

DESCARGA SÓLIDA DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA DO RIO TOLEDO

Giovani Richard Pitilin¹; Paulo César Pimenta¹; Gabriel Ronsoni Woinarski Teixeira¹; Elissandro Voigt Beier²; Cristiano Poletto³

RESUMO - O uso do território pelo homem exerce considerável efeito na produção de sedimentos, sendo possível tomá-lo como um indicador natural da qualidade ambiental e da pressão exercida pelo homem no ambiente. O corpo d'água em estudo é o rio Toledo. Nele foram realizadas coletas e análises de sedimentos em suspensão e, com os dados, gerou-se uma curva-chave de concentração de sedimentos versus vazão, através da qual foi possível estimar a produção de sedimentos em suspensão anual para os últimos quatro anos. O valor resultante de descarga de sedimentos em suspensão foi $11,70 \text{ ton.km}^{-2}.\text{ano}^{-1}$, sendo este considerado baixo quando confrontado com resultados de estudos em outras bacias hidrográficas do Paraná. Isso ocorre principalmente porque parte da área é agrícola e possui manejo para controle de erosões, outra parte está urbanizada, produzindo menos sedimentos e, também, o erro implícito devido o baixo número de amostras obtidas ($n=25$) e que as mesmas foram obtidas durante o período de recessão do hidrograma. Portanto, torna-se necessário dar continuidade ao estudo por um período maior de tempo para que se possa obter um número maior de amostras e, conseqüentemente, uma melhor estimativa da descarga sólida dos sedimentos em suspensão.

PALAVRAS-CHAVE – Produção de sedimentos, concentração de sedimentos, sedimentos em suspensão.

SOLID DISCHARGE OF SUSPENDED SEDIMENT IN TOLEDO RIVER WATERSHED

ABSTRACT - The land use by man wields considerable effect on sediment yield, being possible to take it as a natural indicator of environmental quality and the pressure exerted by humans on the environment. The water body studied was Toledo river watershed, located in the city of the same name in Paraná state. Were performed sampling and analysis of suspended sediment, and the data generated a curve of suspended sediment concentration versus water flow. Then, it was possible to estimate the production of sediments for the last four years. The resulting value of discharged sediment was $11.70 \text{ ton.km}^{-2}.\text{year}^{-1}$ and it is relatively low if confronted with others studies in the state. It occurs mainly because part of the area is rural and it has management for erosion control, another part is urbanized, producing less sediment, and also the error caused by the low number of samples ($n=25$), obtained during the recession of the hydrogram. Thus, it is necessary to continue the study for a longer period to get a larger number of samples and, then, a better estimative of the solid discharge can be gotten.

KEYWORDS – Sediments production, sediment concentration, suspended sediment.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – gipitilin@hotmail.com; pc.pimenta@hotmail.com; gabriel.rwt@hotmail.com

² Universidade Estadual de Maringá – elissandrovoigt@hotmail.com ³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – cristiano_poletto@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A sociedade atravessa um processo de aumento populacional e desenvolvimento crescente, porém, esse crescimento tem gerado uma demanda cada vez maior de recursos energéticos e matéria-prima, aumentando, assim, o impacto ambiental causado pelo homem para subsidiar sua existência.

O impacto se apresenta de diversas maneiras, mas tendo em vista o foco do estudo, é interessante salientar a degradação do solo e da água. A ONU calcula que se encontram degradados cerca de dois bilhões de hectares de solo no mundo, e estima-se que o avanço dessa degradação seja de vinte milhões de hectares/ano (VISCHI FILHO, 2008 apud ALMEIDA FILHO, 2008)

Vários fatores são responsáveis pela ocorrência desses processos, dentre eles: o crescimento populacional, o acelerado desenvolvimento das práticas agrícolas e a consolidação do estabelecimento da indústria, aumentando a exploração dos recursos naturais (ALMEIDA FILHO, 2008).

É considerada erosão o processo de remoção do material desprendido de uma rocha pelo processo de intemperismo. Esse material carregado, chamado sedimento, é depositado em corpos d'água, onde é o responsável pelo processo nomeado assoreamento (SUGUIO, 2003). O sedimento proveniente da erosão pode se depositar no fundo dos vales, acarretando o assoreamento de cursos d'água ou reservatórios (KERMANTZ et al., 1995)

A urbanização, cada vez mais eminente, causa a devastação de áreas de vegetação, a qual é geralmente seguida pela impermeabilização do solo para a realização de construções diversas (POLETO & LAURENTI, 2008). De acordo com Almeida Filho (2008), uma das consequências dessa influência é a intensificação dos processos erosivos, tendo em vista que estes são processos naturais desencadeados de forma e intensidade diferentes em função das condições naturais do meio físico.

Portanto, segundo Bortoluzzi & Petry (2008), o uso do território pelo homem exerce considerável efeito na produção de sedimentos, sendo possível tomá-la como um indicador natural da qualidade ambiental e da pressão exercida pelo homem no ambiente. O objetivo do presente estudo é analisar sedimentos fluviais com o intuito de determinar o estado de preservação dos corpos d'água.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O corpo d'água de estudo é o rio Toledo, localizado na cidade de mesmo nome no estado do Paraná (Figura 1). O rio tem aproximadamente 26,5 km de extensão, sendo sua nascente no Distrito de São Luiz (WINTER, 2005) e sua foz no Rio São Francisco. Os afluentes do rio Toledo são: Sanga Perdida, Sanga Golondrina, Sanga Guarani, Sanga Manaus, Sanga Pinheirinho, Sanga Capellari e Sanga Lajes. A sub-bacia do Rio São Francisco Verdadeiro onde o rio se encontra pertence à Bacia Hidrográfica do Paraná III.

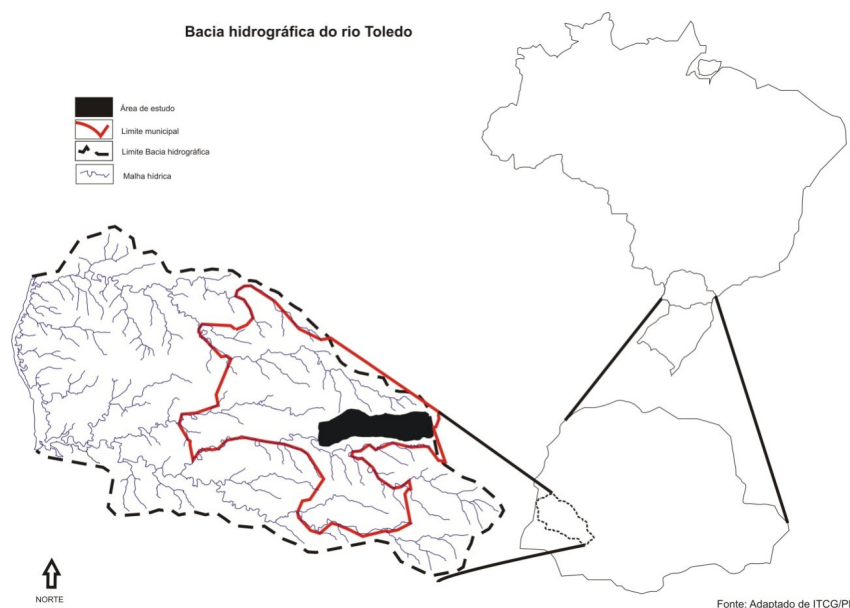


Figura 1 – Imagem destacando a Bacia do São Francisco Verdadeiro, delimitando o município de Toledo e a sub-bacia do rio Toledo.

Segundo Winter (2005), o rio Toledo, que corre no sentido Leste-Oeste, é o mais importante do município, já que é largamente utilizado no abastecimento de água tratada da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). As altitudes ao longo do rio variam entre 450 e 640 metros, de acordo com estudos do Instituto Ambiental do Paraná (1984) e o solo é definido como Latossolo Roxo distrófico (LRd6). A declividade da bacia é descrita nas pesquisas do PNMA II (2002), com 59,2% da área apresentando entre 3-8% de inclinação, 19,4% entre 8-13%, 17,34% entre 0-3% e 4,32% acima de 20%.

Quanto ao uso do solo da bacia, pode-se observar na Figura 2 que a maior parte da bacia, que possui 111,5 km² de área, encontra-se ocupada por culturas temporárias, representando 76,64% da área, seguida pela ocupação urbana, correspondendo a 17,03%.

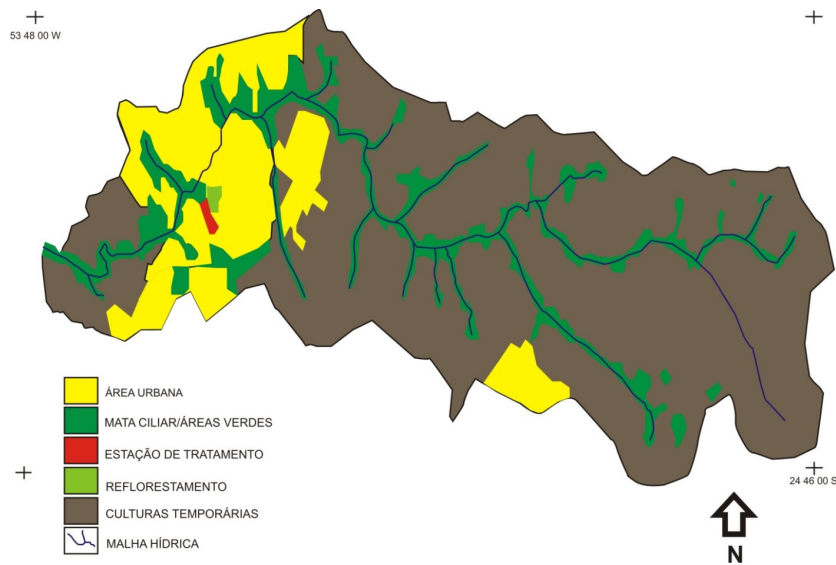


Figura 2 – Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Toledo e seu exutório (ponto de coleta de amostras).

O restante da área está dividida entre mata ciliar/áreas verdes (6,01%), estação de tratamento (0,18%) e áreas de reflorestamento (0,14%). É importante salientar que ao longo da maior parte do rio é pequena a área remanescente de mata ciliar, chegando a ser inexistente em alguns trechos, deixando o local mais suscetível a erosão, como se pode observar na Figura 3.

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico, tendo verões quentes e chuvosos com temperatura média superior a 22 °C e invernos com poucas geadas e temperatura média inferior a 18°C (NIEWEGLOWSKI, 2006).



Figura 3 – Foto do local de estudo com destaque para a degradação da mata ciliar.

O ponto selecionado para monitoramento e coleta se encontra próximo à foz do rio Toledo, mais precisamente nas coordenadas 24° 45,044' S e 53° 46,824' W. A largura da seção no ponto é de aproximadamente 6,90 m, sendo a mesma apresentada na Figura 4.



Figura 4 – Seção de estudo e régua para medição de nível do corpo d'água.

2.2 Procedimentos realizados

Com o local já estabelecido, os procedimentos necessários ao desenvolvimento do estudo puderam ser realizados, sendo estes descritos abaixo.

2.2.1 Medição de vazão

Para o andamento da pesquisa, foi necessário um cálculo periódico da vazão de água do rio para desenvolvimento da curva chave cota versus vazão. Para tanto, alguns procedimentos foram necessários, tais como a locação da régua e a realização da batimetria da seção do ponto escolhido.

A régua foi instalada na margem do rio para que se mantivesse o controle do nível do corpo d'água, sendo essa graduada a cada cinco centímetros.

A batimetria foi realizada para a obtenção do fundo da seção do corpo d'água. Com isso foi possível determinar a área desta, que varia de acordo com a altura da lâmina d'água.

2.2.2 Coleta de amostras de sedimentos fluviais em suspensão

Para elaborar o estudo também foram necessárias coletas frequentes de água e sedimentos, porém, estas devem ser realizadas por toda a seção do ponto para que o dado seja representativo, já que a concentração se altera ao longo da mesma. Para cada amostra composta, foram realizadas coletas em cinco pontos da seção, com espaçamentos de aproximadamente 1,30 m. Utilizou-se um amostrador integrador na vertical do tipo US-DH-48 com haste a vau e bico de $3/16''$ para coletar as amostras de sedimentos em suspensão.

2.2.3 Análise da concentração de Sedimentos

Após a coleta das amostras, as mesmas foram armazenadas em galões e transportadas até o Laboratório de Saneamento da UTFPR – Campus Toledo, onde foram analisadas as suas concentrações. As amostras foram secas pelo processo de evaporação e, posteriormente, os sedimentos foram pesados em uma balança digital de precisão de duas casas após a vírgula.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Concentração de sedimentos em suspensão

Foram realizadas coletas e análises entre julho e setembro de 2012, período relativamente curto para estudos hidrossedimentométricos. Porém, mesmo com a ciência de que os dados não são tão representativos da bacia hidrográfica, foi possível realizar algumas observações acerca do estudo.

Outro problema resultante deste fato foi a impossibilidade de coletas de um grande número de amostras provenientes do período de ascensão, sendo grande parte das amostras do presente trabalho apenas do período de recessão, o que resultaria em uma curva-chave com valores mais significativos, já que as concentrações durante as duas fases é diferente e que, segundo Poletto (2012), a ascensão é a fase que transporta a maior parte dos sedimentos.

Após o período de coleta, realizada com o amostrador US-DH-48, e análise das amostras, observou-se que a concentração atingiu um mínimo de $89,90 \text{ mg.L}^{-1}$ e um máximo de $1.625,63 \text{ mg.L}^{-1}$.

A curva-chave de concentração de sedimentos *versus* vazão pode ser observada na Figura 5, que também apresenta o cálculo do Erro entre a Descarga Prevista e a Estimada na porcentagem de 14,51%.

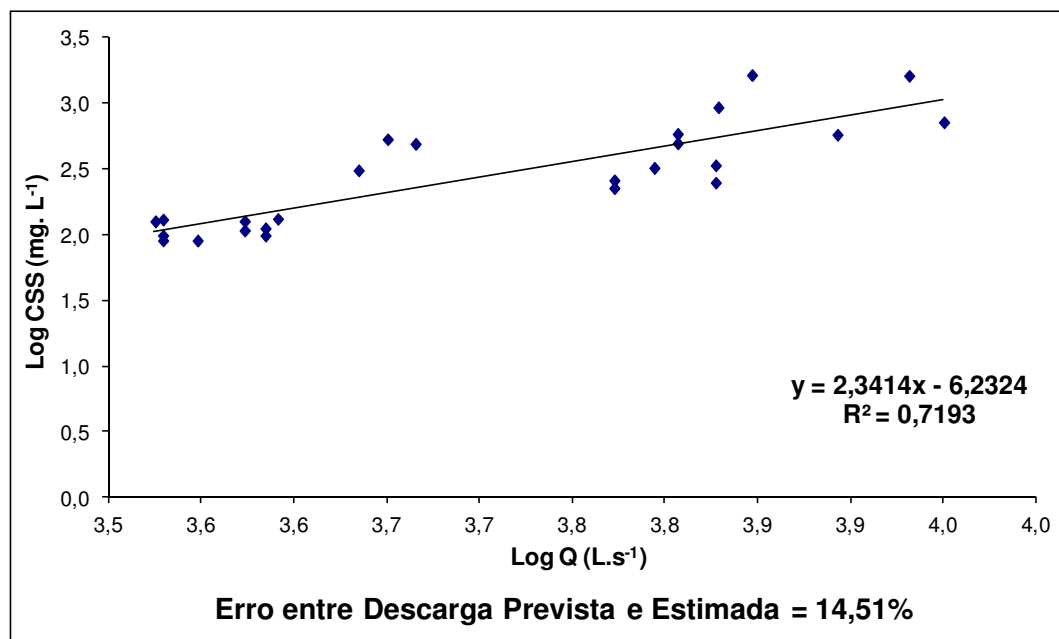


Figura 5 – Curva-chave da concentração de sedimentos (n=25 amostras) e o Erro entre Descarga Prevista e Estimada.

3.2 Fluxo de sedimentos e descarga sólida

Devido ao pouco número de amostras (n=25), a equação gerada no gráfico pode não representar a real situação do fluxo de sedimentos no corpo d'água, portanto, fez-se necessário realizar uma interpolação dos dados para que se obtivessem os elementos ausentes e, a partir daí, estimar a descarga de sedimentos com um valor mais aproximado do real.

Com isso, o valor médio estimado de produção de sedimentos em suspensão foi de 11,70 ton.km⁻².ano⁻¹ para os últimos quatro anos (2009, 2010, 2011 e 2012), valor relativamente baixo quando comparado a outros valores de descarga encontrados em estudos de bacias do estado do Paraná como o de Santos e Moraes (2012), realizado na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá (132,50 ton.km⁻².ano⁻¹). Entretanto, é importante ressaltar que o resultado obtido é baseado em coletas realizadas durante o período de recessão do hidrograma, em que as concentrações de sedimentos são menores, além das características de uso e ocupação da bacia, tais como: parte da área ser agrícola e com manejo adequado do solo; parte da área ser urbana e com poucas áreas em processo de urbanização, portanto com menor produção de sedimentos.

4. CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- O baixo número de amostras limita a análise da descarga sólida real que está sendo transportada pelo corpo d'água, sendo necessário dar continuidade ao estudo por um maior período e com diversos eventos de precipitação, para que se possa analisar o comportamento do fluxo de sedimentos ao longo desses eventos;
- Existe uma relação entre a vazão no corpo d'água e a concentração dos sedimentos por este transportados, portanto os períodos de maior pluviosidade resultaram em períodos de maior produção de sedimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq e à Fundação Araucária.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA FILHO, G. S. (2008). Processos erosivos urbanos. In *Ambiente e Sedimentos*. Org. por Poletto, C. ABRH. Porto Alegre. pp. 39-63.
- BORTOLUZZI, E. C.; PETRY, C. (2008). Partículas minerais: da rocha ao sedimento. In *Ambiente e Sedimentos*. Org. por Poletto, C. ABRH. Porto Alegre. pp. 1-38
- KERTZMAN, F.C.; OLIVEIRA, A.M.S.; SALOMÃO, F.X.T.; GOUVEIA, M.I.F. (1995). Mapa de erosão do estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, volume especial, p.31-36.
- NIEWEGLOWSKI, A. M. A. (2006). *Indicadores de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Toledo – PR*. Curitiba. 218p.
- PNMA II - PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE II. (2002). *Monitoramento da Qualidade da água*. Curitiba: Ministério do Meio Ambiente. 64p.
- POLETO, C.; LAURENTI, A. (2008). Sedimentos urbanos e corpos d'água. In *Ambiente e Sedimentos*. Org. por Poletto, C. ABRH. Porto Alegre. pp. 109-148.
- POLETO, C. (2012). Fluxos de Sedimentos em suspensão e metais em uma bacia urbana de cabeceira. *REGA - Revista de Gestão de Águas da América Latina*, v. 9, pp. 1-14.
- SANTOS, M. L.; MORAIS, E. S. (2012). Produção de sedimentos em bacia hidrográfica de pequena ordem: uso de modelos matemáticos, bacia do Ribeirão Maringá, Paraná – Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, n. 2, pp.139-150.
- SUGUIO, K. (2003). *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Bluncher. 400p.
- WINTER, R.; BRAUN, M. B. S.; LIMA, J. F. L. (2005). *Notas sobre o impacto da produção de suínos na Bacia do Rio Toledo – PR*. UNIOESTE, 13p.