

Artigos



MORFOLOGIA E PROCESSOS FLUVIAIS: O PAPEL DOS DETRITOS LENHOSOS

MORPHOLOGY AND FLUVIAL PROCESSES: THE ROLE OF WOOD DEBRIS

Andrey Luis Binda- UNICENTRO

andrey_geobass@hotmail.com

Adalto Gonçalves Lima - UNICENTRO

aglima@cfh.ufsc.br

Resumo:

A vegetação ripária, devido às condições fisiológicas de seus indivíduos, acaba por fornecer uma grande quantidade de material vegetal aos cursos fluviais. Diferentes autores têm proposto a utilização da expressão detritos lenhosos (*wood debris*) a todo o material de origem vegetal, ou seja, as folhas, galhos, troncos e raízes, que se encontram caídos dentro ou sobre as margens de canais fluviais. O presente artigo visa demonstrar o papel dos detritos lenhosos sobre a morfologia e processos fluviais, mediante uma avaliação das pesquisas recentes sobre o tema e contextualização a partir de observações feitas em trabalhos de campo realizados no Rio das Pedras e no Rio Guabiroba, município de Guarapuava-PR.

Palavras-chave: detritos lenhosos, morfologia de canais, processos fluviais

Abstract:

The riparian vegetation, due to its individual's physiological conditions, provides a large quantity of organic debris to the fluvial courses. Different authors have propose the utilization of the term wood debris to all material of vegetal origin, as leaves, branches, boles and roots, that are found inside or on the bank of fluvial channels. The present paper is set to demonstrate the role of wood debris on the morphology and fluvial processes, by an evaluation of recent researches on the theme and contextualization starting from observations done in field works at Rio das Pedras and Rio Guabiroba, Guarapuava-PR.

Key-words: wood debris, channel morphology, fluvial processes

Introdução

A vegetação ripária, devido às condições fisiológicas de seus indivíduos, acaba por fornecer uma grande quantidade de material vegetal aos cursos flúviais. Diferentes autores têm proposto a utilização do termo detritos lenhosos (*wood debris*) a todo o material de origem vegetal, ou seja, as folhas, galhos, troncos e raízes, que se encontram caídos dentro ou sobre as margens de canais flúviais. No entanto, pouco tem sido feito no sentido de reconhecer a função da vegetação ripária sobre os processos geomorfológicos flúviais.

Os detritos lenhosos podem atuar na alteração das características geomorfológicas do canal em três escalas fundamentais: (1) **na unidade do canal**, com a formação de depressões, barras e quedas/degraus; (2) **na escala de trecho do canal**, com o aumento da largura, decréscimo da profundidade e formação de canais secundários e (3) **no segmento do vale**, com a criação de grandes depósitos de sedimentos e detritos ou a erosão e entalhamento do talvegue, sendo que esses fatores influenciam o nível de base local (ABBE & MONTGOMERY, 2003; MONTGOMERY *et al.*, 2003).

Considerando esse contexto, o presente artigo visa demonstrar o papel dos detritos lenhosos sobre a morfologia e processos flúviais, buscando os apontamentos que as pesquisas recentes sobre o tema têm feito, e procurando exemplificar a partir de observações feitas em trabalhos de campo realizados no Rio das Pedras e no Rio Guabiroba, município de Guarapuava-PR. No entanto, não se pretende fazer uma análise exaustiva acerca do tema, mas apresentar sinteticamente as diferentes formas de atuação geomorfológica dos detritos lenhosos sobre os canais flúviais.

Vale ressaltar que trabalhos acerca desta temática são escassos na literatura geomorfológica em língua portuguesa e que esses estudos carecem de contextualização nos ambientes tropicais e sub-tropicais. Nesse sentido, optou-se por dividir o texto em quatro seções: 1. Detritos Lenhosos: conceitos básicos, 2. Detritos lenhosos, hidráulica e sedimentos, 3. Detritos lenhosos e planícies de inundação; 4. Detritos lenhosos e morfologia dos perfis longitudinais. Tal divisão propõe fornecer uma compreensão básica, introdutória, sobre uma variada gama de efeitos, processos e alterações induzidas pelos detritos lenhosos nos canais flúviais.

Detritos lenhosos: conceitos básicos

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 inferior a 0,5 m (GOMI, *et al.* 2003). Montgomery *et al.* (2003) demonstram que quando uma árvore cai dentro de um canal ela pode permanecer intacta (grandes detritos lenhosos) ou quebrar-se em peças pequenas e mais móveis (pequenos detritos lenhosos).

Os grandes detritos lenhosos exercem controle sobre os ambientes fluviais, pois influenciam: (1) o fluxo hidráulico, (2) a transferência de solutos, sedimento mineral e matéria orgânica, funcionando como barreiras que armazenam sedimentos e outros detritos à montante de sua posição e (3) a criação de diferentes alterações na morfologia dos canais (formação de barras, soleiras, depressões, por exemplo) (GURNELL, *et al.* 2002). Os pequenos detritos lenhosos, devido suas dimensões, adquirem um papel secundário sobre a modificação nas características morfológico-hidráulicas dos cursos de água. (LENZI *et al.*, 2006).

No entanto, Gurnell *et al.* (2002) evidenciam que para exercer tal influência, há dependência de fatores como: características das peças de madeira (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).

Os detritos lenhosos podem ser encontrados como peças individuais (Figura 1) ou formando acumulações complexas no canal (Figura 2). Um primeiro esforço para classificar a tipologia de acumulações foi efetuado por Abbe & Montgomery (2003), que definiram dez tipos, agrupados em três categorias (Quadro 1). A relação entre as características do canal e dos detritos lenhosos determina se as acumulações serão autóctones, alóctones, ou uma combinação de ambas.



Figura 1. Grande detrito lenhoso encontrado no Rio das Pedras.



Figura 2. Acumulação de meandro encontrada no Rio das Pedras.

Segundo Montgomery *et al.* (2003), dependendo do tamanho da árvore e do tamanho do rio, ela pode permanecer estável próximo onde caiu no canal ou pode ser transportada à jusante, podendo alojar-se contra a margem ou uma acumulação de detritos lenhosos pré-existente, estagnar-se no leito (membro-solto), ou ainda ancorar-se sobre uma barra ou sobre a planície de inundação.

Quadro 1. Síntese da tipologia de acumulação de detritos lenhosos.

Tipos	Subtipos	Características gerais
<p>Autóctone Os membros chave permanecem no local onde caíram, ou seja, não sofreram transporte</p>	<p>Detritos supridos das margens (<i>Bank Input</i>)</p>	Os detritos lenhosos permanecem ancorados nas margens do canal.
	<p>Degrau de detritos</p> (<i>Log Step</i>)	Detritos formando degraus (quedas) no canal.
<p>Combinada Membros chave autóctones e membros suportados</p>	<p>Acumulação de vale</p> (<i>Valley jams</i>)	A largura das acumulações excede a largura do canal
	<p>Acumulação fluxo-defletora</p> (<i>Flow deflection jams</i>)	Membros chave rotacionados e que desviam o fluxo hidráulico.
<p>Alóctone Formadas por material que sofreu ou sofre transporte para a jusante, sobretudo durante picos de cheia</p>	<p>Acumulações por Fluxo de detritos / inundação</p> (<i>Debris-flow/flood jams</i>)	Caótica acumulação de origem catastrófica, com ausência ou raro aparecimento de membros chave.
	<p>Acumulações de margem</p> (<i>Bench jams</i>)	Membros chave acumulados na margem do canal atuando na agradação das margens da planície de inundação.
	<p>Acumulação em topo de barra</p> (<i>Bar apex jams</i>)	Membros chave associados com outros detritos suportados e sedimentos. Frequentemente associados ao desenvolvimento de uma barra ou ilha.
	<p>Acumulação de Meandro</p> (<i>Meander jams</i>)	Acumulações que ocorre na margem côncava de uma curva meândrica.
	<p>Balsa de detritos</p> (<i>Log rafts</i>)	Presença de grandes acumulações de detritos lenhosos estáveis flutuando e que bloqueiam o canal.
	<p>Detritos instáveis</p> (<i>Unstable debris</i>)	Acumulações que têm impacto insignificante sobre a morfologia do canal ou a rugosidade do leito e que são facilmente transportados nos eventos de cheia.

Fonte: Abbe & Montgomery (2003).

Organização: BINDA & LIMA (2007).

As peças individuais de detritos lenhosos são classificadas em três tipos: membros chave (*key members*), referindo-se àquelas peças que parecem ter iniciado a acumulação, servindo como obstáculo que retém outros detritos; membros suportados (*racked members*), que se refere às peças alojadas contra uma obstrução no canal (blocos de rocha, membros chave ou outros detritos) e membros soltos (*loose members*), que preenchem os espaços, mas unem-se pouco à integridade da acumulação (COLLINS, *et al.* 2002; ABBE & MONTGOMERY, 2003). Binda & Lima (2006) propõem a utilização da expressão *membros soltos* para designar aquelas peças individuais que ficam estáveis durante baixo fluxo, mas que podem ser transportadas durante os períodos de cheias.

No que tange ao modo de aporte de detritos lenhosos, Abbe & Montgomery (2003) identificam três mecanismos principais: (1) pela **erosão das margens do canal**, condicionando a desestabilização e conseqüente queda das árvores - neste caso além do aporte dos detritos lenhosos ocorre também o aumento da carga sedimentar, devido à mobilização das margens; (2) pelos **ventos de tempestade**, que acabam por quebrar galhos e até mesmo derrubar árvores inteiras dentro do canal - neste caso, ao cair no canal, as raízes funcionam como âncoras para o tronco e mobilizam o solo, dando início à erosão das margens; (3) por **movimentos de massa** originados nas vertentes adjacentes ao canal. Binda & Lima (2006, 2007) reconheceram os dois primeiros mecanismos como fundamentais para o recrutamento de detritos lenhosos no Rio das Pedras, um canal de aproximadamente 60 km de extensão em ambiente de planalto.

Detritos lenhosos, hidráulica e sedimentos

Os rios são considerados os principais agentes geomorfológicos, pois são amplamente distribuídos e transportam o material oriundo das vertentes, condicionando a evolução da paisagem. Toda essa carga sedimentar, dependendo da competência e da capacidade de transporte do fluxo, pode ser transportada à jusante, ou então formar diferentes tipos de depósitos dentro do canal ou em suas margens e planícies de inundação (CHRISTOFOLETTI, 1981; SUGUIO & BIGARELLA, 1990).

A dinâmica de transporte, deposição e erosão intra-canal é comandada pela distribuição da tensão de cisalhamento no leito. Muitas variáveis, coletivamente denominadas de rugosidade, podem influenciar essa distribui-

ção. A rugosidade do canal exerce resistência ao fluxo e pode ser atribuída a diversos elementos, sendo os principais: granulometria da carga de leito, formas de leito, vegetação subaquática e detritos lenhosos. Estes últimos têm sido considerados mais recentemente como elementos que podem condicionar a resistência do fluxo de modo substancial, implicando na própria caracterização granulométrica dos sedimentos do leito.

O efeito geral dos detritos sobre a dinâmica do fluxo e, conseqüentemente, sobre a distribuição locacional dos processos de sedimentação e erosão dependerá da relação entre as características geométricas do canal (largura, profundidade, retinidade) e das características dos detritos lenhosos (forma, orientação, tamanho e densidade de peças).

Nos rios estudados por Manga & Kirchner (2000), com seção retangular, embora a cobertura por detritos lenhosos fosse menor que 2% da área, esses detritos respondem por cerca de 50% da rugosidade total. Desse modo, o leito pode possuir granulometria menor que a esperada ao se considerar apenas a tensão de cisalhamento total, pois o aumento na resistência ao fluxo pelos detritos inibe o transporte das partículas menores (ASSANI & PETIT, 1995). Quando o aporte de detritos é relativamente grande para a dimensão do canal, pode-se ter uma retenção de sedimento que chega a 40-50%, como nos casos estudados por Keller & Tally (1979) e Megahan (1982), *apud* Gurnell *et al.* (2002, p.608).

Por outro lado, a presença de detritos lenhosos pode promover o desvio do fluxo com o conseqüente aumento da velocidade local. Criando essa alteração nas linhas de fluxo do canal, pode ocorrer mudança do local de erosão na margem ou no leito (DANIELS & RHOADS, 2003). Com o tombamento de uma árvore da vegetação ripária produzem-se desvios no fluxo e criam-se zonas de turbulência próximas ao detrito, que podem promover a formação de depressões (ABBE & MONTGOMERY, 2003).

Assim, alterando a dinâmica do fluxo e da mobilidade dos sedimentos, os detritos lenhosos assumem grande importância para a alteração da morfologia dos leitos. Uma vez recrutado e, principalmente ao se formarem acumulações, esse material passa a influenciar decisivamente na formação/aumento de barras, depressões e soleiras.

Binda & Lima (2006, 2007) documentaram um processo de formação de ilha no canal do Rio das Pedras, Guarapuava-PR, associado à acumulação de detritos lenhosos. Os autores descreveram a formação de ilhas alongadas (que se estendem por mais de 50 m) ao eixo do canal e que se encontram definitivamente vegetadas. Tal acumulação é do tipo topo de barra (*bar-apex*

jam), e evoluiu a partir de detritos autóctones sobre barras em pontal. Além de proporcionar o desvio do fluxo, o detrito autóctone passa a ser um obstáculo, que acaba retendo não somente o sedimento, mas outros detritos lenhosos que são transportados pelo rio, ou seja, o detrito autóctone corresponde a um membro-chave, que retém outros membros (suportados e soltos).

Na classificação de Abbe & Montgomery (2003) essa acumulação seria do tipo deflexão de fluxo (*flow-deflection jams*). Entretanto, no caso estudado do Rio das Pedras, a acumulação não está integrada à margem, de tal modo que se forma um canal secundário ativo, situado entre a barra de sedimentos e a margem esquerda. Isso se deve a dois motivos, que podem operar isolada ou concomitantemente: 1) taxas de apodrecimento do material vegetal, que resulta no desligamento do detrito autóctone da margem do canal, fazendo com que reste apenas o tronco soterrado pelos sedimentos; 2) devido à erosão da margem, inserindo-o integralmente no canal.

Tal observação demonstra que sem a presença desses detritos, a barra de sedimentos não se elevaria. A elevação da barra em pontal até a formação da ilha vegetada e estável só foi possível graças à presença dos detritos autóctones tombados na margem convexa da curva do canal. Outros fatores logicamente contribuíram para tal fato, tais como: presença de um baixo gradiente hidráulico, curvatura do canal, disponibilidade de material sedimentar, presença de vegetais pioneiros logo no início dos núcleos de detritos/sedimentos.

Detritos lenhosos e planícies de inundação

Os detritos lenhosos têm uma relação fundamental com as planícies de inundação dos rios. Distinguem-se duas funções principais dos detritos lenhosos na alteração da configuração das planícies de inundação, quais sejam: na erosão/migração do canal ou na agradação das margens do canal.

Implicações sobre a erosão/migração do canal já foram tratadas anteriormente no presente trabalho, referindo-se à atuação de uma ou mais peças de detritos lenhosos no desvio do fluxo hidráulico para as margens, promovendo assim, a erosão. O'Connor *et al.* (2003) relataram casos em que o aumento da sedimentação em barras em pontal, induzida por acumulações de detritos, foi responsável pela aceleração do processo de rompimento de colos de meandro. Esse processo de erosão além de promover a migração do canal, fornece o recrutamento de novas peças que passam a integrar outras acumulações.

O processo de agradaciao das margens tambem pode promover a migrao do canal, por6m menos efetivamente. Para que haja agradaciao da margem, h6 necessidade de no m6nimo dois fatores: a) um membro-chave ser depositado paralelamente (ou obliquamente) ao fluxo e pr6ximo a uma margem; b) tornar-se est6vel neste local.

O membro-chave passa a atuar no revestimento da margem contra a eros6o, contudo, sua funo6o principal refere-se 6 capacidade de reteno6o do material transportado em suspens6o (part6culas finas – silte e argila) e de pequenos detritos lenhosos (ABBE & MONTGOMERY, 2003). No Rio das Pedras, foram encontradas ocorr6ncias desse tipo de acumulao6o de margem (*Bench jams*), como se v6 na Figura 3. No caso observado, um detrito chave, constitu6do por um tronco de *Arauc6ria angustifolia*, encontra-se definitivamente est6vel, com um dep6sito de sedimentos finos formado sobre a peo6a e entre a peo6a e a antiga margem, sustentando o desenvolvimento de vegetao6o de porte arbustivo.



Figura 3. Acumulao6o de margem (notar dep6sito formado sobre o detrito lenhoso).

Outro caso tambem observado no Rio das Pedras, 6 o de paleo-acumulao6o6es de margem retrabalhadas em um ciclo posterior de intensificao6o erosiva do canal. Neste caso foram encontradas em margens com vest6gios de agradaciao, lentes de paleo-detritos lenhosos associados a dep6sitos rud6ceos basais (conglomerados fluviais) e dep6sitos sedimentares finos sobreja-

centes. Esse tipo de ocorrência demonstra o papel dos detritos lenhosos na história paleo-ambiental de evolução do Rio das Pedras, além de evidenciar a função dos detritos lenhosos na agradaciação das margens da planície de inundação.

Detritos lenhosos e morfologia dos perfis longitudinais

Segundo Christofolletti (1981), o perfil longitudinal de um rio, refere-se à relação entre a altimetria e o comprimento (distância) entre a nascente e a foz, e representa a declividade ou o gradiente do canal. Diz-se perfil longitudinal em equilíbrio quando este se apresenta como uma forma côncava, e refere-se, hipoteticamente, ao equilíbrio entre erosão e deposição (SUGUIO & BIGARELLA, 1990).

No entanto, diferentes fatores podem influenciar a evolução dos perfis longitudinais dos canais fluviais. Nessa evolução, a presença de afloramentos de rochas mais resistentes funciona como nível de base local, promovendo muitas vezes rupturas de declive, que podem ser vistas no perfil longitudinal.

Segundo Gomi *et al.* (2003) os detritos lenhosos podem também alterar o perfil longitudinal dos canais, sobretudo, através da alteração do nível de base local, com a formação de unidades degrau-depressão (*step-pool*), ou soleira-depressão (*riffle-pool*).

Abbe & Montgomery (2003) ao descreverem os processos e a tipologia das acumulações de detritos lenhosos, mencionam os *degraus de detritos lenhosos* (*log-steps*) quando um tronco de árvore atravessa totalmente ou parcialmente o canal, formando verdadeiros degraus que bloqueiam o fluxo de água.

Para que ocorra a formação do degrau de detrito, alguns fatores devem ser levados em consideração. O primeiro deles é o estabelecimento de uma peça que se encontre orientada oblíqua ou ortogonalmente ao eixo do canal (ABBE & MONTGOMERY, 2003). Segundo Fernandez (2004) esse obstáculo cria um nível de base local e a formação de uma depressão à montante. Com o tempo, e dependendo da estabilidade do degrau de detrito, a depressão é assoreada pela carga de leito e transformada em uma soleira que passa a atuar na erosão à jusante do detrito, formando uma depressão.

Outra característica refere-se à competência do canal, que por sua vez deve ser insuficiente para transportar a peça à jusante. Em função disso, Gomi *et al.* (2003) demonstram que tal tipo de acumulação ocorre, prin-

principalmente, em canais de primeira ordem. Observações realizadas no Rio das Pedras demonstraram que com o aumento da competência de transporte, principalmente durante os períodos de cheia, onde há um acréscimo da competência, as peças acabam sendo transportadas. Assim, verificou-se que se o canal tem a capacidade de transportar tais peças, estas acabam por adquirir uma posição paralela ao fluxo, deixando de formar degraus de detritos lenhosos.

Os degraus de detritos lenhosos, quando estáveis, têm a capacidade de reter à montante da peça, sedimentos da carga de fundo e até mesmo outros detritos lenhosos (GOMI, *et al.* (2003); FERNANDEZ, 2004). Massong & Montgomery (2000) e Gomi *et al.* (2003) demonstraram que o estabelecimento de um degrau de detritos lenhosos pode alterar drasticamente a morfologia do canal, através do armazenamento de sedimentos à montante da obstrução. Com isso, podem atuar na distribuição de trechos com leito rochoso e trechos aluviais (Figura 4). Tais trechos aluviais induzidos por degrau de detrito lenhoso foram denominados de “aluvial forçado” por Massong & Montgomery, 2000.

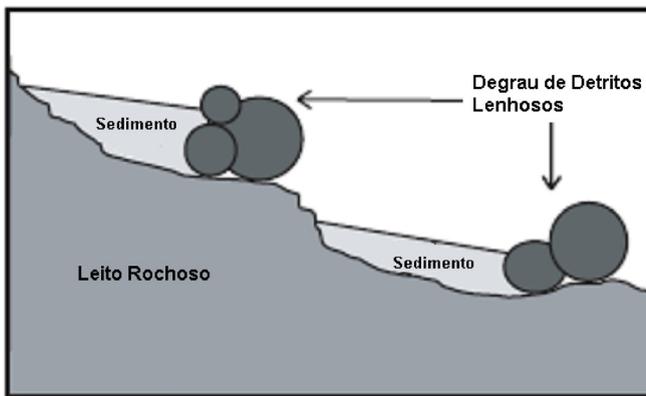


Figura 4. Trecho aluvial forçado por degraus de detritos lenhosos.
Fonte: modificado de Massong & Montgomery (2000).

No que se refere ao tempo de permanência desses degraus de detritos lenhosos, Fernandez (2004), através de uma consulta em diferentes aportes teóricos, estabeleceu que estes detritos podem permanecer no canal entre 20 e 100 anos. A Figura 5 mostra um degrau de detrito estabelecido no Rio Guabiroba, afluente da margem esquerda do Rio das Pedras. Neste caso, o

detrito é formado pelo tronco de uma *Araucaria angustifolia*, à montante do qual há retenção de sedimentos. O Rio Guabiroba, sobretudo nesses trechos de baixa declividade, por possuir um canal estreito, em relação ao Rio das Pedras, é muito propenso a apresentar degraus de detrito.



Figura 5. Degrau de detrito no Rio Guabiroba.

Considerações finais

Os detritos lenhosos constituem importantes agentes geomorfológicos nos canais fluviais. No entanto, como foi visto, sua influência necessita de outros fatores próprios do canal fluvial, entre eles a morfologia, taxas de sedimentação, calibre dos sedimentos, características hidráulicas, entre outros.

Os diferentes tipos de acumulação de detritos lenhosos promovem diferentes formas de alteração sobre as características hidráulico-sedimentológicas do canal, e os aspectos fitofisionômicos da vegetação ripária também desempenham papel importante. Nos casos observados no Rio das Pedras e no Rio Guabiroba, o aporte de araucárias, bem como sua grande estabilidade temporal, são fatores que favorecem o seu aparecimento como membros-chave em diversos tipos de acumulação. Em seções mais largas dos canais, as araucárias catalisam a formação de acumulações de margem, em topo de barras e fluxo-defletoras. Em seções mais estreitas, os pinheiros são po-

tencialmente formadores de degraus de detrito. Claramente, os canais mais estreitos e de baixa declividade são mais propícios às influências das acumulações de detritos lenhosos.

Outro fato importante refere-se a estabilidade dos detritos lenhosos. Uma vez estável, a peça de detrito lenhoso pode permanecer por vários anos no canal. A resistência prolongada dos tecidos lenhosos quando imersos na água e o surgimento de vegetação pioneira sobre esses detritos, num rápido intervalo de tempo, entre dois eventos de cheia, propiciam a estabilização dos grandes detritos. Processos retroalimentadores de acumulação de detritos lenhosos, retenção de sedimentos e desenvolvimento de vegetação constituem mecanismos eficazes de modificação da morfologia fluvial e, concomitantemente, dos processos nos canais.

Pode-se dizer, finalmente, que os estudos sobre os detritos lenhosos ainda são incipientes, oferecendo muitas vias de análise. Principalmente nos ambientes fora do hemisfério norte, o papel dos detritos lenhosos sobre a morfologia e processos fluviais ainda necessita de muitas informações.

Referências

- ABBE, T.B. & MONTGOMERY, D.R. Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets rivers basin, Washington. **Geomorphology**, v.51, p. 81-107, 2003.
- ASSANI, A. A. & PETTIT, F. Log-jam effects and bed-load mobility from experiments conducted in a small gravel-bed forest ditch, **Catena**, v.25, p.117-126, 1995.
- BINDA, A.L. & LIMA, A.G. Características deposicionais de detritos lenhosos no Rio das Pedras, Guarapuava-PR: uma visão preliminar. In: **Anais da XIII Semana de Geografia**. Ponta Grossa: UEPC, 2006. p. 34-38.
- BINDA, A.L. & LIMA, A.G. Função dos detritos lenhosos na formação de barras de sedimento no médio Rio das Pedras, Guarapuava-PR. In: XII **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Natal: UFRN, 2007.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- COLLINS, B.D. *et al.* Historical changes in the distribution and functions of large wood in Puget Lowland rivers. **Can. Fish Aquatic Sciences**, v.59, p. 66-76, 2002.
- DAHLSTRÖM, N. **Function and dynamics of wood debris in boreal forest streams**. Doctoral dissertation. Umeå, Sweden: Umeå University, 2005.
- DANIELS, M.D. & RHOADS, B.L. Influence of large woody debris obstruction on three-dimensional flow structure in a meander bend. **Geomorphology**, v.51, p. 159-173, 2003.
- FERNANDEZ, O.V.Q. O papel de grandes detritos lenhosos na morfologia e sedimentologia no Córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon (PR). **Geografia**, Rio Claro, v.29. n. 2, p.229-240, 2004.

GOMI, T. *et al.* Characteristics of channel steps and reach morphology in headwater streams, southeast Alaska. **Geomorphology**, v.51, p. 225-242, 2003.

GURNELL, A.M. *et al.* Large wood and fluvial processes. **Freshwater Biology**, v.47, p. 601-619, 2002.

LENZI, M.A. *et al.* **El control de detritos leñosos y el manejo de la vegetación en el cauce.** Padova: Università degli Studi di Padova, 2006.

MANGA, M. & KIRCHNER, J.W. Stress partitioning in streams by large woody debris. **Water Resource Research**, v.36, n.8, p.2373-2379, 2000.

MASSONG, T.M. & MONTGOMERY, D.R. Influence of supply, lithology, and wood debris on the distribution of bedrock and alluvial channels. **GSA Bulletin**, v.112, p. 591-599, 2000.

MONTGOMERY, D.R. *et al.* Geomorphic effects of wood in rivers. **American Fisheries Society Symposium**. American Fisheries Society, p. 1-27, 2003.

O'CONNOR, J.E; JONES, M.A. HALUSKA, T.L. Flood plain and channel dynamics of the Quinault and Queets Rivers, Washington, USA. **Geomorphology**, v.51, p. 34-59, 2003.

SUGUIO, K. & BIGARELLA, J.J. **Ambientes fluviais**. 2.ed. Florianópolis: Editora da UFSC/UFPR, 1990.

Andrey Luis Binda – Licenciado e bacharel em geografia pela Universidade Estadual Oeste do Paraná

Adalto Gonçalves Lima – Professor Msc. Depto. de Geografia da Universidade Estadual Oeste do Paraná, doutorando em geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina

Recebido para publicação em abril de 2008

Aceito para publicação em agosto de 2008

