

SIMULAÇÕES DE MORFOLOGIA FLUVIAL E RECUPERAÇÃO DE HABITATS AQUÁTICOS EM CÓRREGOS DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Oscar Vicente Quinonez Fernandez¹, Sandra Martins Ramos², Valdeir Welter³, Yara Moretto Bagatini⁴, Cibelly Daiane Benke⁵, Fernanda München⁶.

RESUMO

O presente trabalho relata os resultados preliminares de uma pesquisa experimental que visa recriar soleiras e depressões no leito fluvial em córregos da região oeste do Paraná. O experimento se baseia na inserção de estacas de madeira, objetivando a recriação de soleiras a partir da acumulação de sedimentos. As estacas foram instaladas em fevereiro de 2010. Este trabalho mostra a variação da morfologia do canal e da fauna de macroinvertebrados entre fevereiro e abril de 2010. Neste curto período tempo, caracterizado por uma razoável estiagem, foi detectado o início da formação de soleiras nos trechos instrumentalizados e a geração de depressão logo à jusante. Quanto a população de macroinvertebrados notou-se o predomínio de organismos sensíveis (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) no córrego Quati, localizado numa unidade de conservação e a abundância de organismos das classes Hirudíneas, Oligochaeta e Insecta nos córregos situados em bacias com pouca ou nenhuma vegetação original. A efetividade da instalação das estacas visando a recriação de micro-habitats no leito do canal e sua repercussão sobre a fauna bentônica, só poderá ser confirmada com a continuidade do monitoramento.

Palavras-chave: geomorfologia fluvial, habitats aquáticos; macroinvertebrados.

ABSTRACT

This paper reports the preliminary results of an experimental research that aims to recreate riffles and pools in the riverbed in streams of the western region of Paraná State, Brazil. The experiment is based on the insertion of wooden pins, aiming at the accumulation of sediment. The pins were installed in February 2010. This work shows the change in channel morphology and variation of the macroinvertebrate community between February and April 2010. In this short time, characterized by a reasonable drought was detected the beginning of the formation of riffles in sites exploited and formation of pools in downstream. As the population of macroinvertebrates was noted the predominance of sensitive organisms (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) in stream located in a conservation area and the abundance of organisms of class Hirudinea, Oligochaeta and Insecta in streams situated in watersheds with little or no vegetation original. The effectiveness of the installation of pins with the aim of recreating the micro-habitats in the channel bed and its impact on the benthic fauna, can only be confirmed with continued monitoring.

Keywords: fluvial geomorphology, aquatic habitat, macroinvertebrates

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - Campus Marechal Cândido Rondon – Geografia, fernandez@unioeste.br.

² Unioeste-Campus de Cascavel. Aluna Especialização. sandramos_bio@yahoo.com.br.

³ Geografia – Unioeste/M. C. Rondon. valwel@hotmail.com.

⁴ Unioeste/Cascavel - Curso de Esp. Biodiversidade Cons. e Manejo de Recursos Naturais. ymorettob@hotmail.com

⁵ Ciências Biológicas PUC/Toledo, cibellydb@hotmail.com.

⁶ Ciências Biológicas (PUC) - Campus de Toledo. E-mail: fernandinha377@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Mundialmente, a situação ecológica de rios e riachos foi prejudicada por práticas agrícolas, tais como a modificação larga escala de bacias hidrográficas, introdução de grande quantidade de nutrientes e sedimentos, perda de vegetação ripária e alterações hidrológicas. As respostas típicas a essas mudanças incluem a incisão de canal, sedimentação excessiva, diminuição da qualidade da água e perda na complexidade de habitats e na biodiversidade (LESTER & BOULTON, 2008).

A quase completa remoção da vegetação nativa nas últimas quatro décadas na região oeste do Paraná provocou intensos processos erosivos nas bacias hidrográficas. Como consequência, o assoreamento dos canais fluviais, juntamente com a eliminação das matas ciliares acarretou a degradação ou destruição de habitats aquáticos.

Uma grande variedade de técnicas de restauração de cursos fluviais havia sido desenvolvida para recuperar os impactos humanos sobre os ecossistemas aquáticos. As técnicas que adotam elementos naturais como matéria prima (rochas, troncos), são recomendadas pelo seu valor estético e ambiental (WALKER, 2004). Adotando esta premissa, os autores do presente trabalho estão desenvolvendo o projeto intitulado “Recuperação de habitats aquáticos em córregos impactados pela atividade agrícola na região Oeste do Paraná” que objetiva aprimorar técnicas destinadas à recriação ou recuperação física e ecológica de ambientes aquáticos através da re-inserção de troncos e galhos (detritos lenhosos) no canal fluvial.

A expressão detritos lenhosos (wood debris, organic debris) é aplicada a todo material lenhoso oriundo da vegetação ripária. Portanto, esta definição engloba troncos, galhos, raízes e folhas que se acumulam dentro do canal fluvial (Linstead e Gurnell, 1999; Gurnell *et al.*, 2002; Webb e Erskine, 2003; Wallerstein e Thorne, 2004). Na literatura internacional é encontrada uma extensa lista de estudos realizados sobre detritos lenhosos. No Brasil, Binda (2009) realizou um dos primeiros estudos sobre o papel dos detritos lenhosos sobre a morfologia e a sedimentologia nos canais numa bacia de baixa ordem no Paraná.

A instalação destes elementos naturais é realizada manualmente e com baixo custo, fatos conferem um grande valor educacional ao projeto de restauração, pois permite que seja executado por qualquer segmento da sociedade (Slaney & Zaldokas, 1997). Esta abordagem, colocada em prática por Brooks *et al.* (2004), constitui a principal diretriz adotada no projeto. A pesquisa experimental executada por Brooks *et al.* (2004) se baseia na comparação entre a evolução morfológica de trechos poucos alterados, considerados como

trechos de referencias, e a evolução de trechos alterados, considerados como trechos de teste. A recuperação dos trechos instrumentados com a inserção de troncos pode ser acompanhada empregando análises morfológicas e biológicas. Esta abordagem levantada por Kondolf et al. (2003), Sullivan et al. (2004; 2006) e Lepori et al. (2005) é adotada no presente trabalho.

OBJETIVO E ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho mostra os primeiros resultados dos efeitos da inserção de estacas de madeira no leito fluvial sobre a morfologia e a assembléia da fauna de macroinvertebrados, em canais de baixa ordem (Stralher) localizados no município de Palotina, região oeste do Estado do Paraná (Figura 1).

A região oeste do Paraná é constituída por derrames basálticos de idade cretácea (NARDY et al., 2002) e está inserida no terceiro planalto paranaense, localizada na porção central da bacia sedimentar do Paraná. A região em estudo corresponde a sub-unidade morfoescultural do planalto de Campo Mourão caracterizado por uma baixa dissecação, topos aplainados e vertentes retilíneas com bases côncavas (SANTOS et al., 2006). A altitude da região varia de 290 a 310 m e a precipitação acumulada anual oscila entorno de 1.600 mm. O clima na classificação de Köppen é do tipo Cfa, subtropical úmido, mesotérmico, verões quentes, geadas menos freqüentes e concentração de chuvas nos meses de verão (IAPAR, 1994).

Os estudos foram realizados em três bacias hidrográficas de 2ª ordem: Quati, Santa Fé e Aurora (Figura 1). O córrego Quati está localizado quase por completo dentro da Reserva Biológica de São Camilo, administrado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), possui uma área total de 3,91 km² e foi adotado como trecho de referencia no presente estudo. As demais bacias, a do córrego Santa Fé com área de 30,09 km² e a bacia do córrego Aurora, com 61 km² de área, foram selecionados para representar os trechos de testes no projeto. O uso/ocupação do solo nestas bacias é caracterizado pelas atividades agroindústria na primeira e pela agricultura na bacia do córrego Aurora. Os córregos citados são afluentes da margem esquerda do Rio Piquiri, que por sua vez deságua no rio Paraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

Implantação de obstáculos no leito do canal fluvial

Com a intenção de recriar micro-habitats (soleiras e depressões) no leito fluvial, foi testada no projeto uma estrutura baseada na instalação de estacas de madeira no canal fluvial (log pin) (Figura 2).

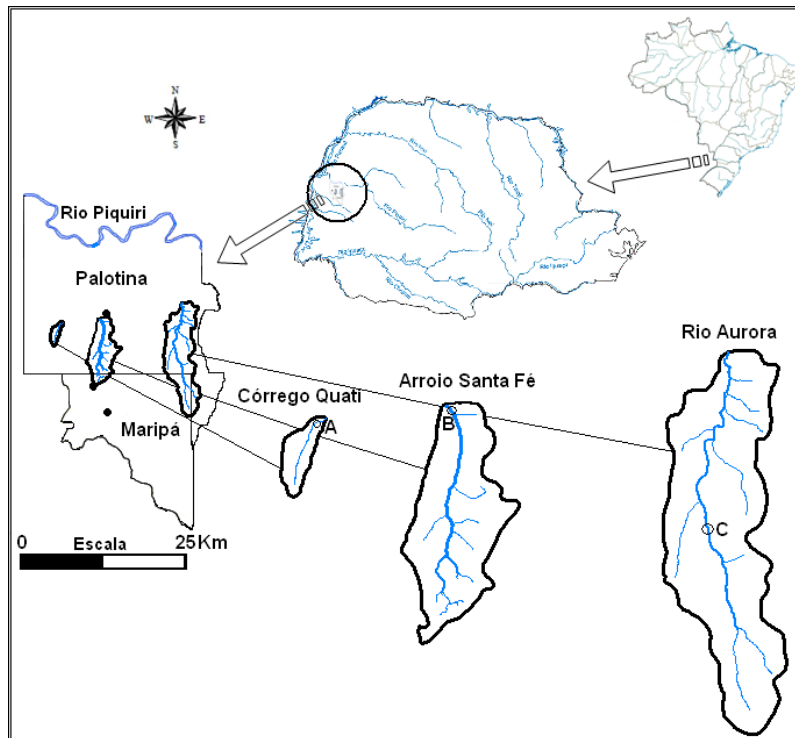


Figura 1: Localização dos pontos de monitoramento nas bacias dos córregos Quati, Santa Fé e Aurora no município de Palotina, Oeste do Paraná.

Esta estrutura é empregada para direcionar a força do fluxo e promover a formação de soleiras ou corredeiras (riffles) e depressões ou poços (pools) nos períodos de cheia através do predomínio da sedimentação no primeiro habitat e remoção de sedimentos no segundo habitat (YANG, 1971; O'NEILL & ABRAHAMS, 1984; FERNANDEZ, 2009). Nas épocas de “águas baixas”, os processos erosivos e deposicionais são menos atuantes e se invertem com respeito às épocas de cheia, isto é, predomina a remoção nas soleiras e deposição nas depressões.

As estacas inseridas verticalmente no leito do canal possuem 5 cm de diâmetro e 1 m de comprimento foram inseridas em intervalos de 50 cm (Figura 3). O conjunto de estacas age como obstáculos que favorece o acúmulo de sedimentos, troncos e galhos. Dessa maneira, se pretende induzir o fluxo para criar um habitat de soleira entorno do conjunto de estacas. Os galhos e troncos transportados pelo fluxo (detritos lenhosos) em períodos de cheia podem se aprisionados pelas estacas e ajudar a reter um maior volume de sedimentos de fundo. A estabilidade do conjunto estacas-detritos lenhosos poderá transformar a acumulação induzida numa soleira permanente. A construção de soleiras é uma fase importante de projetos de recuperação de canais fluviais (WALKER et al., 2004).

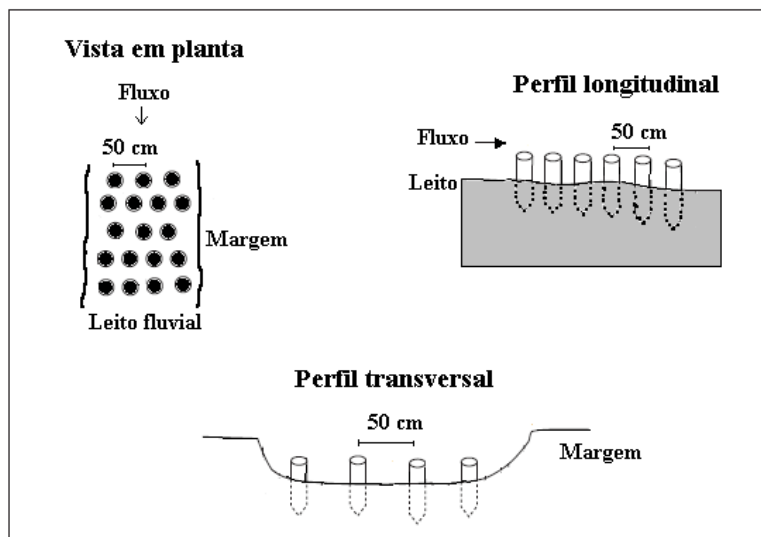


Figura 2: Disposição das estacas de madeira (log pin) instaladas no canal fluvial (Adaptada de RUTHERFURD et al., 2000).



Figura 3: Estacas inseridas no leito do córrego Santa Fé, Palotina, PR. Data: fevereiro/2010. Vista para montante.

Técnicas de levantamento de campo e amostragem

A coleta de dados em campo consistiu em levantamentos morfológicos e sedimentológicos do canal fluvial e no monitoramento da assembléia da fauna bentônica.

As características morfológicas do canal fluvial (perfis transversais, longitudinais e os traçados do canal em planta) foram levantadas em cada trecho monitorado, seguindo técnicas convencionais de nivelamento (COMASTRI & GRIPP JUNIOR, 2001; HARRELSON et al.,

1994) com uso de nível automático Leica NA 720. Os valores da largura e profundidade do canal em nível de margens plenas foram obtidos nos perfis transversais.

A vazão de margens plenas (Q_{mp}) foi estimada pelo método de Manning mediante a seguinte equação:

$$Q_{mp} = \frac{1}{n} A_{mp} (RH)^{0,666} (Da)^{0,5} \dots\dots\dots (1)$$

onde: A_{mp} = área da seção molhada (m^2); RH = raio hidráulico (m); Da = declividade da lâmina da água (m/m) e n = coeficiente de rugosidade.

A área da seção transversal (A_{mp}) e o perímetro molhado da seção (PM_{mp}) são obtidos em perfis transversais elaborado com auxílio do programa Excel.

A área da seção transversal é calculada multiplicando a largura e a profundidade do canal e o perímetro molhado é estimado efetuando:

$$PM_{mp} = L_{mp} + 2P_{mp} \dots\dots\dots (2)$$

Onde L_{mp} e P_{mp} representam a largura e a profundidade média do canal em nível de margens plenas.

O raio hidráulico do canal em nível de margens plenas é calculado mediante:

$$RH_{mp} = A_{mp} / PM_{mp} \dots\dots\dots (3)$$

A declividade da lâmina de água foi obtida mediante levantamento topográfico. O coeficiente de rugosidade (n) pode ser obtido seguindo vários métodos (BAPTISTA et al., 2001). Neste trabalho, o valor de n foi estimado empregando o método de incrementação ou método de Cowan (CHOW, 1959) mediante a seguinte expressão:

$$n = (N_0 + N_1 + N_2 + N_3 + N_4) \cdot N_5 \dots\dots\dots (4)$$

Onde: N_0 tipo de material da margem, N_1 grau de irregularidade do leito, N_2 variações da seção transversal, N_3 efeito de obstruções, N_4 tipo de vegetação e N_5 grau de meandramento. As análises granulométricas dos sedimentos de fundo foram realizadas adotando técnicas de peneiramento (SUGUIO, 1973).

Para testar a hipótese de que a introdução de obstáculos em córregos pode recriar micro-habitats para a fauna de macroinvertebrados bentônicos, foram realizadas coletas nos rios de estudo, antes e depois da intervenção, com um amostrador de fundo tipo Petersen modificado, com área de $0,0180 \text{ m}^2$. Antes da intervenção foram obtidas três amostras de cada tipo de micro-habitat (depressão e soleira) existentes nos cursos d'água de estudo: córregos Quati (controle), Arroio Santa Fé (teste) e Aurora (teste). Os pontos amostrais foram distribuídos ao longo de 50 m do local da instalação dos obstáculos.

Após a intervenção foram obtidas três amostras em pontos de depressão e de soleira criados pelos obstáculos instalados. As amostras foram preservadas separadamente em álcool 70% e identificadas, conforme o local da coleta e número da amostra. O material coletado foi lavado em laboratório com o auxílio de um sistema de peneiras (malhas 2,0, 1,0 e 0,2 mm) e os organismos foram triados sob microscópio estereoscópico e identificados ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de chaves de identificação (BOUCHARD, 2004; MERRIT, & CUMMINS, 1996; PÉREZ, 1996).

Para testar o efeito da introdução dos obstáculos nos córregos estudados sobre a densidade de macroinvertebrados bentônicos, antes e depois da intervenção, foi utilizada uma análise de variância bifatorial- ANOVA ($p < 0,05$) em cada um dos córregos. A mesma análise foi utilizada para verificar se houve diferença significativa entre os micro-habitats (soleira e depressão) dos córregos (Statistica v. 7.0).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Levantamentos das características físicas e sedimentológicas

As estacas foram instaladas no mês de fevereiro de 2010, nos córregos Quati (ponto A), Santa Fé (ponto B) e Aurora (ponto C) (Vide figura 1). As características morfológicas e hidráulicas dos trechos são sumariadas na tabela 1. Em cada ponto, antes da inserção das estacas, foram levantados os perfis transversais e longitudinais e o traçado do talvegue. Os levantamentos foram repetidos no mês de abril de 2010. Os resultados dessas campanhas de campo são mostrados nas figuras 4, 5 e 6.

Tabela 1: Características físicas e hidráulicas do canal nos trechos estudados.

Pontos monitorados	A (km ²)	Prof. (m)	Larg. (m)	Qmp (m ³ /s)	Sin.	D (m/m)
Ponto A (córrego Quati)	3,78	0,57	2,08	2,2	1,2	0,011
Ponto B (córrego Santa Fé)	28,9	1,28	4,52	4,91	1,8	0,00175
Ponto C (córrego Aurora)	30,0	1,11	2,33	4,4	1,2	0,013

Siglas: A= Área da bacia à montante do ponto de monitoramento, Prof.=profundidade do canal, Larg.=largura do canal, Qmp=vazão de margens plenas, Sin=sinuosidade e, D=declividade do canal.

Nos perfis transversais levantados em fevereiro e abril de 2010 nos trechos instrumentalizados dos córregos Quati e Santa Fé (Figuras 4 e 5), é possível observar um pequeno acúmulo de sedimentos nas áreas em torno das estacas. As figuras mostram também a inexistência de processos erosivos nas margens, indicando que a presença das estacas não

alterou significativamente o quadro hidrodinâmico na seção. Por outro lado, no córrego Aurora, foi identificado um quadro erosivo-deposicional oposto aos dois pontos descritos acima (Figura 6). A remoção de sedimentos das margens predominou sobre o processo de retenção de sedimentos pelos obstáculos inseridos no canal. A falta de deposição na área instrumentada talvez seja decorrente da pouca quantidade de detrito lenhoso transportado pelo fluxo.

Estas observações mostram que a influencia das estacas inseridas no canal sobre os processos erosivos e deposicionais é variada e pode ser controlada por variáveis como a magnitude das vazões, a declividade do canal e disponibilidade de detritos lenhosos.

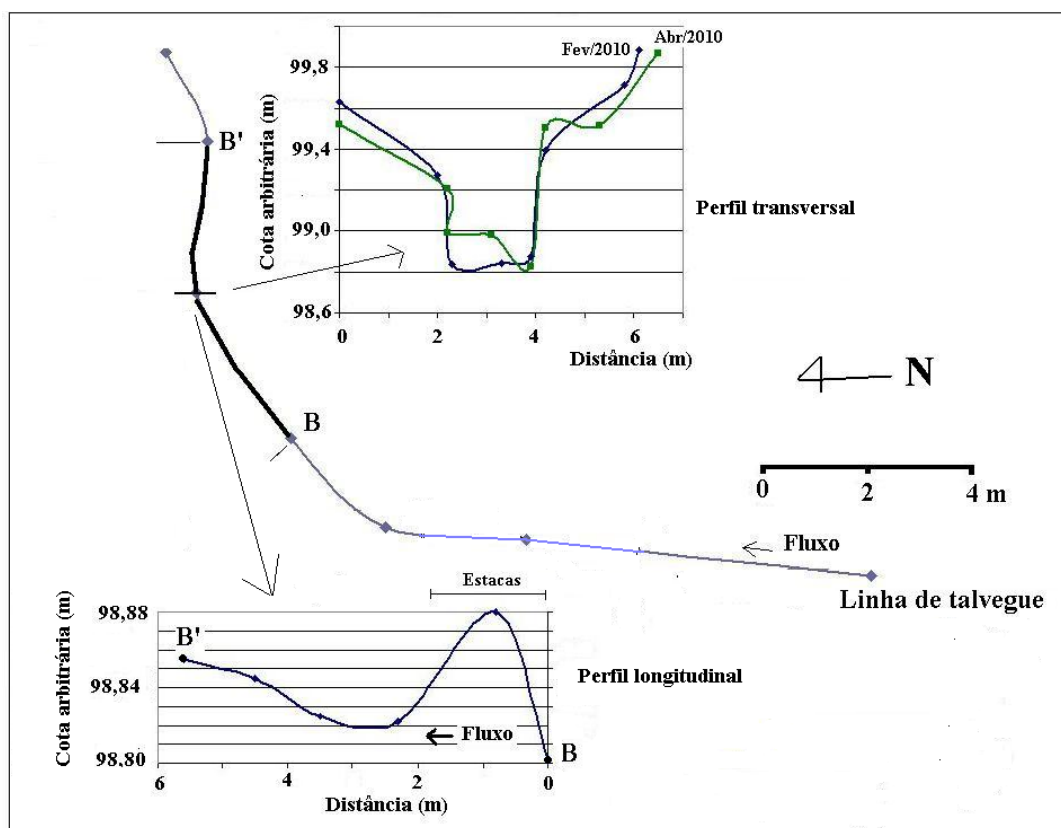


Figura 4: Traçado do talvegue em planta e perfis transversais e longitudinais no córrego Quati (trecho B-B'), Parque Estadual São Camilo, Palotina (PR).

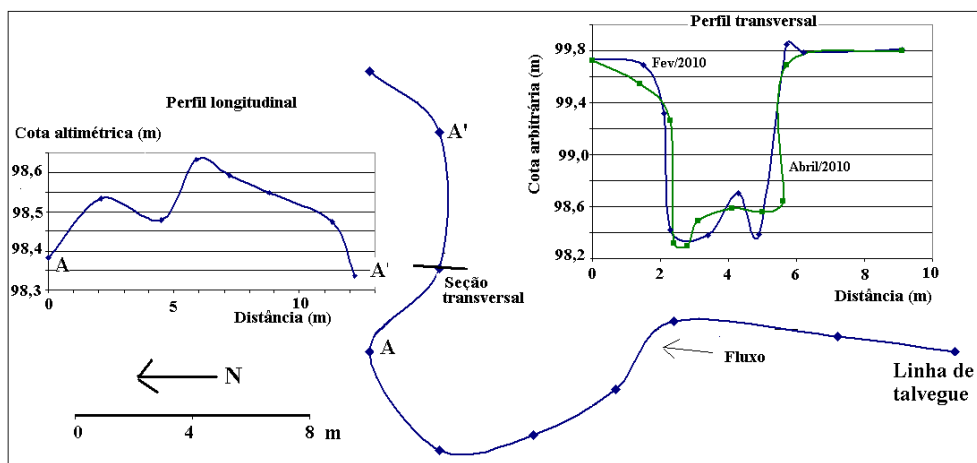


Figura 5: Traçado do talvegue em planta e perfis transversais e longitudinais no córrego Santa Fé (trecho A-A'), Palotina (PR).

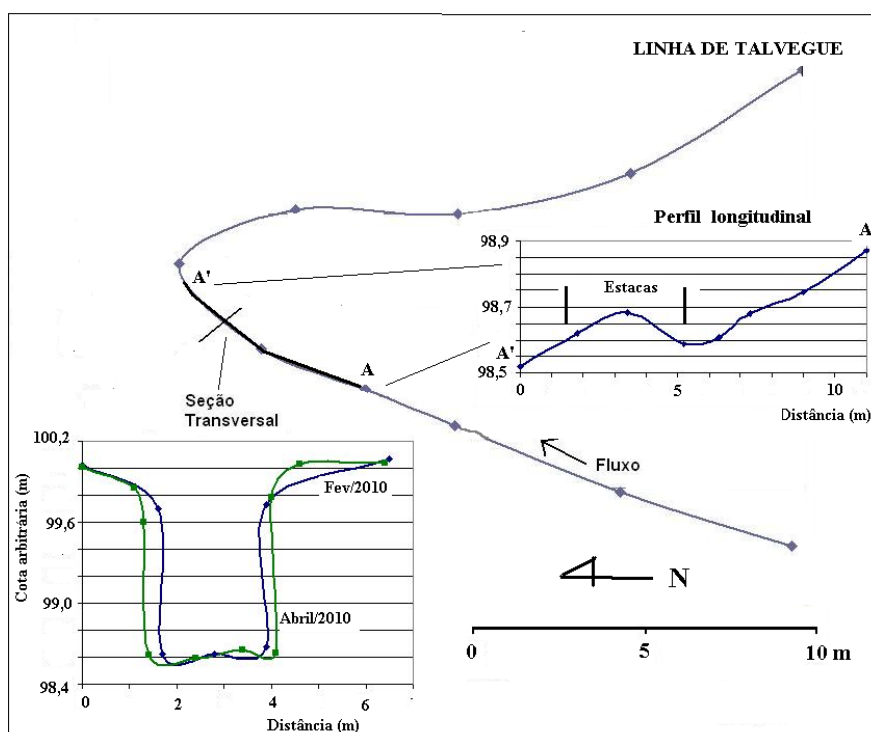


Figura 6: Traçado do talvegue em planta e perfis transversais e longitudinais no córrego Aurora (trecho A-A'), Palotina (PR).

Os sedimentos de fundo nos trechos em estudo antes da intervenção estavam constituídos por sedimentos de tamanho areia grossa e pobremente selecionados (Tabela 2). Após a instalação das estacas, em fevereiro/2010, os sedimentos mostraram uma diminuição do diâmetro médio nas soleiras. Os processos erosivos e deposicionais se alternam nas soleiras e depressões nos períodos de cheia e estiagem (KELLER, 1971). Durante as estiagens, predomina remoção nas soleiras e acumulação nas depressões e nos períodos chuvosos este quadro é invertido. No período estudado (fevereiro-abril/2010), a região foi

afetada por uma estiagem moderada, por tanto, é esperado um aumento relativo do calibre dos sedimentos nas soleiras. No entanto, nos trechos monitorados foi observado o oposto. Este fenômeno talvez seja explicado pela deposição de sedimentos induzida pela presença de estacas e detritos lenhosos.

O grau de seleção nas soleiras e depressões, criadas pelo fluxo após a instalação das estacas, mostraram pouca diferença com respeito aos valores de fevereiro/2010. Entretanto, pode-se destacar um pequeno decréscimo do grau de seleção no trecho do córrego Santa Fé e um leve aumento no córrego Aurora.

Tabela 2: Granulometria dos sedimentos de fundos nos trechos monitorados antes e após a inserção de estacas no leito do canal.

Trechos	Diâmetro médio (ϕ)		Grau de seleção (ϕ)	
	Fev./2010	Abril/2010	Fev./2010	Abril/2010
Trecho A córrego Quati	0,401 (AG)	0,519 (AG) (soleira) 0,200 (AG) (depressão)	1,592	1,468 (soleira) 1,457 (depressão)
Trecho B córrego Santa Fé	0,918 (AG)	1,412 (AM) (soleira) 0,039(AG) (depressão)	1,235	1,754 (soleira) 1,593 (depressão)
Trecho C córrego Aurora	0,743 (AG)	0,806 (AG) (soleira) -0,089 (AMG) (depressão)	1,359	1,097 (soleira) 1,063 (depressão)

Observações: O diâmetro médio das amostras é classificado segundo a escala de Wentworth em areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG) e areia média (AM). Os valores do grau de seleção das amostras estão inseridos no intervalo 1, 0 a 2,0 ϕ que correspondem a categoria pobremente selecionada.

Levantamento da fauna de macroinvertebrados bentônicos

Os resultados preliminares indicaram que houve colonização por macroinvertebrados bentônicos nos micro-habitats criados pela introdução das estacas.

A maior abundância de organismos conhecidos como sensíveis (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) no córrego Quati se justifica pelas condições naturais e nível de preservação, uma vez que o mesmo está inserido em uma unidade de conservação

No Córrego Aurora, os maiores valores de densidade, antes e após a introdução das estacas, foram observados para os bivalves, enquanto no córrego Santa Fé a família Chironomidae e as classes Hirudinea e Oligochaeta foram as mais abundantes. Após a intervenção, no entanto, Oligochaeta não foram observadas, provavelmente devido a mudança na estrutura do sedimento.

No Córrego Quati observou-se maior abundância das famílias Elmidae e Chironomidae. Além disso, as ordens Ephemeroptera (famílias Batidae e Leptophlebiidae) e Plecoptera (famílias Perlidae e Gripopterygidae) foram observadas apenas neste córrego. Estes organismos são considerados indicadores de águas com boa qualidade (ROSENBERG & RESH, 1993).

Embora os invertebrados tenham colonizado os micro-habitats formados com a introdução dos obstáculos, de acordo com a Anova bifatorial, as diferenças na densidade entre os micros-habitats (soleira e depressão) ($F = 0,12$ e $p = 0,73$) e após a introdução dos obstáculos ($F = 0,05$ e $p = 0,82$) não foram significativas, nos cursos d'água estudados (Figura 7).

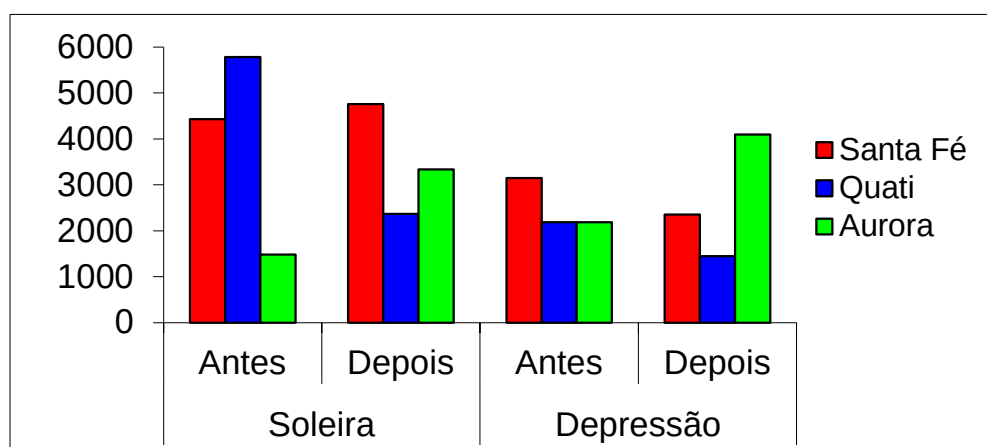


Figura 7. Densidade de organismos bentônicos (m^2) antes (fevereiro/2010) e depois da instalação das estacas (abril/2010) nos pontos em estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho mostra a evolução preliminar da morfológica, sedimentológica e a variação da fauna de macroinvertebrados em pequenos cursos de água após a instrumentalização com estacas. Em termos morfológicos, após dois meses da inserção das estacas, foram detectadas pequenas acumulações entorno da área de intervenção. Os sedimentos acumulados mostraram uma diminuição do diâmetro médio nas soleiras.

A função de reter os sedimentos grossos por parte das estacas e resíduos orgânicos associados foi muito limitada. Esta situação deve ter sido amplificada pela moderada estiagem que afetou a área de estudo no período estudado. A maior pluviosidade pode acarretar um maior transporte de sedimentos de fundo e com isto, aumentar o poder de retenção das estacas.

No monitoramento biológico, os resultados preliminares indicaram que houve colonização por macroinvertebrados bentônicos nos micro-habitats criados pela introdução de obstáculos. A maior abundância de organismos conhecidos como sensíveis (Ephemeroptera,

Plecoptera e Trichoptera) no córrego Quati se justifica pelas condições naturais e nível de preservação, uma vez que o mesmo está inserido em uma unidade de conservação.

No córrego Aurora e Arroio Santa Fé a abundância de organismos das classes Hirudíneas, Oligochaeta e Insecta, nesta última, com predominância da família Chironomidae (ordem Díptera) é explicada pela capacidade desses organismos de sobreviverem em locais com grande quantidade de sedimento fino, como encontrado nesses cursos d'água.

Embora as análises estatísticas não tenham demonstrado diferenças significativas entre os micro-habitats e, antes e depois da introdução das estacas, a efetividade da instalação só poderá ser confirmada com a continuidade do monitoramento, pois as amostras obtidas antes da intervenção refletem a composição da fauna bentônica nos micro habitats pré-existentes. Além disso, um maior tempo é necessário para que possa ocorrer a colonização pelos invertebrados, fato que pode ter contribuído para os resultados observados no presente estudo

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro (Projeto Nº 577177/2008-7: Recuperação de habitats aquáticos em córregos impactados pela atividade agrícola na região Oeste do Paraná) e pela bolsa concedida à uns dos autores (V. Welter). Também agradecemos ao IAP (escritório regional de Toledo) pela autorização concedida para o acesso na Reserva Biológica de São Camilo (município de Palotina) e aos produtores rurais Irineu Güts e João Jacovas pelo ingresso às suas respectivas propriedades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, M.B.; COELHO, M.M.L.P.; CIRILO, J.A. (2001) Hidráulica Aplicada. Porto Alegre. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 609 p.

BINDA, A.L. (2009) A influência de detritos lenhosos na morfologia e na sedimentologia de leito no rio Guabiroba, Guarapuava-PR. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), 121 p.

BOUCHARD, R.W. (2004) Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest. Identification Manual for Students, Citizen Monitors, and Aquatic Resource Professional. University of Minnesota, 207 p.

BROOKS, A.P.; GEHRKE, P.C.; JANSEN, D.D.; ABBE, T.B. (2004) Experimental reintroduction of woody debris on the Williams river, NSW: geomorphic and ecological responses. *River Research and Applications*, 20: 513–536.

CHOW, V.T. (1959) *Open Channel Hydraulics*. McGraw-Hill Book Company, New York.

COMASTRI, J.A.; GRIPP JUNIOR, J. (2001) *Topografia aplicada: medição, divisão e demarcação*. Editora UFV, 203 p.

FERNANDEZ, O.V.Q. (2009) Discriminação de habitats aquáticos no córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon (PR). *Revista Geografias (UFMG)*, 5 (1): 22-36.

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

HARRELSON, C.C.; RAWLINS, C.L.; POTYONDY, J.P. (1994) *Stream channel reference sites: a illustrated guide of field technique*. Gen. Tech. Rep. RM-245. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

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

IAPAR - Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (1994) *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*, Curitiba (PR), 49 p.

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

KONDOLF, G.M., PIEGAY, H.; SEAR, D. (2003) Integrating Geomorphological Tools in Ecological and Management Studies. In: Kondolf, G.M. & H. Piegay (Editors). *Tools in fluvial geomorphology*. Wiley; West Sussex, England.

LEPORI, F., PALM, D.; MALMQVIST, B. (2005) Effects of stream restoration on ecosystem functioning: detritus retentiveness and decomposition. *Applied Ecology*, 42: 228-238.

LESTER, R.E.; BOULTON, A.J. (2008) Rehabilitating agricultural streams in Australia with wood: a review. *Environmental Management*, 42 (2): 310-26.

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

MERRIT, R.W.; CUMMINS, K.W. (1996) An introduction to the aquatic insects of North America. Dubuque, Kendal/Hunt, 3 rd e., 1996. 722p.

NARDY, A.J.R.; OLIVEIRA, M.A.F.; BETANCOURT, R.H.S.; VERDUGO, D.R.H.; MACHADO, F.B. (2002) Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. *Geociências* (Unesp, São Paulo): 21: 15-32.

O'NEILL, M.P.; ABRAHAM, A.D. (1984) Objective identification of pools and riffles. *Water Resources Research*, 20 (7): 921-926.

PÉREZ, G.R. (1996) Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia. 217 p.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (1993) Freshwater biomonitoring in benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York. 488 p

RUTHERFURD, I. D., JERIE, K.; MARSH, N. (2000) A rehabilitation manual for Australian streams (volume 2).Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology – Department of Geography and Environmental Studies. University of Melbourne, 400 p.

SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; ROSS, J.L.S. (2006) Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 7(2): 3-12.

SLANEY, P.A.; ZALDOKAS, D. (1997) Fish Habitat Rehabilitation Procedures. Watershed Restoration Technical Circular N°. 9. Watershed Restoration Program, Ministry of Environment, Lands, and Parks, Vancouver, British Columbia

SUGUIO, K. (1973) Introdução à sedimentologia. São Paulo: Ed. E. Blucher.

SULLIVAN, S.M.P., WATZIN, M.C.; HESSION, W.C. (2004) Understanding stream geomorphic state in relation to ecological integrity: evidence using habitat assessments and macroinvertebrates. *Environmental Management*, 34: 669-683.

SULLIVAN, S.M.P., WATZIN, M.C.; HESSION, W.C. (2006) Influence of stream geomorphic condition on fish communities in Vermont, U.S.A. *Freshwater Biology*, 51: 1811–1826.

WALKER, D.R.; MILLAR, R.G.; NEWBURY, R.W. (2004) Energy profiles across constructed riffles. *Journal Hydrological Engineering*, 130 (3): 199-207.

WALKER, J. (2004) Blue Hen Creek: An evaluation of stream habitat restoration at the UD Experimental Watershed. University of Delaware, College of Agriculture and Natural Resource, 62 p.

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

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

YANG, T.C. (1971) Formation of riffles and pools. *Water Resources Research*, 7: 1567-1574.