

A Geometria do Canal Fluvial em Trechos Rurais e Urbanos no Córrego Lonqueador, Francisco Beltrão, Sudoeste do Paraná.

Andrey Luis Binda

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

Bolsista da Capes

E-mail: andrey_geobass@hotmail.com

Luciléia Bragas

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

E-mail: lucileiabraga@hotmail.com

Ivanilda Bello

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

E-mail: ivanilda@gmail.com

Oscar Vicente Quinonez Fernandez

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – Campus de Marechal C. Rondon – Curso de Geografia - E-mail: fernandez@unioeste.br

Resumo: O objetivo do trabalho é mostrar a influencia do uso do solo sobre a morfologia do canal fluvial na bacia hidrográfica do córrego Lonqueador, que drena uma porção da área rural e urbana no município de Francisco Beltrão, Sudoeste do Paraná. A bacia em estudo apresenta uma área de 17,49 km², dos quais 3,143 km² esta situada na sede urbana do município. O calculo das variáveis morfométricas da bacia foi realizada através do *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Dados morfológicos e sedimentológicos foram coletados em oito trechos, sendo que a metade foi selecionada na área rural e o restante na área urbana. Com base nestes dados, foi aplicada a classificação de Rosgen para os pontos situados na área rural (trecho superior), segundo o qual três seções foram classificadas como do tipo E, e uma como do tipo C. No trecho urbano (porção média e inferior) foram executadas anos atrás, obras de retificação e canalização, que promoveram um aumento na capacidade do canal. Curvas de ajuste que relacionam a capacidade do canal em função da área da bacia evidenciaram diferentes tendências da área da seção transversal para as áreas rural e urbana.

Palavras-Chave: Alterações fluviais, Perfis transversais, Urbanização.

Abstract: The objective of the work is to show influences of land use on channel morphology in the Lonqueador stream, that drain a portion of the rural and urban area in the city of Francisco Beltrão, Southwest of the Paraná, Brazil. The basin in study presents an area of 17.49 km², of which 18% of its area under impervious cover. The estimative of morphometric variables for basin was carried through the software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) developed by the Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Morphological and sedimentological data had been collected in eight reaches, being that the half was selected in rural area and the remain in the urban area. The classification of Rosgen was applied for points situated in the agricultural area (superior reach), which three sections had been according to classified as of the type E and one as of type C. In the urban reach (middle and lower segments) had been executed years behind, engineering modifications (ex. canalization), that had promoted an increase in the capacity of the channel. Curves of adjustment that relate the channel capacity in function of the basin area had evidenced different trends for area of channel cross-section for rural and urban areas.

Key-Words: Channel changes, Channel cross-section; Urbanization.

1- Introdução

Com o alvorecer da sociedade contemporânea, o homem passou a promover mudanças nos canais fluviais de duas maneiras distintas: *diretamente*, através da alteração no próprio canal, por meio da mineração (cascalho e areia) e por obras de engenharia, tais como represas, retinilização, canalização, desvio do canal, entre outras; e, *indiretamente*, representado pelo uso e ocupação do solo (PARK, 1981 apud CUNHA, 1995; KNIGHTON, 1984 apud CUNHA, 1995; PARK, 1995; GREGORY, 2006 KANG & MARSTON, 2006).

As cidades constituem os locais onde se encontram as maiores alterações. Tais alterações consistem em redução da sinuosidade com a criação de extensos trechos retinilizados; canalização que inclui o revestimento das margens, leito e até mesmo do canal inteiro e o aumento na densidade de drenagem, por meio das galerias de águas pluviais (CHIN, 2006). Esses processos realizados através de obras de engenharia, fazem com que os canais percam suas características naturais, modificando as seções transversais e o perfil longitudinal (VIEIRA & CUNHA, 2006).

A urbanização também promove mudanças hidrológicas e sedimentológicas, tais como impermeabilização do solo, decréscimo das taxas de infiltração e aumento nas águas de superfície (KANG & MARSTON, 2006). Para Chin (2006), o aumento da competência de transporte promovido pelos grandes picos de descarga em áreas urbanas, promove processos de remoção seletiva da carga de leito dos canais, que passam a ser composta por material grosseiro.

Pesquisas que enfocam o papel da urbanização na alteração da rede de drenagem no sudoeste paranaense ainda são escassas. Neste contexto insere-se o presente trabalho, que objetiva destacar as alterações promovidas pelo crescimento urbano do município de Francisco Beltrão (PR) no canal principal do córrego Lonqueador.

2 - Localização e características gerais da área de estudo

O município de Francisco Beltrão encontra-se na mesorregião sudoeste do Paraná (Figura 1). Sua origem remonta ao ano de 1922, quando os primeiros colonizadores gaúchos e catarinenses dirigiram-se para a região. A área do município, emancipado em 1951, é de 731,731 km², a população estimada no ano de 2007 é de 72.409 habitantes, com um grau de urbanização de 81,68% (IPARDES, 2008).

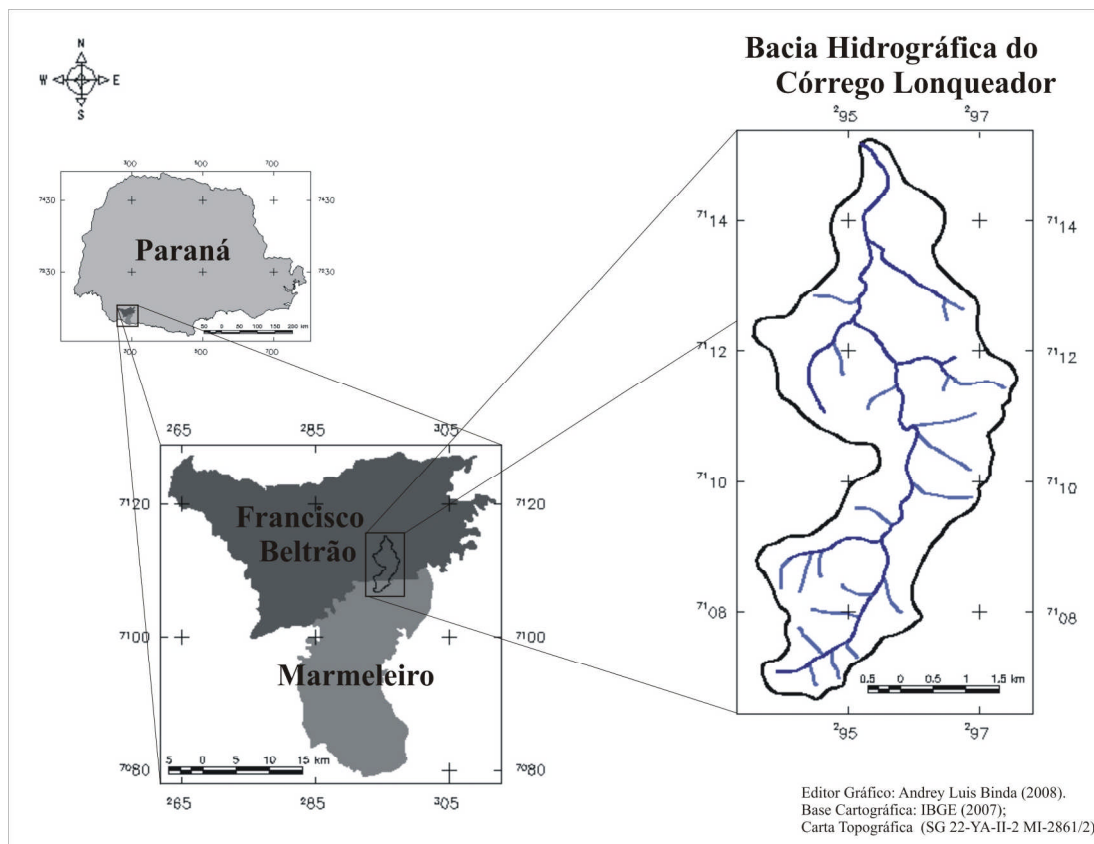


Figura 1: Localização do município de Francisco Beltrão na região Sudoeste do Paraná.

O relevo do município apresenta-se ondulado, com altitudes que oscilam entre 900 metros no alto da Serra da Jacutinga à 550 metros nas partes mais baixas. O clima predominante, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa, caracterizado por apresentar quatro estações bem definidas, invernos amenos com geadas pouco frequentes e verões muito quentes. A precipitação média do município é de aproximadamente 1998 mm/ano e a temperatura média é de 19,1°C (MARTINS, 2003). Quanto à hidrografia, Francisco Beltrão é drenado pelo rio Marrecas, que atravessa o município de sudoeste a nordeste e pertence a bacia hidrográfica do rio Iguaçu.

O córrego Lonqueador, afluente da margem direita do rio Marrecas, apresenta uma área de aproximadamente 17,49 km², dos quais 3,14 km² se situam na área urbana. A mesma apresenta uma ordenação máxima dos canais de terceira ordem. As altitudes, variam de 540 m na foz do córrego até aproximadamente 780 m no topo dos divisores d'água. Em relação à litologia, na região aflora basaltos da Formação Serra Geral (Unidade Básica Inferior) (Nardy *et al.*, 2002).

O canal principal do córrego Lonqueador tem 10,252 km de extensão, desde as nascentes localizadas no município de Marmeleiro até sua foz no perímetro urbano de Francisco Beltrão (Figura 1). A amplitude altimétrica do canal principal é de aproximadamente 193 m, o que confere ao canal uma relação de relevo de 18,82 m/km e declividade da ordem de 0,0188m/m. O quadro 1 sintetiza os dados morfométricos da bacia.

Quadro 1: Características morfométricas da bacia e do Córrego Lonqueador

Características	Valor
Área da bacia	17,499 Km ²
Perímetro da Bacia	23,993 Km
Índice de circularidade	0,38
Índice de forma	1,62
Densidade hidrológica	1,371 rios/km ²
Densidade de Drenagem	1,631 km/km ²
Declividade do canal principal	0,0188m/m
Relação do Relevo	18,825 m/km

No que tange ao uso e ocupação da bacia, pode-se notar que seu curso inferior foi significativamente afetado pela urbanização, sendo que o canal na maior parte deste trecho foi retificado e canalizado. O curso médio do córrego atravessa a porção periférica da cidade, onde se destaca a concentração de estabelecimentos industriais, ao passo que no curso superior, o uso do solo restringe-se às atividades agrícolas.

3 - Materiais e métodos

Nos trabalhos de geoprocessamento realizados neste trabalho, utilizou-se o *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens – DPI do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Após o scaneamento e georeferenciamento da folha topográfica Francisco Beltrão (SG.22-Y-A-II-2 - escala 1:50.000), procedeu-se a digitalização da rede de drenagem. Os traçados dos afluentes de 1ª ordem não definidos na carta, foram estimados conforme metodologia desenvolvida por Morisawa (1957). Além disso, fez-se o georeferenciamento e composição de uma imagem de satélite CBERS, adquirida junto ao

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com vistas a quantificar a área urbanizada da bacia.

Em campo, os perfis transversais foram levantados seguindo técnicas de nivelamento geométrico simples. Tal técnica consiste num tipo de levantamento topográfico, em que a diferença de nível entre dois ou mais pontos é obtida com auxílio de nível topográfico (GARCIA & PIEDADE, 1984; HARRELSON *et al.*, 1994). A partir da instalação do nível numa das margens, se procede ao levantamento das cotas dos pontos de ruptura da superfície ao longo de uma direção azimutal perpendicular ao traçado do canal (Figura 2).

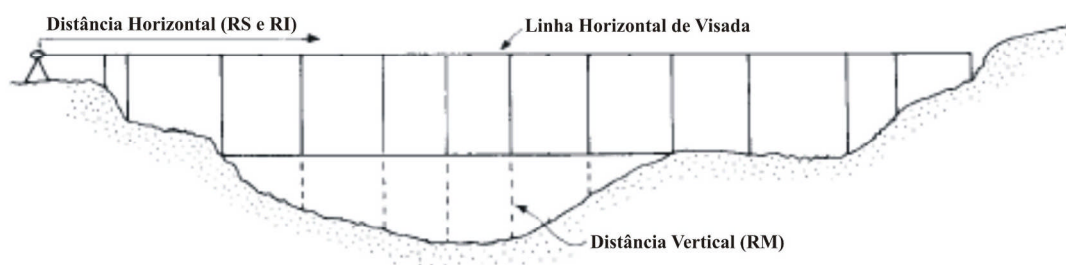


Figura 2: Representação de levantamento em seção transversal (Harrelson *et al.*, 1994 modificada).

Quanto a coleta de materiais de fundo, os procedimentos adotados dependeram do calibre dos sedimentos. Quando estes eram arenosos, a coleta foi executada empregando o amostrador de mandíbula tipo Van Veen e a análise granulométrica foi realizada seguindo técnicas convencionais de peneiramento (SUGUIO, 1973). Quando o leito era composto por sedimentos rudáceos, foram coletadas pelo menos 100 partículas aleatoriamente (WOLMAN, 1954) e analisadas individualmente com um gabarito metálico denominado cascalhometro (HEY e THORNE, 1983; YUZYK, 1986) que agrupa os sedimentos rudáceos em classes granulométricas de acordo com o diâmetro intermediário da partícula.

O cascalhometro utilizado neste estudo foi construído em alumínio com 1 mm de espessura e possui 14 aberturas quadradas, sendo que a mínima é de 2 mm de lado e a máxima de 181 mm. (Figura 3). As partículas amostradas foram levadas à margem, onde se procede a contagem do número de partículas cujo diâmetro intermediário seja superior ao comprimento de uma determinada abertura do cascalhometro. Para tanto é necessário, em primeiro lugar, identificar o eixo intermediário do seixo e em seguida procurar manualmente em qual das aberturas o seixo é retido, tendo como referencia o eixo intermediário. Após a

conclusão deste procedimento, é calculada a porcentagem das partículas retidas em cada abertura e a porcentagem acumulada correspondente. Tais dados são relacionados numa curva granulométrica para estimar a mediana (D_{50}) da amostra.

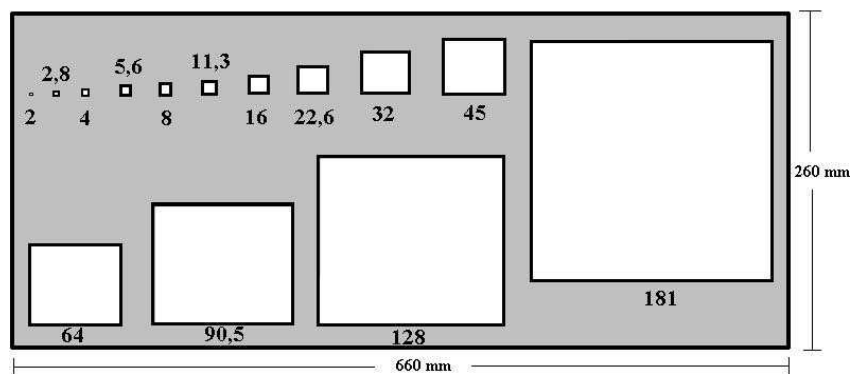


Figura 3: Disposição das aberturas adotadas no cascalthometro utilizado neste trabalho (ROHENKOHL; FERNANDEZ, 2003). As dimensões das aberturas estão expressas em milímetro.

Com base nos dados morfológicos levantados nos trechos monitorados na rural, foi possível agrupa-los segundo a classificação de Rosgen (2004), que emprega o padrão fluvial do canal, a razão de entalhamento, a relação entre largura e profundidade, a sinuosidade e declividade da lâmina d'água para discriminar os cursos de água em oito diferentes tipos: A, B, C, D, DA, E, F e G.

4 - Resultados e discussões

Foram monitoradas oito seções transversais ao longo do canal principal do Rio Lonqueador (Figura 4). Destas, quatro encontram-se na área urbana do município de Francisco Beltrão e as demais estão situadas na área rural. As características físicas e granulométricas das seções são exibidas no quadro 2. Neste quadro, também são mostrados a classificação do Rosgen nos trechos localizados na área rural (Figura 4). As seções 1, 2 e 4 foram agrupadas em canais do tipo E porque possuem razão de entalhamento $>2,2$, são de baixo gradiente ($<0,02$), sinuosidade $>1,5$, apresentam seqüências de soleira e depressão bem definida, possuem baixa relação largura/profundidade (<12) e baixa taxa de deposição. Por outro lado, a seção 3, classificada como do tipo C possui razão de entalhamento $>2,2$, apresentam baixo gradiente ($<0,02$), relação largura/profundidade >12 , canal com traçado sinuoso (sinuosidade $>1,2$), apresentam barras de pontal, seqüência de soleiras e depressões e

planície aluvial bem definida. Esta classificação é aplicada somente para canais naturais. Por essa razão não foi possível aplica-la aos trechos do córrego Lonqueador situados na área urbana.

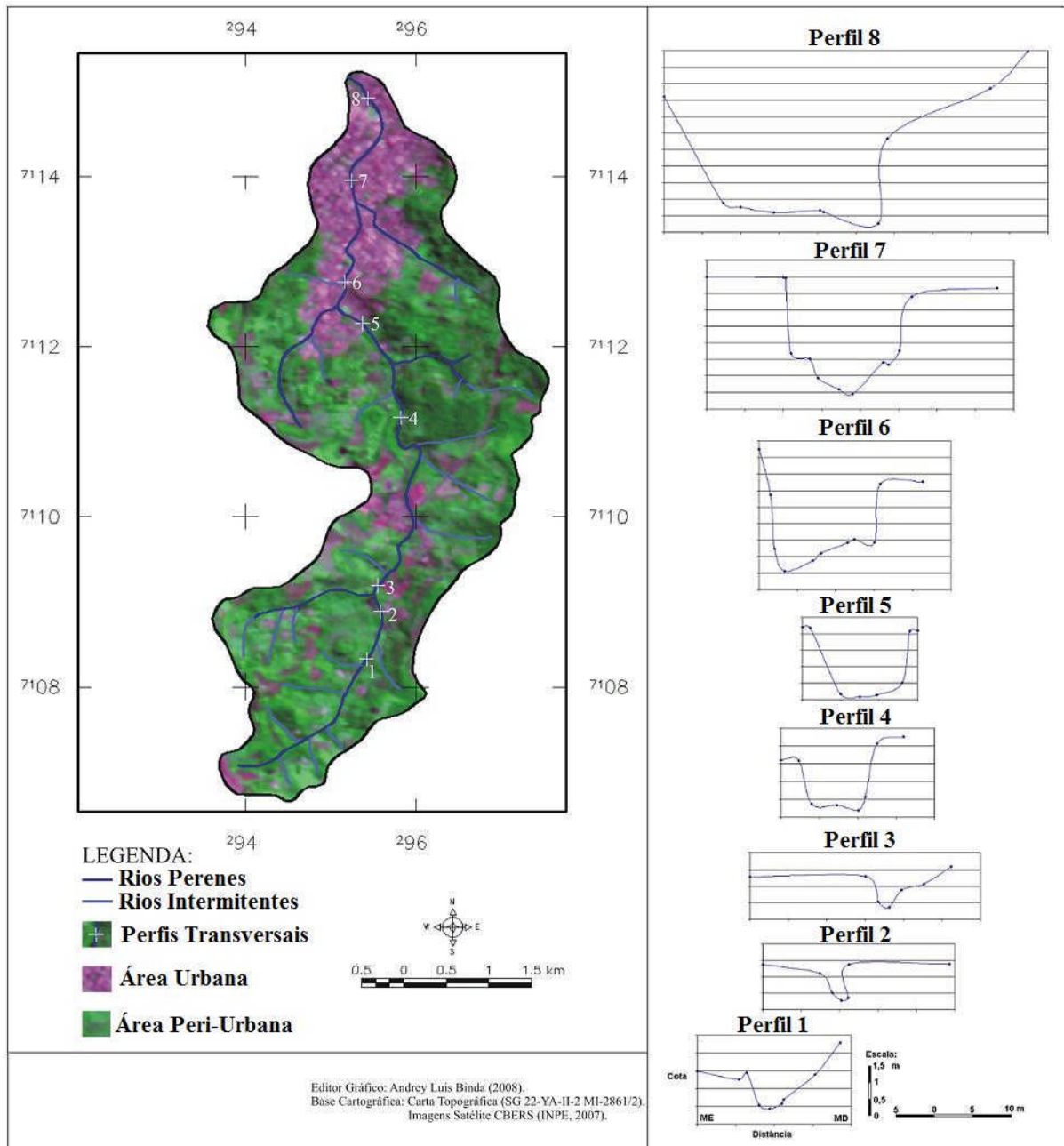


Figura 4: Localização das seções monitoradas ao longo do curso principal do córrego Lonqueador, nas áreas urbana e rural de Francisco Beltrão, PR.

Na figura 4, pode se constatar que a jusante da seção 5, o córrego atravessa a área urbanizada do município, onde a maior parte da sua extensão foi retificada e canalizada. O

traçado vertical das margens nas seções 6 e 7 representam os muros do trecho canalizado (Vide perfis figura 4).

Quadro 2: Características físicas e granulométricas das seções transversais no córrego Lonqueador.

Seção	Área de drenagem (km ²)	Capacidade do canal (m ²)	Declividade da lâmina d'água (m/m)	Mediana da distribuição granulométrica (mm) e classe textural.	Classificação de Rosgen
1	2,08	5,87	0,0157	14,2 (seixo)	E
2	2,86	4,06	0,0018	1,5 (areia grossa)	E
3	4,51	4,57	0,0052	19,8 (seixo)	C
4	8,48	10,39	0,0003	16,5 (seixo)	E
5	11,19	18,16	0,0001	12,8 (seixo)	Não aplicável
6	13,48	28,74	0,0034	5,3 (seixo)	Não aplicável
7	16,06	34,40	0,0012	0,7 (areia grossa)	Não aplicável
8	17,35	49,33	0,0084	0,3 (areia média)	Não aplicável

A taxa de aumento gradual das características físicas do canal em direção a jusante, como propõem as relações da geometria hidráulica (Knighton, 1975; Park, 1977; Thornes, 1977), pode ser alterada por causa do uso do solo na bacia, assim como pelas intervenções diretas realizadas pelo homem dentro do canal (ex. canalizações). Esta idéia foi constatada na bacia do córrego Lonqueador, comparando a capacidade do canal medida em nível de margem plena com a área da bacia de drenagem (Figura 5). As curvas mostram diferentes tendências para os trechos localizados nas áreas urbana e rural. A taxa de aumento da capacidade do canal observada no trecho urbanizado é maior do previsto pela curva que representam os trechos localizados na área rural. Este padrão, causado pelas obras de macrodrenagem, é consequência da materialização da premissa aceita pelos engenheiros de que a melhor drenagem é a que escoar o mais rapidamente possível a precipitação. Dando maior celeridade as águas, as obras de retificação e canalização transferem o problema da enchente para jusante (TEIXEIRA, 2005). As consequências deste processo de transferência, pode ser observado no ponto 8, localizado a jusante do tramo retificado. Neste ponto, nenhuma obra de alargamento do canal foi realizada e, no entanto, possui capacidade de canal compatível com o trecho retificado a montante (Figura 5).

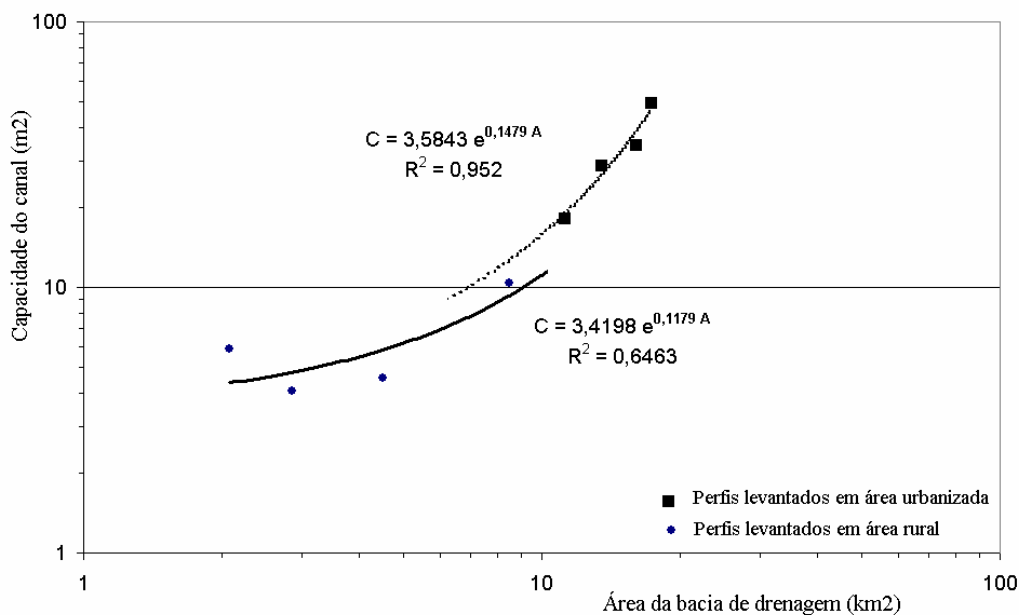


Figura 5: A capacidade do canal (C) em função da área de drenagem (A) nas seções transversais implantadas nas áreas urbanizada e rural na bacia do córrego Lonqueador, Francisco Beltrão, PR.

5 - Considerações finais

O presente trabalho mostra a influencia do uso do solo sobre a morfologia do canal fluvial. Os oito trechos selecionados foram descritos através de perfis em seções transversais, medição do gradiente do nível da água e características sedimentológicas dos sedimentos de fundo. Com base nestes dados, foi aplicada a classificação de Rosgen para os pontos situados na área rural, segundo o qual três seções foram classificadas como do tipo E, e uma como do tipo C. Os demais pontos foram levantados no trecho urbanizado da bacia, onde o aumento da capacidade do canal foi promovido mediante obras de engenharia (retificação e canalização). Estas obras, ao acelerar a deslocamento da massa de água, acarretam inundações maiores no trecho retificado e amplifica os danos a jusante. Esta intervenção direta no leito gerou canais com maiores capacidades dos outrora existentes. Apesar da execução das obras, as enchentes são dificuldades recorrentes no trecho inferior do córrego Lonqueador. A relação entre a capacidade do canal e a bacia de drenagem mostra com nitidez as tendências desta variável morfológica nos canais naturais e retificados.

6 – Referências bibliográficas

Chin, A. (2006) Urban transformation of river landscapes in a global context. *Geomorphology*, 79: 460-487.

- Cunha, S.B. (1995) Geomorfologia Fluvial. In: Guerra, A.J.T e Cunha, S.B. (orgs.), *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2.ed.: 211-252.
- Garcia, G.J. & Piedade, G.C.R. (1984) *Topografia aplicada às ciências agrárias*. Editora Nobel, São Paulo, 5.ed.
- Gregory, K.J. (2006) The human role in changing river channels. *Geomorphology*, 79:172-191.
- Harrelson, C.C.; Rawlins, C.L.; Potyondy, J.P. (1994) *Stream channel reference sites: an 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.
- Hey, R.D.; Thorne, C.R. (1983) Accuracy of surface samples from gravel material. *Journal of Hydraulic Engineering*, 109 (6): 844.
- Kang, R.S. & Marston, R.A. (2006) Geomorphic effects of rural-to-urban land use conversion on three streams in the Central Red bed Plains of Oklahoma. *Geomorphology*, 79: 488-506.
- Knighton, A.D. (1975) Variations in at-a-station hydraulic geometry. *American Journal of Science*, 275: 186-218.
- Martins, G. (2003) *Análise da variabilidade termo-pluviométrica e sua relação com o uso do solo no sudoeste do Paraná*. Dissertação de mestrado, UNESP, Presidente Prudente: UNESP.
- Morisawa, M. (1957) Accuracy of determination of stream length from topographic maps. *American Geophysical Union, Transactions*, 38 (1): 86-88.
- 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.
- IPARDES, Instituto Paranaense de desenvolvimento econômico e social (2008). *Cadernos municipais*. Curitiba: IPARDES.
- Park, C.C. (1977) Wold-wide variations in hydraulic geometry exponents of stream channels: an analysis and some observations. *Journal of Hydrology*, 33: 133-146.
- Park, C.C. (1995) Channel cross-sectional change. In: Gurnell, A.E. & Petts, G. *Changing river channels*. Wiley.
- Rohenkohl, V; Fernandez, O.V.Q. Cascalhometro: uma ferramenta alternativa na determinação do diâmetro de sedimentos rudáceos. In: *Semana de Geografia, 7, 2003, Maringá (PR), Anais...Maringá*, Universidade Estadual de Maringá, 2003, cd-rom.
- Rosgen, D.L. (1994) A classification of natural rivers. *Catena*, 22: 169-199.
- Suguio, K. (1973) *Introdução à sedimentologia*. Editora Edgard Blücher, Usp, São Paulo.
- Teixeira, M.A.N. (2005) *Reposição da Permeabilidade dos Solos - Desafios para o Urbanismo Futuro*. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia e Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, 125 p.
- Thornes, J.B. (1977) Hydraulic geometry and channels change. In: K.J. Gregory (Ed.), *River Channels Changes*, Wiley, Chichester: p. 91-100.
- Vieira, V.T. & Cunha, S.B. (2006) Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis-RJ. In: Guerra, A.J.T. & Cunha, S.B. (orgs) *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 4.ed.
- Wolman, M.G. (1954) A method of sampling coarse bed material. *American Geophysical Union, Transactions*, 35 (6): 951-956.
- Yuzyk, T.R. (1986) Bed material sampling in gravel-bed streams. *Environment Canada, Water Resources Branch, Sediment Survey Section*.