

# **Efeitos da Intervenção em Áreas Degradadas Sobre Parâmetros de Qualidade de Água da Microbacia Água da Cachoeira em Paraguaçu Paulista-SP<sup>1</sup>**

**S.F. CRUZ<sup>2</sup>, H.H. FARIA<sup>3</sup>, J.A. GALBIATTI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Extraído da Tese de Mestrado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, M.S.c., Estação Experimental João José Galhardo, Instituto Florestal, Paraguaçu Paulista, SP, (0XX18) 361-1909, e-mail: [hortoppta@netonne.com.br](mailto:hortoppta@netonne.com.br). Bolsista da FAPESP.

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, PqC, Estação Experimental João José Galhardo, Instituto Florestal, Paraguaçu Paulista, SP.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

---

## **RESUMO**

O presente trabalho visou avaliar os efeitos da adoção de atividades voltadas à recuperação de áreas degradadas sobre o comportamento das seções transversais e da turbidez da água produzida na microbacia Água da Cachoeira em Paraguaçu Paulista-SP, que é destinada ao abastecimento público. Os resultados revelaram que após a implementação das atividades houve diminuição da turbidez da água e melhoria das condições das seções, o que ficou evidenciado pelo processo de desassoreamento do leito do riacho.

**PALAVRAS-CHAVES:** áreas degradadas, turbidez, seção transversal.

---

## **ABSTRACT**

This work aim to evaluate the effect of new activity to recuperate degraded areas in transversal section and water turbidity of Água da Cachoeira watershed in Paraguaçu Paulista-SP city that are destined for public supply. The results showed that

after the recuperation activities implementation, the water turbidity was lower and there was best transversal section conditions, what explicated by desassoreament process of channel river.

**KEYWORDS:** degradation areas, turbidity, transversal section.

---

## INTRODUÇÃO

O Oeste do Estado de São Paulo é a região que apresenta os mais baixos níveis de cobertura vegetal do Estado, sendo que a maioria das microbacias encontra-se em avançado processo de degradação. A microbacia Água da Cachoeira, em Paraguaçu Paulista-SP, é um exemplo típico dessa situação, onde o uso inadequado do solo e dos recursos hídricos levou à ocorrência de várias formas de erosão e o conseqüente assoreamento dos canais de drenagem, com reflexos negativos na qualidade e na quantidade de água, que é destinada ao abastecimento público.

Na tentativa de reverter essa situação, iniciou-se, no princípio da década de 90, mediante apoio do projeto IF/JICA, uma série de trabalhos voltados à recuperação de áreas degradadas da microbacia. A recuperação dessas áreas, todavia, é um processo bastante lento, sendo que o tempo necessário à recuperação depende de vários fatores, como a natureza das atividades desenvolvidas e a capacidade de resposta do sistema às alterações.

No caso da microbacia Água da Cachoeira, trabalhos de CRUZ (2000) indicaram, numa primeira avaliação, que, dentre as medidas adotadas, a conservação do solo, o remanejamento de carreadores e o isolamento das nascentes e canais de drenagem foram as que mais contribuíram para a melhoria da qualidade da água, até porque o efeito das demais operações, especialmente do reflorestamento, só será sentido em longo prazo.

LIKENS *et al.* (1976) também apontam as operações que envolvem o uso e o manejo do solo como as que mais exercem influência na qualidade da água de uma microbacia. Na microbacia Água da Cachoeira, grande parte da área agrícola é arrendada para o cultivo de cana-de-açúcar, onde, segundo SALATA *et al.* (1988), são utilizadas técnicas como o terraceamento em desnível, o represamento e o escoamento das águas excedentes, o cultivo em faixas e a rotação com leguminosas.

Além das atividades relacionadas ao uso e manejo do solo, intervenções na vegetação (VAZHEMIN, 1972) e nas estradas e vias de acesso (DOUGLAS & SWANK, 1975) são também consideradas importantes modificadoras de parâmetros qualitativos, por serem fontes potenciais de turbidez da água.

O riacho Água da Cachoeira, de acordo com critérios do CONSELHO

NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (1992), enquadra-se na classe 2, que inclui águas destinadas ao abastecimento público após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário e à irrigação de hortaliças, frutíferas e culturas agrícolas, onde admitem-se valores de turbidez de até 100 UNT.

Em levantamento hidráulico de superfície para fins de monitoramento hidrológico realizado na microbacia Água da Cachoeira, MARTINS (1996) obteve informações preliminares sobre as condições hidráulicas e de qualidade da água nos canais de drenagem, de modo a determinar um sistema adequado de monitoramento. Os resultados revelaram a necessidade de pelo menos dois pontos de monitoramento, sendo que o primeiro representa a parte superior da microbacia, considerada como a menos degradada, e o segundo as partes intermediária e inferior, que apresentam condições de intensa degradação.

O monitoramento hidrológico é uma ferramenta capaz de fornecer elementos que permitem a avaliação pelo menos parcial de uma microbacia pelo fato de a água, através de seu ciclo, ser o único componente do sistema que interage com todos os demais, tornando-se receptora das alterações ocorrentes, podendo assim revelar os resultados das atividades realizadas sobre parâmetros de qualidade de água.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da implementação de atividades de recuperação de áreas degradadas sobre o comportamento da turbidez e de seções transversais do riacho Água da Cachoeira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido na microbacia Água da Cachoeira, incluída na bacia hidrográfica do Médio Paranapanema, entre as coordenadas de 50°34'22 "a 50°37'17" de longitude W e 22°17'36 "a 22°23'10" de latitude S, onde ocupa uma área de 3.466,40 hectares e responde por cerca de 30% do abastecimento de água do município.

O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cwa, mesotérmico de inverno seco, com temperatura média anual superior a 22° C, no mês mais quente, e inferior a 18° C, no mês mais frio. A amplitude térmica entre o verão e o inverno é maior que 5° C, classificado como hipertérmico. A precipitação pluviométrica média anual é da ordem de 1.400mm.

Os solos, segundo MARQUES *et al.* (1996), são predominantemente dos tipos Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico e Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico

ou Eutrófico, existindo, em áreas restritas às margens do riacho Água da Cachoeira, o Gleí Pouco Húmico Distrófico e o Solo Aluvial Distrófico Epieutrófico.

O relevo da bacia é suave, sendo a cota maior de 609m na direção norte e a menor, de 420m, no exutório. A extensão norte-sul tem 10km e a leste-oeste 4km.

O canal principal tem 9 km de extensão. A bacia possui cinco canais afluentes principais do lado direito e um do lado esquerdo. Existe aproximadamente 20 km de canais de drenagem. A água é utilizada no uso doméstico, na irrigação de pequenas áreas com cultivos olerícolas, na nutrição animal e em tanques de piscicultura.

A microbacia possui 41 propriedades, sendo que a maioria delas possui área inferior a 50 hectares (25%) ou superior a 100 hectares (25%). Das atividades desenvolvidas, destacam-se a pecuária (50%) e a agricultura (45%). A cultura predominante é a cana-de-açúcar, com 29,27% da área agrícola da microbacia (FARIA *et al.*, 2000).

Até 1993, antes da implementação das atividades de recuperação, a microbacia encontrava-se em acelerado processo de degradação, com ocorrência de vários tipos de erosão e conseqüente assoreamento dos canais de drenagem. A partir de então, foi realizada uma série de atividades visando à recuperação das áreas degradadas, incluindo a conscientização dos moradores, contenção de grandes erosões, reflorestamentos ciliares, remanejamento de estradas e carreadores, isolamento de nascentes e canais de drenagem e conservação dos solos, entre outras (PROJETO IF/JICA, 1997).

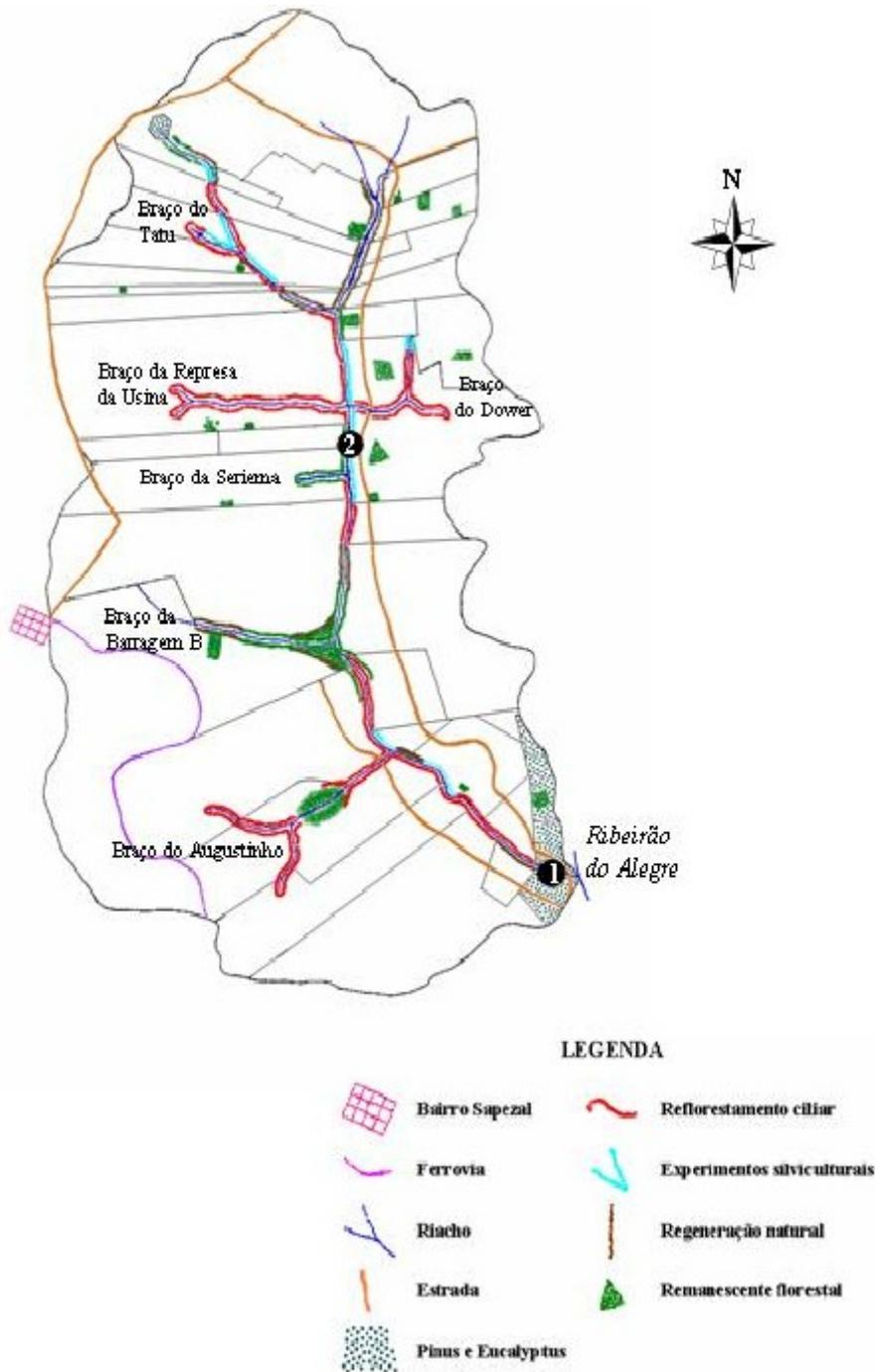
O monitoramento foi feito em duas épocas (antes e após a execução das atividades) e em dois pontos localizados ao longo do canal principal do riacho Água da Cachoeira, conforme demonstra a Figura 1.

O ponto 1 localiza-se no exutório da microbacia, à 9.000m da cabeceira e numa altitude de 420m, e afere as partes intermediária e inferior da microbacia, que são as mais degradadas.

O ponto 2 situa-se à 3.800m da cabeceira e 460m de altitude, amostra 4 afluentes e corresponde a aproximadamente 30% da vazão total, representando a parte superior da microbacia. Foi escolhido pelo fato estar localizado na parte menos degradada da microbacia, posto que existem ainda alguns remanescentes florestais e que houve ampliação da mata ciliar. A jusante desse ponto, a vegetação ripária é praticamente ausente, sendo que a sub-bacia apresenta-se bastante degradada.

Nos pontos descritos foram obtidos valores mensais de turbidez da água e dados trimestrais referentes às seções transversais.

Para determinação da turbidez foram coletadas amostras de água em garrafas plásticas com capacidade de 1 litro, as quais foram imediatamente transportadas para o Laboratório de Solo e Água da Estação Experimental João José Galhardo onde, com auxílio de turbidímetro digital portátil, marca ANALITE 152, efetuaram-se as leituras. As seções transversais foram obtidas utilizando-se régua graduada e trena.



**Figura 1** - Pontos de monitoramento no riacho Água da Cachoeira, município de

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

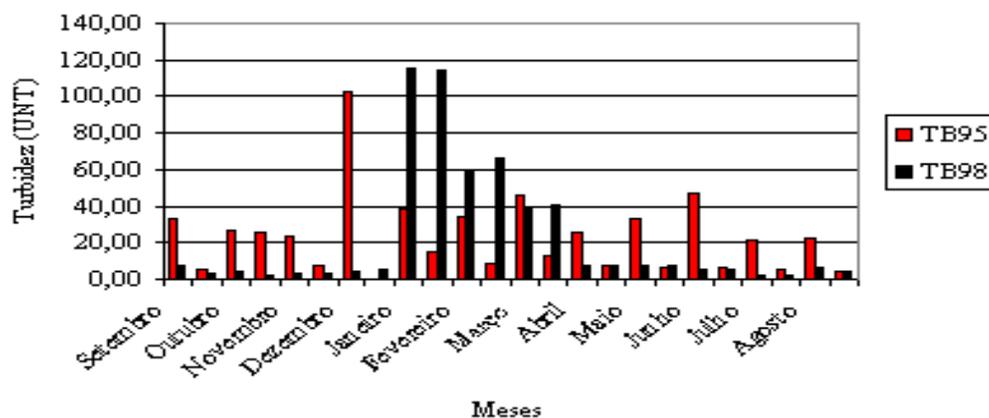
Os resultados de turbidez obtidos entre os meses de setembro e agosto de 1995/1996 (PROJETO IF/JICA, 1997) e 1998/1999, referentes aos períodos anterior e posterior à execução das atividades de recuperação das áreas degradadas da microbacia, estão demonstrados na Tabela 1.

A Figura 2 representa graficamente a variação da turbidez ao longo do período de estudo.

**TABELA 1** – Dados de turbidez da água do riacho Água da Cachoeira entre os meses de setembro e agosto de 1995/1996 e 1998/1999, nos dois pontos de amostragem.

		<b>Turbidez (UNT)</b>	
<b>Mês</b>	<b>Ponto N.º</b>	<b>95/96</b>	<b>98/99</b>
Setembro	1	33,00	7,00
	2	5,00	3,00
Outubro	1	27,00	4,00
	2	26,00	2,00
Novembro	1	23,00	3,00
	2	7,00	3,00
Dezembro	1	103,00	4,00
	2	—	5,00
Janeiro	1	39,00	115,00
	2	15,00	99,00
Fevereiro	1	34,00	59,00
	2	9,00	45,00
Março	1	46,00	39,00
	2	13,00	46,00
Abril	1	26,00	8,00
	2	8,00	7,00
	1	33,00	7,00

Maio	2	6,00	8,00
Junho	1	47,00	5,00
	2	6,00	6,00
Julho	1	21,00	2,00
	2	5,00	2,00
Agosto	1	22,00	6,00
	2	4,00	3,00



**FIGURA 2** – Variação da turbidez do riacho Água da Cachoeira em 1995/1996 e 1998/1999.

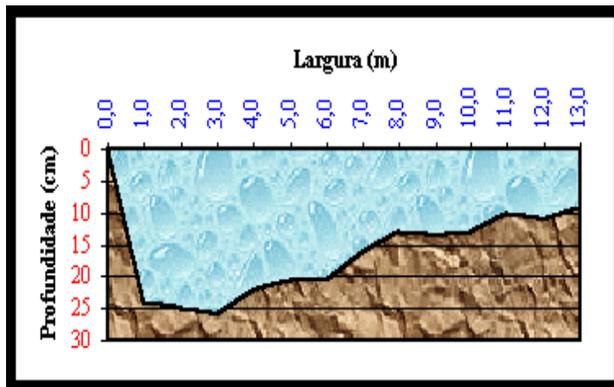
Pelo gráfico comparativo da TB verifica-se que os valores de 1998/1999, relativos ao período posterior à execução das atividades de recuperação, foram, de modo geral, inferiores aos de 1995/1996, exceção feita ao mês de janeiro de 1999, quando a TB atingiu 115 UNT, no ponto 1, e 99 UNT, no ponto 2, o que pode ser atribuído à precipitação de elevada intensidade incidente no período, que proporcionou grande carreamento de sedimentos para o riacho.

Entretanto, os valores médios de TB obtidos no exutório da microbacia (37,83 UNT em 1995/1996 e 21,58 UNT em 1998/1999) indicam uma redução de cerca de 43% entre as duas avaliações, mostrando os efeitos positivos das atividades de recuperação sobre o comportamento dessa variável, especialmente da conservação de solos, cujos efeitos são visíveis num menor período de tempo.

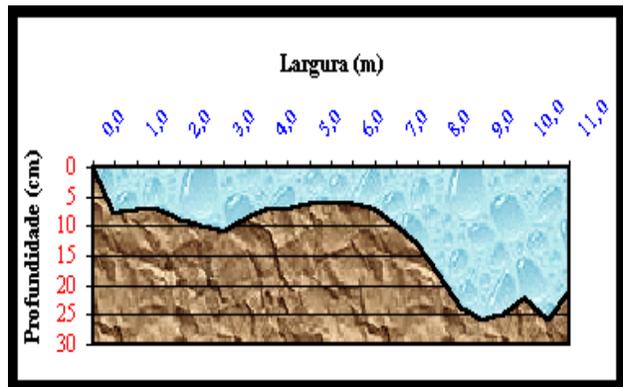
Em ambos os anos estudados a TB só superou a 100 UNT, que é o valor máximo recomendado para águas destinadas ao abastecimento público (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1992), em dezembro de 1995, no ponto 1, e em janeiro de 1999, nos pontos 1 e 2.

A diminuição da TB da água do riacho Água da Cachoeira foi acompanhada por uma significativa melhoria nas condições das seções transversais dos pontos monitorados, que é um parâmetro de grande importância em estudos relacionados à qualidade da água, sobretudo em microbacias degradadas. Devido às variações existentes em função da sazonalidade, os resultados são aqui apresentados na ordem temporal em que foram obtidos.

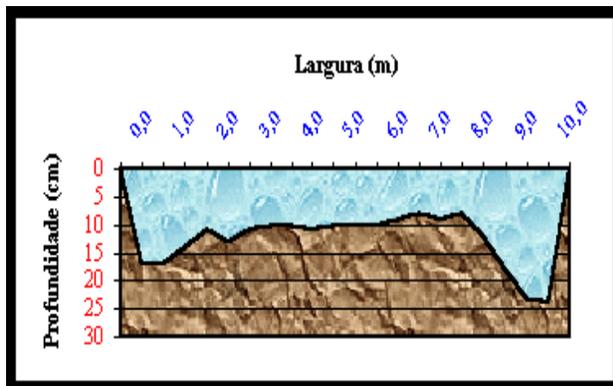
Na Figura 3 estão esquematicamente demonstradas as seções transversais do Ponto 1, em novembro de 1995, e fevereiro, maio e agosto de 1996, conforme dados do PROJETO IF/JICA (1997).



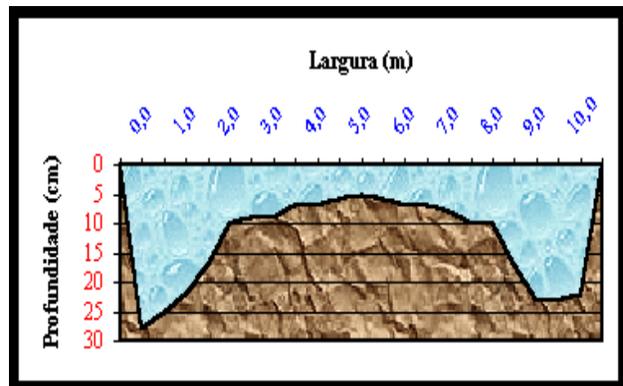
**FIGURA 3A** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em novembro de 1995 no Ponto 1.



**FIGURA 3B** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em fevereiro de 1996 no Ponto 1.



**FIGURA 3C** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em maio de 1996 no Ponto 1.



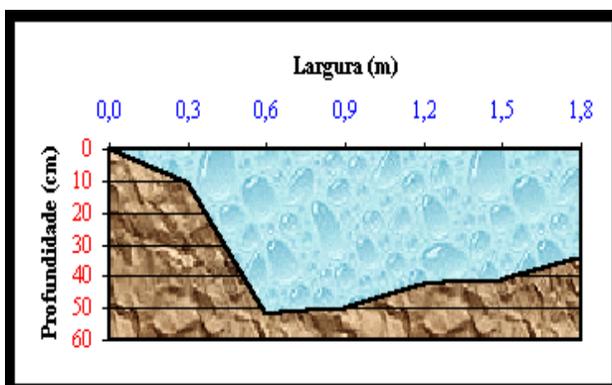
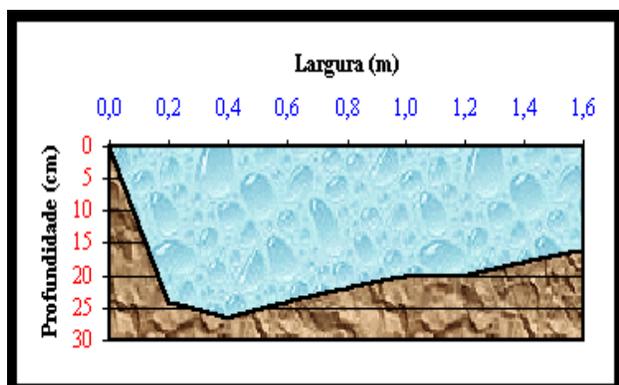
**FIGURA 3D** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em agosto de 1996 no Ponto 1.

Observa-se nas Figuras que as seções transversais do exutório da microbacia apresentavam larguras variando entre 10,0m, em maio de 1996, e 13,0m, em novembro de 1995, sendo que as profundidades nunca excederam à 30cm, o que mostra a intensa

condição de assoreamento do riacho naquela época, onde o solo era quase que totalmente explorado sem o devido manejo e conservação. Dessa forma, toda a precipitação incidente atingia rapidamente os canais de drenagem, ocasionando graves problemas relacionados à erosão e ao carreamento de sedimentos.

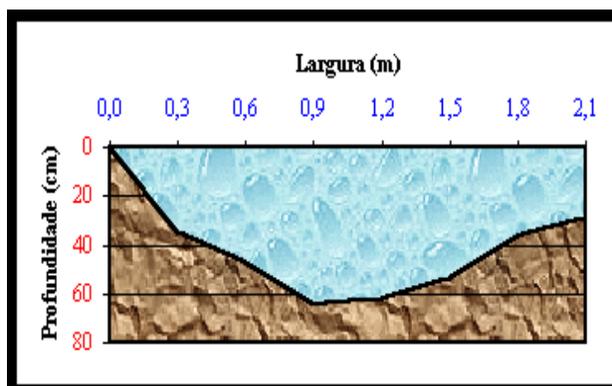
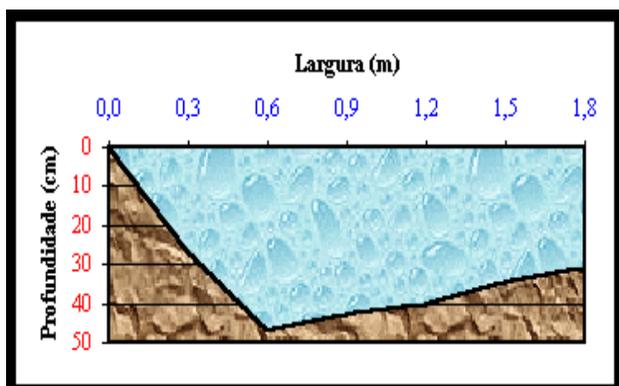
Já no Ponto 2, tanto as larguras quanto as profundidades das seções apresentaram um comportamento diferente, até porque, deste ponto para cima, a microbacia encontrava-se menos degradada, conforme pode-se observar na Figura 4.

Observam-se valores de profundidades variando de 26,50cm, em novembro de 1995, até 64cm, em agosto de 1996, sendo, em sua maioria, superiores às obtidas no Ponto 1. As larguras, por sua vez, variaram entre 1,60m, em novembro de 1995, e 2,40m, em agosto de 1996. Verifica-se, assim, que as larguras das seções transversais obtidas no Ponto 2 foram inferiores às do Ponto 1, enquanto que as profundidades, de modo geral, mostraram-se superiores, confirmando que o processo de assoreamento neste ponto do riacho não era tão pronunciado como no exutório da microbacia.



**FIGURA 4A** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em novembro de 1995 no Ponto 2.

**FIGURA 4B** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em fevereiro de 1996 no Ponto 2.

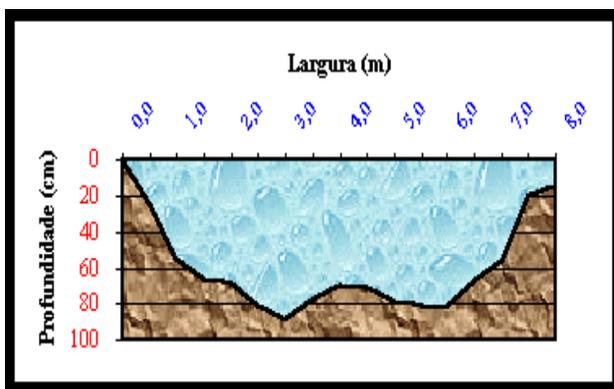
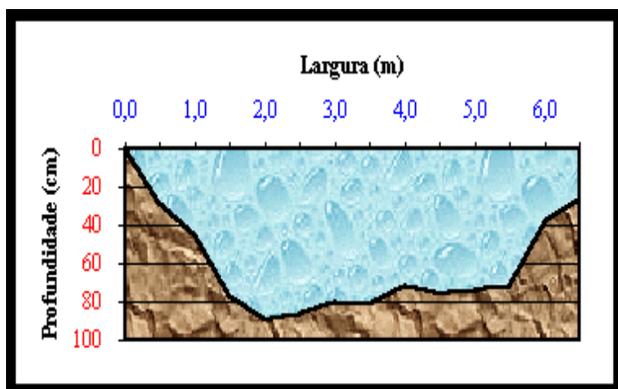


**FIGURA 4C** - Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em maio de 1996 no Ponto 2.

**FIGURA 4D** - Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em agosto de 1996 no Ponto 2.

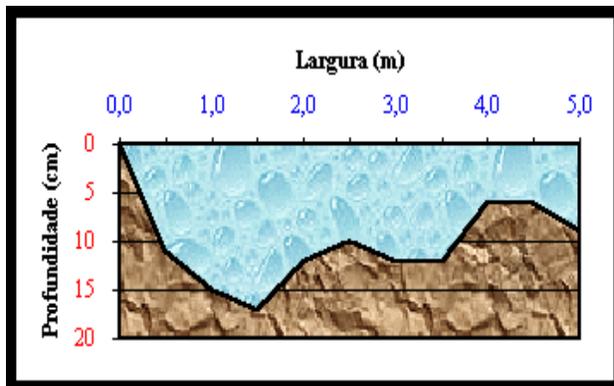
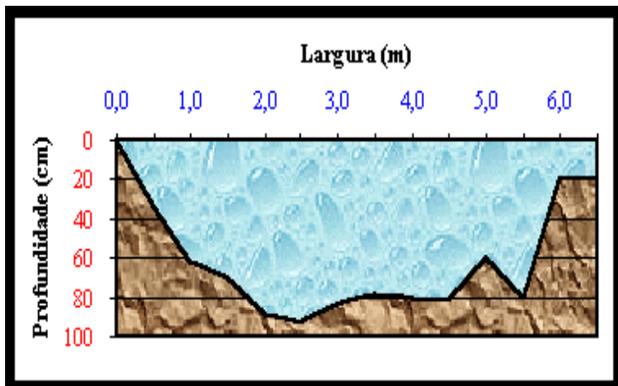
Após a execução das atividades de recuperação, houve uma significativa melhoria no comportamento das seções. A Figura 5 mostra as seções obtidas no Ponto 1, em 1998 e 1999.

Nessa época, o riacho Água da Cachoeira atingiu profundidades de aproximadamente 90cm, em novembro, maio e agosto de 1998, sendo que as larguras situaram-se entre 5,0m e 8,0m. Se considerarmos que em 1995/1996 as profundidades e larguras máximas obtidas para a seção foram de 30 cm e 13,0m, respectivamente, constataremos uma redução de largura superior a 100% e um aumento de profundidade superior a 300%, em relação à primeira avaliação, o que evidencia o processo de desassoreamento que ocorreu após a execução das atividades de recuperação.



**FIGURA 5A**– Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em novembro de 1998 no Ponto 1.

**FIGURA 5B** - Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em maio de 1998 no Ponto 1.

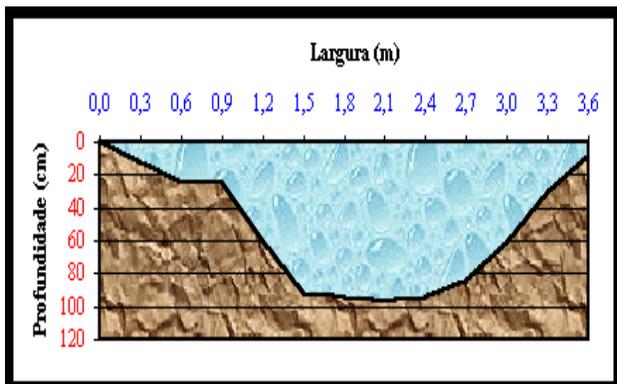
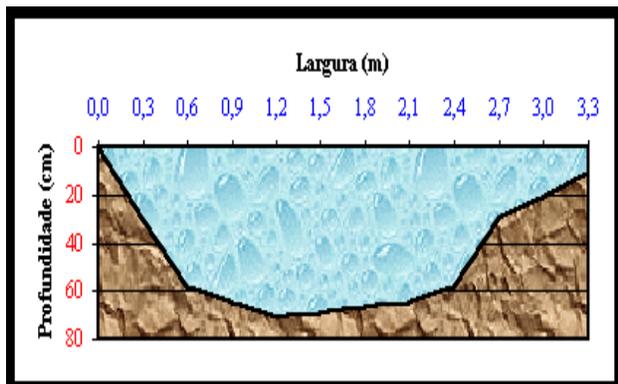


**FIGURA 5C** - Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em agosto de 1998 no Ponto 1.

**FIGURA 5D** - Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em fevereiro de 1999 no Ponto 1.

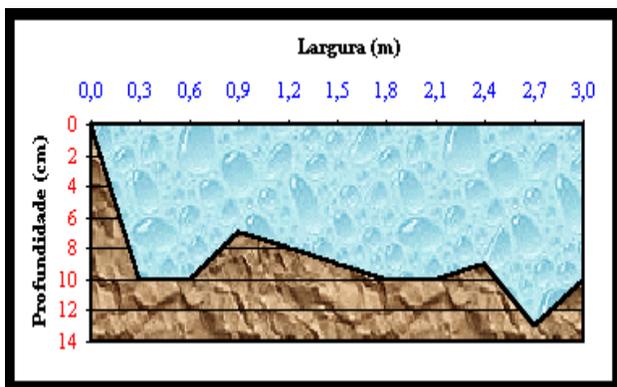
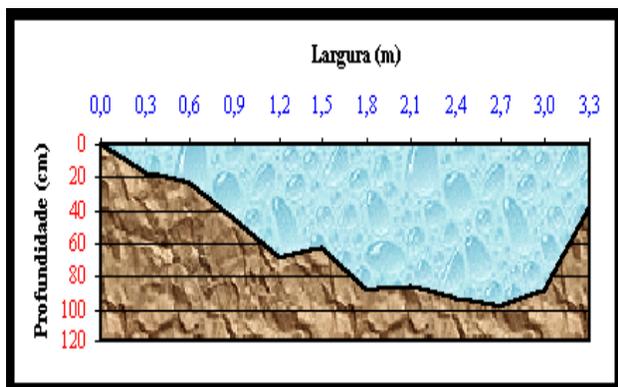
Em fevereiro, contudo, a profundidade diminuiu drasticamente, atingindo valores próximos de 15cm, praticamente a sexta parte das profundidades obtidas nos meses anteriores, em 1998. Tal fato se deve aos altos índices pluviométricos ocorrentes em janeiro de 1999, que atingiram, em alguns pontos da microbacia, valores próximos de 90mm em 1 hora, ocasionando o rompimento de terraços, canais escoadouros e represas de contenção de sedimentos localizados na parte superior da microbacia, onde se concentram os cultivos de cana-de-açúcar. Nestas áreas, embora sejam adotadas técnicas de manejo e conservação de solo, conforme SALATA *et al.* (1988), existe a renovação anual de cerca de 20% da área cultivada, seja na forma de expansão dos cultivos ou na reforma dos mesmos. Nesta fase, o solo é trabalhado com arados, grades ou subsoladores em profundidades diversas, com o objetivo de adequá-lo às práticas de plantio. Entretanto, justamente neste período, que se concentra entre os meses de setembro e janeiro, ocorrem as chuvas mais intensas, que encontram o solo totalmente desprotegido, facilitando a ocorrência de sérios problemas ambientais, como a erosão e a sedimentação.

É necessário, portanto, repensar as práticas de manejo e conservação dos solos da microbacia, de modo a evitar-se que a qualidade da água, que é destinada ao abastecimento público, venha a ser comprometida por fenômenos dessa natureza, especialmente quando eles são previsíveis em vista da periodicidade com que ocorrem.



**FIGURA 6A** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em maio de 1998 no Ponto 2.

**FIGURA 6B** – Seção transversal do riacho Água da Cachoeira em agosto de 1998 no Ponto 2.



**FIGURA 6C** - Seção transversal do

**FIGURA 6D** - Seção transversal do

riacho Água da Cachoeira em novembro de 1998 no Ponto 2.      em riacho Água da Cachoeira em fevereiro de 1999 no Ponto 2.

Com relação ao Ponto 2, que representa a parte superior da microbacia, as alterações observadas nas seções foram ainda mais significativas, conforme ilustrado na Figura 6.

Observa-se que, em 1998, o riacho atingia profundidades próximas de 100cm, sendo que a largura não excedia à 3,60m. No entanto, à semelhança do que ocorreu no Ponto 1, a situação da seção modificou-se bastante com as intensas chuvas de janeiro de 1999. Apesar de a largura não ter sido prejudicada, profundidades que se situavam ao redor de 100cm foram reduzidas para valores próximos de 14cm, representando uma diminuição de cerca de 600% em relação às obtidas nos meses anteriores, em 1998, que estiveram próximas de 90cm. Com isso, fica explícito que o Ponto 2 não pode mais ser considerado como um referencial entre as partes mais degradadas e menos degradadas da microbacia, conforme sugerido por MARTINS (1996), pelo menos no que se refere ao comportamento da TB e das seções transversais.

## **CONCLUSÕES**

Considerando as características de clima, solo e vegetação imperantes na microbacia Água da Cachoeira, pôde-se concluir que houve melhoria no comportamento das seções transversais dos pontos monitorados e diminuição dos valores de turbidez da água após a execução de atividades de recuperação, particularmente a conservação do solo. Apesar disso, é necessário um melhor planejamento do uso e manejo dos solos da microbacia e uma manutenção efetiva dos trabalhos realizados de modo a evitar a erosão e a sedimentação e salvaguardar a qualidade da água.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Instituto Florestal de São Paulo, pela oportunidade de realização do presente trabalho; a *Japan International Cooperation Agency* (JICA), pelo fornecimento de equipamentos e informações e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP, pela bolsa oferecida ao primeiro autor.

## **REFERÊNCIAS**

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções do CONAMA**. 4.ed. Brasília: IBAMA, 1992. 245p.
- CRUZ, S.F. **Monitoramento hidrológico da microbacia Água da Cachoeira em Paraguaçu Paulista-SP como um dos parâmetros para avaliação ambiental**. 2000. 77f. Dissertação (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP.
- DOUGLAS, J.E.; SWANK, W.T. **Effects of management practices on water quality and quantity**: Coweeta Hydrologic Laboratory, North Caroline. In: MUNICIPAL WATERSHED MANAGEMENT SYMPOSIUM, 13., 1975. Carolina da Norte. *Anais...* Carolina do Norte: USDA Forest Service, 1975. p.1-13.
- FARIA, H.H.; CRUZ, S.F.; GARRIDO, M.A.O. **Diagnóstico sócio-econômico da microbacia Água da Cachoeira para fins de avaliação ambiental**. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.12, n.1, p.47-57, 2000.
- LIKENS, G.E. *et al.* **The calcium, magnesium, potassium and sodium budgets for a small-forested ecosystem**. *Ecology*, Durham, n.48, v.5, p.722-785, 1976.
- MARQUES, A.F.; ZIMBACK, C.R.L; KANEKO, S. **Levantamento semidetalhado de solos na microbacia Água da Cachoeira visando a recuperação ambiental**. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.8, n.2, p.145-151, 1996.
- MARTINS, M.E. **Levantamento hidráulico de superfície para fins de monitoramento hidrológico da bacia do riacho Água da Cachoeira**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 2., 1996. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABRH/CNPq, 1996. p.191-197.
- PROJETO IF/JICA. **Relatório final do Projeto Pesquisa em Conservação de Florestas e do Meio Ambiente**. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo/JICA, 1997. 151p.
- SALATA, J.C. *et al.* **Controle de erosões e conservação de solos na açucareira Quatá (SP)**. *STAB*, p.33-89, 1988.
- VAZHEMIN, I.G. **Chemical composition of natural waters in the VYG River Basin in relation to the soil of Central Karelia**. *Soviet Soil Science*, v.4, n.1, p.90-101, 1972.