

# MORFOLOGIA DA REDE DE DRENAGEM DO RIO CASCAVEL E SUA POTENCIAL INTERAÇÃO HIDROSSEDIMENTAR COM O AMBIENTE URBANO DE GUARAPUAVA, PR: NOTAS PRELIMINARES

Adalto Gonçalves Lima

Departamento de Geografia  
Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO; Guarapuava, PR  
e-mail: [adalto@unicentro.br](mailto:adalto@unicentro.br)

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar algumas características naturais da rede de drenagem do Rio Cascavel, verificando as possíveis implicações para o comportamento hidrossedimentar dos canais face à ocupação urbana. Os dados levantados envolveram o arranjo espacial da drenagem, perfis longitudinais e índices de declividade dos canais. A assimetria da rede do Rio Cascavel condiciona maior *input* hidrológico na margem esquerda, justamente a mais urbanizada. Os efeitos potenciais previstos são: (1) maior contribuição aos fluxos de enchente no Rio Cascavel a partir dos afluentes urbanos e (2) aumento do tempo de recessão dos hidrogramas a jusante da área urbana, como resposta cumulativa ao escoamento diferenciado das sub-bacias urbanas e das sub-bacias rurais de montante. Os perfis longitudinais dos rios apresentam-se escalonados. Trechos com índice de declividade maior ou menor que o índice geral de determinado rio são interpretados como trechos sujeitos à erosão ou à sedimentação, respectivamente. Em conjunto, os índices de declividade indicam que os sedimentos produzidos na área urbana têm baixa condição de estoque nos canais, com exceção do Arroio da

Chácara. As implicações potenciais seriam: (1) a rápida transferência dos sedimentos para os trechos de desembocadura e (2) condicionamentos erosivos de canais, intensificados dentro da área urbana pelo aumento dos fluxos superficiais.

**Palavras-chave:** redes de drenagem; erosão; sedimentação; ambiente urbano.

## Abstract

The objective of this paper is to analyze some natural characteristics of the Cascavel River network, verifying their implications to the hydrosedimentary behavior of channels related to urban settlement of the basin. The data surveyed involved the network spatial arrangement, longitudinal profiles and gradient indexes of channels. The asymmetric network produces a great hydrologic input in the left margin, which is the most urbanized. The potential effects are: (1) more contribution to flood fluxes on Cascavel River from urban tributaries and (2) enlargement of hydrograph time recession at downstream of urban area, due to differentiated runoff of urban sub basins and upstream rural sub basins. The longitudinal profiles of rivers are staggered. Stretches with gradient index bigger or smaller than general index of a specific river are interpreted as being submitted either erosion or deposition, respectively. In batch, the indexes indicate that sediments produced at urban area have low store conditions, with exception of Arroio da Chácara. The potential implications would be: (1) fast transfer of sediment to mouth stretches and (2) erosive conditions of the channels being intensified in urban area by runoff increase.

**Keywords:** drainage networks; erosion; sedimentation; urban environment.

## 1. Introdução

A interação entre os ambientes urbanos e os ambientes fluviais resulta em muitos conflitos. As atividades humanas sobre as bacias tendem a alterar os fluxos de energia e matéria, conduzindo a situações impactantes. De modo geral, as intervenções humanas incluem, por um

lado, a remoção da cobertura vegetal e a exposição dos terrenos à ação erosiva das chuvas e, por outro lado, o processo contínuo de impermeabilização da superfície, criando uma nova dinâmica hidrológica. Como respostas, verificam-se, no primeiro caso, mudanças na carga de sedimentos dos canais e, no segundo, redução do tempo de residência hidrológica das bacias e aumento dos picos de vazão (PORTO *et al.*, 2000). Ainda devem ser consideradas as alterações dos canais por meio de obras de engenharia (canalizações, retificações, etc), que alteram a dinâmica dos fluxos e, conseqüentemente, a dinâmica geomorfológica (CUNHA, 1994).

A magnitude dos impactos dependerá também das características naturais do sistema. No caso das bacias de drenagem, o comportamento dinâmico das descargas líquida e sólida depende de vários fatores relacionados à composição geomorfológica (BEVEN e WOOD, 1983). A geometria da rede de drenagem, entendida como um arranjo espacial tridimensional, figura nesse contexto como um componente essencial, tendo uma conexão básica com a resposta hidrológica das bacias (GUPTA e WAYMIRE, 1983; GUPTA e MESA, 1988).

A cidade de Guarapuava, com aproximadamente 150.000 habitantes, não foge à regra da maioria dos núcleos urbanos e apresenta muitos conflitos interativos com seu sistema fluvial, que tem como tronco principal o Rio Cascavel. Contudo, ainda não se tem um diagnóstico geral dos problemas, nem do comportamento natural da macrodrenagem em termos da dinâmica hidrológica e sedimentar.

Em face da situação e considerando a necessidade de se delinear ações de pesquisa e planejamento, o presente trabalho buscou uma avaliação preliminar do comportamento hidrossedimentar potencial da rede do Rio Cascavel. A análise da geometria da rede de drenagem foi realizada buscando-se uma abordagem ampla e funcional, tendo como base a noção de que as respostas hidrogeomorfológicas dos canais estão relacionadas, inicialmente, às características da geometria planialtimétrica dos canais individualmente e da rede como um todo.

## 2. Materiais e métodos

Inicialmente, foram digitalizadas cartas topográficas na escala 1:50.000

para delimitação da bacia (e sub-bacias) do Rio Cascavel e desenho das linhas principais de drenagem (linhas azuis), compondo o mapa usado na análise da morfologia planimétrica da rede e no cálculo de áreas. Optou-se por não se fazer a recuperação cartográfica dos canais secundários, devido ao fato da obliteração de canais pela ocupação urbana ser intensa em algumas áreas.

Para avaliação do significado hidrológico da estrutura da rede de drenagem, utilizou-se a área das bacias como substitutiva da vazão, compondo uma curva que indicasse o aumento da área (vazão) no sentido longitudinal do Rio Cascavel. A composição da curva foi obtida somando-se cumulativamente as áreas das sub-bacias à medida que se inseriam no canal do Rio Cascavel, considerando ainda as áreas situadas entre uma inserção e outra e que não pertenciam a nenhuma das sub-bacias (áreas intervalares). Desse modo, o incremento de área em cada inserção foi dado por:

$$I = A + (A_i \cdot d_{mj}) \quad (1)$$

em que  $I$  é o incremento de área a cada inserção,  $A$  é a área da sub-bacia,  $A_i$  é a área média dos espaços intervalares (área intervalar total / comprimento total do rio) e  $d_{mj}$  é a distância, pelo rio principal, entre a inserção anterior (montante) e a inserção a ser calculada (jusante).

Em cartas topográficas na escala 1: 10.000 (equidistância das curvas igual a 10 m), foram levantados os perfis longitudinais dos rios que cruzam o sítio urbano de Guarapuava. Foram considerados apenas os canais de maior porte. Adicionalmente, foram obtidas, em campo, com barômetro, as altitudes dos trechos finais dos rios. Tais valores foram usados apenas para calibrar as altitudes obtidas nas cartas. O perfil longitudinal do Rio Cascavel foi obtido com base em carta 1: 50.000, devido à inexistência de mapeamento completo do seu percurso em escala mais detalhada.

Os perfis longitudinais foram elaborados considerando-se como inicial o ponto correspondente à nascente, ou o ponto onde o canal aparece pela primeira vez, no caso de cabeceiras canalizadas e subterrâneas.

O índice de declividade usado na análise dos perfis foi calculado para cada trecho entre duas curvas de nível consecutivas e para cada canal como um todo, a partir da formulação proposta por Hack (1973):

$$k = \frac{H_i - H_j}{\ln L_j - \ln L_i} \quad (2)$$

em que  $k$  é o índice de declividade,  $H_i$  e  $H_j$  são, respectivamente, as altitudes dos pontos inicial e final,  $L_i$  e  $L_j$  são as distâncias medidas desde o divisor da drenagem até os pontos considerados.

Neste trabalho, interpreta-se o índice de declividade como indicativo da capacidade de trabalho do fluxo fluvial, ou seja, indicativo do potencial de erosão/deposição. O índice geral de um rio representa o perfil ideal (forma suavemente côncava, ou uma reta no caso dos perfis logarítmicos). Comparando-se o índice de um trecho com o índice geral, obtém-se um parâmetro para se identificar trechos com tendências erosivas (com desvios positivos) e trechos com tendências deposicionais (com desvios negativos).

Os desvios positivos apresentam-se nos trechos onde as declividades são maiores que as calculadas para o perfil de equilíbrio, indicando situações de maior disponibilidade de energia para transporte e erosão, ocorrendo situação contrária quando os desvios são negativos. Ainda não se dispõe de uma correlação quantitativa entre a magnitude dos desvios e o significado físico (erosão/deposição), de tal modo que somente é possível deduzir tendências e não valores absolutos.

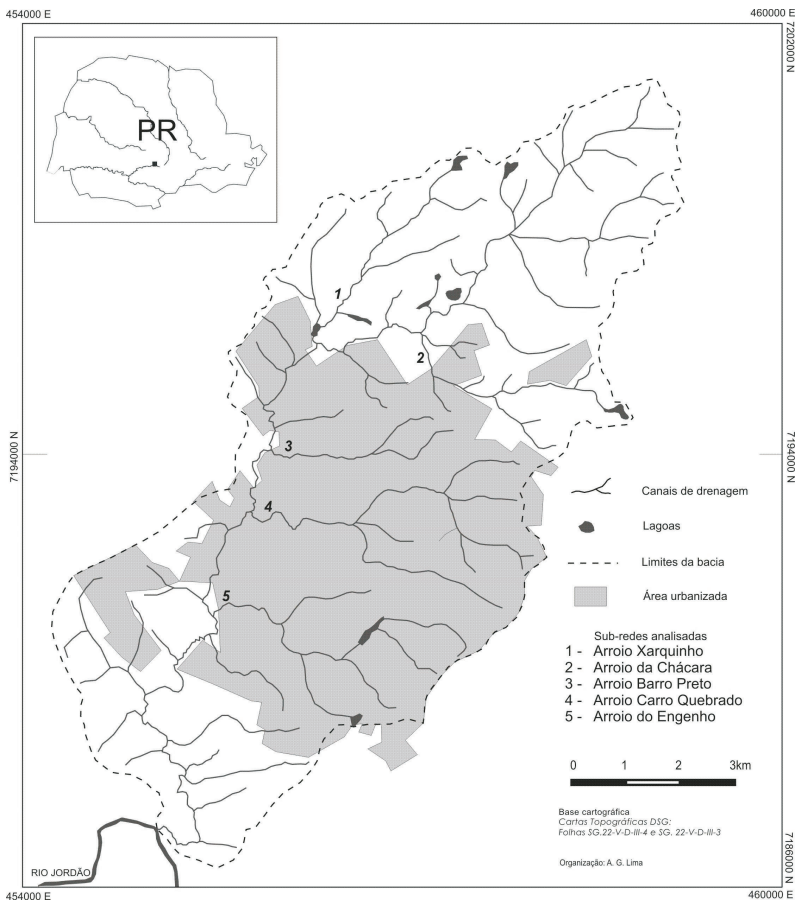
### 3. Área de estudo

A bacia do Rio Cascavel, com área de 78 km<sup>2</sup> (Figura 1), faz parte do sistema de drenagem do Rio Jordão, que por sua vez é afluente da margem direita do Rio Iguaçu. O clima regional é do tipo Cfb. Thomaz e Vestena (2003) descrevem o clima de Guarapuava como subtropical mesotérmico-úmido, com temperatura média anual de 17°C, pluviosidade bem distribuída (média mensal acima de 100 mm) e média anual em torno de 1961 mm.

A área está situada sobre um platô com altitude média em torno de 1120 m, sustentado por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Predominam localmente litotipos ácidos (riodacitos) do Membro Chapecó (NARDY, 1995). A configuração geológica é condicionadora da pouca

incisão dos canais de drenagem, levando ao delineamento de um relevo pouco expressivo que caracteriza o topo do platô.

A topografia favorável possibilitou o espalhamento da área urbana de Guarapuava, que ocupa aproximadamente 50% da bacia do Rio Cascavel, sobretudo em sua porção central (Figura 1 e Tabela 1). A parte norte da bacia apresenta uso agro-pastoril, entrecortado com remanescentes de matas. O extremo sul, após a inflexão do canal para SSE, constitui o bordo do platô, onde se vinculam ao relevo vigoroso algumas atividades agrícolas pouco expressivas



**Figura 1.** *Bacia do Rio Cascavel. A área urbanizada é mostrada como homogênea e contínua, mas existem no seu interior diversos vazios onde não há loteamentos. A ocupação efetiva consta na Tabela 1.*

**Tabela 1. Áreas totais e áreas urbanizadas na Bacia do Rio Cascavel e suas principais sub-bacias.**

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Área urbanizada (km <sup>2</sup> )	Área urbanizada (%)
Cascavel	78	34	43,60
Chácara	5,38	1,44	26,76
Xarquinho	7,41	0,11	1,48
Barro Preto	3,16	3,16	100
Carro Quebrado	10,89	9,17	84,21
Engenho	8,98	8,32	92,65

## 4. Resultados

### 4.1. Morfologia planimétrica

O Rio Cascavel possui um direcionamento geral NE-SW, com extensão de 20,7 km (Figura 1). O padrão do canal no seu terço superior apresenta-se sinuoso e inciso, com alguns trechos sendo controlados por fraturamentos. A mesma configuração ocorre no terço inferior. No segmento intermediário, em área urbana, há tendência para meandramento livre do canal e em alguns trechos já foram executadas obras de retificação.

A rede de drenagem do Cascavel possui uma configuração assimétrica. A assimetria ganha maior realce pelo fato de alguns canais da margem esquerda se estruturarem em sub-redes mais complexas que os da margem direita. Na margem direita, desenvolve-se uma rede relativamente grande e estruturada em uma bacia de 7,4 km (Arroio Xarquinho), entretanto, ela se dispõe paralelamente ao eixo do Rio Cascavel, não ampliando a dimensão dessa faixa (Figura 1). Contrariamente, na margem esquerda, os canais de maior magnitude se dispõem, grosso modo, ortogonalmente ao eixo do Rio Cascavel.

É notável o controle geológico por fraturas sobre as sub-redes da margem esquerda. Há pelo menos duas direções bem marcadas, sendo uma E-W e a outra aproximadamente NE-SW, pois os canais mostram tendências de ajuste nos seus cursos (trechos retilíneos, alinhamentos, inflexões) concordantes com essas direções, que podem ser identificadas

também em nível regional.

A assimetria acentuada da rede é indicativa do sentido de mergulho para oeste dos corpos vulcânicos que compõem o substrato da área. A subordinação a direções estruturais variadas é responsável pela organização interna das maiores sub-redes, de modo a conferir-lhes um maior espalhamento lateral. Esse fato demonstra a suavidade do mergulho das camadas no sentido oeste, pois, mesmo controlando o fluxo geral dos afluentes, há possibilidade de inserção deles em linhas de fratura com direções que, embora não concordantes com o mergulho, se compatibilizam com o controle geral.

#### 4.2. Morfologia altimétrica

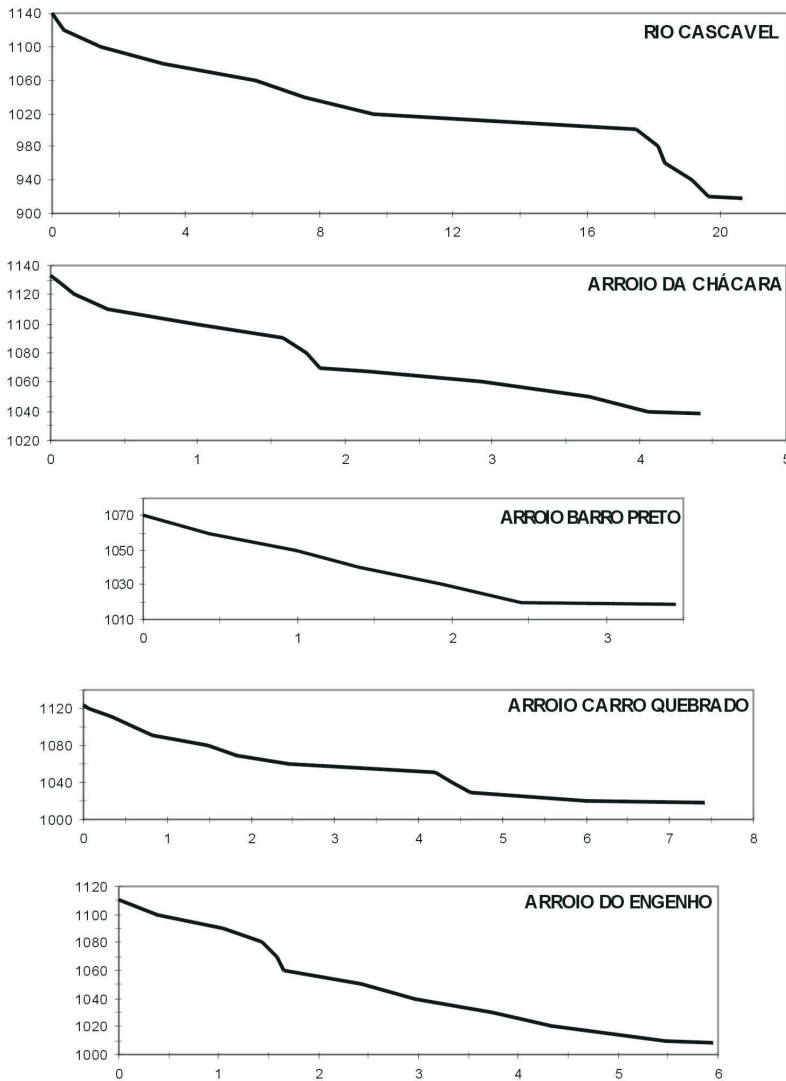
A Figura 2 mostra os perfis longitudinais dos rios analisados (Cascavel e principais afluentes da área urbana). Nenhum canal apresenta perfil com configuração côncava completa. Percebe-se que o padrão escalonado é uma característica comum a todos. Trechos extensos de declividade menor se sucedem intercalados por trechos mais declivosos, porém menos extensos.

Os principais afluentes (de maior magnitude) inserem-se no trecho de menor declividade ( $0,001$  m/m) do Rio Cascavel, onde planícies alagadiças desenvolvem-se de modo não contínuo. Isso confere aos afluentes trechos finais de baixa declividade (de  $0,001$  a  $0,005$  m/m), caracterizados pela maior sinuosidade dos canais.

É digno de nota o perfil do Arroio Barro Preto, que possui declividade quase constante, em torno de  $0,020$  m/m, numa extensão de aproximadamente  $2,5$  km. Essa não é uma característica comum, mesmo para os rios da região. Nota-se, entretanto, que há uma leve inflexão no perfil, localizada na distância de um quilômetro da nascente, sugerindo a existência de uma ruptura em estágio avançado de suavização.

As rupturas de declive, e conseqüentemente a alternância de trechos declivosos e outros mais suaves, possivelmente estão relacionadas a um controle litológico. Em alguns casos, parecem estar relacionados à interceptação dos cursos dos canais por lineamentos estruturais, gerando trechos de maior declive. Entretanto, serão necessários mais dados de campo para que se possa dar um esclarecimento sobre o significado geológico do comportamento das declividades e dos índices de gradiente.





**Figura 2.** Perfis longitudinais do Rio Cascavel e de seus principais afluentes. Escala vertical em metros e horizontal em quilômetros. A localização dos canais está indicada na Figura 1.

## 5. Discussão

A configuração assimétrica da rede do Rio Cascavel aponta que a área de maior *input* hidrológico está na margem esquerda. Como se salientou anteriormente, os maiores afluentes estão localizados na margem esquerda do Rio Cascavel. Os canais, sendo mais extensos e com bacias de captação bem desenvolvidas, produzem uma contribuição de vazão ao Rio Cascavel que pode ser significativa.

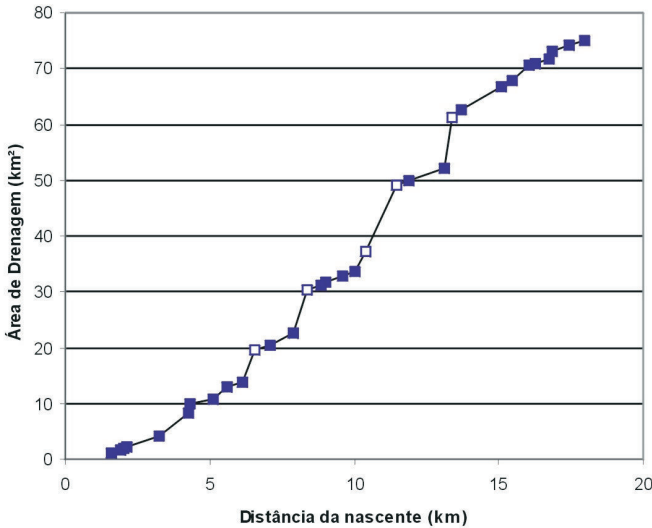
Embora não exista, para o quadro ambiental regional do Rio Cascavel, uma correlação quantitativamente definida entre vazão e área de drenagem, pode-se considerar a curva cumulativa *área de drenagem-distância da nascente* (Figura 3) como uma imagem do comportamento longitudinal relativo da vazão.

Infere-se que o primeiro grande *input* de vazão ocorre pela entrada do Arroio da Chácara. O segundo ocorre pela inserção do maior afluente da margem direita (Arroio Xarquinho), enquanto que o terceiro ocorre por conta do Arroio Carro Quebrado e o último pelo Arroio do Engenho. A bacia do Arroio Xarquinho começa a ser inserida na área urbana (Figura 1). A bacia do Arroio da Chácara, embora menor que a do Xarquinho, também pode ser enquadrada nessa condição, mas com a diferença de que a frente de expansão do perímetro urbano já está mais acentuada (Figura 1 e Tabela 1).

O relacionamento entre a área urbana e essas grandes sub-bacias significa maior favorecimento ao escoamento superficial até os canais. As duas maiores sub-bacias (Carro Quebrado e Engenho) apresentam atualmente grandes índices de ocupação urbana (Tabela 1) e, pelo fato de as áreas mais centrais da cidade ocuparem justamente estas sub-bacias, apresentam índices elevados de impermeabilização. Sendo assim, a vazão do Rio Cascavel tende a ser alterada em níveis mais significativos a partir da inserção desses canais. A sub-bacia do Barro Preto apresenta a maior taxa de urbanização (100%) e, embora sua área seja relativamente pequena (3,16 km<sup>2</sup>), sua contribuição à vazão do Rio Cascavel tende a ser elevada.

Como as sub-bacias à montante da área urbana, consideradas em conjunto, possuem maior tempo de concentração, os incrementos de vazão das sub-bacias urbanas, subseqüentes a determinado evento de precipitação, provavelmente são bem mais definidos. Da mesma forma, pode-se esperar que o hidrograma gerado em uma seção a jusante da

área urbana, venha a apresentar aumento no tempo de recessão, como resposta cumulativa ao escoamento diferenciado das sub-bacias urbanas e das sub-bacias rurais situadas a montante.



**Figura 3.** Aumento da área de drenagem em função do aumento da distância da nascente do Rio Cascavel. Os quadrados situados sobre a linha representam a entrada de afluentes no rio principal. Os quadrados em branco correspondem aos principais afluentes: Chácara, Xarquinho, Barro Preto, Carro Quebrado e Engenho.

Quanto aos perfis longitudinais, a análise de suas formas permite deduzir alguns aspectos da dinâmica erosiva-depositacional dos rios. Considerando a morfologia escalonada, pode-se inferir que a tendência geral em todos os casos é de erosão. Porém, essa tendência é em escala temporal bastante ampla (milhares de anos). Em escala de planejamento (menos de 50 anos), a morfologia atual modificará muito pouco, levando-se em consideração que a evolução dos perfis ocorre de modo regressivo a partir dos níveis de base, e também considerando as condições geológicas da área, que determinam leitos rochosos. Desse modo, a característica natural dos processos pode ser considerada como estática, vindo apenas a ser alterada em sua *intensidade* mediante alterações normais do geossistema (variações na pluviosidade, por exemplo) ou por indução antrópica. Em se tratando de trechos fluviais menores, as

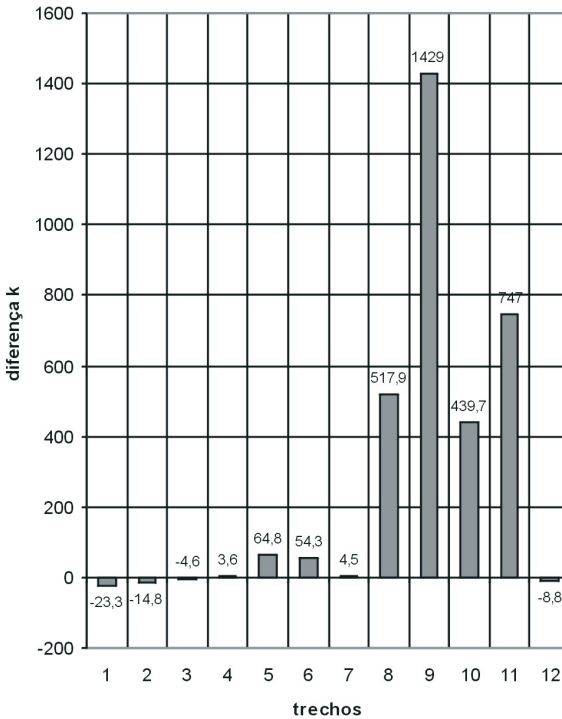
tendências erosivas ou deposicionais são melhor definidas, de tal forma que os índices de declividade podem expressar situações de processos com abrangências temporais menores.

No caso específico do perfil do Rio Cascavel, as variações dos índices de declividade (Figura 4) devem ser interpretadas com cautela, levando-se em consideração a escala dos documentos cartográficos utilizados e sua fragilidade em termos do nível de precisão. Nesse rio, predominam, em número, os trechos com desvios positivos (tendências erosivas). Os valores mais expressivos são encontrados a jusante da área urbana, onde o rio desce pela borda do platô (trechos 8 a 11). O trecho urbano do Rio Cascavel (trecho 7) apresenta baixa declividade e índice de gradiente com desvio positivo, mas bem próximo do equilíbrio. A morfologia da área, caracterizada pela ocorrência de planície de inundação e uma sinuosidade relativamente grande do canal, pode indicar que tal nível de variação em torno do índice geral não seja significativo. Em outras palavras, a pequena condição erosiva, sugerida pelo valor positivo do índice, tem possibilidade de ser nula. A mesma observação pode ser feita quanto ao trecho 4.

Os canais tributários situados na área urbana apresentam índices com grandes magnitudes de desvios positivos, ou seja, com tendências erosivas (Figura 5). São trechos, invariavelmente, com exposição de seu leito rochoso.

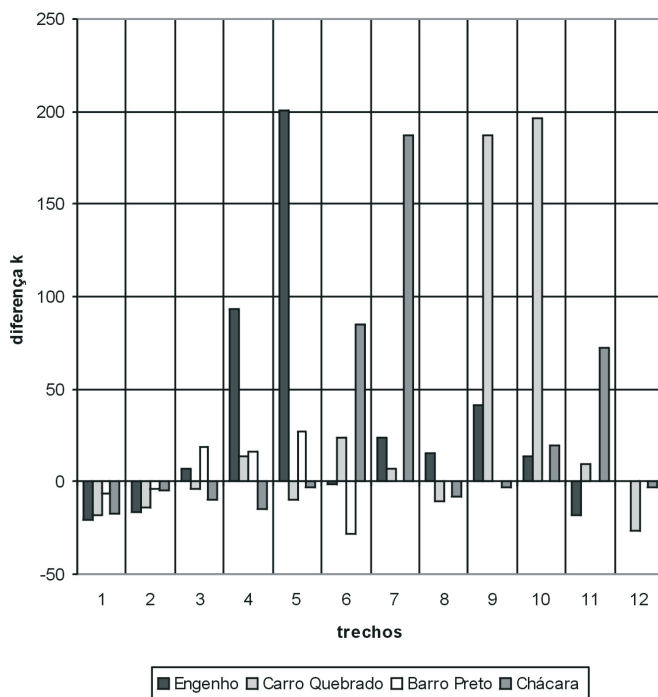
Os incrementos de vazão, pelo escoamento superficial das bacias em processo crescente de impermeabilização, tendem a ser acomodados pela expansão lateral nesses trechos que apresentam desvios positivos no índice de declividade, instabilizando as margens mediante escavação da base. A presença de vegetação nas margens pode aumentar o cisalhamento, diminuindo a velocidade do fluxo e o consequente efeito erosivo.

Obras de engenharia, como pontes de concreto e canalizações com manilhamento, quando situadas nesses trechos e não executadas adequadamente, normalmente promovem dois efeitos distintos, como verificado em alguns cruzamentos rua-canal no Arroio Carro Quebrado: 1) a montante, limitam o fluxo e represam detritos, forçando a elevação do nível da água, promovendo transbordamentos mais frequentes, com interrupção de vias e 2) diminuem o atrito das margens, aumentando a velocidade do fluxo e reforçando o impacto sobre as margens imediatamente a jusante.



**Figura 4.** Diferenças entre os índices de declividade dos trechos e do canal completo no Rio Cascavel.

Trechos com desvios negativos (tendências deposicionais) aparecem em todos os rios, entremeados aos trechos com desvios positivos (erosivos), mas com magnitudes menores que estes. O Arroio da Chácara destaca-se pelo fato de a maioria dos seus trechos apresentar tendências deposicionais. Essa é uma sub-bacia que está na frente de expansão do perímetro urbano. Sua situação atual prenuncia a produção de grande carga de sedimento, à medida que a urbanização avança com remoção da cobertura vegetal, abertura de ruas e criação de rotas de fluxo concentrado. Essas condições permanecem por longo tempo, uma vez que os loteamentos ali existentes já estão ocupados e sem nenhuma obra de pavimentação prevista. Portanto, a combinação das condições naturais do perfil do Arroio da Chácara com a expansão urbana tende a reforçar a sedimentação nos trechos iniciais ( $\cong 1,5$  km) e em dois trechos intermediários que perfazem cerca de 1,2 km.



**Figura 5.** Diferenças entre os índices de declividade dos trechos e do canal completo nos principais afluentes do Rio Cascavel.

No conjunto dos outros perfis analisados, pertencentes às outras sub-bacias, mais encravadas no núcleo urbano, a existência de trechos com tendência natural de sedimentação restringe-se praticamente ao Arroio Carro Quebrado. Esse canal drena uma bacia com ocupação urbana densa (Tabela 1) e em grande parte com alto índice de impermeabilização. Nesse caso, os sedimentos não são um problema potencial, mas sim o lixo urbano que tende a se acumular nesses trechos, além das enchentes localizadas.

Todos os canais, entretanto, apresentam trechos iniciais e finais com desvios negativos. Os trechos iniciais representam o próprio condicionamento que a litologia local exerce sobre a incisão dos canais, restringindo a dissecação do platô. Consequentemente, os canais iniciam com pequena declividade em áreas quase sempre alagadiças (banhados). Essas zonas de cabeceira hoje estão quase integralmente tomadas pela urbanização e submetidas a aterramentos e canalizações.

Os trechos finais do Arroio Barro Preto (trecho 6), do Arroio do Engenho (trecho 11) e do Arroio Carro Quebrado (trecho 12) possuem desvios negativos consideráveis. Todos estão situados dentro da zona de inundação do Rio Cascavel. Se, como visto anteriormente, esses canais são de tendência geral predominantemente erosiva, significando maior capacidade de transporte dos sedimentos, então os trechos finais recebem o sedimento carreado das bacias e disponibilizam condições para sua deposição. Essas três sub-bacias são as mais urbanizadas (Tabela 1) e a contribuição de sedimentos tecnogênicos tende a ser maior, associada ao já conhecido lixo urbano.

## 6. Conclusão

O cenário descrito pela análise da morfologia da rede do Rio Cascavel, tanto no aspecto planimétrico quanto altimétrico, aponta para uma série de condições potenciais referentes à dinâmica hidrossedimentar. A interação com o ambiente urbano produz a intensificação de algumas dessas tendências.

A grande assimetria da rede do Rio Cascavel possibilita que o maior *input* hidrológico seja na margem esquerda, justamente onde as condições foram favoráveis à expansão urbana que, por conseguinte, realça os fluxos superficiais e a contribuição aos canais.

O volume de escoamento superficial, independente do nível de impermeabilização das bacias, certamente aumenta nas áreas urbanas, devido à retirada da cobertura vegetal. A produção de sedimentos, por sua vez, deve sofrer redução à medida que aumenta a impermeabilização. Em se tratando da bacia do Rio Cascavel, enquanto o aumento do escoamento superficial pode ser tomado como certo na área urbana, a produção de sedimento ainda permanece uma incógnita. Isso porque há variações nos níveis de impermeabilização tanto entre uma bacia e outra, quanto dentro de uma mesma bacia, e tais níveis ainda não estão quantificados. Some-se a isso a inexistência de dados hidrossedimentológicos.

Os perfis longitudinais dos rios analisados mostram, por meio de seus índices de declividade, variabilidade de condições. Predominam, em termos de intensidade, as condições erosivas. Condições favoráveis à deposição estão em grande parte associadas aos trechos finais dos aflui-

entes urbanos do Rio Cascavel. Geneticamente, tais trechos se relacionam à planície de inundação do citado rio, que se estende por um trecho longo, coincidindo com a área urbanizada.

Os índices de declividade, no conjunto da rede do Cascavel, indicam que os sedimentos produzidos na área urbana têm baixa condição de estoque nos canais, com exceção do Arroio da Chácara. As implicações potenciais seriam: (1) a rápida transferência dos sedimentos para os trechos de desembocadura e (2) condicionamentos erosivos de canais, intensificados dentro da área urbana pelo aumento dos fluxos superficiais.

O fluxo de água e sedimento dentro dessas características do sistema coloca em relevo as preocupações quanto à potencialização de enchentes na zona da planície de inundação do Rio Cascavel. As falências dos sistemas de manilhamento nas interseções rua-canal, produzindo transbordamento e/ou erosão devido à energia dos fluxos, constituem outro efeito agregado potencial.

## 7. Referências

BAGNOLD, R.A. An approach to the sediment transport problem from general physics. *U.S. Geological Survey. Prof. Paper*, 422-I, 1966.

BEVEN, K.; WOOD, E.F. Catchments geomorphology and the dynamics of runoff contributing areas. *J. Hydrology*, v. 65: p.139-158, 1983.

CUNHA, S.B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.) *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertran Brasil, 1994, p. 211-252.

GUPTA, V.K.; MESA, O.J. Runoff generation and hydrologic response via channel network geomorphology – recent progress and open problems. *J. Hidrology* v.102, p. 3-28. 1988

GUPTA, V.K.; WAYMIRE, E. On the formulation of an analytical approach to hidrologic response and similarity at the basin scale. *J.*



*Hydrology* v.65, p.95-123, 1983.

HACK, J.T. Stream profile analysis and stream gradient index. *J. Res. U.S. Geol. Survey* 1, p.421-29, 1973.

NARDY, A.J.R. *Geologia e petrologia do vulcanismo mesozóico da região central da Bacia do Paraná*. Tese (Doutorado em Geociências). IGCE-UNESP, Rio Claro, 1995.

PORTO, R. *et al.* Drenagem Urbana. In: TUCCI, C.E.M.(org.) *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. UFRGS/ABRH, 2000. p. 805-847.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. *Aspectos climáticos de Guarapuava – PR*. Guarapuava: UNICENTRO, 2003. 106 p.

Submetido em: 16/06/2010

Aceito em: 1º/07/2011