

Influência de escombros lenhosos na dinâmica de riachos em área de faxinal

The influence of woody debris on streams dynamics in "faxinal" area

Wolliver Anderson Dias

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Edivaldo Lopes Thomaz

Universidade Estadual do Centro Oeste

Resumo: As características das zonas ripárias são determinantes na entrada de materiais no leito dos rios, tais como os sedimentos e escombros lenhosos. Isto é demonstrado pela estreita conexão entre vertente, canal fluvial e o uso do solo junto às margens dos rios, influenciando diretamente na dinâmica fluvial. Exemplo é o pastoreio do gado nas zonas ripárias no sistema de faxinal, que altera significativamente as características da vegetação e acelera a entrada de detritos orgânicos nos cursos de água. O presente trabalho verificou a interferência dos escombros lenhosos em alguns parâmetros da dinâmica fluvial em áreas de faxinal, entre eles: velocidade do fluxo, vazão, geometria do canal, quantidade e volume de detritos encontrados no canal, profundidade do talvegue, granulometria e morfometria dos sedimentos presentes no leito, além da caracterização da vegetação constituinte nas margens. Constatou-se que os escombros lenhosos influenciam diretamente nos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Dinâmica fluvial. Zonas ripárias. Escombros lenhosos. Faxinal.

Abstract: The characteristics of the riparian zones are important for the entrance of materials into the stream, such as sediment and woody debris. This is caused by the close connection between hillside, stream and land use along the river banks. These relationships directly affect the dynamics of the river. Example of land use that affects stream dynamics is the livestock grazing on riparian zones on "faxinal" systems, which significantly changes the characteristics of vegetation and accelerates the organic debris entrance in waterways. This study examined the influence of woody debris in some parameters of the river dynamics on "faxinal" areas, such as: flow velocity, flow, channel geometry, volume of debris in the channel, the stream depth, particle size and morphology of the sediments in the streambed, while also performing the characterization of the vegetation present in the riparian zone. It was found that the woody debris had a direct effect on the evaluated parameters.

Keywords: Stream dynamics. Riparian zones. Woody debris. "Faxinal"

1 INTRODUÇÃO

A presença da vegetação ripária desempenha importante função no equilíbrio da dinâmica fluvial. Essas áreas encontram-se margeando os corpos hídricos, nas áreas consideradas mais sensíveis à dinâmica do canal fluvial.

A área que comporta a vegetação ripária, também conhecida como zona ripária é definida como interface entre ecossistemas terrestre e aquático. É ecótono. Estende horizontalmente até o limite que a inundaçã alcança, e verticalmente até o topo da copa da vegetação. É reconhecida como corredor para movimento de animais dentro do sistema de drenagem (GREGORY *et al.*, 1991 *apud* KOBİYAMA, 2003)

Devido à localização das zonas ripárias, muitos são os termos utilizados para se referir a tais áreas, entre eles, destacam-se mata ciliar, floresta de galeria, vegetação ripária, floresta de condensação, etc. Uma ampla discussão em torno da melhor terminologia para se referir a essas áreas foi realizada por Kobiyama (2003).

Muitos trabalhos indicam a importância e a função das zonas ripárias, tanto do ponto de vista geomorfológico, quanto do hidrológico e ecológico, que por sua vez justifica a importância de estudos integrados entre diversas áreas para o melhor entendimento desses ambientes.

Vários estudos destacam a importância da vegetação ripária em diversas funções ecológicas, como por exemplo, na estabilização de ribanceiras do rio, no desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular de raízes, que desempenha a função de filtro entre os materiais oriundos das encostas e o ecossistema aquático, contendo assim a erosão das margens. Proporciona ainda cobertura e alimentação para peixes e outros componentes da fauna aquática e através de suas copas intercepta e absorve a radiação solar, contribuindo

para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água (CICCO & ARCOVA, 1999 *apud* HINKEL, 2003).

Quando a superfície de um rio é protegida por um dossel de mata ciliar, ela recebe apenas uma porcentagem da luz do sol, que é filtrada através da folhagem. Nas florestas de árvores de folhas largas em Hokkaido, aproximadamente 85% da luz do sol é interceptada, e, portanto, a energia solar que atinge diretamente a superfície do fluxo é reduzida para cerca de 15% no verão (NAKAMURA e DOKAI, 1989 *apud* NAKAMURA e YAMADA, 2005). Em trabalho realizado em florestas de coníferas nos Estados Unidos, aproximadamente 97% da luz solar é interceptada, e apenas 3% atinge a superfície de fluxo (NAKAMURA e YAMADA, 2005).

Inoue *et al.* (1997), em estudos realizados em riachos ao norte do Japão, constataram que a incidência dos raios solares sobre a superfície da água, influencia diretamente no habitat de espécies, pois a elevação da temperatura da água levou à migração de algumas espécies. Inoue e Nakamo (1998), também observaram a importância da vegetação ripária em aspectos ecológicos de ambientes fluviais, pois os escombros lenhosos (detritos orgânicos) exercem diversas funções no interior dos canais, tanto no fornecimento de alimento quanto na mudança morfológica dos rios.

Lisle (1986) mostra em seu trabalho uma série de estudos que analisaram a influência de grandes escombros (troncos, galhos e raízes superior a 10 cm de diâmetro) na natureza física de ecossistemas, sendo os escombros o mais frequente componente que afeta no comportamento das florestas e morfologia de riachos. Em termos de funcionalidade ecológica o trabalho de Lisle (1986), mostra que, galhos e troncos em riachos melhoraram qualidade e a quantidade de habitat dos peixes

fornecendo cobertura e pela variação da velocidade de fluxo e profundidade.

O tipo de cobertura do solo é particularmente importante na prevenção de erosão, pois sob condições naturais toda a formação vegetal (copas das árvores, sub-bosque e serapilheira) atua de forma a amortecer a energia da água vinda da chuva (SILVA *et al.*, 2003 *apud* FERREIRA E CASATI 2006).

Montgomery *et al.* (2003), indica que os escombros lenhosos podem influenciar de três maneiras nos processos geomorfológicos em canais fluviais: alteração no armazenamento e transporte de sedimentos, na dinâmica hidrológica do canal e na morfologia fluvial. Estes diferentes processos são oriundos de efeitos diretos e indiretos que variam no tempo e no espaço.

Os efeitos diretos da madeira no interior do rio podem ser frequentemente observados em pequenas escalas, pois os efeitos indiretos geralmente se manifestam em grandes espaços e escala temporal. Os efeitos indiretos têm sido mais amplamente ocasionados e agravados por mudanças históricas sendo geralmente menos reconhecidos (MONTGOMERY *et al.*, 2003).

Quando uma árvore cai em um rio, ela pode permanecer intacta ou quebrar em partes menores, mais móveis. Dependendo do tamanho da árvore e o tamanho do canal em que caiu, a árvore pode permanecer estável no local que caiu ou próxima de onde entrou no canal ou poder ser transportada a jusante e se chocar contra um banco de sedimento. Assim, muitos dos efeitos geomorfológicos de escombros lenhosos em canais fluviais, surgem a partir da influência dos grandes detritos na obstrução do fluxo e do transporte de sedimentos. (MONTGOMERY *et al.*, 2003).

Os depósitos de escombros (folhas, galhos e troncos) dão origem a eficientes barragens que barram parcial ou totalmente a passagem de sedimentos de fundo, contribuindo de

forma notável para a erosão e sedimentação, estes detritos quando apresentam diâmetro superior a 10 cm recebe por alguns autores, entre eles Swanson e Lienkaemper (1978) o nome de grandes detritos orgânicos (GDO) (FERNANDEZ, 2003).

A presença da madeira nos rios influencia na geomorfologia fluvial alterando tanto o sistema hidráulico quanto a distribuição de fluxo no canal, alterando assim a distribuição e transporte de sedimentos. Vários estudos descrevem os significativos efeitos geomorfológicos dos escombros em pequenos canais (ABBE *et al.*, 2003).

Nakamura e Swanson (1993) indicaram a função dos escombros lenhosos na alteração da microtopografia de canais associado às dimensões do trecho do rio. Quando uma árvore de grande diâmetro cai em um córrego de curso superior nas montanhas, acumula troncos oriundos da montante para formar uma represa natural (piscina). Esta formação de represas naturais é mais perceptível nos córregos com 5-10m de largura, e muitas vezes não é visto em rios de maiores dimensões. Em grandes rios, os detritos orgânicos são geralmente mantidos perto de bancos ou nas barras de cascalho, orientadas no sentido longitudinal de acordo com o fluxo de água e o relevo do rio (NAKAMURA e YAMADA, 2005).

A grande presença de detritos e a formação de barragens no leito dos rios influenciam significativamente na distribuição de profundidade, dando origem a formação de piscinas. A densidade de salmão prateado juvenil (*Oncorhynchus kisutch*), por exemplo, aumentam o volume da piscina até um certo ponto e depois dependem da qualidade do represamento (GLOVA, 1978 *apud* LISLE, 1986), indicando assim a influência das alterações geomorfológicas em ambientes fluviais e conseqüentemente na ecologia destas áreas.

Outro efeito dos escombros lenhosos sobre a dinâmica fluvial é o atrito do material sobre o leito, rompendo com o equilíbrio instaurado no canal. Muitos dos efeitos dos resíduos lenhosos no habitat físico de peixes em pequenos igarapés é atribuído à função da rugosidade do leito (LISLE, 1986).

Para Binda e Lima (2008), 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 distribuição. 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) (BINDA e LIMA, 2008).

Vários estudos mostram também que quando os escombros são retirados do leito dos córregos, a capacidade de transporte de sedimentos supera as forças de deposição, fazendo com que o leito volte à terra firme (ANDRUS *et al.*, 1988; ROBISON e BESCHTA 1990; MONTGOMERY *et al.*, 1995; ABBE e MONTGOMERY 1996; BEECHIE e SIBLEY, 1997 *apud* ABBE *et al.*, 2003).

As características da vegetação ripária influenciam diretamente na dinâmica da ocorrência dos processos geomorfológicos

em ambientes fluviais. Os detritos lenhosos que atuam na morfologia fluvial e assim na dinâmica hidrológica e ecológica destas áreas, são oriundos da vegetação ripária, de forma que a quantidade de material que chega no canal é resultado das características da vegetação e do tipo de atuação (impacto) sobre ela, determinando assim a aceleração ou a redução da entrada destes materiais nos leitos de rios.

Estudos realizados na bacia do rio Toikanbetsu, no Japão, investigaram a distribuição e a quantidade de grandes escombros lenhosos em zonas ribeirinhas em áreas sem cobertura florestal, floresta secundária e floresta de crescimento antigo. O volume e o número de grandes escombros lenhosos diferenciam significativamente entre as três classes: muito baixa nas áreas de não cobertura florestal, significativamente maior nas florestas antigas e intermediária nas florestas secundárias em crescimento (NAKAMURA e YAMADA, 2005).

Embora a vegetação ripária apresente significativa importância para o equilíbrio dos sistemas fluviais, as mesmas vem sendo cada vez mais degradadas frente à demanda por áreas a se destinar às atividades econômicas, tanto na zona rural (agricultura e pecuária) quanto na urbana (construção civil). O grau de conservação destas áreas reflete diretamente nos processos ocorrentes no canal e conseqüentemente na qualidade da água. Assim, a forma de utilização dos solos nas proximidades dos rios, torna-se determinante para o rompimento do equilíbrio instaurado na zona ripária.

Assim, o presente trabalho buscou verificar a interferência dos escombros lenhosos, conseqüentes do uso da terra em alguns parâmetros da dinâmica de canal fluvial em área de faxinal. Para isso, foi realizado a caracterização da vegetação localizada às margens do riacho; avaliação do efeito dos escombros na velocidade do

fluxo e descarga (vazão) de canal fluvial; análise da variação na geometria (largura e profundidade) em trechos do canal fluvial; quantificação dos detritos removidos do leito; mensuração e comparação da profundidade do talvegue, antes e após a remoção dos escombros; caracterização granulométrica dos sedimentos barrados pelos escombros (montante e jusante das barragens) e; Caracterização morfométrica dos seixos barrados pelos escombros.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Na bacia do Rio Guabiroba (23,7 km²), localizada no município de Guarapuava/

PR – Brasil (Figura 1), o uso da terra é um dos principais elementos controladores da dinâmica hidrológica da bacia. Haja vista a grande diversidade de usos, reflorestamento, florestas secundárias, áreas de faxinais, capoeira em diversos estágios de desenvolvimento, agricultura convencional mecanizada, agricultura de subsistência, pastagens, depressões úmidas, estradas, caminhos etc. Essa diversidade forma um verdadeiro mosaico espacial e, por conseguinte, confere a cada uma dessas unidades de paisagens comportamento peculiar, mas que no conjunto global se reflete na dinâmica hidrogeomorfológica (THOMAZ, 2005).

Figura 1 – Localização da área de estudo no âmbito da bacia do Rio Guabiroba, destacando o setor de canal fluvial monitorado



Fonte: Thomaz, 2005

A área de estudo encontra-se em uma propriedade rural, situada à margem esquerda de um canal de terceira ordem (STRAHLER, 1957), afluente do rio Guaibiroba. Nesta propriedade as áreas destinadas à criação de gado estão em Floresta Ombrófila Mista, num sistema de Faxinal.

A formação dos Sistemas de Faxinais está associada a um quadro de condicionantes físico-naturais da região e a um conjunto de fatores econômicos, políticos e sociais. Faxinal é a terminologia dada a um tipo de vegetação (CHANG, 1988).

Schuster e Sahr (2009) definem o Sistema de Faxinal, como sistema agrosilvopastoril tradicional existente na região Centro-Sul do estado do Paraná. Este modo de uso da terra, de forma genérica, pode ser dividido em dois espaços separados por cercas ou valos: as “terras de criar”, que são áreas de uso comum dos moradores nas quais se preserva a Floresta com Araucária e onde

se encontram suas casas e seus animais; e as “terras de plantar”, que se constituem em áreas de uso particular de cada morador, onde se desenvolve a agricultura de subsistência

Quanto ao criadouro, trata-se tanto de animais de grande porte: bovinos, equinos e muares, como também de pequeno porte: suínos caprinos, ovinos e aves, além de animais domésticos (LÖWEN SAHR, 2007). Disto decorre que o gado ao circular livremente em meio à vegetação atua na aceleração da entrada e acúmulo de escombros no interior dos riachos (Figura 2).

Dos 100% da área da bacia, 33,10% são ocupados por pastagem, que se coloca em segundo lugar, dentre as formas de uso da terra. Este uso aparece em todos os setores da bacia, bem como nas diferentes unidades pedogeomorfológicas, e por extensão, é praticado em declividade menor do que 12% até declividade superior a 40% (THOMAZ, 2005).

Figura 2 – Depósito de escombros no interior do canal fluvial.



Foto: DIAS, 2008.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

Caracterização da vegetação

Para avaliar a densidade da vegetação nas áreas adjacentes ao canal fluvial estudado, foram delimitadas 4 parcelas de 10 x 10 (100 m²). Posteriormente, foram retiradas as medidas de circunferência e altura de todas as árvores que se encontravam no interior destas parcelas. A partir da circunferência estabeleceu-se o diâmetro de cada árvore.

A densidade da vegetação foi estimada a partir do total da contagem do número de árvores dentro de cada parcela, dividido pela área da mesma. Em seguida, multiplicou-se o valor obtido por toda a área de contribuição para entrada de escombros no canal fluvial. Foi possível também agrupar as árvores mensuradas em categorias determinadas pelo diâmetro e altura. Esse dado permitiu conhecer a distribuição morfométrica das mesmas.

Mensuração do fluxo e descarga (vazão) do canal

Inicialmente, estabeleceu-se o comprimento e a seção da área do canal para a mensuração da vazão. Para mensurar a velocidade do fluxo e sua descarga (vazão) foi utilizada a técnica de flutuadores adicionados ao fluxo. As mensurações de vazão foram realizadas em três pontos (seção) com a presença dos escombros dentro do canal, em seguida, eles foram retirados e a vazão medida novamente.

Para tal, lançou-se o material flutuante, marcando-se o tempo percorrido de montante a jusante por toda extensão da seção: ($Q_{\text{vazão}} = A_{\text{área}} \times V_{\text{velocidade}}$). Este procedimento foi repetido por 15 vezes em cada seção.

A velocidade do fluxo foi verificada em seis locais (seções) antes e após a retirada

dos escombros. Em seguida, a velocidade obtida em superfície foi submetida a uma correção, cujo valor obtido é multiplicado por 0,85 (CUNHA, 1996), a fim de se obter a velocidade média do canal.

Mensuração da geometria do canal (largura e profundidade)

Inicialmente foram selecionados três locais do canal em que se concentrava a presença de depósitos de escombros (seções avaliadas na atividade descrita anteriormente).

A geometria do canal (largura e profundidade) foi obtida por meio de perfil transversal (LAWLER, 1993) realizado em três locais sobre cada seção (montante, centro e jusante), resultando a partir das três medidas a média da largura e da profundidade de cada seção.

A mensuração dos perfis foi obtida por meio de uma régua disposta transversalmente sobre o canal. A profundidade foi mensurada a cada 10 cm. Este procedimento foi repetido após a remoção dos escombros a fim de se observar a resposta do canal consequente da remoção do material. Posteriormente, os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística.

Estimativa do volume de escombros removidos

Para calcular o volume de escombros removidos do interior de cada seção, formou-se uma pilha deles (Figura 5), medindo-se a área coberta por eles, bem como a altura da pilha.

Assim, a partir da obtenção das medidas de comprimento, largura e profundidade da pilha de escombros estimou-se o volume dos escombros removidos em metros cúbicos.

Mensuração e comparação da profundidade do talvegue

A partir da delimitação do comprimento de cada seção, buscou-se identificar a linha de maior profundidade do canal: o talvegue. Para isso, traçou-se um perfil longitudinal, em duas etapas: com e sem a presença de escombros, afim de estabelecer uma comparação e identificar a variação na profundidade ocasionada pelos escombros.

A mensuração foi realizada com um barbante dispostos da linha que limita a seção à montante até a linha à jusante, de modo que as mensurações foram realizadas com intervalos de 50 cm.

Caracterização granulométrica

Os sedimentos barrados pelos escombros foram coletados em 3 trechos do canal (seções). Para se retirar a amostra de sedimentos utilizou-se um tubo de PVC com 15 cm de diâmetro por 30 cm de comprimento. O tubo foi cravado no depósito de sedimento, posteriormente com uma espátula (lâmina) tapou-se o fundo para que não ocorresse perda de sedimento.

Cada amostra final foi composta por 5 sub-amostras coletadas ao longo de toda a área. Fez-se a homogeneização das mesmas, acondicionado-as em sacos plásticos, devidamente identificados. Uma vez no laboratório, o material foi seco ao ar. Na fase seguinte, o material foi submetido a uma análise granulométrica a seco.

Utilizou-se peneiras (8x2") com as seguintes aberturas: 64 mm; 32 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm, 2 mm; 1 mm, 0,5 mm e 0,25 mm.

Os materiais submetidos a tal processo, foram coletados em 3 ocasiões (12/2007,

05/2008 e 05/2009), com intenção de avaliar a evolução na distribuição do material ao longo do tempo.

Para isso, após a primeira coleta, removeram-se os escombros do leito do canal, com o intuito de avaliar o comportamento e ajuste dos materiais do leito. Após a análise granulométrica, os materiais enquadrados na categoria seixos da escala de Wentworth (1922) *apud* Cunha (1996), foram também submetidos à avaliação morfométrica (paquímetro digital).

Caracterização morfométrica dos materiais

Os materiais coletados ao longo das seções (a montante e a jusante dos depósitos de escombros), após a análise granulométrica, os materiais enquadrados na categoria seixos da escala de Wentworth (1922) *apud* Cunha (1996), foram também submetidos à avaliação morfométrica.

Para tal avaliação utilizou-se de paquímetro digital (Pantec 0-150mm/6"). Tais mensurações levavam em consideração as dimensões de arestas ou eixos das partículas (A-B-C). Após a obtenção dos valores das dimensões (arestas A-B-C) dos materiais, os mesmos valores foram utilizados para classificar os materiais em acicular (alongado), discoidal, esferoidal (esférico) e lamelar (laminar), de acordo com a classificação proposta por Zingg (1935) citado por Cunha (1996). Segundo a mesma autora, o método de Zingg (1935), propõe que após as mensurações dos eixos a, b e c, calcule-se as razões entre b/a e c/b, podendo assim classificar a forma dos seixos. Foram tomados 30 seixos aleatoriamente dentro de cada amostra, com exceção para aquelas que apresentaram quantidades inferiores, de modo que nestes casos todos os seixos encontrados eram mensurados.

Quadro 1 - Forma dos seixos, segundo Zingg (1935)

Classe	B/A	C/B	Forma
1	> 0,67	> 0,67	Esférica
2	> 0,67	< 0,67	Discóidal
3	< 0,67	> 0,67	Alongada
4	< 0,67	< 0,67	Laminar

Fonte: Cunha (1996)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Densidade da vegetação

Através da avaliação da densidade da vegetação, nas 4 parcelas instaladas nas áreas adjacentes ao canal fluvial em questão, obteve-se uma densidade média de $(20,75 \pm 8,42)$ árvores para 100 m², assim,

estimou-se uma média de 207,5 árvores por km² (0,092 ha).

No que diz respeito às características (diâmetro e altura) da vegetação avaliada, o diâmetro médio a altura do peito (DAP) entre as árvores mensuradas foi de $(6,89 \pm 1,79)$, enquanto que a altura média da vegetação foi de $(11,41 \pm 1,62)$ (Quadro 2).

Quadro 2 - Diâmetro do tronco e altura das árvores avaliadas

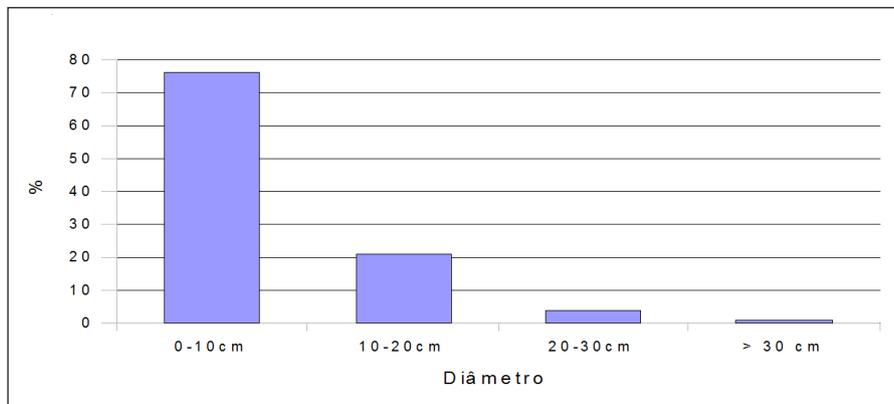
Parcela avaliada	Diâmetro médio	Altura média
1 (n25) ¹	$8,09^2 \pm 7,73^3$	$11,58 \pm 6,35$
2 (n11)	$8,32 \pm 5,93$	$10,73 \pm 5,46$
3 (n30)	$6,70 \pm 5,99$	$13,57 \pm 9,53$
4 (n17)	$4,43 \pm 4$	$9,77 \pm 5,73$
Média geral (n4)	$6,89 \pm 1,79$	$11,41 \pm 1,62$

¹ Número de amostras utilizado para se estabelecer a média, ² Média e ³ Desvio padrão

O diâmetro das árvores avaliadas foi ainda agrupado em categorias, para que assim fosse possível identificar em qual destas categorias se concentrava a maior

parte da vegetação (Figura 3). Constatou-se que a predominância do diâmetro foi de 0 a 10 cm, representados por 76,1% das árvores avaliadas.

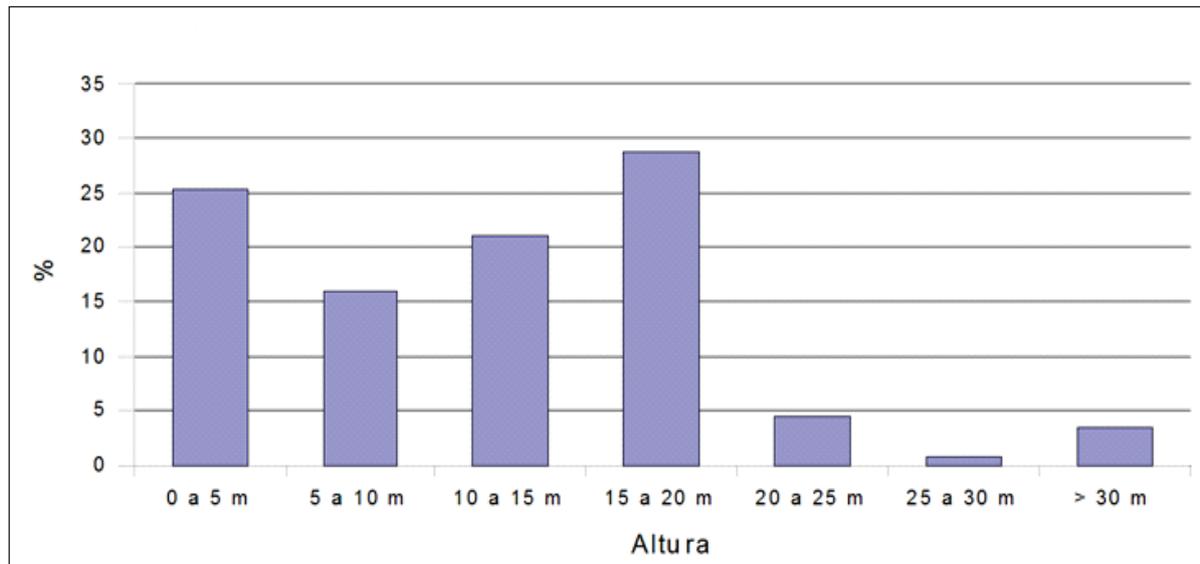
Figura 3 - Distribuição da vegetação de acordo com o diâmetro do tronco



Da mesma maneira com que as árvores foram classificadas pelo diâmetro, as mesmas foram ainda agrupadas pelas alturas.

O predomínio foi principalmente daquelas que se encontravam entre 15 a 20 metros de altura (Figura 4)

Figura 4 - Distribuição da altura média das árvores avaliadas



A presente atividade não teve por objetivo classificar as espécies da vegetação avaliada, embora, ainda assim, destaca-se a predominância de algumas espécies, entre elas: *Araucaria angustifolia* (Pinheiro de Araucária); *Ocotea porosa* (Imbuia) e *Sebastiania commersoniana* (Branquinho).

As características da vegetação localizada às margens dos rios desempenham grande importância na dinâmica dos sedimentos a serem barrados nos depósitos de escombros. A área avaliada apresenta vegetações de dimensões que podem causar significativa interferência no interior do canal, tendo em vista o tamanho do mesmo. Vale ressaltar que o sentido em

que o escombro se dispõe no interior do canal determinará diretamente a maior ou menor obstrução de sedimentos, e conseqüentemente na dinâmica morfológica destas áreas.

Velocidade do Fluxo e vazão

Nas análises referentes à velocidade do fluxo observou-se significativa complexidade. Entre as seis seções avaliadas, três delas (50%) (seções 2, 5 e 6), apresentaram um aumento da velocidade do fluxo após a remoção dos escombros, enquanto que as outras três (50%) (seções 1, 3 e 4) tiveram resposta contrária (Quadro 3).

Quadro 3 – Características das seções e variação na velocidade do fluxo (com e sem escombros)

Seção	Comprimento (m)	Vel. média do fluxo c/ escombros (m/s)	Vel. média do fluxo s/ escombros (m/s)	Diferença na velocidade do fluxo (%)
1	4	$0,071 \pm 0,006$ (n15) ²	$0,067 \pm 0,006$	-5,633
2	4	$0,189 \pm 0,040$	$0,306 \pm 0,037$	61,9
3	3	$0,122 \pm 0,011$	$0,108 \pm 0,012$	-11,475
4	2,30	$0,085 \pm 0,014$	$0,079 \pm 0,014$	-7,05
5	1,72	$0,118 \pm 0,019$	$0,175 \pm 0,033$	48,3
6	2,13	$0,118 \pm 0,038$	$0,139 \pm 0,035$	17,79

¹ média e desvio padrão e ² Número de repetições realizadas para se obter a média da velocidade do fluxo em cada seção (n 15).

A vazão do canal foi mensurada em 3 seções durante dois momentos (antes e após a retirada dos escombros). Neste procedimento, constatou-se que em 2 das 3 seções avaliadas (seções 1 e 2) a vazão apresentava-se menor antes da remoção dos escombros.

Na seção 1 a vazão foi de $0,062 \pm 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ com a presença dos escombros e $0,064 \pm 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ após a remoção dos detritos, a seção 2, quando mensurada com os detritos apresentou uma vazão de $0,151 \pm 0,031 \text{ m}^3/\text{s}$, após a remoção do material a vazão foi de $0,244 \pm 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$, a seção 3 por sua vez, apresentou uma vazão de $0,123 \pm 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$ com os escombros e $0,117 \pm 0,012 \text{ m}^3/\text{s}$ após a remoção dos mesmos.

Os dados obtidos indicam que após a retirada dos escombros, tal seção não apresentou um aumento da vazão como nas seções anteriores, fato que reflete o ajuste do canal em torno de suas variáveis (largura, profundidade e velocidade do fluxo), tendo em vista que nesta seção, embora tenha apresentado um aumento na profundidade, caracterizando um aumento do volume da mesma, a velocidade do fluxo apresentou uma queda de 11,47% (Quadro 3), associada ao rompimento do talvegue que se encontrava ajustado anteriormente, fazendo com que nesta seção os valores de vazão não registrassem aumento (Quadro 4).

Quadro 4 – Características das seções e vazão do canal (com e sem escombros)

Seção	Largura média (m)	Comprimento (m)	Profundidade média c/ escombros (m)	Profundidade média s/ escombros (m)	Vazão c/ escombros (m^3/s)	Vazão s/ escombros (m^3/s)
1	1,56(n3) ³	4	0,56(n47)	0,61(n47)	$0,062 \pm 0,005$	$0,064 \pm 0,005$
2	1,43	4	0,54(n43)	0,55(n42)	$0,151 \pm 0,031$	$0,244 \pm 0,029$
3	1,86	3	0,54(n56)	0,58(n56)	$0,123 \pm 0,011$	$0,117 \pm 0,012$

³ Número de amostras mensuradas em cada parâmetro

Geometria do canal (largura e profundidade)

Com os resultados obtidos nas mensurações constatou-se que nas 3 seções avaliadas a largura do canal não sofreu

alteração em suas dimensões após a retirada dos escombros, porém, após a remoção do material a profundidade apresentou aumento em todas as seções avaliadas, aumentando assim o volume de cada seção (Quadro 5).

Quadro 5 – Variáveis geométricas do canal (com e sem escombros) e quantidade de material removido:

seção	Comp. (m)	Larg. (m)	Prof. média c/escombros (m)	Prof. média s/escombros (m)	Estimativa do volume da seção c/escombros (m ³)	Estimativa do volume da seção s/escombros (m ³)	Volume de material removido (m ³)	Proporção de escombros removidos em relação ao volume da seção (%)
1	4	2,46 ¹ ± 89,63 ² (n3) ³	0,46 ± 27,8 (n77)	0,53 ± 26,65	4,52	5,21	0,62	11,9
2	6	1,93 ± 32,15	0,44 ± 25,24 (n61)	0,46 ± 25,28	5,09	5,32	0,61	11,46
3	7	1,96 ± 5,77	0,49 ± 23,33 (n62)	0,50 ± 22,71	6,72	6,86	0,50	7,28

¹ Média do parâmetro avaliado, ² Desvio padrão e ³ Número de repetições realizadas em cada parâmetro para se estabelecer a média

O resultado aqui apresentado confirma-se também nas mensurações de profundidade realizadas na atividade anterior, em que se utilizou tal variável (profundidade) para se calcular a vazão (Quadro 4).

Os altos valores expressos pelo desvio padrão das profundidades é consequência da metodologia utilizada para obter os valores de profundidades (perfil transversal a montante no centro e na jusante dos depósitos de escombros), onde somente o valor do perfil transversal realizado no centro de cada seção apresentou variações após a remoção dos escombros, pois a montante e jusante, tais perfis não eram aplicados exatamente sobre o depósito de materiais que foram removidos.

Assim, quando se utilizou da média para a seção toda, as diferenças da profundidade distribuíam-se por toda seção, apresentando então diferenças de profundidade menos expressivas e alto desvio padrão.

Quantificação dos escombros removidos

Na seção 1 foram removidos 0,62 m³ de escombros, os quais ocupavam 11,9% do volume total da seção, Já na seção 2 foram removidos 0,61 m³, representando 11,46% do volume de tal seção, a seção 3 por sua vez apresentou um volume de material de 0,50 m³ que refletem em 7,28% do volume desta seção (Quadro 5).

Comparação da profundidade do talvegue

As medidas referentes à linha de maior profundidade do canal (talvegue) também apresentaram aumento na profundidade após a remoção dos escombros nas 3 seções

avaliadas (Quadro 6), indicando assim, a influência de tais materiais na geometria do leito do rio e conseqüentemente nas características hidrológicas do canal, que por sua vez determinam a maior ou menor velocidade do fluxo e assim na capacidade do transporte de sedimentos.

Figura 5 – Pilha de escombros removidos do leito



Foto: THOMAZ, E. L., 2007.

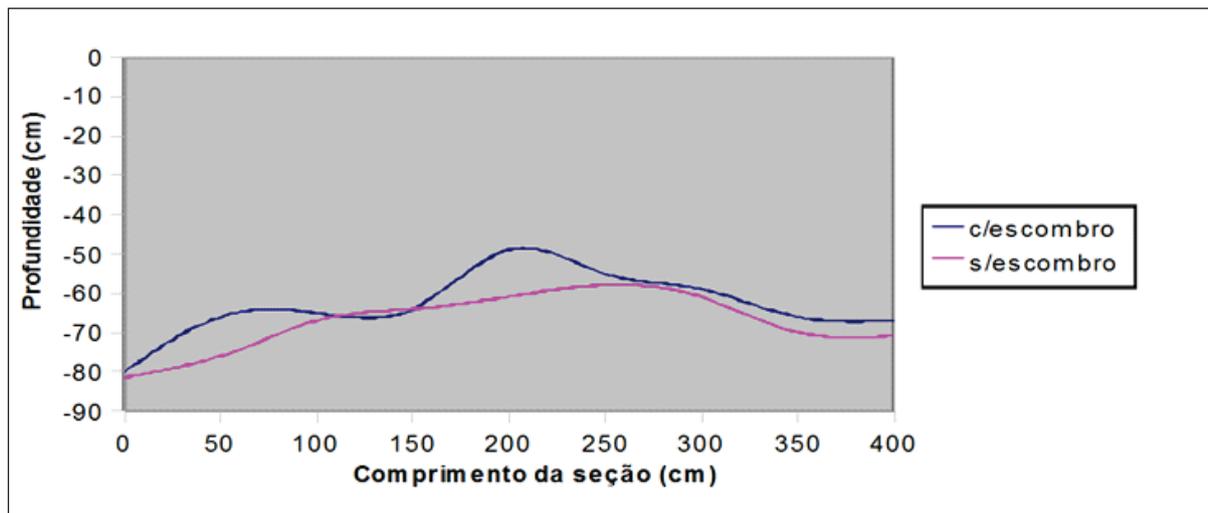
Quadro 6 – Variação na profundidade do talvegue (com e sem escombros)

Seção	Prof média c/escombros	Prof. Média s/escombros	Aumento da profundidade (%)
1	$10,63 \pm 8,68^2(n9)^3$	$0,67 \pm 7,69$	6,34
2	$0,60 \pm 12,76(n14)$	$0,67 \pm 7,28$	11,6
3	$0,59 \pm 11,43(n15)$	$0,61 \pm 8,52$	1,69

¹ Média do parâmetro avaliado, ² Desvio padrão e ³ Número de repetições realizadas em cada parâmetro para se estabelecer a média

Na seção 1, este aumento representou 6,34% (Figura 6), enquanto que na seção 2 foi de 11,6%, Já na terceira seção avaliada obtivemos a menor taxa de aumento de

profundidade do talvegue, pois a profundidade apresentou um aumento de apenas 1,69%

Figura 6 – Comparação da profundidade do talvegue com e sem escombros (seção 1)

As taxas de aumento de profundidade do talvegue apresentaram relação direta com o aumento da vazão, tendo em vista o aumento da profundidade, pois a vazão apresentou acréscimo nas duas primeiras seções, as quais também apresentaram aumento mais significativo da profundidade. A seção 3, por sua vez, apresentou uma queda na vazão, enquanto que a profundidade desta seção apresentou um modesto aumento (1,69%), não sendo suficiente para aumentar a vazão deste trecho do rio, pois nesta seção a velocidade do fluxo foi menor. A falta de padronização entre a manifestação dos dados de profundidade do talvegue, vazão e velocidade do fluxo indicam a necessidade de avaliação em outros parâmetros da hidrologia de canais, para se predizer os processos geomorfológicos em ambientes fluviais, pois a remoção dos escombros do leito altera

uma série de ajustes do equilíbrio do canal, como é o caso, por exemplo, da rugosidade do leito que é alterada com a remoção destes materiais.

Análise granulométrica

Com a análise granulométrica realizada no material coletado, a montante e a jusante dos depósitos de escombros, pode-se conhecer a distribuição das partículas ao longo das seções, bem como observar a evolução na distribuição das mesmas ao longo do tempo, após a remoção dos detritos orgânicos de dentro do canal. Realizou-se uma média entre os valores obtidos nas 3 seções avaliadas, à partir disto, pode se comparar os materiais coletados em dezembro de 2007, maio de 2008 e maio de 2009 (Quadro 7).

Quadro 7- Média da distribuição granulométrica dos materiais coletados (montante e jusante dos depósitos de escombros)

Média (seção 1, 2 e 3)	Dezembro/2007		Maio/2008		Maio/2009		
	Peneiras (mm)	Montante (%)	Jusante (%)	Montante (%)	Jusante (%)	Montante (%)	Jusante (%)
Seixos	> 32	0 ¹ ± 0 ² n(3) ³	0,2 ± 0,3	1,1 ± 1,9	0 ± 0	12,8 ± 8,2	5,2 ± 5,8
	16 - 32	10,9 ± 11,0	2,0 ± 1,1	13,9 ± 12,4	7,4 ± 1,7	22,8 ± 6,5	8,2 ± 3,4
	8 - 16	17,4 ± 8,8	2,8 ± 0,8	18,6 ± 5,4	14,1 ± 6,8	22,5 ± 8,3	14,5 ± 7,2
	4 - 8	17,0 ± 7	4,9 ± 2,2	16,8 ± 8,7	13,6 ± 4,8	11,8 ± 2,5	16,2 ± 1,4
Grânulos	2 - 4	14,9 ± 6,7	13,0 ± 2,1	14,9 ± 8,1	17,6 ± 3,0	7,8 ± 1,6	15,9 ± 6,8
Areia muito grossa	1 - 2	12,6 ± 4,0	24,7 ± 8,2	12,6 ± 2,9	19,1 ± 9,7	6,5 ± 2,4	15,8 ± 6,2
Areia grossa	0,5 - 1	16,8 ± 4,8	36,3 ± 3,6	13,9 ± 5,2	18,0 ± 3,1	8,3 ± 2,3	14,0 ± 0,8
Areia média	0,25 - 0,5	6,1 ± 0,6	9,6 ± 4,5	4,8 ± 1,4	6,2 ± 1,4	4,3 ± 2,0	5,5 ± 1,3
Areia fina	0,125-0,25	1,7 ± 0,4	2,4 ± 0,8	1,5 ± 0,3	1,8 ± 0,0	1,2 ± 0,6	1,6 ± 0,2
Igual ou menor que areia muito fina	<0,125-0,125	2,1 ± 0,5	2,9 ± 1,1	1,6 ± 0,4	1,8 ± 0,1	1,2 ± 0,5	1,8 ± 0,4
	Matéria orgânica	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,3 ± 0,2	0,7 ± 0,8
	Total	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0

¹ Média, ² Desvio padrão e ³ Número de amostras para se estabelecer a média

Na amostra de material coletada em dezembro de 2007, a montante dos escombros, observou-se predominância da categoria seixos (45,55%), seguido por areia grossa, que representou (16,86%) da amostra, a terceira categoria que mais se destacou em tal amostra foram os grânulos (14,91%), posteriormente destacou-se a areia muito grossa representando (12,66%), enquanto que a areia média representou (6,15%), já os materiais com dimensões inferiores a 0,250 mm, ou seja, inferiores a areia média representaram juntos (3,86%), vale ressaltar que na coleta em questão não se observou presença de matéria orgânica. No que diz respeito aos materiais coletados a jusante dos escombros, a predominância foi da categoria areia grossa (36,39%),

seguido por areia muito grossa (24,72%), posteriormente aparecem os grânulos, representando (13,02%), os seixos que predominaram na coleta realizada a montante, nesta amostra (jusante), representaram apenas (10,08%) do material coletado, a areia média representou (9,69%) da amostra, enquanto que a areia fina e o material igual ou menor que areia muito fina representaram (2,47% e 2,95%) sucessivamente, também não houve presença de matéria orgânica nesta amostra.

As amostras coletadas em maio de 2008, à montante, também apresentaram predominância na categoria seixos (50,50%), bem como na coleta anterior, os grânulos compunham (14,92%), enquanto que areia grossa e areia muito grossa representaram

respectivamente (13,9% e 12,61%), seguida pela areia média que representou (4,88%) e por fim, a areia fina e materiais iguais ou inferiores que areia muito fina representaram somados (3,20%). Já os materiais da jusante, nesta amostra se portaram de forma diferente da coleta anterior, vale ressaltar, que nesta coleta as barragens de escombros que se encontravam no canal já tinham sido removidas, de tal modo que o canal já se encontrava em processo de ajuste. Nesta coleta os seixos predominaram também a jusante (35,28%), seguido por areia muito grossa (19,15%), posteriormente, destaca-se a areia grossa ocupando (18,04%) da amostra, enquanto que os grânulos representaram (17,64%), já a areia média compunha apenas (6,21%) apresentando proporção superior apenas que a areia fina e materiais iguais ou inferiores que areia muito fina que apresentaram somados (3,69%) da amostra.

A terceira e última coleta de amostras, realizada no mês de maio de 2008, à montante, também apresentou predominância de seixos, os quais representaram (70,09%), posteriormente destaca-se a areia grossa (8,34%), seguido por grânulos, os quais ocuparam (7,83%). Já, a areia muito grossa e areia média apresentaram (6,54% e 4,33%) sucessivamente, enquanto que a areia fina representou apenas (1,28%) e os materiais iguais ou inferiores que areia muito fina (1,25%). Nesta amostra encontrou-se também a presença de matéria orgânica (0,34%).

A jusante, os materiais apresentaram a mesma distribuição da montante, variando apenas em proporção (Quadro 7), o que evidencia a homogeneização ocorrente ao

longo de toda a área avaliada, decorrente do trabalho do fluxo do canal, que não encontra mais obstáculos responsáveis pela barragem de materiais de determinadas dimensões, como apresentado na primeira coleta onde percebeu-se claramente a predominância de materiais de menores dimensões a jusante, enquanto que na montante os materiais maiores (seixos), encontravam-se obstruídos pelos escombros.

Desta forma, pode-se observar a eficiência dos escombros na seleção das partículas em determinados trechos do leito do canal. Tendo em vista que a textura dos sedimentos determina a maior ou menor resistência do material em ser removido e transportado. Constatou-se que os escombros são determinantes nos processos de erosão diferencial ao longo do leito, criando assim uma diversidade de habitats e ambientes no interior dos canais, as piscinas (*pools*), bem como as soleiras e depressões que se formam a como consequência dos escombros são exemplo destes habitats.

Caracterização morfométrica dos seixos

Os materiais submetidos à análise morfométrica em todas as coletas realizadas (Dez/2007, Maio/2008 e Maio/2009) apresentaram características similares. Tanto nas coletas realizadas à montante quanto à jusante a predominância foi da classe Esferoidal, seguida pela classe Discoidal, posteriormente, em menores proporções a classe Alongado e por fim a classe Lamelar (Quadro 8).

Quadro 8 - Caracterização morfométrica dos seixos coletados (montante e jusante dos depósitos de escombros)

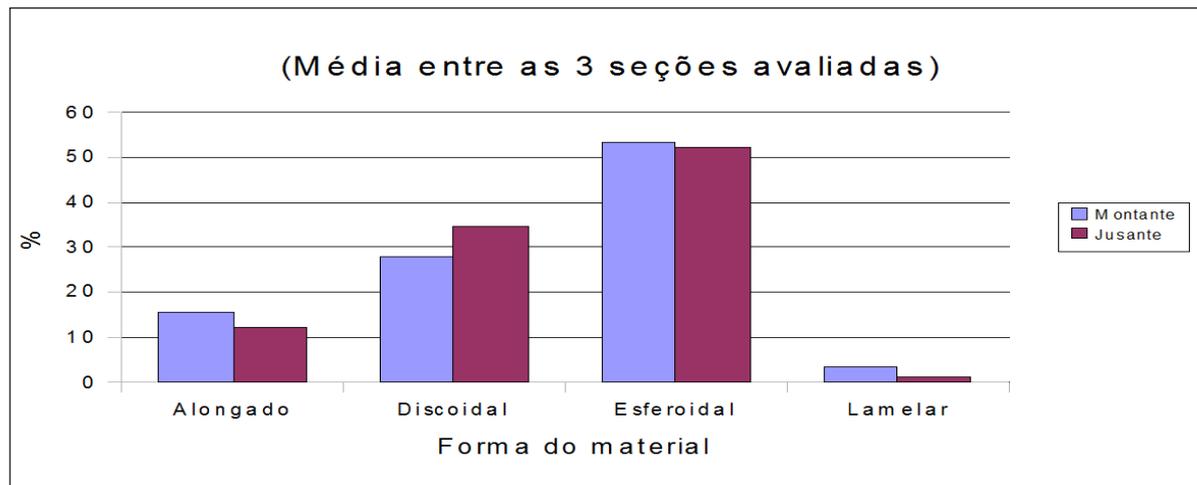
Formas do material	Dezembro/2007		Maio/2008		Maio/2009	
	Montante (%)	Jusante (%)	Montante (%)	Jusante (%)	Montante (%)	Jusante (%)
Alongado	16,6 ¹ ± 8,8 ² n(3) ³	12,5 ± 6,6	12,2 ± 3,8	15,5 ± 7,7	15,5 ± 1,9	12,2 ± 1,1
Discoidal	23,3 ± 6,6	24,2 ± 3,9	24,4 ± 6,9	27,7 ± 5,0	27,7 ± 5,0	34,4 ± 37,7
Esférico	52,2 ± 9,6	57,4 ± 8,4	58,8 ± 10,1	46,6 ± 3,3	53,3 ± 6,6	52,2 ± 45,9
Lamelar	7,7 ± 8,3	5,7 ± 5,5	4,4 ± 1,9	10 ± 0	3,3 ± 3,3	1,1 ± 1,9
Total	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0

¹ Média, ² Desvio padrão e ³ Número de seções avaliadas para se estabelecer a média

Comparando a proporção dos materiais avaliados na montante e a jusante dos depósitos de escombros, as diferenças não se apresentam de forma tão acentuada em nenhuma das coletas realizadas, apresentando assim, uma

homogeneidade nos materiais que compõe os trechos do leito do canal avaliado. Segue abaixo o exemplo dos materiais coletados em maio de (2009) (Figura 7)

Figura 7 - Comparação e distribuição morfométrica das partículas mensuradas (Maio de 2009).



As análises granulométricas e morfométricas, quando observadas em conjunto, indicam que embora os sedimentos encontrados no interior do canal apresentassem variação de textura, suas formas mantiveram-se homogêneas, mantendo

a mesma sequência de predominância tanto a montante quanto a jusante. A predominância da forma esférica no material avaliado indica o processo de rolamento que os seixos são submetidos ao longo do transporte dentro canal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos até o momento, pode-se perceber que o uso da terra, nas vertentes situadas às margens dos canais fluviais é que determina a quantidade e característica dos materiais que adentram nos corpos hídricos, podendo ser eles apenas sedimentos ou mesmo escombros das mais variadas características e formas.

Constatou-se que embora as áreas de faxinal apresentem cobertura vegetal muito mais preservada quando comparada com outros usos de solo, como por exemplo, agricultura ou pecuária, as mesmas influenciam consideravelmente na dinâmica dos ambientes fluviais.

Se de um lado a presença da vegetação nas margens dos rios realiza a função de filtro para sedimentos e outros materiais oriundos da encosta, além de manter a estabilidade das margens dos canais e reduzir o assoreamento, por outro lado, a presença do gado em meio à vegetação contribui para a entrada de escombros lenhosos para dentro do canal, dando origem à formação de depósitos de escombros no leito do rio, os quais por sua vez atuam ativamente na dinâmica fluvial, seja na barragem de sedimentos que posteriormente dão origem a depósitos, bancos ou ilhas, facilitando assim o assoreamento dos rios, ou mesmo na influência instantânea de alguns parâmetros da dinâmica fluvial expressados pela resposta do canal após a remoção do material do seu leito, como no caso dos resultados aqui apresentados.

Observou-se que os detritos orgânicos (escombros) alteram de forma significativa, porém complexa, os parâmetros avaliados. Em todos os parâmetros constatou-se variação após a remoção dos escombros, exceto nas larguras, porém, as mudanças que se expressaram de forma mais clara foram as referentes à profundidade média do canal. Nesta atividade, mesmo tendo apresentado variações, pode-se perceber

a partir da análise estatística dos dados que as mensurações de profundidade devem ser realizadas mais intensamente e distribuídas ao longo de toda seção, substituindo assim a aplicação dos 3 perfis transversais realizados em cada seção, em que obtivemos um alto desvio padrão nas médias de profundidade.

Com as análises granulométricas realizadas, foi possível perceber a predominância de materiais grosseiros a montante dos escombros, obstruídos pelos mesmos, enquanto que a jusante pode-se identificar materiais de menores dimensões, características as quais se perdem após a retirada dos escombros, pois o trabalho mais efetivo (livre) do fluxo do canal contribuiu para homogeneização dos materiais do leito, como apresentado nas análises realizadas após a remoção dos escombros. Ressalta-se que a seleção textural de partículas realizada pelos depósitos de escombros é um importante condicionante da estabilidade do leito, pois a granulometria destas partículas reflete a maior ou menor resistência frente à erosão fluvial.

Os resultados não permitem concluir se o canal, após a remoção dos escombros, sofre aumento ou queda na velocidade de seu fluxo, embora, foi possível perceber que ao remover os escombros do leito, o canal que anteriormente encontrava-se ajustado total ou parcialmente aos escombros sofre uma ruptura do talvegue, rompendo assim com a linha de maior velocidade, fazendo com que esta sofra uma queda, por outro lado, a profundidade aumenta, ocorrendo uma compensação com o aumento da vazão. Deste modo, permanece uma lacuna a ser respondida nos próximos ensaios, os quais, por sua vez, deverão levar em consideração um maior número de parâmetros que compõe a complexa dinâmica fluvial.

REFERÊNCIAS

- ABBE, T.B.; BROOKS, A.P.; MONTGOMERY, D.R. Wood in River Rehabilitation and Management. **American Fisheries Society Symposium**. American Fisheries Society, p. 1-25, 2003
- BINDA, A. L & LIMA, A.G. Morfologia e processos fluviais: O papel dos detritos lenhosos. **Boletim Goiano de Geografia**. V. 28, n.2, p. 59-74, 2008.
- CHANG, M. Y. Sistema Faxinal: Uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro-Sul do Paraná. **Boletim Técnico**, n. 22. Londrina: IAPAR, 1988.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. T. G. (org.). **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. Cap. 5, p 157-189, 1996.
- FERNANDEZ, O. V. Q. O papel dos grandes detritos orgânicos na morfologia e sedimentologia em canais de cabeceira de drenagem. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Rio de Janeiro, **Anais** (CD-rom), 20, 2003.
- FERREIRA, C. P. & CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23 (3): p. 642-651, setembro, 2006.
- HINKEL, R. Vegetação Ripária: Função e Ecologia. In: Seminário de Hidrologia florestal: Zonas Ripárias (1:2003 Alfredo Wagner) Florianópolis: UFSC/PPGEA, **Anais**, p. 40-48, 2003.
- INOUE, M., NAKAMO, S., NAKAMURA, F. Juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) abundance and stream habitat relationship in northern Japan. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 54, 1331-1341, 1997.
- INOUE, M., NAKAMO, S. Effects of woody debris on the habitat of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in northern Japanese streams. **Freshwater Biol.** 40, 1-16, 1998.
- KOBIYAMA, M. Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos. In: Seminário de Hidrologia florestal: Zonas Ripárias (1: 2003 Alfredo Wagner) Florianópolis: UFSC/PPGEA, **Anais**, p. 1-13, 2003.
- LAWLER, D. M. The measurement of river bank erosion and lateral channel change: a review. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 18, p.777-821, 1993.
- LOWEN SAHR, C. L. O Pré-Moderno na Pós-Modernidade refletindo sobre as comunidades de Faxinais da Floresta com Araucária do Paraná. In: MARAFON, G. J.; RUA, J.; RIBEIRO, M. A. **Abordagens Teóricas Metodológicas em Geografia Agrária**. Rio de Janeiro: Eduerg, p. 207-223, 2007.
- LISLE, T. E. Effects of Woody Debris on Anadromous Salmonid Habitat, Prince of Wales Island, Southeast Alaska. **North American Journal of Fisheries Management** 6:538-550, 1986
- MONTGOMERY, D.R.; COLLINS, B.D.; BUFFINGTON, J.M.; ABBE, T. B. Geomorphic effects of wood in rivers. **American Fisheries Society Symposium**. American Fisheries Society, p. 1-27, 2003.
- Nakamura, F., Swanson, F.J. Effects of coarse woody debris on morphology and sediment storage of a mountain stream system in western Oregon. **Earth Surf. Proc. Land.** 18, 43-61, 1993.
- NAKAMURA, F. & YAMADA, H. Effects of pasture development on the ecological functions of riparian forests in Hokkaido in northern Japan. **Ecological Engineering**, 24, p. 539-550, 2005.
- SCHUSTER, W. T.; SAHR, C. L. L. O faxinal do presente e o faxinal do passado: Evolução do uso da terra no Faxinal Saudade Santa Anita – Turvo (PR). In: XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária, São Paulo, **Anais**, p. 1-21, 2009.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions: American Geophysical Union**, 38: p. 913-920, 1957.
- THOMAZ, E. L. Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava – PR. São Paulo, 2005, 297 f. **Tese** (Doutorado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2005.

Recebido em: 06/05/11
Aceito em: 09/07/11