

DETRITOS LENHOSOS E SEQUÊNCIA DE SOLEIRAS E DEPRESSÕES NO RIO GUABIROBA, GUARAPUAVA-PR¹

Andrey Luis BINDA²

Oscar Vicente Quiñonez FERNANDEZ³

Resumo

Sequências de soleiras (*riffles*) e depressões (*pools*) tem sido reconhecidas como feições fluviais fundamentais de canais aluviais de baixo a moderado gradiente (0,001-0,02 m/m), com leito composto principalmente por cascalhos. Diversos autores têm atribuído a formação de soleiras e depressões a acumulações de detritos lenhosos. Normalmente, a distância entre as sequências de soleiras e depressões ao longo de um rio, varia entre 5 a 7 larguras do canal, porém, distâncias menores podem ocorrer na presença de detritos lenhosos, isto porque, esses materiais tendem a formar obstruções que bloqueiam a transferência de sedimentos, além de promoverem a erosão do leito. Por meio de levantamento de campo e aplicação da técnica empregada por Richards (1976), foram identificadas 12 soleiras e 11 depressões, totalizando, portanto, 11 sequências de soleira-depressão num trecho de aproximadamente 350 m com índice de sinuosidade de 1,9 e declividade da lâmina d'água de 0,0027 m/m no Rio Guabiroba, Guarapuava-PR. No geral, as sequências de soleira-depressão ocorreram em média a cada 5,44 larguras do canal. Entretanto, acumulações de detritos lenhosos foram responsáveis pelo estabelecimento de soleiras e depressões forçadas no trecho estudado.

Palavras-chave: Soleiras. Depressões. Detritos lenhosos. Geomorfologia fluvial.

Abstract

Wood debris and riffles and pools sequences at Rio Guabiroba, Guarapuava, Parana State, Brazil

Riffles and pools sequences has been recognized as fundamental fluvial features of alluvial channels of low to moderate gradient (0.001-0.02 m/m), with bed composed mainly by gravels. Several authors have been attributing the formation of riffles and pools to accumulation of woody debris. Usually, the distance between riffle-pool sequences varies among 5 to 7 widths of the channel, however, smaller distances can occur in the presence of woody debris, this because, those materials tend to form accumulations that block the transfer of sediments and/or promote the erosion of the bed. Through measurement and application of the method used by Richards (1976), were identified 12 riffles and 11 pools, totaling, therefore, 11 riffle-pool sequences in a reach of approximately 350 m with index of sinuosity of 1.9 and water surface slope of 0.0027 m/m at Rio Guabiroba, Guarapuava, Paraná State, Brazil. In general, the riffle-pool sequences occur on average spacing of 5.44 channel width. However, accumulations of woody debris were responsible for the establishment of forced riffles and pools in the reach studied.

Key words: Riffles. Pools. Wood debris. Fluvial geomorphology.

¹ Parte da dissertação de mestrado em Geografia (UNIOESTE-FBE) intitulada: "A influência de detritos lenhosos na morfologia e sedimentologia de leito no Rio Guabiroba, Guarapuava-PR".

² Professor Mestre da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *campus* Marechal Cândido Rondon-PR. Colegiado de Geografia - Rua Pernambuco, 1777 - Marechal Cândido Rondon-PR - 85960-000. E-mail: andrey_geobass@hotmail.com

³ Professor Doutor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) *campus* Marechal Cândido Rondon-PR. Colegiado do curso de Geografia - Rua Pernambuco, 1777 - Marechal Cândido Rondon-PR - 85960-000. E-mail: fernandez@unioeste.br

INTRODUÇÃO

Sequências de soleiras (*riffles*) e depressões (*pools*) tem sido reconhecidas como feições fluviais fundamentais de canais aluviais de baixo a moderado gradiente (0,001-0,02 m/m), com leito composto principalmente por cascalhos (*gravels*) (YANG, 1971; MILNE, 1982; O'NEILL; ABRAHAMS, 1984; MONTGOMERY; BUFFINGTON, 1997; FROTHINGHAM; BROWN, 2002; BUFFINGTON *et al.*, 2003; LOFTHOUSE; ROBERT, 2008).

As soleiras são caracterizadas como trechos rasos do canal (altos topográficos), com seção transversal simétrica mais larga que a média e leito composto por material grosseiro. As depressões constituem trechos fundos do canal (baixos topográficos), com seção transversal assimétrica mais estreita que a média e material de leito caracterizado por frações finas (KELLER, 1971; LISLE, 1979; CLIFFORD, 1993; FERNANDEZ *et al.*, 2002; FROTHINGHAM; BROWN, 2002; LOFTHOUSE; ROBERT, 2008).

Quanto à formação de sequências de soleira-depressão, Yang (1971) formulou a lei da menor taxa de energia gasta (*law of least time rate of energy expenditure*), onde estas feições deveriam ser formadas devido à diferença nos gradientes de energia. Keller (1971) propôs a hipótese da reversão da velocidade (*hypothesis of velocity reversal*), pautada no pressuposto de que durante baixos fluxos a velocidade de fundo é menor nas depressões do que nas soleiras. Entretanto, com o aumento da vazão, a velocidade de fundo aumenta mais rapidamente nas depressões, chegando até mesmo a superar a velocidade nas soleiras, promovendo a redistribuição da carga sedimentar no canal.

Porém, Clifford (1993) menciona que a formação de sequências de soleira-depressão deve-se ao processo de erosão e sedimentação associado a um obstáculo dentro do canal. Neste viés, diversos autores têm atribuído a formação de soleiras e depressões a acumulações de detritos lenhosos (*wood debris*) (THOMPSON, 1995; LINSTEAD; GURNELL, 1999; COLLINS *et al.*, 2002; BAILLIE; DAVIES, 2002; KAIL, 2003; MONTGOMERY *et al.*, 2003; FERNANDEZ, 2004; para citar somente alguns).

Entendem-se como detritos lenhosos, todo material lenhoso ou florístico oriundo da vegetação ripária. Esta definição engloba desde troncos, galhos, raízes e folhas que se acumulam dentro do canal fluvial (LINSTEAD; GURNELL, 1999; GURNELL *et al.*, 2002; WEBB; ERSKINE, 2003; WALLERSTEIN; THORNE, 2004).

Neste sentido, procura-se no presente artigo verificar a influência de detritos lenhosos na configuração espacial de soleiras e depressões num trecho de aproximadamente 350 m, no Rio Guabiroba, Guarapuava-PR. Deve-se enfatizar que estudos tais como este, são fundamentais como fonte de dados a serem utilizados na reabilitação de habitats aquáticos, mediante a reconstrução de sequências de soleira-depressão, com auxílio de detritos lenhosos.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Soleiras e depressões são elementos geomorfológicos fundamentais de canais fluviais. Resultam da erosão, transporte e armazenamento de sedimentos do leito e, contribuem para maior diversidade de habitat físico no canal fluvial. A distância entre sequências de soleiras e depressões ao longo de um rio, varia normalmente entre 5 a 7 larguras do canal (LEOPOLD *et al.*, 1964), porém, distâncias menores podem ocorrer na presença de detritos lenhosos (MONTGOMERY; BUFFINGTON, 1997; LINSTEAD; GURNELL, 1999; LOFTHOUSE; ROBERT, 2008).

Os detritos lenhosos podem ainda, exercer controle sobre a distância e frequência de depressões e barras em rios com leito de cascalho (MONTGOMERY *et al.*, 2003). No geral a

frequência de depressões aumenta com a frequência destes elementos no canal (GURNELL *et al.*, 2002).

Webb e Erskine (2003) afirmaram que os detritos lenhosos hidraulicamente rearranjados do trecho estudado no Arroio Tonghi (Austrália), estruturaram as distâncias entre depressões para ocorrerem entre 0,8 larguras do canal.

Thompson (1995) relata que unidades de soleira-depressão imediatamente a montante e a jusante de acumulações de grandes detritos lenhosos, podem ser 55% mais próximas do que a média de distância normal. Dessa forma, grandes detritos lenhosos podem ser importantes na fixação de soleiras e na criação de profundas depressões dentro do canal (THOMPSON, 1995).

Detritos lenhosos podem forçar a escavação de depressões pelo fluxo (BAILLIE; DAVIES, 2002; KAIL, 2003; MONTGOMERY *et al.*, 2003). Zelt e Wohl (2004) empregam o termo depressões forçadas (*forced pools*) para descrever depressões formadas por obstruções existentes dentro do canal.

Há de ser referenciado que depressões formadas por detritos lenhosos são comumente mais profundas do que depressões criadas por outros processos (COLLINS *et al.*, 2002). Este fato é também mencionado por Fernandez (2004) que ao comparar soleiras e depressões formadas pela variação temporal da tensão de cisalhamento, com aquelas formadas por grandes detritos lenhosos, percebeu que as últimas apresentavam profundidades extremas, ou seja, as soleiras eram mais rasas e as depressões mais profundas. Para Swanson *et al.* (1976) as depressões mais profundas são desenvolvidas em quedas ou em áreas de fluxo convergente abaixo de obstruções de detritos lenhosos.

Linstead e Gurnell (1999) mostram que degraus de detritos (*log step*) podem formar dois tipos de depressões: por quedas e represamento. A primeira é formada pela escavação promovida imediatamente a jusante do degrau. A segunda é originada a montante do degrau e constitui locais importantes para a retenção de sedimentos, atenuando assim sua transferência a jusante (THOMPSON, 1995).

Com o tempo, depressões represadas podem ser colmatadas por sedimentos, reduzindo o gradiente e dando lugar a uma soleira (Linstead; Gurnell, 1999; Fernandez, 2004; MONTGOMERY; ABBE, 2006). Thompson (1995) chama a atenção que depressões por represamento fornecem locais apropriados para a deposição de sedimentos finos, enquanto que depressões por queda, permitem a remoção seletiva e engrossamento do leito à jusante das acumulações dos detritos lenhosos.

Brooks *et al.* (2003) estudando dois rios australianos, um alterado (Rio Cann) e outro em condições naturais (Rio Thurra), demonstraram que a ausência de obstáculos dentro do canal do Rio Cann, levou a homogeneização do leito, enquanto o Rio Thurra com a presença de detritos lenhosos, apresentava sequências de soleira-depressão com variação vertical acima de 2 m na elevação do leito a curtas distâncias. Deve-se enfatizar que o objetivo dos autores era comparar dois rios, que em condições naturais deveriam ser semelhantes, mas a ação antrópica conduziu intensas modificações fluviais, inclusive à prática de remoção de detritos lenhosos.

Dessa forma, rios contendo detritos lenhosos induzem a maior disponibilidade, diversidade e complexidade de habitats aquáticos (PIÉGAY; GURNELL, 1997; Linstead; GURNELL, 1999; DOWNS; SIMON, 2001; MONTGOMERY; PIÉGAY, 2003; LIMA; ZAKIA, 2004). Isso ocorre porque os detritos lenhosos exaltam a produtividade e diversidade biológica, por criar refúgios, fornecer nutrientes ao canal, regular o fluxo, aumentar a variabilidade na profundidade e a qualidade da água (BRAUDRICK; GRANT, 2001; DANIELS, 2006; LESTER *et al.*, 2006).

Segundo Linstead e Gurnell (1999) depressões por queda e represamento, formadas por degraus de detritos, fornecem refúgios importantes para a fauna aquática durante baixos fluxos. Gurnell *et al.* (2002) adicionam que habitats criados por detritos lenhosos

podem ser refúgios para a biota durante episódios de poluição e altos fluxos, tão bem quanto, para a desova e migração de peixes (BORG *et al.*, 2007).

Piégay *et al.* (1999) afirmam que até mesmo em sistemas com instáveis acumulações de detritos lenhosos, a abundância de peixes é significativamente maior em habitats formados próximos a estes materiais. Wright e Flecker (2004) demonstraram que depressões contendo detritos lenhosos continham maior número de indivíduos e mais espécies de peixes do que depressões sem madeiras.

Dessa forma, os detritos lenhosos são fundamentais na criação de unidades soleira-depressão, constituindo habitats físicos imprescindíveis para a manutenção de ecossistemas aquáticos (FERNANDEZ, 2004).

MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS

A caracterização das sequências de soleira-depressão no trecho estudado foi realizada mediante levantamento geométrico composto, por irradiação altimétrica (GARCIA; PIE-DADE, 1984), considerando como referência de nível (RN) a cota arbitrária de 100 m. Uma vez instalado o nível óptico, seguia a inspeção visual e levantamento a vau das alterações da topografia de leito (LOFTHOUSE; ROBERT, 2008), bem como, a mensuração da largura e profundidade do canal em cada ponto. Este procedimento foi responsável pela definição da morfologia do canal em planta (*planform*) e na variação vertical do leito.

Em gabinete foi calculada a distância horizontal (DH) e a cota do leito para cada ponto. Em seguida estes dados foram plotados no *software* Office Excel⁴ 2003. A definição de soleiras e depressões seguiu a técnica empregada por Richards (1976), que consiste na aplicação de regressão linear, mediante a adição de linha de tendência na morfologia do leito. Segundo esta técnica, soleiras são caracterizadas como zonas de resíduos positivos e depressões como zonas de resíduos negativos (RICHARDS, 1976).

Deve-se enfatizar que embora O'Neill e Abrahams (1984) tenham demonstrado algumas deficiências no técnica proposto por Richards (1976), acredita-se que sua aplicação no presente trabalho permitiu importantes reflexões sobre o papel dos detritos lenhosos na configuração espacial de soleiras e depressões no trecho levantado.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Guabiroba está localizada no município de Guarapuava, mesorregião centro-sul do Estado do Paraná (Figura 1). A área da bacia é de aproximadamente 23,875 km² e o canal principal apresenta 10,364 km de extensão, desde sua nascente até a foz no Rio das Pedras (Sistema do Rio Jordão-Iguaçu). Segundo Lima e Binda (2008) o Rio Guabiroba é caracterizado por apresentar leito misto, onde trechos rochosos são intercalados por trechos com cobertura aluvial.

⁴ Microsoft© (Copyright – Microsoft Corporation).



Figura 1 - Localização da bacia do rio Guabiroya, Guarapuava (PR). Em destaque o trecho em estudo

Fonte: Prefeitura Municipal de Guarapuava (2003).
Editor Gráfico: Andrey Luis Binda (2008).

A bacia é esculpida na Unidade Básica Inferior da Formação Serra Geral (Grupo São Bento), caracterizada por rochas de natureza básica-intermediária, normalmente basaltos toleíticos, de granulação muito fina a média, hipocristalinos, de coloração cinza escura a negra, maciços ou vesiculares/amigdalóides e acamamento ígneo mal desenvolvido (NARDY *et al.*, 2002). Segundo Lima (1999) podem ser encontrados na bacia, depósitos aluvionares inconsolidados, atrelados a trechos de baixa declividade, que permite o desenvolvimento de estreitas planícies de inundação, que apresentam interdigitações laterais com depósitos coluvionares.

O clima do município de Guarapuava, segundo Maack (1981) pertence à zona de clima quente temperado subtropical fresco até frio no inverno. Na classificação de Koeppen, é caracterizado como Cfb, ou seja, na zona temperada, sempre úmida com mais de cinco geadas por ano (MAACK, 1981).

A pluviosidade média anual (1954-2006⁵) é de 1821,41 mm, distribuídos, numa média de 116 dias com chuva. Em relação à distribuição das chuvas ao longo do ano, percebe-se que os meses mais chuvosos são: janeiro com 192,05 mm e outubro com 185,01 mm. Os meses com as menores precipitações são: abril com 129,18 mm e agosto com 99,54 mm.

⁵ Dados do posto pluviométrico da Agência Nacional de Águas (ANA), código 02551000, monitorado pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA).

A paisagem do município é composta pela associação de campo limpo (Estepe-gramíneo-lenhosa), capões e matas de galeria associadas às florestas de araucárias (Floresta Ombrófila Mista) (MAACK, 1981). Para Behling e Pillar (2007) esta é uma característica do sul do Brasil, onde é possível verificar um mosaico formado por campos e florestas de araucária. Na bacia do Rio Guabiroba, 59,5% da área é ocupada por capoeiras, 18% corresponde pastagens, 14,8% compreendem florestas e o restante é vinculado a diferentes usos (LEITÃO, 1995 *apud* LIMA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trecho em estudo (Figura 2) localiza-se a aproximadamente 4,910 km da foz do Rio Guabiroba e tem aproximadamente 350 m de extensão, índice de sinuosidade da ordem de 1,9 e declividade da lâmina d'água de 0,0027 m/m. Ocorre em área que varia de floresta secundária a campo, com atividades desde pecuária (caprinos) a agricultura (feijão).

Neste trecho o canal desenvolve cinco inflexões com angularidade próxima a 90°, e os principais habitats aquáticos tem íntima relação com a feição morfológica do canal, sendo representados por sequências de soleira-depressão.

Durante o levantamento de campo (21 de novembro de 2008) o canal apresentava-se em baixo fluxo, de modo a permitir o mapeamento e mensuração de 12 soleiras e 11 depressões, totalizando, portanto, 23 habitats aquáticos (Figura 2).

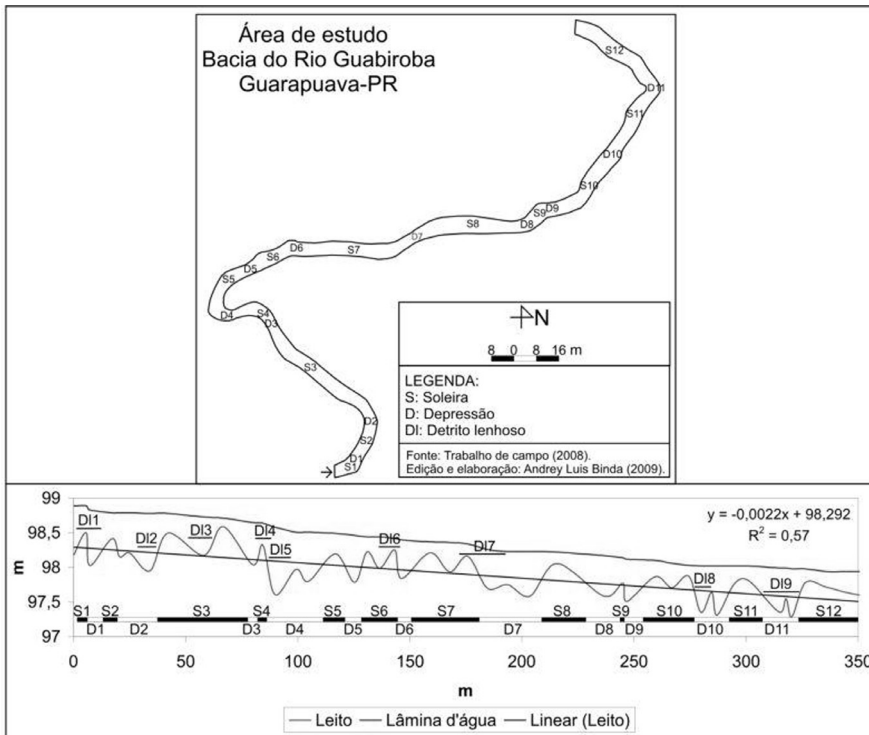


Figura 2 - Sequência de soleiras e depressões no trecho estudado

A profundidade nas soleiras variou de 0,12 a 0,59 m, com média de 0,28 m, enquanto nas depressões estiveram entre 0,35 a 0,97 m, sendo 0,64 m a profundidade média. Nas depressões a largura média do canal foi de 5,20 m (3,90 a 6,60 m), enquanto as soleiras apresentavam-se 8,25% maior, com média de 5,42 m (4,10 a 6,50 m). Digno de nota é o fato de que embora a maior largura mensurada neste levantamento (6,60 m) tenha ocorrido em uma depressão, este valor não deve ser contabilizado, devido à saída de um canal abandonado neste local. A figura 3 mostra a relação entre a largura e a profundidade dos habitats levantados.

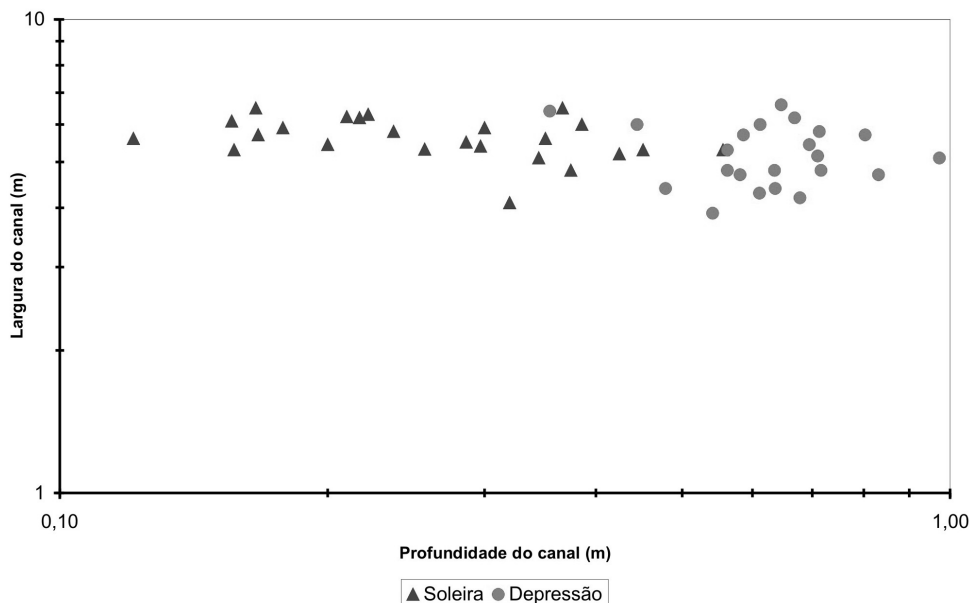


Figura 3 - Relação largura versus profundidade nas soleiras e depressões na área de estudo no Rio Guabiroba, Guarapuava, PR.

Fonte: Dados de campo (2008). Org.: Andrey Luis Binda (2009).

No geral, as sequências de soleiras e depressões ocorreram em média a cada 5,44 larguras do canal. Entretanto, acumulações de detritos lenhosos foram responsáveis pelo estabelecimento de soleiras e depressões forçadas. Como pode ser visto no perfil da Figura 2, acumulações permitiram: 1) a deposição de sedimentos em setores a montante das obstruções, forçando a formação de soleiras, bem como, a redução do gradiente da lâmina d'água, decorrente do efeito de represamento e, 2) a escavação de depressões.

Fato interessante ocorre na soleira 1 e depressão 1, formadas pelo estabelecimento de um tronco oblíquo ao canal. O represamento levou a formação de um nível de base local, que permitiu a criação de uma zona de baixa tensão de cisalhamento a montante do tronco e consequente, acúmulo de sedimentos e redução do gradiente hidráulico (soleira 1). A jusante, o fluxo escavou uma depressão por queda (depressão 1) (Figura 4A). Este processo é também mencionado por Thompson (1995), Linstead e Gurnell (1999), Fernandez (2004) e Montgomery; Abbe (2006).

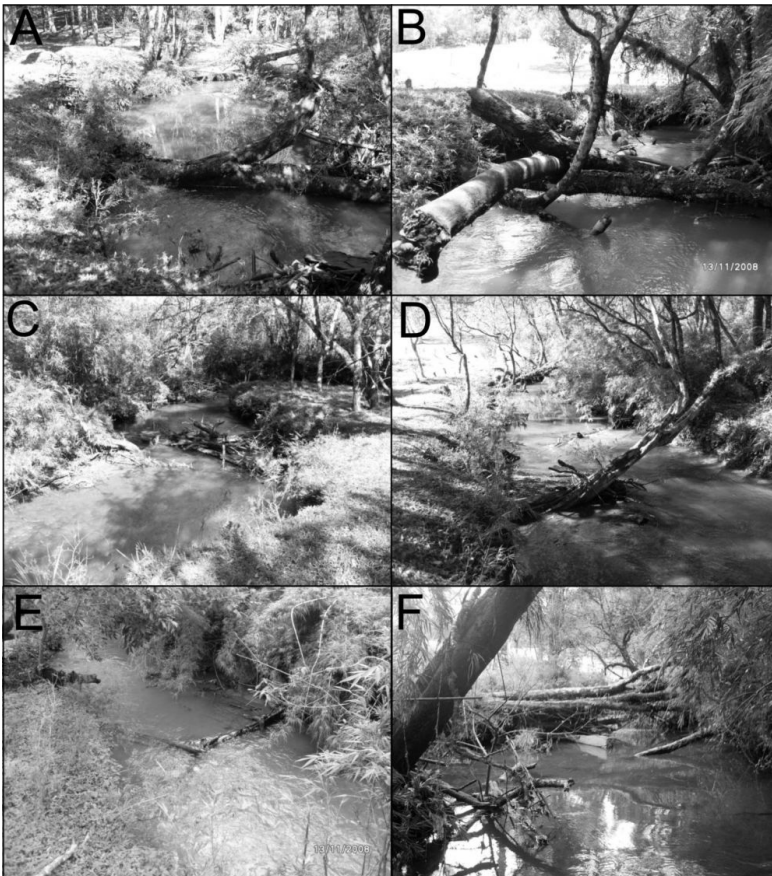


Figura 4 - Acumulações de detritos lenhosos associadas a soleiras e depressões no trecho em estudo. Conferir a localização dos detritos lenhosos no perfil longitudinal da Figura 2: A=DI1, B=DI2, C=DI5, D=DI3, E=DI6 e F=DI8

Autor: Andrey Luis Binda (2009).

As depressões 2 (Figura 4B) e 4 (Figura 4C) foram estabelecidas nas proximidades de acumulações de detritos lenhosos. Embora ambas as unidades estejam também associadas a sinuosidades, percebe-se que as maiores profundidades do talvegue encontram-se nos arredores dos troncos, indicando a influência das acumulações na escavação do leito, principalmente, durante altos fluxos, fato que comprova as afirmações de Collins *et al.* (2002) e Fernandez (2004), de que as mais profundas depressões de um canal encontram-se relacionadas a detritos lenhosos.

Os detritos lenhosos podem ainda catalizar a formação de barras laterais e centrais, decorrente da alteração na hidráulica do canal. Na Figura 4D, pode ser visto um tronco transversal ao canal, que permitiu a formação de uma barra lateral à montante, concomitante a formação de uma barra central à jusante associada com porções profundas próximas as margens (Soleira 3). Acumulações tais como estas, são mencionadas por Keller e Swanson

(1979), Haschenburger e Rice (2004) e Daniels (2006), como característica de canais de baixo gradiente, onde a retenção de sedimentos ocorre, principalmente, em barras a jusante da obstrução.

O estabelecimento de uma soleira pode ocorrer atrelado a troncos orientados transversal ou oblíquo ao canal. Entretanto, o efeito de detritos lenhosos sobre a formação de soleiras é maior quando os troncos encontram-se em contato com o leito, permitindo a deposição e erosão de sedimentos (Figura 4E).

Quando árvores caídas atravessam o canal completamente, sem estar em contato direto com o fluxo, a influência dos detritos lenhosos tende a ser reduzida a eventuais episódios de cheia. Contudo, a acumulação apresentada na Figura 4F, mostra troncos que atravessam o canal de uma margem à outra. Embora seu efeito seja restrito, pode-se notar a sua influência no estabelecimento de uma depressão (início da Depressão 10). A formação desta depressão deve-se ao redirecionamento do fluxo contra o leito durante eventos de cheia.

Há de ser evidenciado que algumas acumulações de detritos lenhosos no trecho estudado não estão controlando nitidamente a ocorrência de soleiras ou depressões forçadas. No entanto, como pode ser visto no perfil da Figura 2, embora acumulações não tenham criado novas formas de leito nas soleiras 3, 6 e 7 (pois os resíduos ficaram acima da reta de ajuste), foram responsáveis por porções mais baixas das soleiras, permitindo maior diversidade de profundidade. Da mesma forma, pode ser visto nas depressões 10 e 11, a ocorrência de porções de leito mais elevadas, associada a zonas de retenção de sedimentos por detritos lenhosos.

Deve-se enfatizar que ainda não se sabe ao certo se estas porções rebaixadas das soleiras e elevadas das depressões estão estáveis ou em processo de formação. Somente o monitoramento das alterações topográficas do leito, permitirá afirmar sobre o processo em atuação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Detritos lenhosos são componentes fundamentais de canais florestados, podendo atuar na formação de unidades de canal, tais como soleiras e depressões. As soleiras influenciadas por detritos lenhosos ocorrem devido à atuação das acumulações como locais importantes à retenção de sedimentos no canal. Já as depressões formadas por detritos lenhosos devem-se a alteração hidráulica e redirecionamento do fluxo em direção ao leito.

Na área em estudo, acumulações de detritos lenhosos são responsáveis pela formação de soleiras e depressões. Soleiras foram formadas devido à colmatação de sedimentos a montante de represas de detritos lenhosos. Depressões ocorriam em virtude da escavação do leito a jusante das obstruções.

Embora, algumas acumulações não sejam responsáveis pela formação de soleiras e depressões bem desenvolvidas, pode-se afirmar que os detritos lenhosos são de suma importância para a maior diversidade de profundidade e, conseqüentemente, maior diversidade de habitats físicos para a fauna de peixes e de seres bentônicos do canal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) *campus* de Marechal Cândido Rondon (PR), pelo empréstimo do material de campo; e a CAPES, pela bolsa de mestrado através do Programa de Pós-graduação em Geografia da UNIOESTE – *campus* de Francisco Beltrão-PR.

REFERÊNCIAS

- BAILLIE, B.R.; DAVIES, T.R. Influence of large woody debris on channel morphology in native forest and pine plantation streams in the Nelson region, New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 36, p. 763-774. 2002.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.D. Late quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of The Royal Society**, v.362, p. 243-251. 2006.
- BORG.D.; RUTHERFURD, I.; STEWARDSON, M. The geomorphic and ecological effectiveness of habitat rehabilitation works: Continuous measurement of scour and fill around large logs in sand-bed streams. **Geomorphology**, n.89, p. 205-216. 2007.
- BRAUDRICK, C.A.; GRANT, G.E. Transport and deposition of large woody debris streams: a flume experiment. **Geomorphology**, n. 41, p. 263-283. 2001.
- BROOKS, A.P.; BRIERLEY, G.J.; MILLAR, R.G. The long-term control of vegetation and woody debris on channel and flood-plain evolution: insights from a paired catchment study in southeastern Australia. **Geomorphology**, n. 51, p. 7-29. 2003.
- BUFFINGTON, J.M.; WOODSMITH, R.D.; BOOTH, D.B.; MONTGOMERY, D.R. Fluvial processes in Puget Sound Rivers and the Pacific Northwest. In: MONTGOMERY, D.R.; BOLTON, S.; BOOTH, D.B.; WALL, L. (Ed.) **Restoration of Puget Sound Rivers**. Seattle and London: University of Washington Press, 2003, p. 46-78.
- CLIFFORD, N.J. Formation of riffle-pool sequences: field evidence for an autogenetic process. **Sedimentary Geology**, v.85, p. 39-51. 1993.
- COLLINS, B.D.; MONTGOMERY, D.R.; HAAS, A.D. Historical changes in the distribution and functions of large wood in Puget Lowland rivers. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, n. 59, p. 66-76. 2002.
- DANIELS, M.D. Distribution and dynamics of large woody debris and organic matter in a low-energy meandering stream. **Geomorphology**, n. 77, p. 286-298. 2006.
- DOWNS, P.W.; SIMON, A. Fluvial geomorphological analysis of the recruitment of large woody debris in the Yalobusha River network, Central Mississippi, USA. **Geomorphology**, n. 37, p. 65-91. 2001.
- FERNANDEZ, O.V.Q.; SANDER, C.; REBELATTO, G.E. Sequência de soleiras e depressões no Córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon, Região Oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 3, n.1, p.49-57. 2002.
- 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.

FROTHINGHAM, K.M.; BROWN, N. Objective identification of pools and riffles in a human-modified stream system. **Middle States Geographer**, v.35, p.52-60. 2002.

GARCIA, G.J.; PIEDADE, G.C.R. **Topografia aplicada às ciências agrárias**. 5.ed.São Paulo: NOBEL, 1984.

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

HASCHENBURGER, J.K.; RICE, S.P. Changes in wood debris and bed material texture in a grave-bed channel. **Geomorphology**, n. 60, 2004. p. 241-267.

KAIL, J. Influence of large woody debris on morphology of six central European streams. **Geomorphology**, n. 51, p. 207-223. 2003.

KELLER, E.A. Areal sorting of bed-load material: the hypothesis of velocity reversal. **Geological Society of America Bulletin**, v.82, p.753-756. 1971.

KELLER, E.A.; SWANSON, F.J. Effects of large organic material on channel form and fluvial processes. **Earth Surface Processes**, v. 4, p. 361-380. 1979.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial processes in Geomorphology**. San Francisco: Freeman and Co., 1964. 522p.

LESTER, R.; WRIGHT, W.; LENNON, M.J. Determining target loads of large and small wood for stream rehabilitation in high-rainfall agricultural regions of Victoria, Australia. **Ecological Engineering**, n. 28, p. 71-78. 2006.

LIMA, A.G. **Avaliação do controle geológico-estrutural no comportamento da rede de drenagem do Rio das Pedras, Guarapuava-PR**. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Rio Claro: IGCE/UNESP, 1999. 142p.

LIMA, A.G.; BINDA, A.L. Vazão de margens plenas em canal misto rochoso-aluvial: um teste preliminar de equações empíricas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 7; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2. Belo Horizonte, 2008. **Anais...**, Belo Horizonte: UFMG, 2008. cd-rom.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

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

LISLE, T.E. A sorting mechanism for a riffle-pool sequence. **Geological society of America bulletin**, v.90, p. 1142-1157. 1979.

LOFTHOUSE, C.; ROBERT, A. Riffle-pool sequences and meander morphology. **Geomorphology**, v.99, p.214-223. 2008.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.

MILNE, J.A. Bed-material size and the riffle-pool sequence. **Sedimentology**, v. 29, p.267-278. 1982.

MONTGOMERY, D.R.; BUFFINGTON, J.M. Channel-reach morphology in mountain drainage basins. **GSA Bulletin**, v.109, n.5, p.596-611. 1997.

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

MONTGOMERY, D.R.; COLLINS, B.D.; BUFFINGTON, J.M.; ABBE, T.B. Geomorphic effects of wood in rivers. **American Fisheries Symposium**, 2003. p.1-27.

MONTGOMERY, D.R.; ABBE, T.B. Influence of logjam-formed hard points on the formation of valley-bottom landforms in an old-growth forest valley, Queets River, Washington, USA. **Quaternary Research**, n. 65, p. 147-155. 2006.

NARDY, A.J.R.; OLIVEIRA, M.A.F.; BETANCOURT, R.H.S.; VERDUGO, D.R.H.; MACHADO, F.B. Geologia e Estratigrafia da Formação Serra Geral. **Geociências**. v. 21. n. 1/2. São Paulo: UNESP, 2002.

O'NEILL, M.P.; ABRAHAMS, A.D. Objective identification of pools and riffles. **Water resources research**, v. 20, n. 7, p. 921-926. 1984.

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

PIÉGAY, H.; THÉVENET, A.; CITTERIO, A. Input, storage and distribution of large woody debris along a mountain river continuum, the Drôme River, France. **Catena**, n. 35, p. 19-39. 1999.

RICHARDS, K.S. Channel width and the riffle-pool sequence. **Geological society of America bulletin**, v.87, p. 883-890. 1976.

SWANSON, F.J.; LIENKAEMPER, G.W.; SEDELL, J.R. **History, physical effects, and management implications of large organic debris in Western Oregon Streams**. Portland: USDA Forest Service General Technical Report, 1976.

THOMPSON, D.M. The effects of large organic debris on sediment processes and stream morphology in Vermont. **Geomorphology**, n. 11, p.235-244. 1995.

WALLERSTEIN, N.P.; THORNE, C.R. Influence of large woody debris on morphological evolution of incised, sand-bed channels. **Geomorphology**, n.57, p. 53-73. 2004.

WEBB, A.A.; ERSKINE, W.D. Distribution, recruitment, and geomorphic significance of large woody debris in an alluvial forest stream: Tonghi Creek, southeastern Australia. **Geomorphology**, n. 51, p. 109-126. 2003.

WRIGHT, J.P.; FLECKER, A.S. Deforesting the riverscape: the effects of wood on fish diversity in a Venezuelan piedmont stream. **Biological Conservation**, n. 120, p.439-447. 2004.

YANG, C.T. Formation of riffles and pools. **Water Resources Research**, v. 7, n. 6, p. 1567-1574. 1971.

ZELT, R.B.; WOHL, E.E. Channel and woody debris characteristics in adjacent burned and unburned watersheds a decade after wildfire, Park County, Wyoming. **Geomorphology**, n. 57, p. 217-233. 2004.

Recebido em março de 2009

Revisado em junho de 2009

Aceito em agosto de 2009