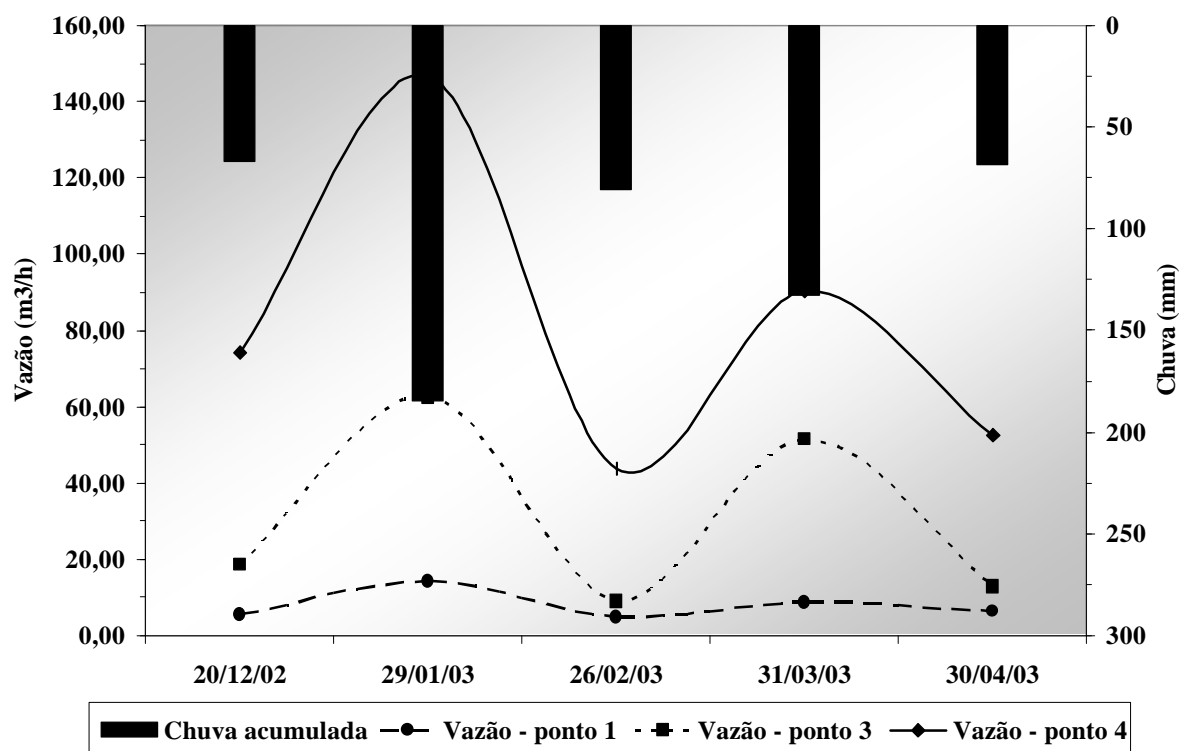
Características Fisiográficas	
Ordem	3ª ordem
Área de Drenagem	17,77 km <sup>2</sup>
Perímetro	20,04 km
Comprimento Leito Principal	6,29 km
Declividade Equivalente	0,007 m/m
Declividade Média	1,25%
Altitude Média	371,48 m
Coeficiente de Forma	0,69
Coeficiente de Escoamento Volumétrico	0,32
Coeficiente de Escoamento Superficial	0,40
Tempo de Concentração	111 minutos
Tempo de Pico	147 minutos

A área de drenagem da microbacia do Córrego Três Barras compreende 17,77 km<sup>2</sup> em um perímetro de 20,04 km, sendo que o comprimento do leito principal é de 6,29 km com declividade média de 1,25%. A altitude média da microbacia está a 371,48 m acima do nível do mar. Os coeficientes de forma, escoamento volumétrico e de escoamento superficial, que definem o escoamento na microbacia, foram respectivamente 0,69, 0,32 e 0,40. O tempo de concentração e o tempo de pico foram respectivamente 111 e 147 minutos. Na Tabela 2 estão apresentados os aspectos quantitativos dos recursos hídricos.

**Tabela 2.** Aspectos quantitativos dos recursos hídricos da microbacia do córrego Três Barras.

Aspectos Quantitativos dos Recursos Hídricos	
Vazão média plurianual (m <sup>3</sup> /s)	0,117
Vazão de permanência com 95% de probabilidade (m <sup>3</sup> /s)	0,037
Vazão mínima de sete dias consecutivos para período de retorno de 10 anos (m <sup>3</sup> /s)	0,027
Vazão mínima de um mês consecutivo para período de retorno de 10 anos (m <sup>3</sup> /s)	0,034

De acordo com a Tabela 2, a vazão mínima de sete dias consecutivos para um período de retorno de dez anos ( $Q_{7,10}$ ) é igual a  $0,027 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $97,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Segundo a legislação, a quantidade de água do córrego que pode ser utilizada para a irrigação é de 80% da  $Q_{7,10}$ , isto é, cerca de  $77,76 \text{ m}^3/\text{h}$ . Com esta vazão, considerando uma evapotranspiração de referência média para a microbacia de  $4,08 \text{ mm}$ , poderia-se irrigar aproximadamente 30 ha de feijão (gerando 45 empregos diretos e indiretos) ou 50 ha de limão (gerando 75 empregos diretos e indiretos). A vazão média plurianual foi de  $0,117 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $421,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ) e a vazão de permanência foi de  $0,037 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $133,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ) para uma probabilidade de 95% (figura 12). A vazão mínima anual de 1 mês consecutivo com período de retorno de 10 anos foi de  $0,034 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $122,4 \text{ m}^3/\text{h}$ ). A variação das vazões observadas, nos três pontos predeterminados ao longo do Córrego Três Barras, no período de 20/12/2002 até 30/04/2003, e a respectiva quantidade de chuva acumulada em cada período, estão apresentados na figura 2.



**Figura 3.** Variação das vazões nos três pontos e chuvas acumuladas no período.

Verifica-se na Figura 2 que as vazões nos pontos 1, 3 e 4 responderam proporcionalmente a quantidade de chuva acumulada e a abrangência de sua respectiva área de drenagem. As vazões médias determinadas para esses pontos foram respectivamente de  $7,99$ ,  $30,97$  e  $81,49 \text{ m}^3/\text{h}$ . Os parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água, encontrados para os pontos 1, 2, 3, e 4, das amostragens realizadas entre 20/12/2002 e 30/04/2003, ao longo do Córrego Três Barras estão apresentados na Tabela 4. De acordo com a Tabela 3, os parâmetros de qualidade da água são muito variáveis dentro do mesmo ponto e também em pontos diferentes. De acordo com a classificação proposta pelo U. S. Salinity Laboratory Staff - USDA. Agriculture Handbook nº 60 (BERNARDO, 1989), a salinidade apresentou-se sempre baixa nos pontos 1 e 2 e em alguns momentos, média nos pontos 3 e 4. A quantidade de ferro, se mostrou em níveis acima dos permitidos para a irrigação nos pontos 2, 3 e 4. Já o Manganês, não apresentou problemas, em nenhum dos pontos avaliados. De acordo com HERNANDEZ et al (2001), a concentração de  $0,5 \text{ mg/l}$  deve ser considerada a máxima permitível. O ferro solúvel na água consegue atravessar o sistema de filtragem e oxida-se nas paredes internas das tubulações e nos orifícios dos emissores. Com isso, principalmente no caso da irrigação localizada, há a necessidade de instalação de um rigoroso sistema de filtragem. Os valores de dureza e cálcio, apresentaram-se altos, para os pontos 2, 3, e 4. O magnésio só apresentou valores altos nos pontos 3 e 4. E o ponto 1 não apresentou problemas com esses parâmetros químicos em nenhuma das amostras coletadas. O cálcio e magnésio podem ser problemas, principalmente no caso da fertirrigação, pois em altas concentrações pode provocar a precipitação de fertilizantes e assim obstruir tubulações e orifícios de emissores. Os sólidos sedimentáveis apresentaram valores altos em todos os pontos de amostragem e os sólidos dissolvidos não apresentaram, em nenhum momento, em níveis prejudiciais. Assim como o ferro, os sólidos sedimentáveis podem ocasionar o entupimento de tubulações e emissores, por isso também neste caso há a necessidade de sistema de filtragem. Das amostras coletadas, o oxigênio dissolvido apresentou-se abaixo do normal nos quatro pontos de amostragem, com exceção do ponto

quatro que uma das amostras apresentou 9,6 mg/l. Um córrego em condições normais apresenta de 8 a 10 miligramas de oxigênio dissolvido por litro, podendo variar em função da temperatura e pressão. O oxigênio dissolvido é vital para os organismos aquáticos aeróbicos e sua ausência pode ainda gerar a produção de gases indesejáveis, que aliado ao pH ácido, contribui para a solubilização de metais (SANTOS et al, 2001). O potencial hidrogeniônico (pH) da água variou muito pouco, apresentando sempre valores próximos da neutralidade. Um baixo valor de pH pode provocar a solubilização e a liberação de metais dos sedimentos, alterar a concentração de fósforo e nitrogênio e ainda dificultar a decomposição da matéria orgânica. Em contrapartida, um pH alto, pode ser prejudicial no caso da fertirrigação, pela insolubilização de fertilizantes (BORGES & SILVA, 2002).

**Tabela 4.** Intervalo dos valores de parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade de água, encontrados ao longo do Córrego Três Barras.

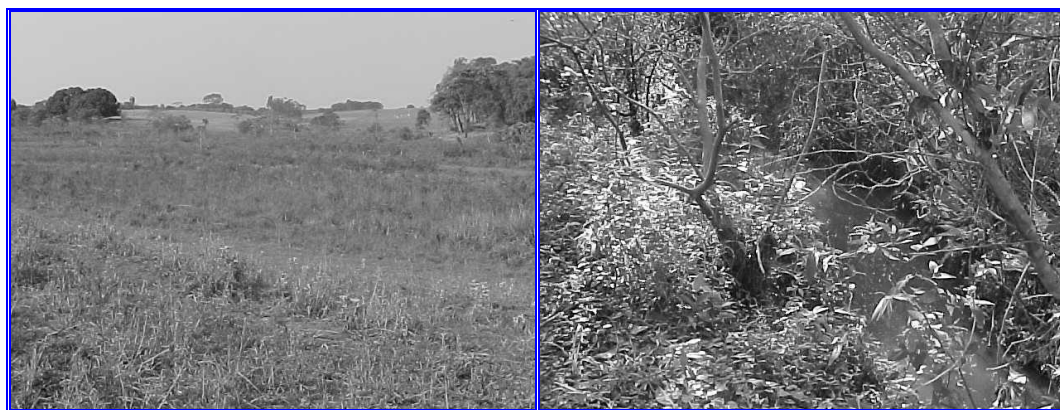
Parâmetro	Pontos			
	1	2	3	4
CE (uS/cm <sup>2</sup> )	89 - 141	173 - 234	241 - 473 <sup>1</sup>	220 - 292 <sup>1</sup>
Mn (mg/l)	0,0	0,0	0,0	0,0
Fe (mg/l)	0,3 - 0,4	0,2 - 1,2 <sup>2</sup>	0,2 - 1,5 <sup>2</sup>	0,5 - 1,5 <sup>2</sup>
Dureza (mg/l)	58 - 128	96 - 206 <sup>2</sup>	88 - 252 <sup>2</sup>	100 - 220 <sup>2</sup>
Ca (mg/l)	35 - 78	42 - 150 <sup>2</sup>	48 - 196 <sup>2</sup>	58 - 166 <sup>2</sup>
Mg (mg/l)	18 - 50	42 - 58	40 - 70 <sup>2</sup>	18 - 106 <sup>2</sup>
ST (mg/l)	104 - 186	131 - 204	163 - 309	163 - 189
SS (mg/l)	9 - 126 <sup>2</sup>	11 - 121 <sup>2</sup>	2 - 115 <sup>2</sup>	8 - 117 <sup>2</sup>
SD (mg/l)	75 - 95	83 - 173	104 - 302	130 - 175
OD (mg/l)	5,6 - 7,8 <sup>2</sup>	5,6 - 7,8 <sup>2</sup>	0,6 - 6,0 <sup>2</sup>	1,6 - 9,6 <sup>2</sup>
PH	6,8 - 7,7 <sup>1</sup>	6,75 - 7,2 <sup>1</sup>	6,91 - 7,1 <sup>1</sup>	6,9 - 7,1 <sup>1</sup>
CT (colônias/100 ml)	0 - 500	0 - 500	300 - 4000	100 - 800
CF (colônias/100 ml)	0 - 200	100 - 500	1500 - 3000 <sup>2</sup>	0 - 200
Turbidez (NTU)	26 - 51,4	3,67 - 14,3	2,57 - 31,8	2,49 - 30,5
DST (kg/dia)	-	-	10,5 - 142,4	8,4 - 253,2

<sup>1</sup>Níveis médios; <sup>2</sup> Níveis Altos; CE (Condutividade Elétrica); Mn (Manganês); Fe (Ferro); Ca (Cálcio); Mg (Magnésio); ST (Sólidos Totais); SS (Sólidos Sedimentáveis); SD (Sólidos Dissolvidos); OD (Oxigênio Dissolvido); pH (Potencial Hidrogeniônico); CT (Coliformes Totais); CF (Coliformes Fecais); DST (Descarga Sólida Total).

Quanto aos parâmetros biológicos, os valores de coliformes fecais atingiram níveis inadequados para a irrigação no ponto 3, principalmente se as culturas a serem irrigadas forem frutíferas e hortaliças. Segundo a PORTARIA CVS 21 de 19/12/1991 da Vigilância Sanitária, a água usada para a irrigação de hortaliças e frutas rasteiras, não poderá conter uma concentração superior a 1000 coliformes fecais em 100 ml de amostra. Com isso, recomenda-se não irrigar com a água captada próximo ao despejo da estação de tratamento de esgoto, devido ao perigo de contaminação dos alimentos. A turbidez é um parâmetro físico que está mais relacionado com a quantidade de sedimentos em suspensão. As amostras coletadas nos quatro pontos não apresentaram valores altos de turbidez. As médias de descarga sólida total no ponto 3 e 4, foram respectivamente de 76,45 e 130,8 kg/dia, o que corresponderiam respectivamente a 27,9 e 47,74 t/ano. Os resultados obtidos de qualidade da água, que é o reflexo conjunto da ocupação desordenada, de uma precária conservação do solo, da falta de preservação das matas ciliares e de planejamento dos recursos hídricos, indicam que a microbacia do Córrego Três Barras está em processo avançado de degradação. A figura 1 mostra a presença de pastagens degradadas, que pode ser verificado claramente, através da exposição do solo e formação de sulcos de erosão. Sem a proteção das matas ciliares os sedimentos são facilmente erodidos para o leito do córrego, provocando um aumento no teor de sólidos sedimentáveis, gerando grandes quantidades de descargas sólidas e reduzindo a profundidade dos canais. A figura 4 mostra claramente o efeito benéfico das matas ciliares sobre os cursos d'água, mantendo uma calha profunda e o efeito do assoreamento reduzindo a profundidade da calha e aumentando a largura do manancial. Sendo assim, se os recursos hídricos não forem utilizados de forma racional, a tendência é ocorra a uma redução tanto da quantidade como da qualidade da água, o que afetaria diretamente todo complexo sócio-econômico do município, tendo em vista a sua grande dependência da irrigação.

**CONCLUSÃO:** O irrigantes precisam ser conscientizados quanto a conservação do solo e a recomposição das matas ciliares, tendo em vista a importância da água para a geração de renda para os produtores e geração de empregos no município. A quantidade de água disponível para a irrigação, 80% Q<sub>7,10</sub>, é de 77,76 m<sup>3</sup>/h, suficiente para irrigar aproximadamente 30 ha de feijão ou 50 ha de limão. A vazão média observada para os pontos 1, 3 e

4, são respectivamente 7,99, 30,97 e 81,49 m<sup>3</sup>/h. Com relação a qualidade de água ao longo do Córrego Três Barras, em vários momentos apresentou-se em níveis acima dos permitidos para a irrigação, para os parâmetros de ferro total, dureza, cálcio, magnésio, sólidos suspensos, oxigênio dissolvido e coliformes fecais. Com uma tendência de melhorar a medida em que se aproxima da nascente.



**Figura 16.** Manancial assoreado (foto à esquerda) e com calha profunda (foto à direita).

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 5.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 596p. 1989.
- BORGES, A.L.; COELHO, E.F.; TRINDADE, A.V. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 138p.
- CTH - Centro Tecnológico de Hidráulica. **Sistema de informações para o gerenciamento dos recursos hídricos do estado de São Paulo (SIGRH)**. 2003. CD-ROM.
- CAUDURO, F.A.; DORFMAN, R. **Manual de ensaio de laboratório e de campo para irrigação e drenagem**. Porto Alegre: PRONI: IPH-UFRGS, s.d., 216p.
- Comitê da Bacia do São José dos Dourados. **Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados**.
- Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. **Portaria CVS 21 de 19/12/1991**. São Paulo: CETSB, 1991.
- GUIMARÃES, O. **Microbacia do córrego Três Barras: mapa da estrutura fundiária e uso atual**. Jales: Unidade Técnica de Engenharia do EDR de Jales, 2002.
- HERNANDEZ, F.B.T. et al. **Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista**. In: XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 31 de julho a 03 de agosto de 2001, Foz do Iguaçu, Paraná.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**.
- RIGUETO, A.M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/USP, 1998. 840p.
- SANTOS, I. et al. **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372p.
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH: EDUSP, 1993. 943p.
- TUCCI, C.E.M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998. 669p.