

CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM UM PEQUENO RIO URBANO EM SANTA MARIA – RS

Juliana Scapin⁽¹⁾; João Batista Dias de Paiva⁽²⁾; Talita Uzeika⁽³⁾ e Inocencio Sobreira⁽⁴⁾

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados parciais da avaliação do transporte de sedimentos em um pequeno córrego urbano na cidade de Santa Maria, RS. Foram realizados trabalhos de medição de descargas líquidas e sólidas e coletado material de leito durante eventos chuvosos, nos períodos de dezembro de 2003 a agosto de 2004. Os trabalhos de laboratório consistiram em análises granulométricas e concentrações de sedimentos. Os dados obtidos foram utilizados para avaliar a eficiência do método de Van Rijn (1984) em estimar a descarga sólida na seção de medição considerada, em função das características do escoamento e do material de leito. Os resultados obtidos no período, ainda que parciais, mostram que o método apresentou resultados satisfatórios com a razão entre os valores observados e medidos da descarga total de sedimentos variando de: 0.23 a 3.31, com média de 2.06.

ABSTRACT

This paper presents the partial results from the sediment transport assessment in a small urban stream in Santa Maria, RS. Liquid and solids discharges measurements, besides the bed material collection were accomplished between December, 2003 and August, 2004. The particle size analyses and the sediments concentration constituted the laboratory tasks. The provided data were used to assess the efficiency of Van Rijn (1984) method considering the estimative of the solid discharge at the considered section, in function of the flow and the bed material characteristics. The results from the considered period, even being partial, show that the method presented satisfying results with the sediment total discharge observed and measured values ratio ranging from 0.23 to 3.31 with an average value of 2.06.

Palavras-Chave: Hidrossedimentometria; Transporte de sedimentos; Método de Van Rijn (1984)

INTRODUÇÃO

O conhecimento da quantidade de sedimentos transportada pelos rios é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, uma vez que os danos causados pelos sedimentos dependem da quantidade e da natureza destes, as quais, por sua vez, dependem dos processos de erosão transporte e deposição de sedimentos.

Dentre os problemas causados pelos sedimentos transportados pelos rios, pode-se destacar:

- Assoreamento de rios, diminuindo a sua navegabilidade e aumentando as dimensões das enchentes;

- Assoreamento de reservatórios, diminuindo a sua vida útil ou, provocando a necessidade de dragagens periódicas de alto custo;

- Inviabilidade, em alguns casos, de aproveitamento do rio para abastecimento e até mesmo para irrigação, dependendo da quantidade de sedimentos transportados;

- Contaminação do leito e das águas dos cursos d'água a grandes distâncias dos pontos onde foram gerados, em virtude de atuarem como vetores no transporte de contaminantes neles aderidos;

Por outro lado, o transporte e a deposição de sedimentos têm os seus aspectos positivos, enquanto processo natural, na medida em que atuam como agentes fertilizadores das várzeas ribeirinhas, contribuindo para o aumento da produção agrícola nessas áreas.

¹ Eng^a Civil. Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil- UFSM. R. Tuiuti, 2121, ap 902, cep 97050-421, Santa Maria – RS tel: 55-217-4048. julianascapin@mail.ufsm.br

² Professor Orientador. HDS-CT-UFSM – 97060-250 – Santa Maria – RS. Tel: 55-220-8483. paiva@ct.ufsm.br

³ Aluna de Graduação em Engenharia Civil. Bolsista de Iniciação Científica – PBIC-CNPq, tel: 3027-1414. tali.uz@pop.com.br

⁴ Aluno de Graduação em Engenharia Civil. Bolsista de Iniciação Científica – FAPERGS, tel: 221-7019. inocencio@mail.ufsm.br

Os problemas começam a surgir quando a ocupação humana muitas vezes desordenada, provoca um desequilíbrio nos processos naturais trazendo consequências danosas para o meio ambiente, com sérios prejuízos para todos os seres vivos dele dependentes.

Neste contexto, surgiram modelos de vários tipos e objetivos, com a finalidade de equacionar estes problemas tornando possível a compreensão do seu processo e controle. Conforme Paiva (2001) dependendo do objetivo, escolhe-se o modelo. Estes objetivos podem ser divididos em três grupos: a. planejamento do controle da erosão, b. projeto e controle dos recursos hídricos e c. modelagem da qualidade da água. Quando o objetivo é planejamento do controle da erosão necessita-se prever a produção de sedimentos por eventos de chuva de grandeza variável.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo o monitoramento hidrossedimentométrico de um pequeno curso d'água urbano visando obter informações que permitam escolher dentre os métodos de cálculo de transporte de sedimentos em rios, o que melhor se adapta ao cálculo do transporte de sedimentos na seção e trecho considerados.

CARACTERÍSTICAS DA BACIA CONTRIBUINTE

O trabalho está sendo desenvolvido no Arroio Cancela, afluente do Arroio Cadena, em Santa Maria-RS, que drena uma área de 5,01 km² com perímetro de 9,52km e possui declividade relativamente baixa, com diferenças de cotas entre nascente e exutório de 161m e declividade média da bacia de 9,91%. O curso d'água principal possui 3,44 km de extensão e declividade média de 0,020m/m. O uso do solo predominante é a ocupação urbana com alto grau de urbanização.

METODOLOGIA

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em uma estação hidrográfica instalada para esse fim, dotada de linígrafo de pressão, régua, ponte hidrométrica e amostradores de sedimentos em suspensão, de estágio único, modelo US-U-59, montados como amostradores de nível ascendente (ANA), conforme proposto por Umesawa (1979).

As medições de vazão foram feitas utilizando molinete fluviométrico universal. As medições de descarga de fundo foram feitas utilizando amostrador modelo Heley Smith, em três verticais localizadas à ¼, ½ e ¾ da seção transversal. Foram coletadas amostras superficiais de água e sedimentos em suspensão, durante a elevação das ondas de cheia, com o amostrador (ANA) e foram coletadas amostras integradas na profundidade com o amostrador de sedimentos em suspensão AMS1, durante os experimentos de campo, objetivando a definição das curvas chave de vazão e sedimentos. A coleta de amostras para a caracterização do material de leito foi feita com um amostrador tipo pistão manual de penetração vertical, US-BMH-53, construído em PVC, para uso em cursos d'água rasos.

As análises de laboratório para a determinação da concentração e da granulometria de sedimentos em suspensão foram feitas pelos métodos do tubo de retirada pelo fundo e pelo método da pipetagem. As análises granulométricas dos sedimentos de leito foram feitas por peneiramento e sedimentação.

Os dados obtidos foram utilizados para avaliar a eficiência do método de Van Rijn (1984) em estimar a descarga sólida na seção de medição considerada, em função das características do escoamento e do material de leito.

Segundo Paiva (2001), o método de Van Rijn(1984), calcula a descarga total de material de fundo considerando que o movimento da partícula no fundo é dominado pela força de gravidade e que o efeito da turbulência é considerado de menor importância. Define o transporte de fundo como o transporte de partículas rolando e saltando ao longo da superfície do leito do rio. Calcula a máxima altura teórica do salto da partícula para determinada condição de escoamento e considera que todas as partículas presentes no escoamento com altura maior que a do máximo salto teórico, são transportadas em suspensão. Calcula descarga de fundo como o produto da altura do salto, pela velocidade da partícula e a concentração de carga no fundo. A descarga de sedimento em suspensão é calculada pela integração na profundidade, do produto da concentração local pela velocidade do escoamento. Assume que a taxa de transporte de fundo pode ser descrita de maneira suficientemente precisa pelos parâmetros adimensionais introduzidos por Ackers e White (1973). Para sua aplicação o método requer o conhecimento dos seguintes parâmetros: velocidade, profundidade e largura médias do escoamento, gradiente de energia, diâmetros característicos e desvio padrão geométrico do material de fundo, massa específica da água e do sedimento, aceleração da gravidade e a constante de Von Kárman.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Abaixo apresentam-se os dados de entrada para resolução do método de cálculo. São eles, respectivamente: as granulometrias do sedimento de leito, o número de Manning, peso específico dos sedimentos e a constante de Von Karman utilizada para águas limpas. Em seqüência são apresentados os resultados das medições, na seção transversal, de 6 campanhas realizadas até o momento, cada uma consta, respectivamente, de: área, perímetro, raio hidráulico, viscosidade da água, largura, declividade da linha d'água, velocidade da água, profundidade média e vazões líquidas e sólidas. A figura 1 apresenta a variação dos valores observados para a razão entre a descarga sólida calculada pelo método de Van Rijn(1984) e a descarga sólida medida (r) com a vazão por unidade de largura (Q/L). Os valores variaram de 0.23 a 3.31, com tendência de crescimento com o aumento da vazão por unidade de largura.

Dados de entrada

D90=	2.4 mm
D84=	1.2 mm
D65=	0.65 mm
D50=	0.5 mm
D35=	0.35 mm
D16=	0.2 mm
n (Manning)=	0.07
s (peso esp sed)=	2.65 t/m ³
K= (cte von karman)	0.4

Evento:15/12/2003

A=	11.41 m ²
P=	6.67 m
Rh=	1.71 m
Ni (visc)=	0.00000102 m ² /s
B=	5.35 m
S=	0.00316 m/m
U=	1.15 m/s
d (prof méd)=	2.215 m
Q=	13.1 m ³ /s

Descarga total de sedimentos

calculada: 4526.30 t/dia

Descarga total de sedimentos

medida: 1365.82 t/dia

Evento: 23/06/2004

A=	4.025 m ²
P=	6.124 m
Rh=	0.657 m
Ni (visc)=	0.00000102 m ² /s
B=	5.2 m
S=	0.00315 m/m
U=	0.606 m/s
d (prof méd)=	0.752 m
Q=	2.44 m ³ /s

Descarga total de sedimentos

calculada: 522.93 t/dia

Descarga total de sedimentos

medida: 180.68 t/dia

Evento: 13/07/2004

A=	2.777 m ²
P=	5.337 m
Rh=	0.52 m
Ni (visc)=	0.00000102 m ² /s
B=	4.6 m
S=	0.0011 m/m
U=	0.307 m/s
d (prof méd)=	0.58 m
Q=	0.855 m ³ /s

Descarga total de sedimentos

calculada: 22.92 t/dia

Descarga total de sedimentos

medida: 100.06 t/dia

Evento: 29/07/2004

A=	2.06 m ²
P=	5.331 m
Rh=	0.386 m
Ni (visc)=	0.00000102 m ² /s
B=	5.0 m
S=	0.00187 m/m
U=	0.328 m/s
d (prof méd)=	0.43 m
Q=	0.675 m ³ /s

Descarga total de sedimentos

calculada: 50.09 t/dia

Descarga total de sedimentos

medida: 25.27 t/dia

Evento: 06/08/2004

A=	4.195 m ²
P=	5.954 m
Rh=	0.705 m
Ni (visc)=	0.00000102 m ² /s
B=	4.8 m
S=	0.0031 m/m
U=	0.629 m/s
d (prof méd)=	0.856 m
Q=	2.64 m ³ /s

Descarga total de sedimentos

calculada: 551.40 t/dia

Descarga total de sedimentos

medida: 320.96 t/dia

Evento: 17/08/2004

A=	1.8 m ²
P=	5.07 m
Rh=	0.35 m
Ni (visc)=	0.00000102 m ² /s
B=	4.65 m
S=	0.00192 m/m
U=	0.312 m/s
d (prof méd)=	0.37 m
Q=	0.56 m ³ /s

Descarga total de sedimentos

calculada: 40,16 t/dia

Descarga total de sedimentos

medida: 17,98 t/dia

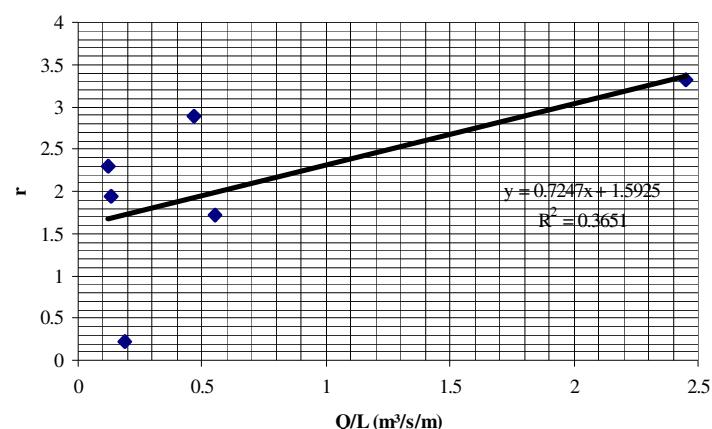


Figura 1. Variação da Razão (r) com a vazão por unidade de largura do canal.

CONCLUSÕES

Van Rijn (1984) obteve valores da razão entre as descargas sólidas calculadas e medidas variando entre 0.5 a 2. Nos 6 eventos de chuva, analisados até o momento, a razão entre as descargas sólidas calculadas e medidas variou de 0.23 a 3.31 com média de 2.06, com tendência crescente com o aumento da vazão por unidade de largura do canal.

BIBLIOGRAFIA

- PAIVA, E.M.C.D.; PAIVA, J.B.D. Métodos de Cálculo do Transporte de Sedimentos em Rios In: **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Santa Maria: ABRH, 2001. Cap 12, p.313- 394.
- PAIVA, E.M.C.D.; PAIVA,J.B.D.; PARANHOS,R.M. Produção de sedimentos em pequenas bacias hidrográficas rurais. **IV Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos., Caracterização quali-quantitativa da produção de sedimentos.** Santa Maria: ABRH/UFSM, v.1, p.35-51, 2001.
- PAIVA, João Batista Dias de - **Avaliação do Métodos de Cálculo do Transporte de Sedimentos em Rios** . SHS-EESC-USP.(Tese de Doutoramento) 1988.
- VAN RIJN, L.C. Sediment transport, Part I: Bed load transport . **Journal of Hydraulics Engineering, ASCE**, Vol. 110, n.10, Oct., pp.1431-1436. 1984.
- VAN RIJN, L.C. Sediment transport, Part II: Suspended load transport . **Journal of Hydraulics Engineering, ASCE**, Vol. 110, n.11, Nov., pp.1613-1641. 1984.
- VAN RIJN, L.C. Sediment transport, Part III: Bed Forms and Alluvial Roughness . **Journal of Hydraulics Engineering, ASCE**, Vol. 110, n.11, Nov., pp.1613-1641. 1984.