

## Evolução de Processo Erosivo Acelerado em Trecho do Arroio Vacacaí Mirim

**Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva, João Batista Dias de Paiva**

Departamento de Hidráulica e Saneamento, Centro de Tecnologia, UFSM  
97105-900 Santa Maria, RS – [eloiza@ct.ufsm.br](mailto:eloiza@ct.ufsm.br), [paiva@ct.ufsm.br](mailto:paiva@ct.ufsm.br)

**Attus Pereira Moreira**

Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais, UFSM  
97105-900 Santa Maria, RS

**Gilton Fabiano Maffini, Adalberto Meller e Paulo Roberto Jaques Dill**

Departamento de Hidráulica e Saneamento, Centro de Tecnologia, UFSM  
97105-900 Santa Maria, RS

Recebido: 18/07/00 - revisão: 14/02/01 - aceito: 22/03/01

---

### RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados do monitoramento de um processo erosivo acelerado em trecho de aproximadamente 1 km do Arroio Vacacaí Mirim, a montante do reservatório do DNOS. São apresentados e comparados os levantamentos de campo realizados em agosto e dezembro de 1999, época em que tais processos foram mais marcantes. Com a finalidade de comparar as alterações do leito em relação ao leito estável, é apresentado levantamento planimétrico contendo delimitação das margens do trecho de rio em estudo em 1992 e a situação atual.

Embora processos antrópicos tenham ocorrido no período, a causa mais provável do aparecimento do processo erosivo é o alto índice pluviométrico registrado no mês de outubro de 1997, provocando uma desestabilização do leito e margens de um trecho do rio.

**Palavras-chave:** sedimentos; erosão; estabilidade fluvial.

---

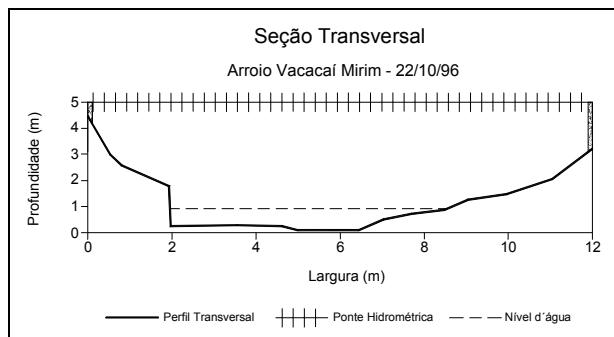
### INTRODUÇÃO

O estudo e a compreensão dos fatores que integram o processo de erosão do solo e a quantificação das perdas de solo são de grande importância, pois servem de ponto de partida para a elaboração de medidas que visem a maximização do uso dos recursos hídricos disponíveis e se possa evitar os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos. Modelos matemáticos são utilizados no auxílio a projetos e tomada de decisão. No entanto, eles necessitam de dados para a calibração e ajuste. Tais informações, principalmente na área de engenharia de sedimentos, são bastante reduzidas e muitas vezes inexistentes.

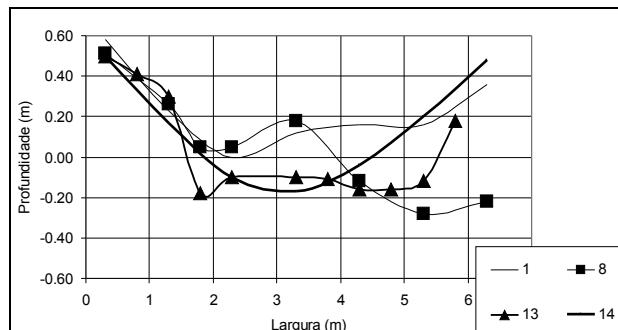
Em Santa Maria, a bacia hidrográfica do arroio Vacacaí Mirim possui grande importância. Através de seu reservatório (DNOS), contribui para o abastecimento público da cidade, para a utilização agrícola e é utilizada como meio de recreação em esportes náuticos. Este reservatório é motivo de preocupações crescentes, relacionadas a quantidade

e qualidade da água e ao seu processo de assoreamento. Estudos vêm sendo desenvolvidos desde 1993, com o objetivo de quantificar qualitativamente os recursos hídricos desta bacia. Com respeito à produção de sedimentos na bacia e ao assoreamento do reservatório, pode-se destacar os trabalhos de Paiva et al. (1998), Branco et al. (1998) e Branco (1998).

Em agosto de 1996 foi instalada uma estação fluviométrica no rio principal, afluente ao reservatório do DNOS, estação fluviométrica Menino Deus I, Figura 1. O local de implantação da estação foi criteriosamente escolhido, próximo a entrada no reservatório, em trecho que não sofria remanso e em condições de estabilidade das margens e leito do rio. No entanto, em outubro de 1997, um ano depois, começaram a surgir problemas de erosão nas margens e leito do rio, num comprimento de aproximadamente 500 m. As Figuras 2 e 3 apre-



**Figura 1. Seção transversal da estação fluviométrica Menino Deus I (Branco, 1998).**

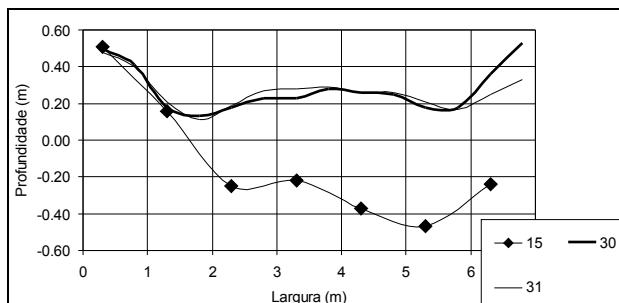


**Figura 2. Configuração do perfil da seção transversal da estação fluviométrica Menino Deus I, nos dias 1, 8, 13 e 14 de outubro de 1997.**

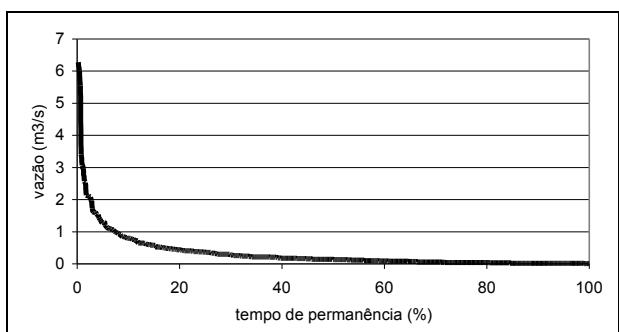
sentam perfis da seção transversal da estação fluviométrica Menino Deus I, nos dias 1, 8, 13, 14, 15, 30 e 31 de outubro de 1997. Pode-se constatar um processo erosivo da margem direita e fundo, com posterior deposição e retorno às profundidades próximas ao levantamento do início do mês. Verifica-se que, em apenas um mês, ocorreu uma modificação de até 60 cm no leito do rio, na referida seção transversal. Estes problemas continuaram a se agravar, culminando com a retirada da estação fluviométrica em janeiro de 1998. A partir de então, foi dado início a um monitoramento topográfico, com a finalidade de proceder o acompanhamento do processo erosivo. Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos dos levantamentos de campo e discutidos os possíveis problemas causadores deste processo.

## BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO VACACAÍ MIRIM

A área em estudo situa-se na cabeceira da bacia hidrográfica do arroio Vacacaí Mirim, representativa de área rural, sob as condições climáticas



**Figura 3. Configuração do perfil da seção transversal da estação fluviométrica Menino Deus I, nos dias 15, 30 e 31 de outubro de 1997.**



**Figura 4. Curva de permanência de vazões da estação fluviométrica Menino Deus I.**

da transição entre o planalto e a depressão central do Estado do Rio Grande do Sul, característica de encosta, com fortes declividades. Possui área de 18,4 km<sup>2</sup>, perímetro de 19,2 km, comprimento do rio principal de 7 km, declividade média de 22,6%, declividade do rio principal de 0,03 m/m e altitudes variando de 470 m a 130 m, até a seção considerada. O tempo de concentração estimado na bacia é de 3 horas.

No período de observação da estação fluviométrica Menino Deus I, agosto de 1996 a janeiro de 1998, a vazão máxima observada foi de 6,28 m<sup>3</sup>/s, a vazão média de 0,33 m<sup>3</sup>/s e a vazão mínima de 0,01 m<sup>3</sup>/s. A Figura 4 apresenta a curva de permanência das vazões da estação, obtida com os dados observados.

A vegetação predominante é de mata nativa, ciliar e plantada. Com respeito ao tipo de solo, predomina o solo litólico eutrófico montanhoso (45%) e associação solo litólico eutrófico cambissolo-colúvios (36%).

## LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Em agosto de 1999 foi dado início a um levantamento topográfico de um trecho de 1000 m de

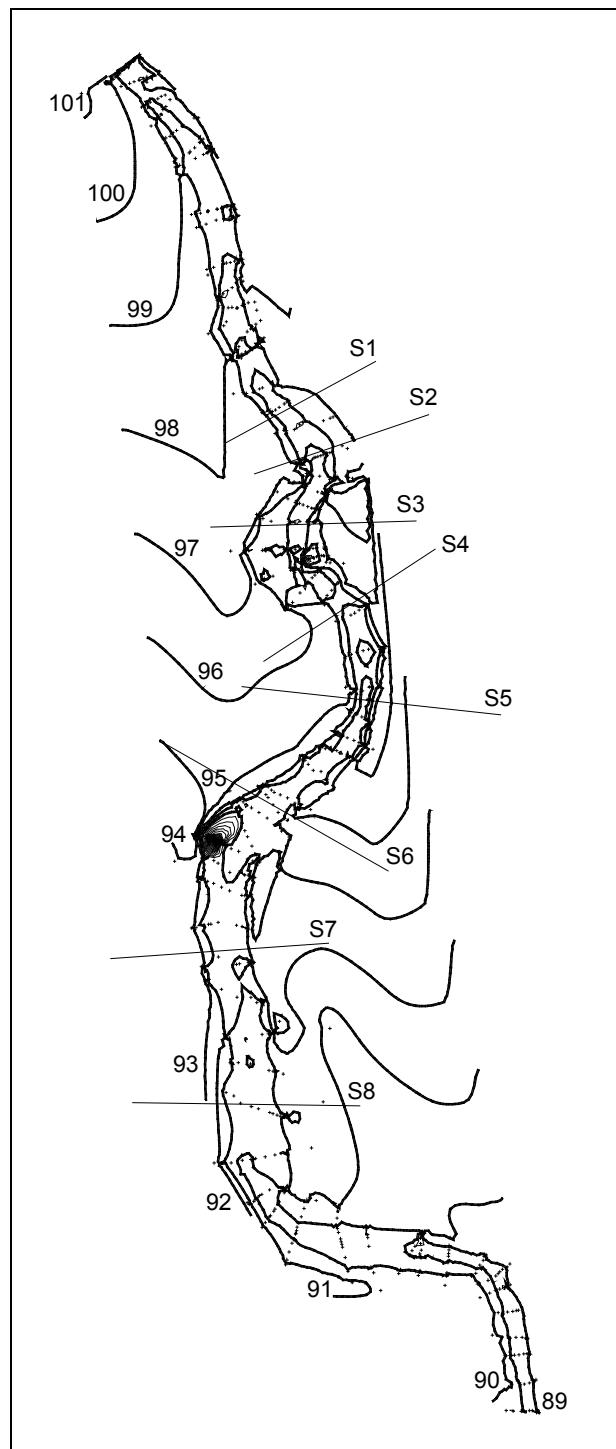
comprimento do leito do rio, que apresentava processo erosivo acelerado. Neste trecho, a declividade média ponderada era de 0,006 m/m e a largura da seção transversal encaixada variou entre 20 m e 75 m.

Os dados topográficos foram obtidos no campo com uma estação total marca Carl Zeiss, modelo Elta 55R. Foram obtidos parâmetros de nível, distâncias inclinadas e horizontais, deflexões angulares e cotas a partir de uma referência de nível pré-determinada. Todos os pontos foram interligados a fim de definir a conformação topográfica. Nos levantamentos, foram seguidos os métodos de caminhamento e irradiação. Os pontos obtidos foram inseridos nos softwares DataGeosis 1.12, DataGeosis 1.32 e AutoCAD 14, para definição planimétrica.

Foram realizados dois levantamentos, em agosto e dezembro de 1999, apresentados nas Figuras 5 e 6, respectivamente. A Figura 7 apresenta a comparação de oito seções transversais nos dois períodos, podendo-se verificar o movimento do leito e erosão das margens do rio em apenas quatro meses. As seções transversais foram delimitadas em pontos que melhor caracterizem as alterações que ocorreram no rio, apresentando equidistância variável entre 30 m e 95 m, aproximadamente.

Pode-se constatar um movimento do leito do rio mais evidenciado nas seções 4 e 6. Na seção 4 pode-se perceber um deslocamento do leito do rio de aproximadamente 10 m, na direção da margem direita e com visível aumento da largura da seção transversal, enquanto que na seção 6 ocorreu um deslocamento no sentido da margem esquerda de aproximadamente 25 m e com deposição do sedimento erodido no trecho anterior. A seção 5 corresponde ao local onde estava instalada a estação fluviométrica Menino Deus I. Neste local, na margem esquerda, ocorre afloramento de rocha do tipo arenito, motivo pelo qual o processo erosivo foi reduzido. Nesta seção ocorreu erosão na margem direita entre final de 1998 e início de 1999, local onde ficaram expostas as fundações da passarela da estação fluviométrica, embora a comparação dos levantamentos de agosto e dezembro de 1999 tenham apresentado deposição na margem direita da referida seção transversal. Pode-se destacar também nesta seção, uma sedimentação no fundo de aproximadamente 1 m, em apenas 4 meses.

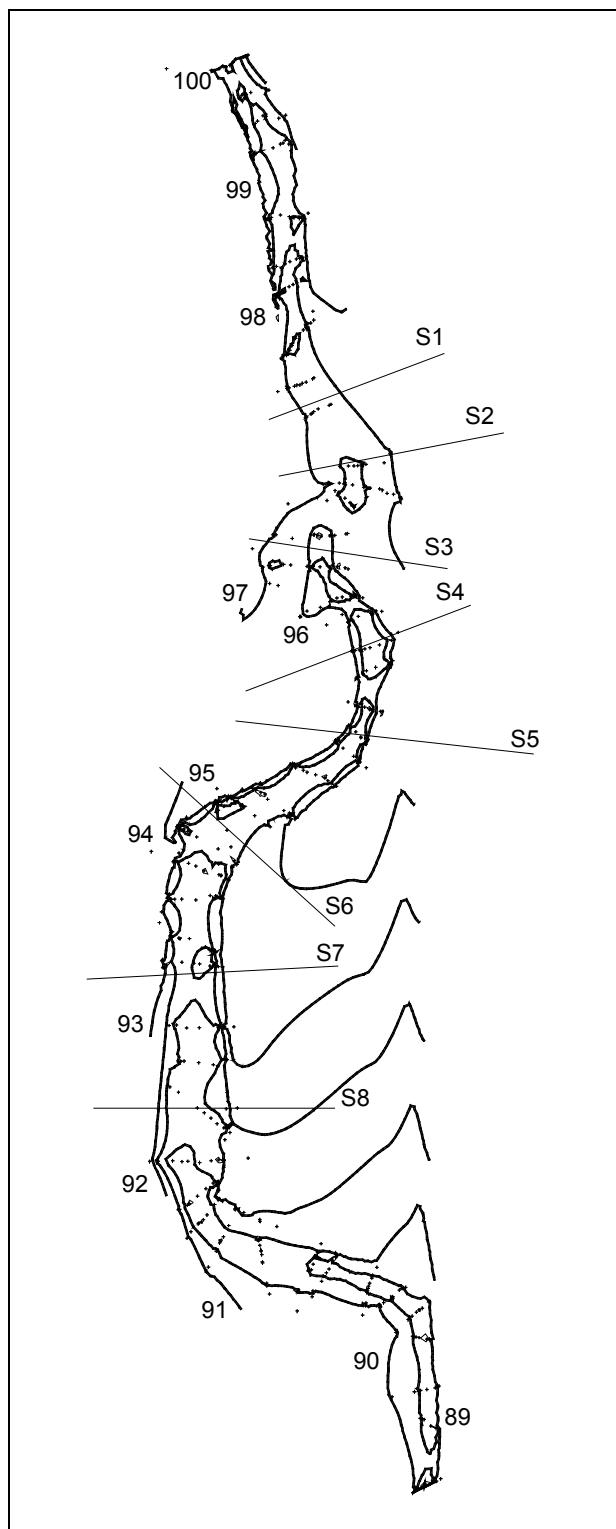
Com a finalidade de buscar maiores subsídios para avaliar as diferenças entre a configuração atual do leito e a que existia em condições de esta-



**Figura 5. Levantamento topográfico do trecho do rio analisado, em agosto de 1999, com indicação das seções transversais.**

bilidade, buscou-se comparar com um levantamento planimétrico realizado em julho de 1992, o qual tinha como finalidade a delimitação de propriedades e suas respectivas moradias nas imedia-

ções do trecho do rio em estudo (Moreira, 1992). A Figura 8 apresenta a alteração do trajeto do curso



**Figura 6. Levantamento topográfico do trecho do rio analisado, em dezembro de 1999, com indicação das seções transversais.**

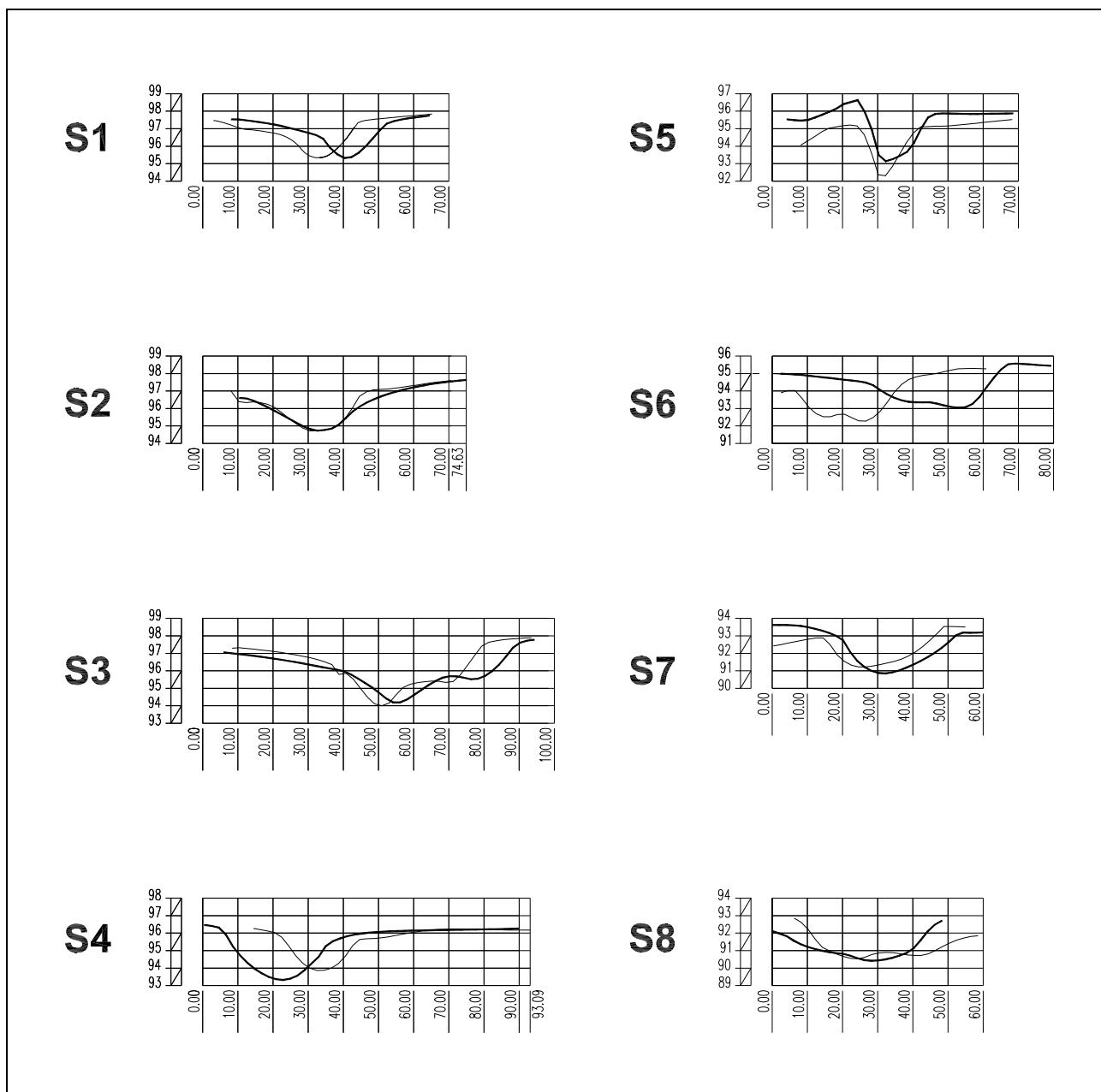
d'água no período de julho de 1992 à agosto de 1999, num comprimento de aproximadamente 472 m. Nesta figura está indicada a estação fluviométrica Menino Deus I, que corresponde a seção transversal 5, nas Figuras 5 e 6. Em 1992 a largura entre margens do rio era praticamente constante, variando de 14 a 30 m. Em 1999 verifica-se grande variação da largura entre margens, variando de 15 a 52 m, e mudança significativa do talvegue do rio. Ocorreu um pequeno aumento da sinuosidade, passou de 1,2 para 1,3. Tal modificação causou grandes prejuízos nas propriedades ribeirinhas e sendo necessária a reconstrução de pontes.

Atualmente o problema encontra-se, em parte, estabilizado. Foi tentada inicialmente uma recuperação através do plantio de árvores nativas nas margens do arroio. No entanto, tal medida não surtiu o efeito esperado, uma vez que não se dispunha de tempo para crescimento e enraizamento necessário para a estabilização da erosão das margens. Foi necessária a proteção das margens com aterro de material pedregoso.

### **POSSÍVEIS CAUSAS DO AGRAVAMENTO DO PROCESSO EROSIVO**

Conforme Chang (1988) o equilíbrio de um rio pode ser perturbado através de eventos climáticos, hidrológicos e tectônicos. Podem também ser resultado de interferências humanas, como armazenamento, derivação, exploração de minas, corte de meandro, entre outros. Neste caso, ocorrerão mudanças para restabelecer este equilíbrio. Ele cita como exemplo o Gila River. Em 1903 tinha largura média menor que 90 m e sinuosidade de 1,2. Entre 1905 e 1917 enchentes causaram um aumento da largura para 610 m e a sinuosidade reduziu para 1,0. Em termos de engenharia é importante prever os ajustes do rio para diferentes controles ou esquemas de regularização.

A bacia hidrográfica em estudo tem grande declividade, o que contribui para velocidades e vazões de cheia bastante elevadas. Embora no ano de 1997 tenham ocorrido precipitações próximas da média, na região estava saindo de um período de La Niña (1995/1996), que ali provoca redução na precipitação (Klusener e Paiva, 1998). No período de maio de 1996 a abril de 1997, a precipitação na região sofreu uma redução de 30% em relação a média. Nos meses de março e abril de 1997 as precipitações mensais foram de 18,8 mm e 67,9 mm,

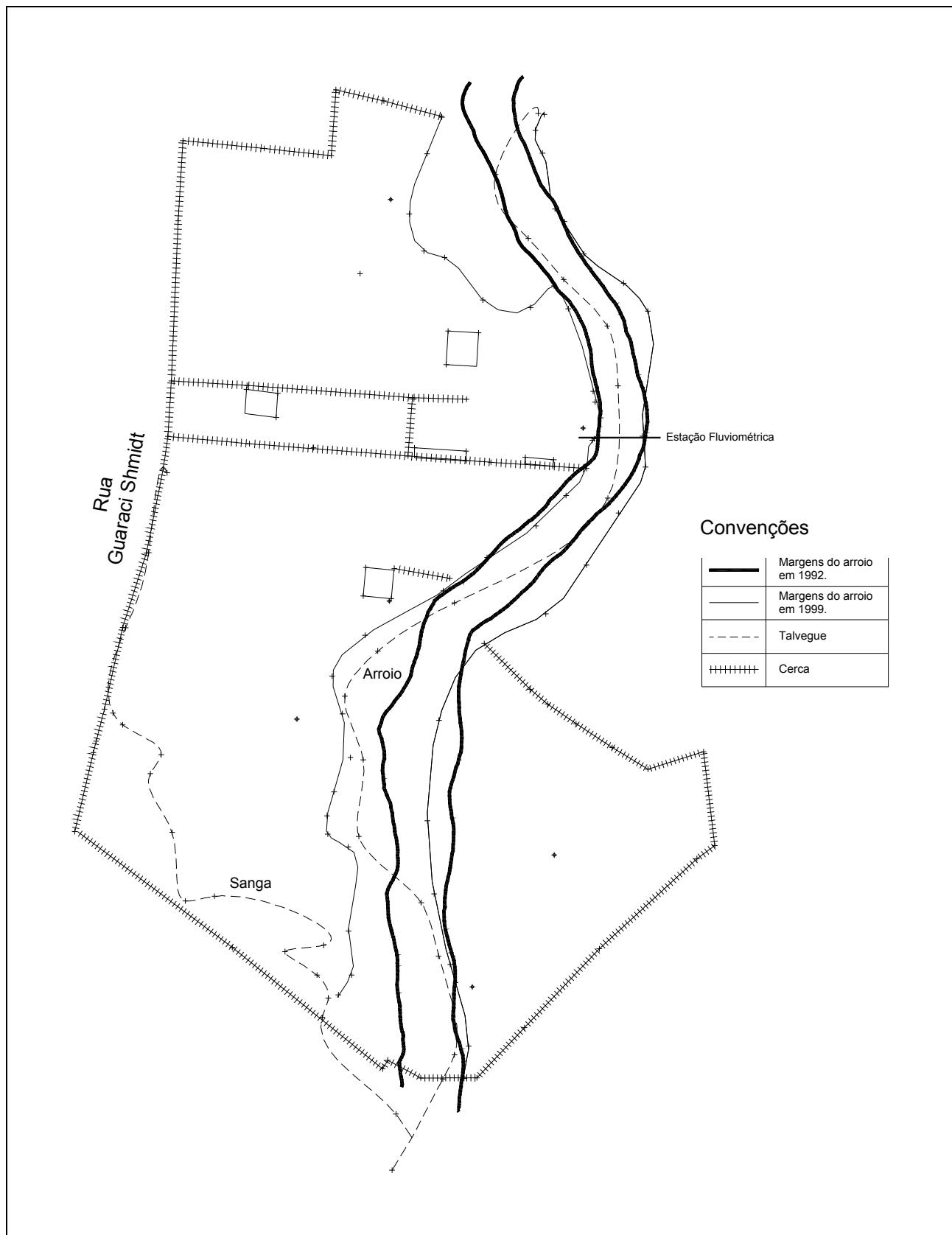


**Figura 7. Comparação das seções transversais do trecho de rio, obtidas nos levantamentos topográficos de agosto (linha mais fina) e dezembro (linha mais grossa) de 1999.**

respectivamente, 70% inferiores aos valores médios. No período de maio a setembro a precipitação oscilou em torno da média enquanto que em outubro de 1997 a precipitação mensal foi de 476,8 mm, num período de média mensal de 144,4 mm. Vale salientar que a precipitação máxima mensal registrada na estação 02953017, no período de 1939 até os dias atuais, só superou uma vez este valor, em 1941, e valor inferior próximo a este ocorreu em 1984, período de El Niño. Somente nos primeiros

cinco dias do mês choveu quantidade igual a média mensal. No dia 6 de outubro a ocorreu queda de uma ponte de concreto, localizada a jusante do reservatório do DNOS. E foi neste período que teve início o processo de erosão das margens do arroio Vacacaí Mirim.

Com respeito às vazões observadas no período de observação da estação fluviométrica, os seis maiores valores ocorreram neste mês. As vazões médias diárias foram  $6,28 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $6,04 \text{ m}^3/\text{s}$ ,



**Figura 8. Comparação da alteração do curso d'água no período de julho de 1992 a agosto de 1999.**

5,55 m<sup>3</sup>/s, 3,41 m<sup>3</sup>/s, 3,07 m<sup>3</sup>/s e 2,99 m<sup>3</sup>/s, respectivamente nos dias 15, 14, 27, 5, 13 e 4 de outubro de 1997.

Embora o efeito climático tenha influenciado significativamente no processo erosivo, é importante destacar que ações localizadas de retirada de seixo rolado do leito do rio e rompimento de pequeno barramento provisório, a montante do trecho em estudo, podem ter contribuído para agravar o processo.

## CONCLUSÕES

Os resultados apresentados de erosão acelerada das margens e leito de rio mostram os efeitos ambientais, econômicos e sociais provenientes desse processo. Em apenas 1 mês foi constatada uma diferença no nível de fundo de seção transversal do rio de 60 cm através de comparações de levantamentos realizados num período de 7 anos, foi verificado modificações significativas na largura, praticamente duplicada, e a sinuosidade sofreu um acréscimo de 10%.

Embora tenham ocorrido ações antrópicas, a principal causa aparente foi o alto índice pluviométrico registrado no mês de outubro de 1997, que provocou uma desestabilização do equilíbrio fluvio-métrico, com consequente ajuste às novas condições de equilíbrio.

Estes trabalho está em andamento, e suas informações serão utilizadas na tentativa de calibração/adequação de modelo fluvio-sedimentométrico ao trecho em estudo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPERGS pelas bolsas de pesquisa e iniciação científica concedidas e à FINEP, pelo auxílio concedido através do Projeto de Redes Cooperativas de Pesquisa (REHIDRO/RECOPE). Os autores agradecem ao técnico Alcides Sartori, pelo auxílio nos levantamentos topográficos e de hidrometria.

## REFERÊNCIAS

- BRANCO, N. (1998). *Avaliação da Produção de Sedimentos em Eventos Chuvosos em uma Pequena Bacia Hidrográfica Rural de Encosta*. Santa Maria - RS. p. 119. (Dissertação de mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria.
- BRANCO, N.; PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (1998). Produção de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Arroio Vacacaí Mirim - Avaliação Preliminar. In: *Congreso Nacional del Agua e II Simpósio de*

- Recursos Hídricos del Cono Sur 1998*, Santa Fé. Santa Fé: BRH Digital, v.3, p. 444-451.
- CHANG (1988). *Fluvial Processes in River Engineering*. New York: John Wiley & Sons, p. 432.
- KLUSENER FILHO, L. C.; PAIVA, E. M. C. D. (1998). Inflgência da temperatura da superfície do mar na precipitação de Santa Maria - RS. In: *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1997*, Vitória, ES. Porto Alegre: ABRH, v.2, p. 251-258.
- MOREIRA, A. P. (1992). *Levantamento planimétrico no Campestre Menino Deus, para delimitação de propriedades*.
- PAIVA, E. M. C. D.; PAIVA, J. B. D.; FORNO, G. L. D. et al. (1998). Estimativa do Assoreamento do Reservatório do DNOS, em Santa Maria, RS. In: *Congreso Nacional del Agua e II Simpósio de Recursos Hídricos del Cono Sur, 1998*, Santa Fé. Santa Fé: BRH Digital, v.3, p. 452-461.

## ***Development of Rapid Erosion Processes in a Reach of Vacacaí Mirim Creek***

### **ABSTRACT**

*This paper presents the results of monitoring the rapid scour process of the bed and banks of Vacacaí Mirim creek. The fieldwork was carried out on a 1 km reach upstream of the DNOS Reservoir, between August and December 1999. During this period the scour process was more intensive. In order to compare the results obtained to those under stable bed and bank conditions, the latter are also presented.*

*Although anthropic interferences occurred, the most likely cause of the scour process were the intense rainfall events recorded during October 1997.*

*Key-words: sediments; erosion; scour.*