

VARIABILIDADE NA EROÇÃO DE MARGEM E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM UM CANAL FLUVIAL NA ÁREA URBANA DE IRATI-PR

Valdemir **Antoneli**¹, Elisandra do Rocio **Mattos**², Mileine Aparecida **Guimarães**²

(1 – Universidade Estadual do Centro Oeste, Docente do curso de Geografia – Campus Irati, vaantoneli@gmail.com; 2 – Universidade Estadual do Centro Oeste – Discente do curso de Geografia – Campus Irati, elisandramattos_21@hotmail.com, mileinegeografia@hotmail.com)

Resumo: Este artigo teve como objetivo, avaliar a erosão de margem e o transporte de sedimentos suspensos na Bacia hidrográfica do Rio das Antas localizada na área urbana de Irati-Paraná em dois cenários (antes e depois da dragagem). Foram monitoradas a erosão de margem, através da técnica de pinos de erosão e a produção de sedimentos suspensos através de coletas de amostras em determinados eventos pluviométricos. As amostras foram levadas ao laboratório para identificar a concentração total de sedimentos em miligramas por litros (mg/L). Ao término da pesquisa observou-se que antes da dragagem houve um acúmulo de sedimentos nas margens em torno de 1,03 cm e, após a dragagem houve uma erosão média de 0,32 cm. A produção de sedimentos suspensos houve um aumento em torno de 26,3% após a dragagem.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica urbana. Produção de sedimentos. Movimentação de margem. Dragagem.

VARIABILITY IN RIVER BANK EROSION AND SEDIMENT PRODUCTION IN A FLUVIAL CHANNEL IN THE URBAN AREA OF IRATI-BRAZIL

Abstract: The aim of this article was to evaluate the riverbank erosion and the transport of suspended sediments in the watershed of Rio das Antas located in the urban area of Irati-Paraná in two scenarios (before and after dredging). Riverbank erosion was monitored

through the technique of erosion pins and the production of suspended sediments by samplings gathered at certain rainfall events. The samples were taken to the laboratory to identify the total sediment concentration in milligrams per liter (mg / L). End of study it was observed that prior to the dredging there was a sediment accumulation in the riverbanks around 1.03 cm, and after the dredging there was an average erosion of 0.32 cm. The production of suspended sediments, there was an increase of about 26.3% after the dredging.

Keywords: Urban watershed. Sediments transport, Riverside movement. Dredging.

VARIABILIDAD EN LA EROSIÓN DE LOS MÁRGENES Y PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS EN UN RÍO EN LA ZONA DE URBAN IRATI-BRASIL

Resumen: El objetivo de este trabajo fue evaluar la erosión de los márgenes y el transporte de sedimentos en suspensión en la cuenca hidrográfica del Río das Antas en la zona urbana Irati-Paraná en dos escenarios (antes y después de dragado). Erosión de los márgenes fueron controlados por pines de erosión y producción de muestras de sedimentos suspendidos recogidos a través de la precipitación en ciertos eventos. Las muestras se envían al laboratorio para identificar la concentración total de sedimentos en miligramos por litro (mg / L). Al final del estudio se observó que había antes de dragado la acumulación de sedimentos en los márgenes alrededor de 1,03 cm y, después de dragado la erosión era una media de 0.32 cm. La producción de sedimentos en suspensión fue un aumento de alrededor del de 26.3% después de dragado.

Palabras - Clave: Urbano Cuencas. Producción de sedimentos. Movimiento de Margen. Dragado.

INTRODUÇÃO

Toda bacia hidrográfica é responsável pelo fornecimento de material (sedimentos) aos cursos de água, que em conjunto, torna-se o fenômeno natural de maior ocorrência na escultura da rede de drenagem e das paisagens encontradas na superfície da própria bacia. Nesse caso, as alterações sofridas em uma bacia hidrográfica são representadas pela quantificação do material no exutório, sendo esta correlacionada com a entrada de energia na mesma.

A quantidade de sedimentos transportados em um canal de drenagem é muito complexa por conta da dinâmica existente em uma bacia hidrográfica, pois a erosão que ocorre depende da troca de energia com o meio no qual a bacia está inserida. Neste caso, nem todo sedimento produzido na bacia pelos processos erosivos atuantes, atingem o canal fluvial (WALLING, 1990, COLLINS & WALLING, 2004; MOURA & SILVA, 2006).

Por ser um sistema natural aberto, os fatores que interferem nesse processo, podem ser naturais ou antrópicos (BUHLER & SOUZA, 2012). Dentre os fatores naturais, destacam-se as características físicas da bacia (tipo de solo, relevo, localização, grau de declividade do terreno) e as condições climáticas. Já a ação antrópica, culmina com a remoção da vegetação, impermeabilização, canalização do rio, galerias pluviais que interligam com os rios, lixo, dentro outros, causando problemas socioambientais (MARTINS, 2010; FREITAS & XIMENES, 2012) Portanto, o transporte de sedimentos nos corpos hídricos irá ocorrer conforme a interação desses fatores na bacia de drenagem.

Wilson Junior e Paiva (2003), afirmam que os sedimentos são colocados em movimento, ou têm seus movimentos alterados, sempre que ocorrerem alterações no leito do rio ou na bacia hidrográfica. Surgem, então, dois tipos de movimento de material sólido nos escoamentos fluviais: I) sedimentos originários do leito do rio, que podem ser transportados por arraste ou em suspensão. II) sedimentos oriundos da lavagem da bacia, pelas chuvas, gerando o movimento conhecido como do tipo carga de lavagem (*Wash-load*).

Dentre os sedimentos originários do leito dos rios, destaca-se a erosão das margens que é promovida através das características do fluxo, como profundidade, vazão, turbulência, densidade, dentre outras variáveis.

De acordo com Thorne e Tovey (1981), erosão marginal é um processo geomórfico de grande transcendência e sua importância prática e científica, aumentou nas últimas décadas devido a três principais razões: primeiro, a erosão da margem desempenha um papel importante no controle da largura do canal; segundo, esta erosão contribui significativamente no incremento da carga de fundo dos rios; e, terceiro, a destruição progressiva da área marginal desvaloriza os terrenos ribeirinhos e limita o seu uso adequado.

Para Guerra e Cunha (2005), o processo de erosão é definido pela distribuição da velocidade e da turbulência do fluxo dentro do canal, que pode atuar de três formas diferentes: pela ação corrasiva, corrosiva e pelo impacto hidráulico. Segundo Thorne (1978), dentre os

fatores que condicionam a erosão nas margens fluviais, destacam-se a altura, a geometria e a estrutura do barranco, as propriedades mecânicas do material, as características hidrológicas do fluxo nas proximidades da margem e as condições climáticas, além do tipo de uso do solo.

Quando se trata de rios urbanos, a dinâmica hidrossedimentológica se torna mais complexa. Com a impermeabilização do solo, a água encontra dificuldades de infiltração e acaba levando sedimentos para os córregos como maior facilidade. Dessa forma, o acúmulo de sedimentos potencializa o assoreamento do rio, contribuindo com as enchentes (CANHOLI 2015).

Para atenuar o problema das enchentes são realizadas obras como a dragagem, retificação, canalização e alargamento das margens dos rios, medidas apenas paliativas, pois com o passar do tempo o material retirado do leito é devolvido para o mesmo.

A falta de planejamento urbano é um dos principais problemas quando se tem a pretensão de investigar o impacto da urbanização nos recursos hídricos. As consequências dessa falta de planejamento e regulamentação são sentidas em, praticamente, todas as cidades.

À medida que se intensifica a urbanização e/ou inicia o processo de urbanização em áreas impróprias para tal atividade, inicia-se também os problemas associados ao assoreamento dos rios urbanos.

Diante do exposto, esta pesquisa se propôs a avaliar a erosão de margem e a produção de sedimentos suspensos na bacia hidrográfica do Rio das Antas em Irati-PR em dois cenários (antes e depois da dragagem do rio). Estes dois cenários permitiram avaliar a influência da dragagem na dinâmica hidrossedimentológica do canal fluvial. As coletas foram realizadas ao longo de um ano, sendo realizadas 12 campanhas de coletas antes da dragagem e 14 campanhas após a dragagem.

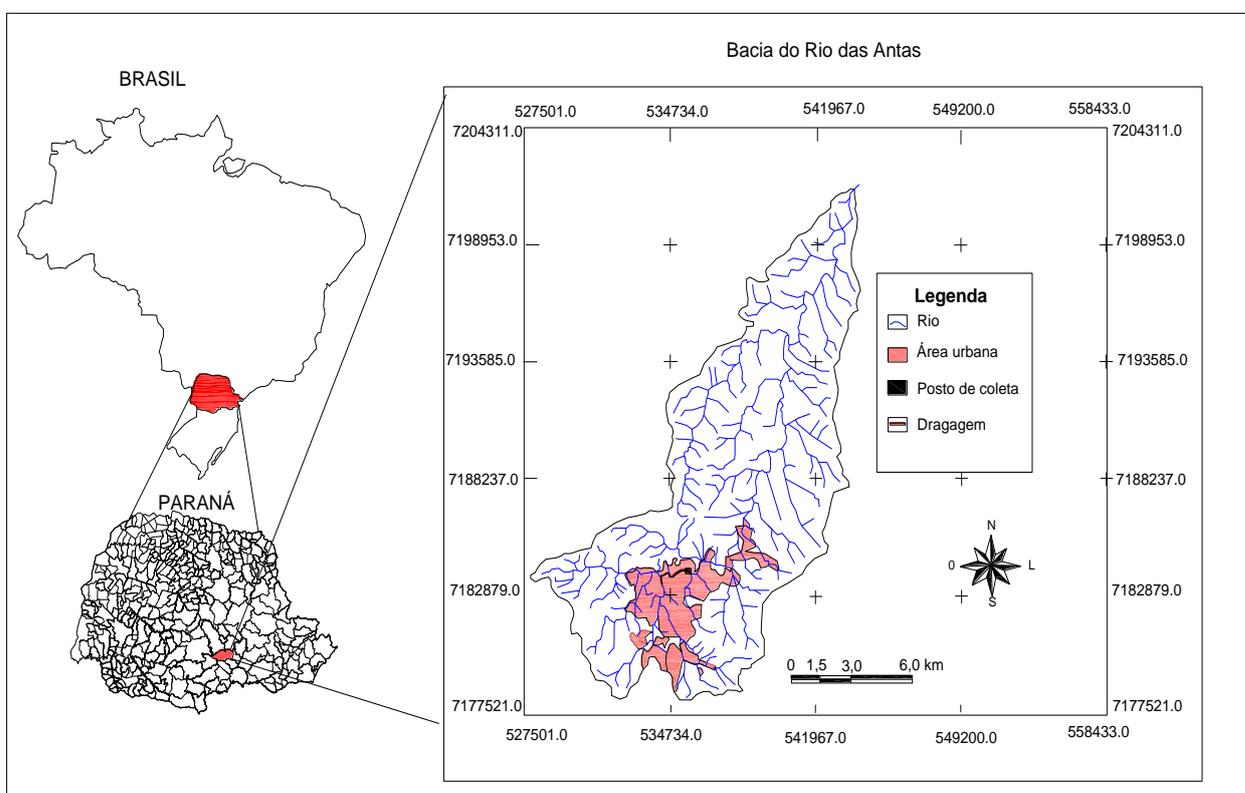
METODOLOGIA

A área de estudos está localizada no município de Irati, na região Centro-Sul do Estado do Paraná (Figura 1). A bacia apresenta uma área total de 16.817,5 hectares, sendo que 1.164,5 hectares correspondem à área urbana.

O Rio das Antas é um dos principais corpos hídricos do município, nasce na serra do Nhapindazal, na área rural e depois de 1,5 km de extensão, adentra na área urbana.

Segundo Andrade e Felchak (2009) a degradação em que se encontra o rio das Antas é visível em todo o seu percurso, pois qualquer cidadão percebe suas margens erodidas, leito assoreado, ausência de mata ciliar, lixo depositado às margens do corpo hídrico e despejo de esgoto doméstico. Com o crescimento urbano desordenado, sem planejamento e com falta de saneamento básico, intensificados a partir da década de 1960, aumentou a degradação ambiental no rio. Esta condição levou o poder público a realizar obras de engenharia ao longo do canal.

Figura 1 Localização da área de estudos.



Fonte Antoneli (2013).

O monitoramento da erosão de margem e produção de sedimentos no Rio das Antas aconteceu em duas fases. Sendo a primeira antes da dragagem e a segunda etapa do monitoramento foi realizada depois da dragagem e retificação do rio, (Figura 2).

O estudo da erosão de margem baseou-se no monitoramento de duas seções, sendo que em cada seção foram construídas seis parcelas de pinos de erosão em cada margem (esquerda

e direita). Em cada parcela foram fixados 10 pinos de erosão, totalizando 60 pinos em cada margem (120 pinos em cada parcela com 240 pinos no total). O método de pinos de erosão, utilizado nesta pesquisa foi proposto por Wolman (1959) citado por Cunha (1996). No Brasil, o método foi adaptado para sua utilização em rios tropicais por Fernandez (1990) e Souza (1998).

Figura 2 - A) características das margens antes da dragagem; B) características da margem após a dragagem.

A)



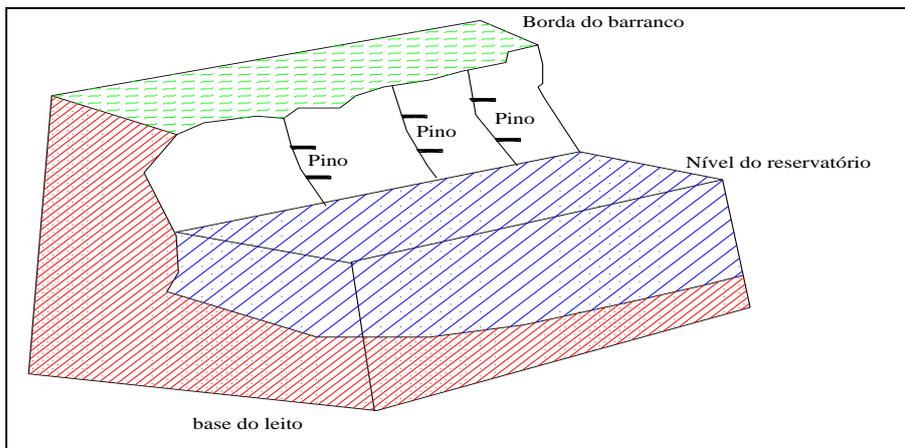
B)



Fonte: Guimarães, 2012.

Este método consistiu na instalação de vergalhões de ferro de 4 mm de diâmetro de 40 cm de comprimento, ficando exposto apenas 10 cm no início da pesquisa para o monitoramento (Figura 3).

Figura 3 - Implantação de pinos nas margens.



Fonte: Antoneli, 2011.

As coletas de dados foram feitas após cada precipitação e as informações foram inseridas em uma planilha no *Software Excel*[®], para que fosse possível calcular a magnitude da erosão das margens em cada precipitação.

Para calcular a erosão de margem utilizou-se da equação 1:

$$Ea = Pe - Pi \quad (1)$$

Onde;

Ea = Erosão acumulada (cm)

Pe = comprimento do pino exposto pela erosão (cm);

Pi = comprimento inicial do pino (10 cm);

Para o estudo da produção de sedimentos suspensos foram realizadas 12 coletas antes da dragagem e 14 após a dragagem, no intuito de identificar a carga de material suspenso que é colocada em movimento com o aumento da vazão. As coletas foram realizadas em um único ponto (logo abaixo da dragagem), situado no curso superior da bacia. Para as coletas, foi utilizada uma armadilha com uma garrafa *PET* presa a uma haste, sendo coletadas 5 amostras em cada campanha, as quais foram subdivididas em outras três sub amostras, totalizando 15 amostras em cada coleta (ANTONELI 2011). Após as coletas, as amostras foram levadas ao laboratório para a identificação da concentração de sedimentos em miligramas por litro (mg/L).

Utilizou-se o método de evaporação, onde as sub amostras foram levadas a uma estufa com temperatura de 100°C por 24 horas. Após a evaporação total fez-se a pesagem do recipiente com os sedimentos e por diferença de peso (peso do recipiente sem sedimentos e peso com sedimentos) obteve-se a concentração total de sedimentos em miligramas por litros (mg/L).

No instante das coletas de sedimentos suspensos, foi estimada a vazão, através da utilização de um micro molinete.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Erosão de margem

Ao longo das mensurações antes da dragagem, observou-se que houve um processo de assoreamento, tanto na margem esquerda quanto, na margem direita (tabela 1). Os bancos de sedimentos que se formaram nas margens, serviram de base para a regeneração da vegetação. Observou-se que a vegetação acabou “caindo” sobre o leito do rio, contribuindo para a retenção de sedimentos, e, por conseguinte potencializando o assoreamento do mesmo.

Tabela 1- Remoção/acúmulo de sedimentos nas duas seções de monitoramento antes da dragagem.

Parcela	Seção 1		Seção 2	
	Margem Esquerda (cm)	Margem Direita (cm)	Margem Esquerda (cm)	Margem Direita (cm)
P1	-0,5 ±0,9	0,0 ±0,7	-1,2 ±1,8	-2,5 ±2,7
P2	-0,2 ±0,7	0,5 ±0,4	0,5 ±0,5	0,1 ±0,8
P3	-0,6 ±1,5	-0,8 ±0,3	0,5 ±0,7	1,0 ±1,6
P4	0,1 ±1,4	-1,0 ±0,9	0,3 ±0,3	0,0 ±0,6
P5	-0,8 ±1,0	0,3 ±1,2	-0,4 ±0,8	-0,5 ±0,9
P6	-1,3 ±2,7	-0,5 ±1,1	0,5 ±0,9	1,0 ±1,2
Total (cm)	-0,55 ±1,8	-0,36 ±0,8	0,03±0,9	-0,15 ±1,1

N= 10

Por meio da tabela 1, nota-se que boa parte dos pinos nas duas seções, tanto na margem esquerda, quanto na margem direita, indicaram assoreamento. Esta questão reflete no total de sedimento acumulado nas margens durante o monitoramento, sendo que apenas a margem esquerda da seção 2 indicou remoção de solo (0,03 cm). Quando extrapolados os

dados médios de todas as parcelas, obteve-se um acúmulo de sedimentos nas margens em torno de 1,03 cm.

A seção 1 indicou maior acúmulo de sedimentos nas margens, sendo que na margem esquerda o assoreamento médio foi de 0,55 cm variando entre 1,3 cm de assoreamento à 0,1 cm de remoção. Já a margem direita indicou um assoreamento de 0,33 cm, variando 1,0 cm de assoreamento a 0,3 de remoção.

Observou-se que nestas parcelas formaram-se bancos de sedimentos, onde a vegetação acabou se regenerando, e mesmo com o aumento da vazão estes bancos não foram remobilizados. Nestes locais foram encontrados escombros (troncos de árvores) e material antropogênico (lixo e resto de material de construção).

Esta condição é discutida por Mucelin e Bellini (2008), ao afirmarem que a medida que a cidade se expande, freqüentemente, ocorrem impactos com o aumento da produção de sedimentos pelas alterações ambientais das superfícies, produção de resíduos sólidos, deterioração da qualidade da água pelo uso nas atividades cotidianas, lançamento de lixo, esgoto e águas pluviais nos corpos receptores. Todos esses materiais acabam represando a água contribuindo com o assoreamento do canal. Aguiar (2001) vem corroborar com esta questão ao afirmar que este assoreamento causa grandes incômodos às populações vizinhas desses locais como: dificuldades de operação das obras e até mesmo a perda da eficiência hidrológico-hidráulica do dispositivo.

No intuito de amenizar tais problemas são realizadas obras de engenharia nos canais fluviais urbanos que, segundo Patrick et al. (1982) estas alterações no canal manifestam-se pela erosão das margens do canal fluvial, aumentando a largura do mesmo em razão da diminuição da profundidade pela agradação fluvial e, possivelmente, mudanças na sinuosidade do canal que correspondem a ajustes às novas condições de escoamento e dos regimes sedimentares (tabela 2). Neste caso, as obras de dragagem nas margens do rio, para remover os bancos de sedimentos, os escombros e a vegetação, contribuem para a variabilidade da produção de sedimentos suspensos.

Por meio da tabela 2, nota-se que a erosão de margem foi maior em relação ao período monitorado antes da dragagem, apesar de alguns pinos indicarem acúmulo de sedimento. A margem esquerda da seção 1 indicou maior remoção ao longo do monitoramento (1,01 cm),

com variação ente 0,3 cm a 1,33 cm. A margem direita da seção1 indicou remoção de solo inferior (0,28 cm) variando entre 0,10 cm de assoreamento a 1,23 cm de remoção.

Tabela 2- Remoção/acúmulo de sedimentos nas duas seções de monitoramento depois da dragagem.

Parcela	Seção 1		Seção 2	
	Margem Esquerda (cm)	Margem Direita (cm)	Margem Esquerda (cm)	Margem Direita (cm)
P1	0,3±1,6	0,3±0,9	1,2±0,4	-0,8±0,2
P2	1,2±1,6	0,0±0,8	-0,3±0,4	-0,3±0,2
P3	1,3±1,7	1,2±0,9	0,4±0,8	0,8±2,2
P4	1,2±1,8	-0,1±0,9	-0,3±0,5	-0,5±0,4
P5	1,0±2,1	0,2±0,9	0,0±0,7	0,0±1,1
P6	0,9±1,1	0,1±0,6	-0,3±0,7	0,1±0,9
Total	1,01±0,9	0,28±0,7	0,11±0,5	-0,10±0,7

N= 10.

Na seção 2, alguns pinos indicaram acúmulo de sedimentos, principalmente na margem direita onde á média de movimentação do solo indicou um acúmulo de 0, 10 cm. Esta condição pode estar associada à morfologia do canal, pois mesmo com a dragagem este trecho indica padrão meandrante e baixa declividade.

Observou-se ao longo do monitoramento, que a remobilização dos bancos de sedimentos localizados nas margens dos rios, contribuiu para a erosão das margens, pois os bancos de sedimentos auxiliavam na regeneração da vegetação da zona ripária. Com a dragagem, a velocidade da água acabou aumentando, influenciando o transporte de sedimentos. Esta observação já havia sido realizada por Santos e Pinheiro (2002), no qual a canalização pode diminuir a resistência hidráulica e acelerar o escoamento da água.

Cabe destacar, que após a dragagem e retificação do canal, observou-se que houve um aumento da velocidade da água que pode potencializar a carga de sedimentos suspensos (LENCASTRE, 1996). A remoção dos bancos de sedimentos com a dragagem potencializou o contato do fluxo de água com as margens. Por haver uma carga maior de sedimentos no fluxo, as margens passaram a sofrer o processo de abrasão e corrosão, que potencializaram o solapamento das margens, contribuindo de forma significativa para o desmoronamento das mesmas.

Carga de sedimentos suspensos

Com o aumento da velocidade da água, uma quantidade maior de partículas (sedimentos) é colocada em movimento, aumentando assim a produção de sedimentos suspensos. Mas em determinados casos, a vazão não consegue transportar todo esse banco, influenciando em maior deposição de sedimentos nestes locais, reduzindo a carga de material suspenso. (Tabela 3). Este processo implica em redução da capacidade de vazão do rio, aumentando assim o risco de enchente em determinadas chuvas.

Por meio da tabela 3 nota-se que a concentração de sedimentos suspensos na área urbana da bacia do Rio das Antas foi maior depois da dragagem com média de 480 mg/L $\pm 0,29$. Enquanto que a produção média de sedimentos antes da dragagem foi de 380 mg/L $\pm 0,15$. Ou seja, houve um aumento em torno de 26,3% na concentração de sedimentos depois da dragagem.

Tabela 3- Concentração de sedimentos nas coletas de dados realizadas antes e depois da dragagem.

Campanhas de coletas	Antes da dragagem		Depois da dragagem	
	Concentração/ sedimentos (mg/L)	Vazão* (m ³ /seg)	Concentração/ sedimentos (mg/L)	Vazão (m ³ /seg)
Coleta 1	111 \pm 0,02	0,52	140 \pm 0,03	0,31
Coleta2	150 \pm 0,03	0,35	570 \pm 0,49	0,69
Coleta3	140 \pm 0,01	0,47	740 \pm 0,13	0,97
Coleta4	460 \pm 0,01	1,20	660 \pm 0,57	1,21
Coleta5	600 \pm 0,33	1,42	160 \pm 0,12	0,34
Coleta6	650 \pm 0,57	1,61	320 \pm 0,34	0,46
Coleta7	540 \pm 0,09	1,57	730 \pm 0,34	1,13
Média	380 \pm 0,15	1,02	480 \pm 0,29	0,73

Nota (n=15). *A vazão indicada na tabela, refere-se à vazão estimada no momento da coleta dos sedimentos e não ao pico de cheia.

Observou-se que houve uma variação maior na concentração de sedimentos depois da dragagem, com coletas variando de 140 mg/L a 730 mg/L. Esta variação pode ser o resultado do aumento da velocidade da água após a remoção dos bancos de sedimentos que atuavam como obstáculo para o fluxo de água.

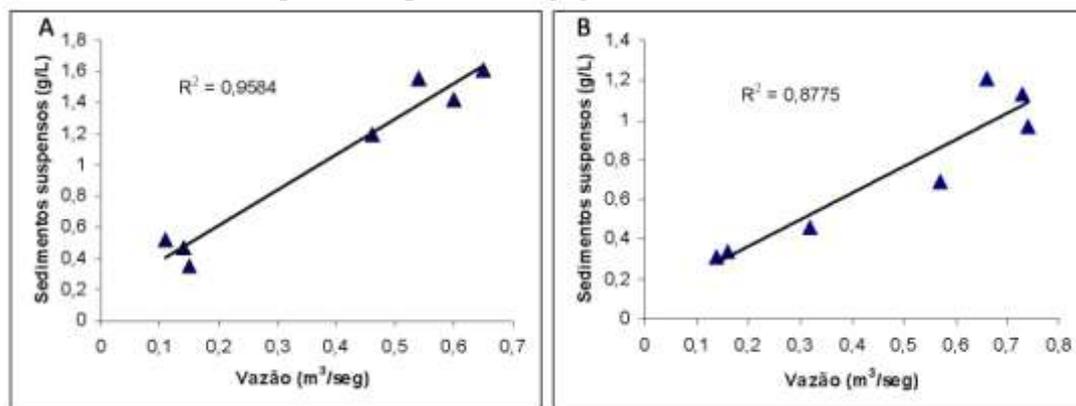
Durante o trabalho, foi possível notar que ao longo do perfil longitudinal, quando a velocidade é lenta e uniforme, as águas fluem em camadas, sem haver mistura entre elas, constituindo o fluxo laminar. Esta condição já havia sido observada por Cunha (1996), no qual os processos erosivos neste caso são diminutos e a capacidade de transporte se torna reduzida, deslocando, apenas, partículas muito finas. Ao contrário dos fluxos turbulentos, onde ocorrem flutuações da velocidade, devido a redemoinhos produzidos por obstáculos e irregularidades existentes no leito, a capacidade de transporte atinge as partículas maiores.

Após a dragagem, a velocidade da água foi maior em relação ao período anterior (sem dragagem). Este aumento acabou colocando material de granulometria maior em movimento, sendo que estes passam a ser transportados suspensos, aumentando assim a concentração de sedimentos suspensos com o aumento da vazão.

Outro fator que pode ter auxiliado no aumento da produção de sedimentos após a dragagem é o próprio material que foi removido de dentro da calha do rio pelas máquinas. Observou-se que este material foi depositado nas margens do próprio rio. Com a precipitação este material acabou sendo erodido novamente para o leito do rio. Como os bancos de sedimentos e os escombros que antes reduziam a velocidade da água foram removidos, esse material agora vai ser colocado em movimento com maior facilidade.

Os dados de produção de sedimentos suspensos foram correlacionados com a vazão, no intuito de identificar possível interferência da dragagem na carga de material (figura 4).

Figura 4 a) correlação entre vazão e sedimentos suspensos antes da dragagem; b) correlação entre vazão e sedimentos suspensos depois da dragagem.



Fonte: Próprios autores

Por meio da figura 4, observa-se que antes da dragagem a vazão indicou maior correlação ($R^2 = 0,9584$). Depois da dragagem, esta correlação foi pouco menor ($R^2 = 0,8775$), ou seja, após a dragagem a vazão diminuiu sua eficiência em transportar sedimentos suspensos. Os valores foram significativos à nível de $p > 0.05$.

Esta variação pode ser atribuída aos bancos de sedimentos que se formaram ao longo do tempo antes da dragagem, pois para removê-los era necessário um aumento da vazão. Após a dragagem, o contato do fluxo de água com as margens foi maior, potencializando a erosão das mesmas. Neste caso mesmo sem o aumento significativo da vazão houve erosão de margem.

CONCLUSÃO

Após o monitoramento da movimentação (erosão e/ou acúmulo) das margens no Rio das Antas na área urbana de Irati, e a produção de sedimentos suspensos nos dois cenários (antes e depois da dragagem do leito do rio), conclui-se que a erosão de margem antes da dragagem indicou valores inferiores aos dados coletados após a dragagem, sendo verificado um acúmulo de solo ao redor de alguns pinos. Esta variação pode ter sido causada pelos bancos de sedimentos formados por solo, galhos, troncos de árvores e lixo. Nestes bancos houve regeneração da vegetação, contribuindo assim para o acúmulo de sedimentos nestes locais.

Com a dragagem, esses bancos foram removidos, desobstruindo o fluxo de água e sedimentos. Este processo acabou potencializando a velocidade do fluxo da água que, por conseguinte, contribuiu com o aumento na carga de sedimentos. A concentração de sedimentos antes da dragagem foi de 380 mg/L e, após a dragagem a concentração foi de 480 mg/L, um aumento em torno de 26,3%.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.T. *Construir Reservatórios* - Revista Engenharia; Cuidando das águas do Estado de São Paulo ed.548 – São Paulo-SP. 2001.
- ANDRADE, A. R. de; FELCHAK, I. M. *A Poluição Urbana e o Impacto na qualidade da água do Rio das Antas – Irati/Pr.* Geoambiente On-Line Revista Eletrônica do Curso de Geografia – Campus Jataí – UFG Jataí-GO. n.12 jan-jun. 2009



ANTONELI, V. *Dinâmica do uso da terra e a produção de sedimentos em diferentes áreas fontes na bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista- Guamiranga-PR*. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba. 354 p. 2011.

BUHLER, B. F.; SOUZA C. A. de, *Aspectos sedimentares do Rio Paraguai no perímetro urbano de Cáceres – MT*. Geociênc. (São Paulo) vol.31 no.3 São Paulo 2012.

CANHOLI, A.P. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. 2º Ed. São Paulo. Oficina de Textos. 2015.

COLLINS, A.L; WALLING, D.E. Documenting catchment suspended sediment sources: problems, approaches and prospects. *Progress in Physical Geography*, v.28, n.2, p. 159-196, 2004.

CUNHA, S. B. *Geomorfologia Fluvial*. In GUERRA, A. T. G. e CUNHA, S. B. *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FERNANDEZ, O. V. Q. *Mudanças no canal do rio Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico (PR)*. IGCE, UNESP, Dissertação (mestrado), Rio Claro, SP, 96 p. 1990.

FREITAS, C.M.; XIMENES, E.F. *Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação*. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1601-1615, 2012

GUERRA, A. T. G. e CUNHA, S. B. *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*, Ed. Bertrand Brasil, 2ª Ed. 2005.

LENCASTRE, A. *Hydraulique générale*. Éditions Eyrolles, Paris, 1996. 633 p.

MOURA, J.R. S.; SILVA, T.M. *Complexo de rampas de colúvio*. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. Cap. 4. p. 143- 180.

MARTINS, M. L. R. *São Paulo, centro e periferia: a retórica ambiental e os limites da política urbana*. *Estudos Avançados* 25 (71), 2011.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. *Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano*. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, n,20 v1:, jun. 2008. p111-124

PATRICK, D. M.; SMITH, L. M.; WHITTEN, C. B. *Methods for studying accelerated fluvial change*. In: *Gravel Bed Rivers*. John Wiley and Sons.1982. p. 783-816.



SANTOS, G. F. DOS; PINHEIRO, A. *Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos Municípios de Blumenau e Gaspar (SC.)* Revista Brasileira de Geomorfologia, v.3, n. 1, 2002 p. 1-9

THORNE, C. R. *Process of bank erosion river cannels.* Unpublished Ph.D. thesis. School environmental Sciences. UEA, Norwick, UK, 1978. 447p.

THORNE, C. R.; TOVEY, N. K. *Stability of composite river banks.* Earh Surface Processes and Landforms, v.6, 1981. p. 469-484.

WOMAN, M. G. *Factors influencing erosion of a cohesive river bank.* American Journal of Science, v.257, p. 204-216, 1959.

WALLING, D.E. *Linking The field to the river: sediment delivery from agricultural land.* In: *Soil Erosion on Agricultural Land.* Ed.: BOARDMAN, J.; FOSTER, I.D.L.; DEARING, J.A. Wiley, Chichester. p. 129-152. 1990.

WILSON JUNIOR,G. e PAIVA L. E. D. *Estimativa da descarga sólida por arraste a partir do registro das configurações de fundo: aplicação ao córrego Horácio, Noroeste do Estado do Paraná.* In Anais... XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, de 23 – 27 de novembro de 2003. Curitiba, Pr.