

Considerações Teóricas Sobre Transporte e Deposição de Detritos Lenhosos e Avaliação de Casos a Partir do Rio das Pedras, Guarapuava-PR

Andrey Luis Binda

PPGG-Universidade Estadual do Oeste do Paraná-UNIOESTE- Fco Beltrão-PR

Bolsista da Capes

E-mail: andrey_geobass@hotmail.com

Adalto Gonçalves Lima

Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste-UNICENTRO-Guarapuava-PR

E-mail: adalto@unicentro.br

Resumo:

Os detritos lenhosos têm sido vistos como componentes imóveis dos canais fluviais, isso porque a maioria dos estudos enfoca a dinâmica de grandes peças em pequenos canais. No entanto, até mesmo grandes peças de detritos podem ser transportadas durante grandes eventos de cheia. Neste sentido, alguns trabalhos têm procurado focar a questão da dinâmica de transporte e deposição de detritos lenhosos através de estudos baseados em simulações em calhas. Baseado nesses trabalhos, procura-se no presente artigo apresentar de maneira geral, uma revisão bibliográfica acerca da dinâmica de transporte e deposição de detritos lenhosos. Além disso, buscou-se correlacionar alguns tipos de deposição de detritos lenhosos ocorrentes na Bacia do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, com o possível mecanismo de transporte.

Palavras-Chave: Detritos lenhosos; Mecanismo de transporte; Deposição.

Abstract:

Woody debris have been seen as immobile components of the river channels, because most of the studies focuses the dynamics of great pieces in small channels. However, even great pieces of debris can be transported during great flood events. In this sense, some works have been trying to analyze the transport dynamics and deposition of woody debris through studies based on flume simulations. Based on those works, the present paper presents, in a general way, a bibliographical revision concerning the transport dynamics and deposition of woody debris. Besides, it correlates some of woody debris deposition types with the possible transport mechanism at Rio das Pedras Basin, Guarapuava-PR.

Keywords: Woody debris; transport mechanism; Deposition.

1 - Introdução

A expressão detritos lenhosos (*coarse woody debris, large organic debris, large woody debris* ou apenas *woody debris*) é aplicada à árvores, raízes, troncos e galhos, que encontram-se caídos dentro ou sobre as margens de canais fluviais (LINSTEAD & GURNELL, 1999).

Pesquisas com relação à função dos detritos lenhosos dentro de canais fluviais têm sido desenvolvidas, sobretudo, nas últimas três décadas (LINSTEAD & GURNELL, 1999; GURNELL, *et al.* 2002). Sedell (2000) aponta que somente nos últimos 25 anos as funções geomorfológica e ecológica dos detritos lenhosos têm sido estudadas mais profundamente.

Segundo Braudrick & Grant (2001) os detritos lenhosos têm sido vistos como componentes imóveis dos canais, isso porque a maioria dos estudos enfoca a dinâmica de grandes peças em pequenos canais. No entanto, até mesmo grandes peças de detritos podem ser transportadas durante grandes eventos de cheia.

Neste sentido, alguns trabalhos (BRAUDRICK & GRANT, 2001; BOCCHIOLA, et al. 2006) tem procurado focar a questão da dinâmica de transporte e deposição de detritos lenhosos através de estudos baseados em simulações em calhas.

Baseado nesses trabalhos, procura-se no presente artigo apresentar, de maneira geral, uma revisão bibliográfica acerca da dinâmica de transporte e deposição de detritos lenhosos. Além disso, buscou-se correlacionar alguns tipos de deposição de detritos lenhosos ocorrentes na Bacia do Rio das Pedras, com o possível mecanismo de transporte.

2 - Localização e Características Gerais do Município de Guarapuava-PR

O Município de Guarapuava localiza-se na região centro-sul do Estado do Paraná sobre o terceiro planalto paranaense ou planalto de Guarapuava. Segundo Maack (2002) Guarapuava caracteriza-se por uma paisagem de campo limpo, capões e matas de galeria associadas a araucárias. Em relação ao clima, o mesmo autor, classifica o Município de Guarapuava como pertencente à zona de clima quente-temperado subtropical fresco até frio no inverno. Na classificação de Koeppen localiza-se em Cfb, ou seja, na zona temperada sempre úmida, com mais de cinco geadas por ano (MAACK, 2002).

Thomaz & Vestena (2003) analisaram 25 anos de dados meteorológicos do Município de Guarapuava (de 1976 a 2000), e calcularam a temperatura média anual como sendo em torno de 17°C e observaram, também, que a temperatura máxima ocorreu em novembro de 1985 quando chegou a 36°C. Ao contrário a temperatura mínima registrada foi de -6,8°C em junho de 1978. Quanto ao volume de precipitação anual, a média do município é de 1961 mm, distribuídos numa média de 149 dias com chuva. Durante o ano ocorre uma média de 13 a 15 eventos de geada no município, devido à atuação da Mpa (Massa Polar Atlântica), mais intensa nos meses mais frios.

O Município de Guarapuava situa-se sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e, restritamente em sua área leste, sobre a Formação Botucatu, ambas do Grupo São Bento, formadas durante o Mesozóico.

2.1 - Localização da Área de Estudo

A Bacia do Rio das Pedras é o manancial de abastecimento de Guarapuava, e localiza-se a leste do perímetro urbano, drenando uma área de aproximadamente 330 km² (Figura 1). Desenvolve-se no reverso da Escarpa da Esperança sobre as rochas basálticas da Unidade Básica Inferior da Formação Serra Geral (NARDY, 1995). O rio principal possui uma extensão de aproximadamente 61 km.

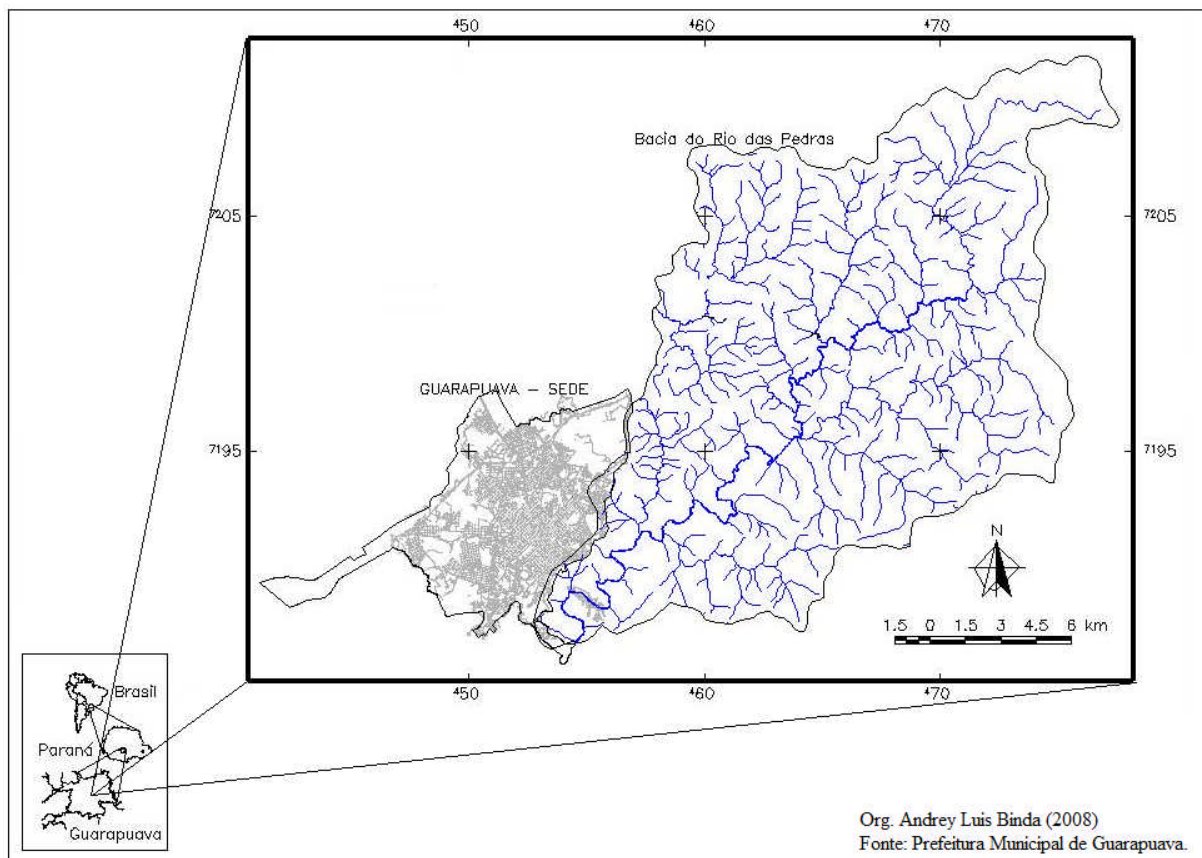


Figura 1. Localização da Bacia do Rio das Pedras.

3 - Detritos Lenhosos e Canais Fluviais

Os detritos lenhosos podem ser classificados por suas dimensões em: **grandes detritos lenhosos** (*large wood debris*), quando as peças apresentam um diâmetro superior a 0,1 m e um comprimento superior a 0,5 m, e **pequenos detritos lenhosos** (*fine wood debris*) quando as peças têm um diâmetro de 0,03 – 0,1 m e comprimento superior a 0,5 m (GOMI, *et al.* 2003).

Os grandes detritos lenhosos exercem controle sobre os ambientes fluviais, pois influenciam: (1) o fluxo hidráulico decorrente da rugosidade que as peças de detritos lenhosos formam no canal; (2) a transferência de solutos, sedimento mineral e matéria orgânica, pois funcionam como barreiras que armazenam os sedimentos e outros detritos à montante de sua posição e (3) a criação de diferentes alterações nas feições de dentro do canal (formação de barras, soleiras, depressões) (GURNELL, *et al.* 2002; MONTGOMERY & PIÉGAY, 2003). Os pequenos detritos lenhosos, devido as suas dimensões, adquirem um papel secundário sobre a modificação nas características morfológico-hidráulicas dos cursos de água. (LENZI *et al.*, 2006).

No entanto, para exercer tal influência, há dependência de fatores como: características das peças de madeira como tamanho, forma, densidade, orientação e estabilidade, tamanho do canal (largura e extensão), fluxo e regime de transporte de sedimentos (quantidade e calibre dos sedimentos mobilizados, transportados e depositados pelo rio) e o estilo geomorfológico (padrões de forma de leito e tipos de canal) (GURNELL *et al.* 2002). Estes fatores atuam na alteração da rugosidade do leito do canal, o que permite influenciar a velocidade do fluxo, a descarga, a tensão de cisalhamento e a taxa de transporte de carga de leito (MONTGOMERY & PIÉGAY, 2003).

Gurnell *et al.* (2002) chamam a atenção também para a relação entre o tamanho do canal e os detritos lenhosos. O autor propõe uma classificação do tamanho do canal baseado no tamanho das árvores da vegetação ripária, obtendo três classes de tamanhos: **canais pequenos** para aqueles cuja largura é menor do que a metade do comprimento médio das peças; **canais médios** onde a largura é superior a metade do comprimento das peças; e **canais grandes** quando a largura do canal é superior ao comprimento total das peças. Embora seja uma classificação um tanto imprecisa, serve como base inicial no estudo da presença de acumulações. Canais pequenos são mais propensos a apresentarem acumulações de detritos lenhosos, devido à baixa capacidade de transporte de grandes peças (FETHERSTON, *et al.*, 1995; PIÉGAY & GURNELL, 1997; GURNELL, *et al.*, 2002;). A formação de degraus com detritos lenhosos, por exemplo, está na maioria dos casos relacionados a canais de primeira ordem (GOMI, *et al.*, 2003; PIÉGAY & GURNELL, 1997).

Uma vez dentro do canal fluvial os detritos lenhosos podem ser encontrados como peças individuais ou formando acumulações complexas no canal. Fox (2003) define como acumulação (*jam*) o grupo formado por 10 ou mais peças de grandes detritos lenhosos.

4 - Transporte e Deposição de Detritos Lenhosos: Conceitos Teóricos

Diferentes fatores regem os mecanismos de transporte e deposição de detritos lenhosos. Segundo Braudrick & Grant (2001) as condições básicas para o processo de transporte e deposição de detritos lenhosos podem ser divididas em dois conjuntos, um referente às características do canal, tal como tamanho (largura e profundidade) e morfologia (sinuosidade), e outro referente às características das peças de detritos lenhosos, como diâmetro, comprimento e presença de raízes. Bocchiola *et al.* (2006) acrescenta ainda a densidade do material, a velocidade e profundidade da água e a presença de obstáculos no canal, incluindo estruturas como degraus, soleiras, depressões, matacões e acumulações de detritos lenhosos.

Grandes detritos lenhosos movem-se maiores distâncias em canais maiores (>5ª ordem) do que em canais menores, isso porque, canais maiores apresentam maior relação largura x profundidade do que pequenos canais. Em canais pequenos, detritos de comprimento maior do que a largura do canal tendem a ser estáveis, permanecendo normalmente próximo do local de aporte. O transporte desses detritos podem ocorrer somente, durante grandes inundações ou devido ao apodrecimento e quebra do material (BRAUDRICK & GRANT, 2001; BOCCHIOLA, et al. 2006).

Conforme Abbe et al (1993 apud BOCCHIOLA, 2006) os detritos tendem a ser depositados quando a profundidade é inferior a aproximadamente metade do diâmetro da peça. Dessa forma, uma peça depositada em um evento de determinadas condições de profundidade, só irá mover-se mediante um evento maior, que gere maior profundidade. Caso contrário, a peça ficará totalmente estável, ou apresentará insignificante deslocamento (BOCCHIOLA, et al. 2006).

Em relação à morfologia do canal, os detritos são normalmente depositados em trechos que podem ser largos, sinuosos ou onde há a existência de barras alternadas no leito. Assim, os detritos tendem a ser depositados na margem côncava de meandros e à frente de ilhas ou sobre barras. (BRAUDRICK & GRANT, 2001; BOCCHIOLA, et al. 2006).

Em relação aos mecanismos de transporte de detritos lenhosos, Degetto (2000 apud LENZI, 2006) identifica três tipos: 1) por arraste ou rolamento sobre o leito; 2) em suspensão; e 3) em flutuação. Pequenas peças de detritos tendem a ser transportadas mais distante do que peças grandes. A presença de raízes em troncos também afeta a dinâmica de deslocamento, pois estas podem atuar de modo a inibir o transporte, seja por ancorar às margens, seja por serem enterradas no leito por sedimentos (BRAUDRICK & GRANT, 2001).

A mensuração acerca da dinâmica de transporte de detritos lenhosos em canais naturais, durante eventos de cheias, apresenta algumas restrições. Neste sentido, alguns autores têm procurado compreender essa questão mediante experimentos de laboratório com calhas.

Braudrick & Grant (2006) aplicaram esse método, utilizando pinos cilíndricos de madeira de diferentes tamanhos e densidades, em calhas que procuravam imitar canais com barras alternadas e curvas meândricas, sobre leito de cascalho ($D_{50} = 8$ mm). Os pinos eram inicialmente introduzidos paralelamente ao fluxo.

Os autores observaram que os pinos, em todas as simulações, tenderam a se auto-alinhar paralelamente ao fluxo no centro do canal, sobretudo, nas áreas de maior profundidade

e velocidade. Até mesmo nos meandros os pinos apresentavam orientação paralela, no entanto, sendo transportados próximo à margem côncava da curva (área de maior profundidade). A deposição dos pinos ocorreu nas margens côncavas das curvas e sobre ilhas e barras. Frequentemente, os pinos ao atingirem as barras, sofriam transporte por rolamento, fato que deve ser menos comum em canais naturais, onde a presença de raízes, galhos e vegetação sobre as barras e ilhas inibe esse mecanismo (BRAUDRICK & GRANT, 2001).

Bocchiola et al. (2006) também utilizando calhas experimentais, procuraram reconhecer a dinâmica de transporte e deposição de pinos (de diferentes tamanhos e densidades), mediante a presença de obstáculos, que imitavam árvores em uma planície de inundação, sendo o material de leito formado por areia ($D_{50} = 2\text{mm}$). As simulações eram realizadas inserindo os pinos perpendicularmente ao fluxo e contabilizando o local de deposição de cada pino.

Os resultados obtidos pelos autores mostram que os pinos de menor comprimento apresentam uma probabilidade de deposição constante em toda a calha, ao passo que os pinos de maior comprimento tendem a parar, sobretudo, nos primeiros obstáculos. Além disso, os autores perceberam duas formas principais referentes ao tipo de deposição junto ao obstáculo: retenção (*bridging*) e apoio (*leaning*). O primeiro ocorria quando o pino era retido junto a dois obstáculos e o segundo quando o pino apoiava-se em apenas um obstáculo. Em canais naturais a primeira ocorrência poderia fornecer um possível membro-chave para uma nova acumulação de detritos lenhosos, enquanto o segundo pode ser transportado à jusante em outro evento ou através do deslocamento por choque de outra peça.

5 - Transporte e Deposição de Detritos Lenhosos no Rio das Pedras: Primeiras Considerações

Binda & Lima (2006; 2007) já haviam demonstrado a ocorrência de oito tipos de acumulações de detritos lenhosos na bacia do Rio das Pedras. No entanto, pouco foi esclarecido acerca dos mecanismos de transportes desses materiais, restringindo de maneira geral às formas de acumulação segundo Abbe & Montgomery (2003).

Considerando o canal principal do Rio das Pedras, pode-se afirmar que o mesmo, apresenta grande variação de largura-profundidade ao longo de seu perfil longitudinal. Trechos aluviais, com canal confinado entre margens colúvio-aluviais bem definidas, são intercalados por extensos trechos rochosos, que promovem o alargamento do canal e portanto diminuição da profundidade.

Tendo em vista alguns casos inventariados em campo, foi possível vislumbrar

algumas características da dinâmica de transporte considerando esses trechos aluviais e rochosos. Porém, há de ser evidenciado que as características fito-fisionômicas da vegetação permanecem as mesmas em toda a bacia. Os casos aqui analisados, mesmo nos trechos mais estreitos, referem-se a dimensões de canal sempre superior ao comprimento médio das peças de detritos.

Em trechos aluviais de canal confinado, os grandes detritos lenhosos apresentavam, de maneira geral, depositados paralelo ao canal, seja no centro ou próximo às margens do canal. A Figura 2 mostra um grande detrito lenhoso depositado no centro do canal.



Figura 2. Grande detrito lenhoso em trecho aluvial. Fluxo da esquerda para direita

Em trechos rochosos, a disposição dos grandes detritos lenhosos, apresenta peculiaridades. Normalmente, estes apresentam orientação transversal ao canal. A Figura 3, mostra um grande detrito lenhoso depositado em trecho rochoso.

Comparando esses casos, pode-se fazer algumas suposições sobre a dinâmica de transporte de grandes detritos lenhosos, considerando a disposição dos trechos aluvial e rochoso. Dessa forma, em trechos aluviais os detritos lenhosos tendem a ser transportados em suspensão. Como esses trechos do canal apresentam-se confinados por margens bem definidas, durante eventos extremos a ascensão da lâmina d'água permite com que esses troncos sejam transportados em suspensão.



Figura 3. Grande detrito lenhoso em trecho rochoso (vista à montante)

De modo inverso, quando esses grandes detritos lenhosos atingem extensos trechos rochosos, a diminuição da profundidade, decorrente do alargamento do canal, impede que o material seja transportado em suspensão. Assim, os troncos iniciam a ser transportados em contato com o leito, que faz com que o material rotacione transversalmente ao canal, e seja transportado por rolamento.

Esses dois mecanismos são de suma importância para a dinâmica de detritos lenhosos em canais fluviais, pois grandes detritos lenhosos ao serem transportados podem ser quebrados em peças menores e assim, serem transportados mais facilmente.

6 - Considerações Finais

A partir do que foi exposto, pode-se perceber que a dinâmica e os mecanismos de transporte e deposição de detritos lenhosos em canais fluviais, são regidos por inúmeros fatores. Portanto, o presente trabalho está longe de ser uma leitura exaustiva do assunto.

Embora muito ainda tenha que ser aprendido sobre o assunto, as suposições aqui inseridas considerando alguns casos inventariados no Rio das Pedras, necessitam de mais estudos, tais como verificações em campo e monitoramento do transporte e deposição de peças de detritos.

Referências:

- ABBE, T.B. & MONTGOMERY, D.R. (2003) Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets rivers basin, Washington. *Geomorphology*, v.51, p. 81-107.
- BINDA, A.L. & LIMA, A.G. (2006) Características deposicionais de detritos lenhosos no Rio

das Pedras, Guarapuava-PR: uma visão preliminar. In: Anais da XIII Semana de Geografia. Ponta Grossa: UEPG. p. 34-38.

BINDA, A.L. & LIMA, A.G. (2007) Detritos lenhosos e dinâmica fluvial: casos inventariados na Bacia do Rio das Pedras – Guarapuava-PR. In: Anais do XII Encontro de Geografia da Uniãoeste-ENGEO; VI Encontro de Geografia do Sudoeste do Paraná-ENGESOP. Francisco Beltrão: UNIOESTE. p. 146-149.

BOCCHIOLA, D.; RULLI, M.C.; ROSSO, R. (2006) Transport of large woody debris in presence of obstacles. *Geomorphology*, v.51, p.166-178.

BRAUDRICK, C.A. & GRANT, G.E. (2001) Transport and deposition of large woody debris in streams: a flume experiment. *Geomorphology*, v.41, p. 263-283.

FETHERSTON, K.L.; NAIMAN, R.J.; BILBY, R.E. (1995) Large woody debris, physical process, and riparian forest development in montane river networks of the Pacific Northwest. *Geomorphology*, v.13, p. 133-144.

FOX, M.J. (2003) Spatial organization, position, and source characteristics of large wood debris in natural systems. Doctoral dissertation. Washington: University of Washington.

GOMI, T.; SIDLE, R.; WOODSMITH, R.D.; BRYANT, M.D. (2003) Characteristics of channel steps and reach morphology in headwater streams, southeast Alaska. *Geomorphology*, v.51, p. 225-242.

GURNELL, A.M.; PIÉGAY, H.; SWANSON, F.J.; GREGORY, S.V. (2002) Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biology*, v.47, p. 601-619.

LENZI, M.A.; COMITI, F.; MAO, L. ANDREOLI, A.; PECORARI, E.; RIGON, E. (2006) El control de detritos leñosos y el manejo de la vegetación en el cauce. Padova: Università degli Studi di Padova.

LINSTEAD, C & GURNELL, A.M. (1999) *Large woody debris n British headwater rivers: physical habitat role and management guidelines*. Birmingham: University of Birmingham/School of Geography & Environmental Sciences/Environment Agency. p. 36.

MAACK, R. (2002) *Geografia física do Estado do Paraná*. 3.ed. Curitiba: Imprensa Oficial.

MONTGOMERY, D.R. & PIÉGAY, H. (2003) Wood in rivers: interactions with channel morphology and processes. *Geomorphology*, v.51, p. 1-5.

NARDY, A.J.R. (1995) *Geologia e petrologia do vulcanismo mesozóico da Região Central da Bacia do Paraná*. Tese de Doutorado. Rio Claro: IGCE-UNESP.

PIÉGAY, H. & GURNELL, A.M. (1997) Large woody debris and river geomorphological pattern: examples from S.E France and S. England. *Geomorphology*, v.19, p. 99-116.

SEDELL, J. (2000) Historical analysis of wood in streams and rivers. **International Conference on Wood in World Rivers**. Oregon: Oregon State University.

THOMAZ, E.L. & VESTENA, L.R. (2003) *Aspectos climáticos de Guarapuava-PR*. Guarapuava: Ed. UNICENTRO.