

Alterações na morfologia de canais fluviais na área urbana de Guarapuava (PR)

Morphological changes of river channels in the urban area of Guarapuava (PR), Brazil

Éderson Dias de Oliveira^{1(*)}

Leandro Redin Vestena²

Resumo

As pesquisas que envolvem os efeitos urbanos em canais fluviais no Brasil são ainda incipientes. O aumento expressivo da população nas cidades e a expansão da área urbana nessas regiões têm potencializado a alteração na morfologia dos canais fluviais. Nessa temática, a presente pesquisa adotou como objeto de estudo os canais fluviais inseridos no perímetro urbano do município de Guarapuava (PR), localizado na região Centro-Sul do estado do Paraná. Os procedimentos metodológicos e operacionais básicos utilizados se basearam em estudos integrados do ambiente fluvial, a fim de identificar e avaliar as modificações na morfologia dos rios urbanos decorrentes de ações antrópicas. De maneira geral, a pesquisa se desenvolveu mediante estudo empírico com trabalhos de campo, por meio de observação das alterações na morfologia fluvial e áreas adjacentes. Os canais fluviais de três bacias urbanas (arroyos Carro Quebrado, do Engenho e Barro Preto) foram percorridos e mapeados de acordo com o grau de intervenção antrópica na morfologia fluvial. Os resultados evidenciaram que a canalização está intimamente relacionada com a expansão urbana, sendo que aproximadamente 30% dos trechos fluviais encontram-se canalizados, com alterações morfológicas que refletem na dinâmica dos fluxos. Os cursos fluviais na área urbana de Guarapuava apresentam mudanças na sua morfologia, decorrente principalmente da instalação de infraestrutura urbana e da construção de residências em áreas ribeirinhas e muitas vezes sobre o próprio curso fluvial. As alterações demonstram insuficiente planejamento urbano e desconhecimentos da população dos riscos ambientais que essas alterações podem ocasionar, como aumento do número de incidência e abrangência das inundações.

Palavras-chave: urbanização; canalização; bacia hidrográfica; Guarapuava.

1 MSc; Licenciado em Geografia; Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá, UEM; Endereço: Rua Wilson Roberto Veroni, 211, CEP: 86900-000, Jandaia do Sul, Paraná, Brasil; E-mail: edersonguarapuava@hotmail.com (*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Geógrafo; Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Bolsista de Produtividade em Pesquisa da Fundação Araucária; Endereço: Rua Camargo Varela de Sá, 03, CEP: 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil; E-mail: lvestena@gmail.com

Recebido para publicação em 09/10/2012 e aceito em 17/10/2012

Ambiência Guarapuava (PR) v.8 Ed. Especial - I p. 757 - 773 Novembro 2012 ISSN 1808 - 0251
DOI:10.5777/ambiencia.2012.03.09

Abstract

Research on the urban effects on river channels in Brazil is still in its fledging stage. The great populational increase of cities and urban areas has altered the morphology of river channels. Current research focuses on river channels in the urban perimeter of the municipality of Guarapuava (PR) Brazil in the mid-southern region of the state of Paraná, Brazil. The basic methodological and operational procedures are based on integrated studies of river environment to identify and evaluate modifications in the morphology of rivers within cities provided by human activities. Research comprises empirical field studies by observations of changes in the river morphology and adjacent areas. The river channels of the three urban basins (arroyos Carro Quebrado, do Engenho and Barro Preto) were analyzed and mapped according to the human intervention degree in the river morphology. Results show that canalization is closely linked with urban expansion. Since approximately 30% of river stretches are canalized, they demonstrate morphological changes that are symptomatic to flux dynamism. Rivers in the Guarapuava urban area demonstrate changes in morphology especially due to urban infrastructure and house constructions in areas close to rivers and frequently on river courses. Changes show insufficient urban planning and lack of knowledge on environmental risks that such changes may cause, such as an increase in the number and extension of floodings.

Key words: urbanization; canalization; hydrographic basin; Guarapuava.

Introdução

As pesquisas que envolvem os efeitos antropogênicos nos sistemas fluviais quanto aos aspectos sedimentológicos, hidrológicos e geomorfológicos vêm sendo bastante discutidas nas Ciências Ambientais, despertando interesses de vários pesquisadores nas regiões temperadas do hemisfério Norte desde a década de 1970. No entanto, os trabalhos que debatem as alterações induzidas pelos processos urbanos nos rios das áreas tropicais apresentam-se ainda incipientes (BROOKES, 1988; CUNHA, 2008).

As dinâmicas dos processos naturais nos sistemas fluviais são elementos modeladores do relevo e, portanto fundamentais para

o equilíbrio da paisagem. Conforme assinala Christofolletti (1980), os sistemas geomorfológicos atuam e recebem influências de outros sistemas (tanto naturais como artificiais). A compreensão das dinâmicas da superfície terrestre, a partir de uma perspectiva sistêmica, possibilita perceber o significado e as propriedades do relevo na organização do espaço.

Os sistemas antrópicos expressam sua forma mais impactante nos sistemas geomorfológicos a partir dos centros urbanos. Nesses, o expressivo aumento da população nas últimas décadas tem proporcionado mudanças significativas nos elementos da paisagem natural. Segundo Giraldo et al (2009), na América Latina, a urbanização se intensificou nos últimos 30 anos, com um

aumento da população das cidades em cerca de 240%, ao passo que a população rural teve um acréscimo de apenas 6,1%. Os autores estimam que os 71% de população urbana atuais na região passarão em 2015 para 81%, chegando a cerca de 607,7 milhões de habitantes em números absolutos em 2030.

O processo de adensamento populacional urbano, na maioria das vezes, contribuiu para a ocorrência e intensificação de problemas ambientais. As insuficientes políticas de planejamento/gestão da ocupação e uso do solo potencializam inúmeros problemas como as inundações em ambientes urbanos, sendo estas controladas comumente por meio de obras de canalizações. Para Vieira e Cunha (2006), a expansão das áreas impermeáveis e as alterações nos canais fluviais decorrentes do desenvolvimento urbano são os principais responsáveis pelos efeitos nos sistemas fluviais urbanos.

Conforme Wesche (1985) e Brookes (1988), a canalização das drenagens urbanas se refere a um conjunto de obras de engenharia tradicionalmente usadas para controlar as enchentes. Estas se referem a intervenções antrópicas no sistema fluvial, em que a sinuosidade do canal é suprimida em função de obras de engenharia. Dessa forma, além do aumento do fluxo, há também acréscimo de sua velocidade, haja vista a redução da sinuosidade e rugosidade dos canais. Em comparação com os canais retificados artificialmente, os canais naturais apresentam uma configuração de sinuosidade com extensão nos trechos fluviais de dez a 100 vezes maiores (PETTS; AMOROS, 1996).

Na cidade de Guarapuava (PR), o processo de adensamento populacional e a expansão da área urbana têm potencializado diversas alterações nos processos e dinâmicas dos sistemas hidrográficos urbanos. Essas

mudanças vêm ocorrendo ao longo da história, mas intensificaram-se nas últimas décadas, quando a pressão sobre o espaço urbano aumentou com a ocupação dos setores marginais dos arroios e a incorporação de novas áreas pela cidade. Nesse contexto, o presente trabalho identificou e avaliou modificações decorrentes de ações antrópicas na rede de drenagem de três bacias hidrográficas urbanas de Guarapuava (PR).

Materiais e Métodos

Área de estudo

O presente estudo adotou como recorte espacial a área do perímetro urbano de Guarapuava (67,86 km²). O município localiza-se na região Centro-Sul do estado do Paraná (Figura 1), no Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava (MAACK, 2002) e conta com uma área territorial de 3.117,598 km². A população total do município é de 167.328 habitantes, dos quais 152.993 (91,43 %) residem na área urbana (BRASIL, 2010).

Para os levantamentos de campo, foram definidas três bacias hidrográficas localizadas integralmente no perímetro urbano de Guarapuava. As bacias escolhidas foram:

1. Bacia Hidrográfica do Arroio Barro Preto (BHABP) com área de 3,36 km²;
2. Bacia Hidrográfica do Arroio Carro Quebrado (BHACQ) com 11,46 km² de área;
3. Bacia Hidrográfica do Arroio do Engenho (BHAEE) com área de 8,97 km².

Essas bacias urbanas são tributárias do rio Cascavel, que por sua vez integra o sistema hidrográfico dos rios Jordão e Iguauçu (Figura 1).

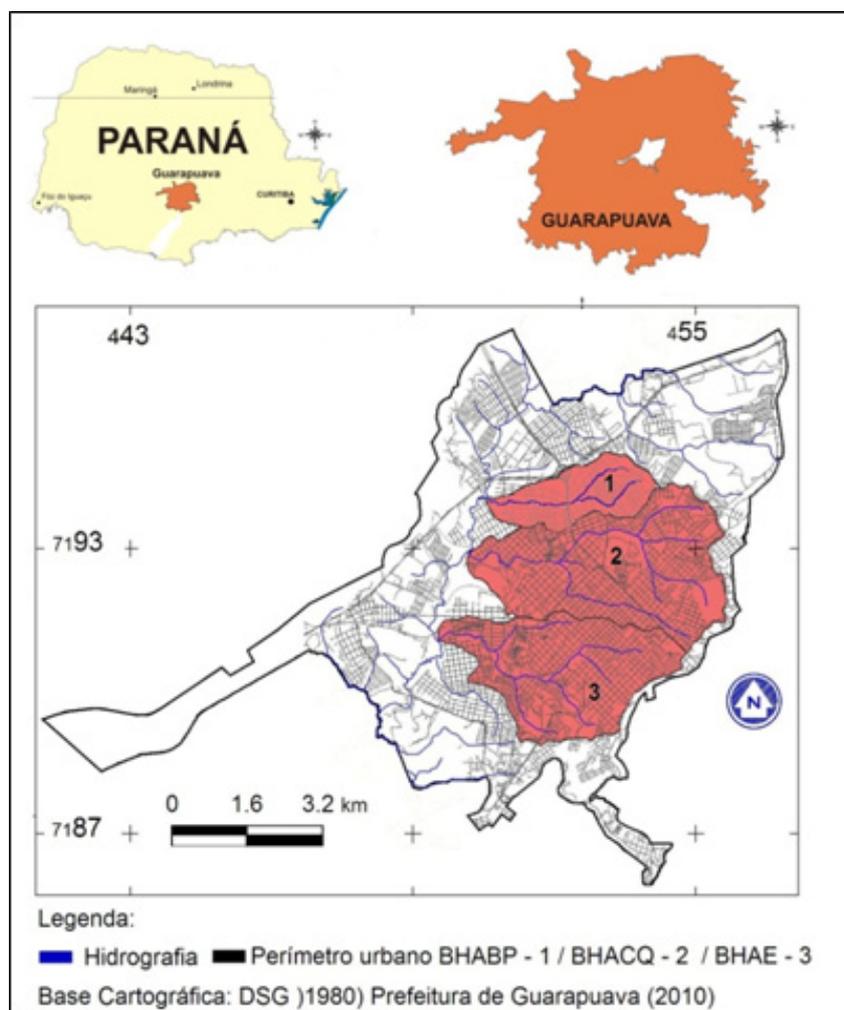


Figura 1. Localização da área de estudo

O município de Guarapuava, segundo Thomaz e Vestena (2003), é área de atuação da zona extratropical, o que favorece temperaturas com caráter mesotérmico, predominando médias anuais entre 16° e 20°C, com inverno frio e verão amenizado pelas altitudes. Pela classificação de Köppen, o tipo climático é o “Cfb” correspondente ao clima temperado, chuvoso e verões moderadamente quentes (AYOADE, 1998). As características geológicas locais são condicionadas por rochas básicas (ígneas ácidas e básicas) da Formação

Serra Geral pertencente ao grupo São Bento (LIMA, 2009).

Com relação às propriedades clinográfica do perímetro urbano de Guarapuava, Binda e Bertotti (2008) destacaram que cerca de 80% de sua área encontra-se em setores com declividades que se situam entre 0 a 12%, que ocorrem preferencialmente nos topos suavemente convexizados e nas planícies de inundação dos fundos de vales. Pouco mais de 15% do perímetro urbano encontra-se em áreas com declividades entre 12 a 20%,

enquanto que o restante das áreas apresenta declividades mais dissecadas, com declividade superior a 20%, principalmente nos setores próximos à ruptura de declive dos rios das Pedras e Cascavel.

Os tipos de solos principais que predominam na área são LATOSSOLO Bruno, CAMBISSOLO, NEOSSOLO (litólico) e GLEISSOLO (hidromórfico). Em algumas unidades, ocorrem afloramento de rocha, pedregosidade e rochosidade em grau variado (VESTENA; THOMAZ, 2006).

Procedimentos metodológicos e operacionais

De forma sucinta, o presente trabalho está estruturado com base na identificação e caracterização das alterações na morfologia dos canais urbanos de Guarapuava. O expressivo aumento populacional tem favorecido mudanças na morfologia dos canais alterando as características naturais dos fundos de vales. Para contribuir com o entendimento dessa problemática e cooperar com o planejamento do espaço urbano municipal, elaborou-se um levantamento e avaliação das intervenções nos arroios urbanos, considerando os aspectos de canalização fluvial.

De maneira geral, a pesquisa se desenvolveu mediante um estudo empírico juntamente com trabalhos de campos com observações e anotações de características da morfologia fluvial e conversas com moradores próximos aos rios (entrevistas informais). Enfim, as bases referenciais empregadas na aplicação metodológica foram análises integradas do ambiente fluvial, a fim de melhor compreender as condições de funcionamento da paisagem fluvial e suas articulações com as formas de uso e

ocupação do espaço. Esse referencial teórico metodológico trata-se da abordagem sistêmica que, metodologicamente, refere-se a uma das mais adequadas para subsidiar pesquisas científicas na área ambiental, possibilitando interagir sociedade e natureza numa mesma perspectiva (CHRISTOFOLETTI, 1980, 1999).

Para a obtenção dos dados sobre a realidade que embasaram os caminhos delineados pelo método foram utilizadas algumas técnicas. Assim, os procedimentos técnicos operacionais empregados para a análise das características morfológicas dos canais fluviais urbanos constituiu-se, num primeiro momento, na compilação do material cartográfico disponível e no levantamento de dados básicos em três bacias urbanas da cidade de Guarapuava.

As informações cartográficas básicas utilizadas foram os dados vetoriais da área urbana (hidrografia, curvas de nível com equidistância de 5 m e sistema viário) do levantamento aerofotogramétrico de 1996 na escala 1:2000. Os dados cartográficos foram integrados em um Sistema de Informação Geográfica, utilizando-se do *software* Inpe© Spring, versão 5.1.7.

O mapeamento e análise dos tipos de canalização nos arroios urbanos de Guarapuava foram realizados por meio de trabalhos de campo, com o caminhamento ao longo do perfil longitudinal nos trechos fluviais, auxiliados pelos seguintes equipamentos: pranchetas para anotação, câmera fotográfica e o Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo map76CSx.

No trabalho de campo identificaram-se:

- as características das alterações provocadas pelas atividades humanas;
- as feições que indicam obras de engenharia;

- as medidas de contenção feitas pelos moradores;
- o estado de conservação da vegetação ciliar e o
- padrão urbano de cada área.

A partir dos dados obtidos em campo, os canais fluviais foram classificados quanto ao grau de intervenção na morfologia fluvial de acordo com o quadro 1.

Nas figuras A, B e C do arroio Carro Quebrado, quadro 1, tem-se representação dos tipos de trechos fluviais presentes na área urbana de Guarapuava. As análises dos levantamentos foram discutidas individualmente por bacia hidrográfica. Ao final foi realizado um apanhado geral, a fim de tecer algumas considerações sobre as condições dos cursos fluviais da área urbana de Guarapuava.

Quadro 1. Classes utilizadas no mapeamento das intervenções no trecho fluvial

 <p>A</p>	<p>Não-canalizados: referem-se aos trechos fluviais que escorrem abertamente pela área urbana, sem intervenções de obras de engenharia ao longo da seção transversal. Figura A – trecho do baixo curso do arroio Carro Quebrado.</p>
 <p>B</p>	<p>Canalizados - mistos: canais que possuem trechos com as margens/leito impermeabilizados por obras de canalização. Esses canais podem apresentar trechos com as duas margens edificadas, trechos com apenas uma margem ou somente o leito. Figura B – trecho do médio curso do arroio Carro Quebrado.</p>
 <p>C</p>	<p>Canalizados - fechados: os canais que se encontram completamente fechados por estruturas de engenharia. Figura C – trecho do alto curso do arroio Carro Quebrado.</p>

Fotografias: Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.

Análise dos Resultados

Arroio Barro Preto

A bacia do arroio Barro Preto apresenta amplas áreas impermeabilizadas, que têm potencializado alterações nos processos hidrológicos e, conseqüentemente, mudanças na morfologia dos canais fluviais com a implantação de canalizações em vários trechos.

A maior parte dos trechos fluviais dessa bacia apresenta características da classe de trechos fluviais “não-canalizados” perfazendo um total de 68,73% dos canais do arroio, conforme dados da tabela 1. Esta apresenta os dados dos levantamentos de campos, em que se tem o comprimento total (km) e a porcentagem das classes de intervenção na morfologia fluvial (não-canalizados,

canalizados – mistos e canalizados - fechados) por trechos e acumulada.

Os trechos fluviais da classe “não-canalizados” geralmente apresentam nas suas áreas adjacentes setores de planícies desenvolvidas, ocupadas por residências próximas ao canal. Ainda que esses trechos não apresentem obras de engenharia visível, é possível perceber algumas alterações decorrentes do processo de urbanização.

Na figura 2, são visíveis alguns efeitos na morfologia fluvial no trecho inferior do arroio. Os pontos A' e A'' apresentam evidências de aterramento da planície para a construção de residências, além da ligação da rede de esgoto doméstico (ponto B) diretamente no arroio. O insuficiente planejamento da ocupação de áreas ribeirinhas e a instalação de residências ilegais têm potencializado os riscos ambientais, nos eventos de chuva concentrada.

Tabela 1. Classes de intervenção na morfologia fluvial na bacia do arroio Barro Preto

Classe dos trechos fluviais	Comprimento em cada classe (km)	Percentual por trechos (%)	Percentual acumulado (%)
Não-canalizados	3,56	68,73	68,73
Canalizados - mistos	0,27	5,21	73,94
Canalizados - fechados	1,35	26,06	100,00
Total	5,18	100,00	100,00



Figura 2. Alterações na rede de drenagem da bacia do arroio Barro Preto
Fotografia Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.

A classe dos trechos fluviais “canalizados – mistos” trata-se dos menores valores representando 5,21% do total. Esses se localizam em áreas densamente ocupadas, sendo os trechos mais potencias a terem a seção transversal fechada por obras de engenharia. A exemplo dos canais “não-canalizados”, os trechos “canalizados – mistos” apresentam alterações nas planícies. Observa-se que, em alguns casos, a estrutura de concreto da margem do canal é a mesma das edificações construídas ao lado, o que representa risco eminente de alagamento à população ribeirinha residente nesses locais.

Por último, cabe destacar a classe dos trechos fluviais “canalizados – fechados”, que representaram 26,06% dos canais da bacia e localizam principalmente nas áreas mais densamente ocupadas e em trechos fluviais sobrepostos por arruamentos. Nos trabalhos de campo, observou-se que várias pontes e

duetos apresentam seções fechadas que estão parcialmente ou totalmente aterradas por entulhos, sedimentos e/ou vegetações (Figura 3).

Na figura 3 são mostrados os dutos de uma seção fechada alterada (A', A'', A'''), com entulhos e vegetação impedindo a passagem de água (B' e B''), além de barranco com indícios de processos erosivos. Seções desse tipo durante eventos de chuva, retardam a drenagem da vazão do trecho fluvial, em decorrência da baixa capacidade de escoamento da seção fechada. Em campo, verificou-se que é comum ocorrer durante as chuvas o represamento da água a montante da seção (Figura 3) e o conseqüente extravasamento da água para a planície de inundação atingindo ruas e casas.

No mapa da figura 4, é possível observar a disposição dos trechos fluviais e suas características de acordo com as classes estabelecidas na BHABP.



Figura 3. Seções fechadas com entulho e alteradas pela desestabilização do solo

Fotografia: Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.

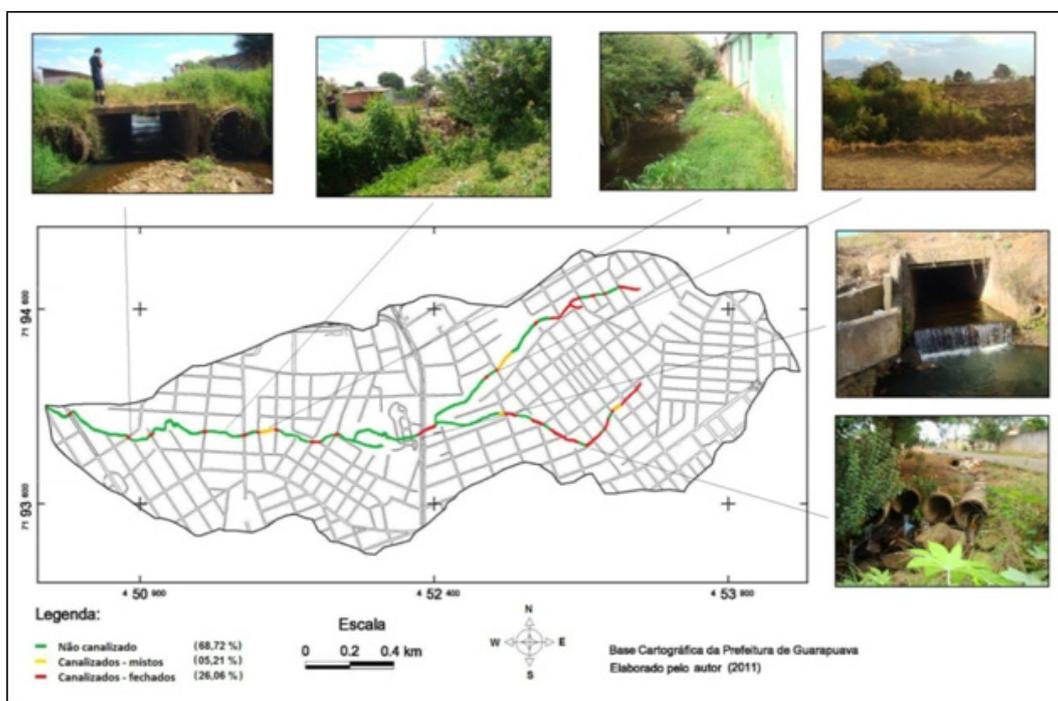


Figura 4. Classes de canalização na bacia do arroio Barro Preto

Fotografias: Éderson Dias de Oliveira, março de 2011

Arroio Carro Quebrado

A bacia do arroio Carro Quebrado contém extensas áreas impermeabilizadas, com canais retificados, debaixo de pontes, galerias e ruas, ‘desaparecendo’ em diversos pontos. Grande parte do centro urbano de Guarapuava está inserido na bacia, que possui locais críticos de ocorrência de alagamentos durante as chuvas de verão.

A maior classe encontrada na bacia foi a de trechos fluviais “não-canalizados” com 74,76% da área (Tabela 2). Esses trechos geralmente apresentam vegetação ciliar bastante alterada (quase inexistente) com as planícies ocupadas em grande parte por residências próximas do canal, além de algumas áreas úmidas que alagam nos períodos de chuvas frequentes. Apesar desses trechos não apresentarem obras setoriais, notam-se

Tabela 2. Classes de intervenção na morfologia fluvial na bacia do arroio Carro Quebrado

Classe dos trechos fluviais	Comprimento em cada classe (km)	Percentual por trechos (%)	Percentual acumulado (%)
Não-canalizados	13,83	74,76	74,76
Canalizados - mistos	1,33	7,19	81,95
Canalizados - fechados	3,34	18,05	100,00
Total	18,50	100,00	100,00

algumas modificações decorrentes do processo de urbanização, como alteração de margens, ocupações irregulares e descarte de resíduos.

Na figura 5 são apresentadas as alterações da morfologia fluvial em um trecho inferior do Arroio Carro Quebrado.

Nos pontos A' e A'' da figura 5, é possível notar áreas com acúmulo de resíduos sólidos ao longo do leito e margens do arroio, já no ponto B, há a instalação de uma residência a poucos metros do trecho fluvial. De maneira geral, na maior parte dos trechos, os problemas continuam quase que os mesmos, com a presença de lixo no canal e a ocupação de áreas de risco.

A classe dos trechos fluviais “canalizados – mistos” apresentaram os menores valores com média de 7,19% do total. Esses trechos fluviais predominam próximo às áreas centrais dos trechos com canalização fechada além de haver em vários

trechos a “disputa” entre a margem do canal e a parede das edificações.

Por último, cabe destacar os trechos fluviais com “canalização – fechada” que representaram 18,05% dos canais da bacia. Eles se localizam principalmente nas áreas mais densamente ocupadas e em trechos fluviais com pontes que ligam as ruas. Vários trechos apresentam áreas totalmente impermeabilizadas que são ocupadas por residências. Na figura 6 é mostrado um caso de ocupação urbana inadequada, haja vista a falta de planejamento e o alto risco que representa o local (sazonalidade das vazões) a inundações. Como se pode visualizar, residência foi construída sobre o curso fluvial.

No mapa da figura 7, é possível observar a disposição dos trechos fluviais e suas características de acordo com as classes de canalização definidas na bacia do arroio Carro Quebrado.



Figura 5. Modificação em trecho da rede de drenagem na bacia arroio Carro Quebrado
Fotografia: Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.



Figura 6. Moradia construída sobre tributário do arroio Carro Quebrado
 Fotografia: Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.

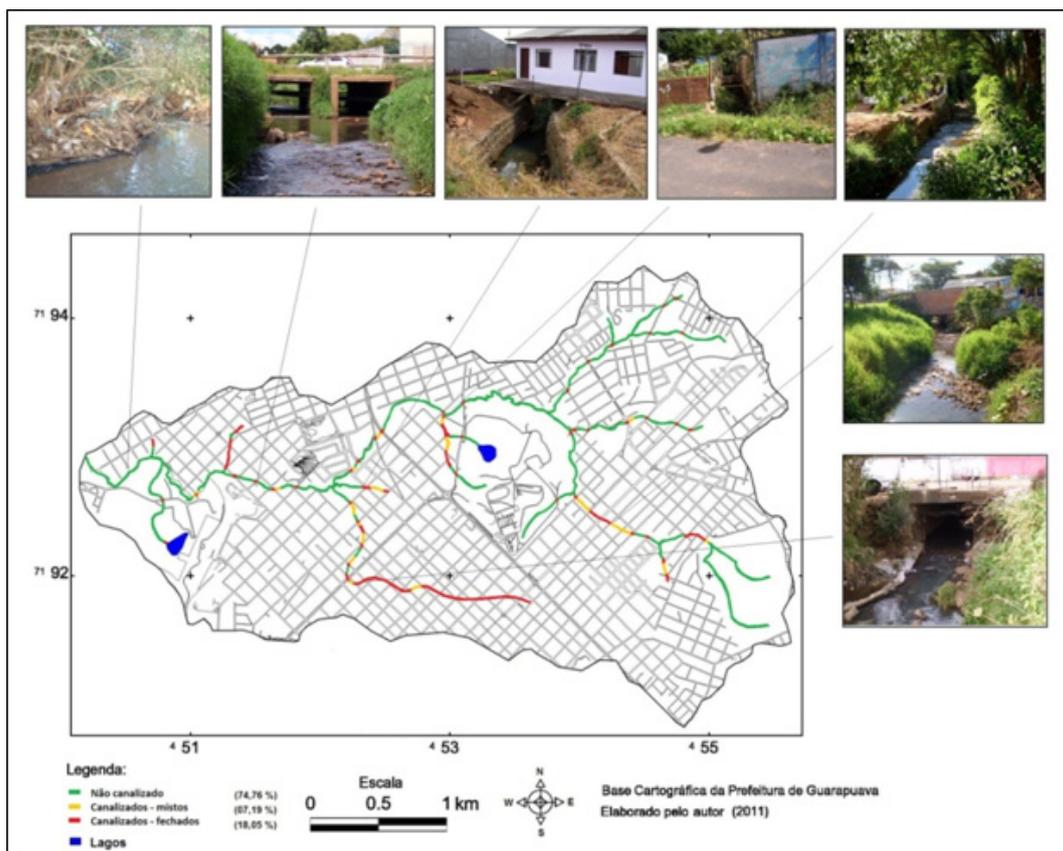


Figura 7. Classes de canalização na bacia do Carro Quebrado
 Fotografias: Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.

Arroio do Engenho

A bacia do arroio do Engenho possui o setor de montante densamente urbanizado, apresentando planícies em fundos de vales com ocupações irregulares e precária infraestrutura urbana. As obras de engenharia têm alterado de forma significativa os canais, que foram canalizados em grande parte dos seus trechos, a fim de acomodar casas e ruas. Na tabela 3 são apresentados os dados referentes ao tamanho das classes de canalização.

Os trechos fluviais “não-canalizados” corresponderam a 66,30% dos canais da área, localizando-se principalmente nas áreas menos densamente ocupadas ao longo dos setores intermediários e inferiores da bacia.

Uma constante na bacia foi a identificação de pontos de ligações de esgotos diretamente no arroio. Nas áreas mais periféricas, verificaram-se várias casas localizadas próximo ao leito fluvial com despejos de efluentes domésticos no próprio arroio (Figura 8).

Tabela 3. Classes de intervenção na morfologia fluvial na bacia do arroio do Engenho

Classe dos trechos fluviais	Comprimento em cada classe (km)	Percentual por trechos (%)	Percentual acumulado (%)
Não-canalizados	8,07	66,30	66,30
Canalizados - mistos	0,48	04,00	70,30
Canalizados - fechados	3,62	29,70	100,00
Total	12,17	100,00	100,00



Figura 8. Despejo de efluentes doméstico no curso fluvial

Fotografia: Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.

Também foram mapeados os trechos fluviais “canalizados – mistos”, que representaram cerca de 4,0% dos canais da bacia. Assim como nas outras bacias, esses canais situam-se de modo geral em locais que servem de limite entre a casa e o arroio, potencializando risco de alagamentos às residências ribeirinhas.

Por último, cabe destacar os trechos “canalizados - fechados”, que representaram aproximadamente 29,70% dos canais da bacia, ou seja, um índice significativo se comparado às demais bacias estudadas. Nesses trechos, notou-se também que várias pontes e dutos apresentam seções que estão parcialmente ou totalmente aterradas por entulho, sedimentos e vegetação. É apresentada na figura 9 uma visão espacial geral da distribuição das classes de canalização da bacia arroio do Engenho.

As intervenções na morfologia fluvial na cidade de Guarapuava

As obras de canalização são comuns nas áreas urbanas, provocando alterações morfológicas nos canais fluviais. Na cidade de Guarapuava, essa realidade não é diferente, sendo que os arroios da área urbana têm sido canalizados, ao passo que a malha urbana se expande. Notou-se que os cursos fluviais urbanos, pelos dados obtidos nas três bacias estudadas, apresentaram índice significativo de trechos fluviais canalizados (Tabela 4).

Dunne e Leopold (1978) corroboram com essa ideia ao salientarem que os canais urbanos têm sido cobertos por placas de concreto, aterrados, canalizados e desviados sem nenhum critério, alterando as propriedades morfológicas dos pequenos rios. Obras

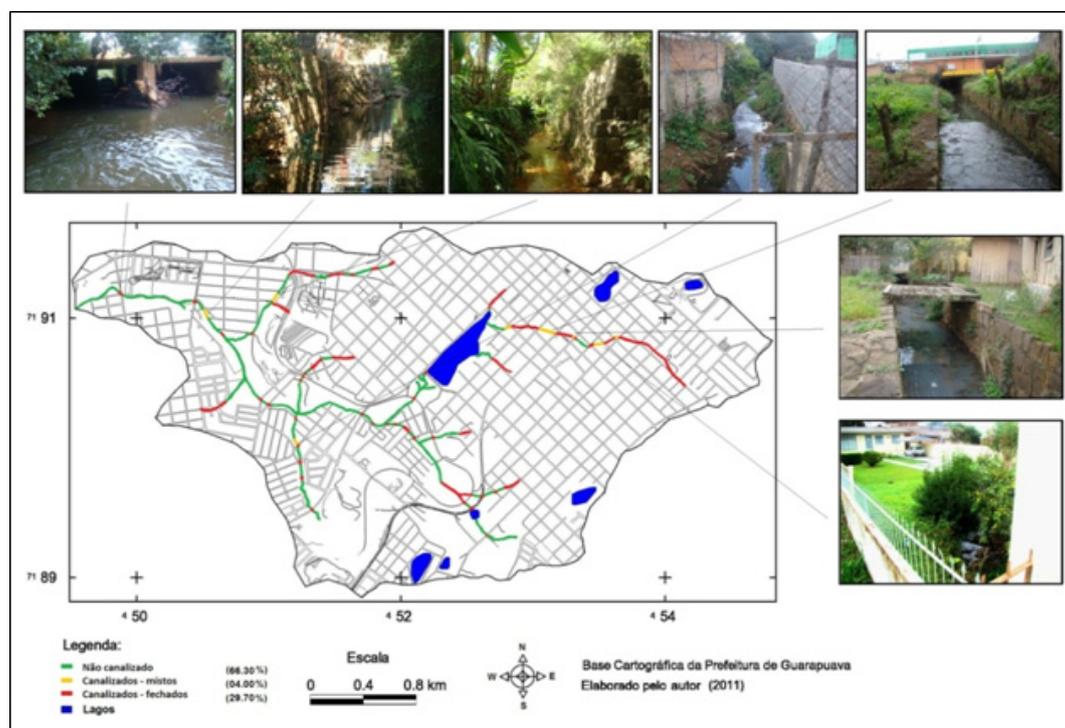


Figura 9. Classes de canalização na bacia do arroio do Engenho

Fontes: *Éderson Dias de Oliveira, março de 2011.*

Tabela 4. Classes de intervenção na morfologia fluvial urbana de Guarapuava (PR)

Área de Estudo	Sem canalização (%)	Canalizados mistos (%)	Canalizados fechados (%)	Canalizados mistos + fechados (%)
BHACQ	74,76	7,19	18,05	25,24
BHABP	68,73	5,21	26,06	31,27
BHAE	66,30	4,00	29,70	33,70
Média	69,93	5,46	24,60	30,07

urbanas como construções e ruas têm sido implantadas na superfície, simplesmente “encobrendo” trechos de canais fluviais de primeira e segunda ordem.

Porém, cabe destacar que os canais de cabeceira de drenagem (primeira e segunda ordem) são fundamentais para o retardamento do efeito das enchentes, pois alongam o trecho de drenagem até o canal principal dissipando a entrada de água, seja pela rugosidade das cabeceiras ou pela sinuosidade dos trechos. Com a impermeabilização e a consequente canalização, esse retardamento da cabeceira é suprimido, potencializando efeito contrário na dinâmica hidrológica, dado ao aumento da quantidade e velocidade do débito fluvial.

Pelo mapeamento das canalizações de Guarapuava, foi possível observar que um grande número de trechos fluviais de primeira ordem apresenta-se canalizados. Essas alterações acarretam modificações na dinâmica dos processos hidrológicos, pois os mesmos perdem as principais características naturais, potencializando problemas urbanos nas áreas ribeirinhas, como aumento das vazões máximas, e consequentemente aumento das áreas inundadas durante eventos chuvosos.

Contabilizadas as somas das classes de canalização, a BHACQ foi a que apresentou a menor proporção (25,24%) de trechos fluviais canalizados, ao passo que a BHAE apresentou a maior proporção (33,70) de trechos canalizados (Figura 10).

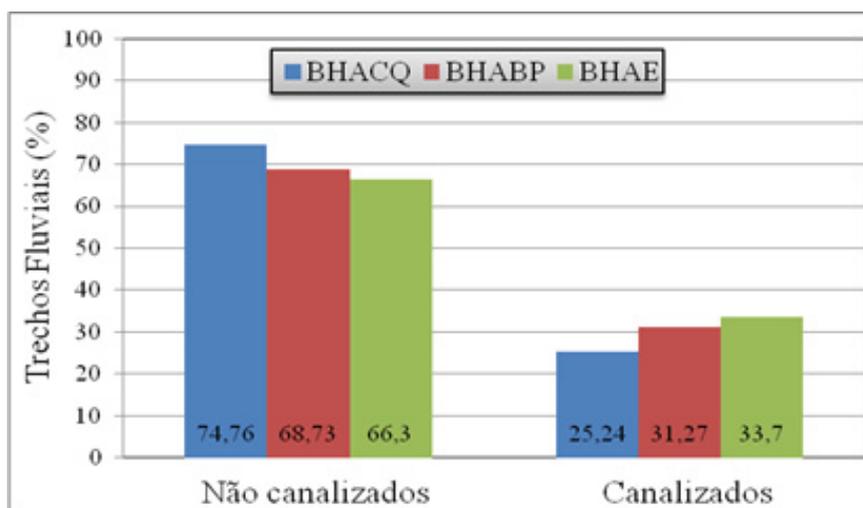


Figura 10. Classe de arroios canalizados e não-canalizados na cidade de Guarapuava (PR)

Esses valores demonstram variação pouco significativa se comparados os dados mensurados nas três bacias. De maneira geral, tomando uma média dos dados levantados e a representatividade dessas bacias, pode-se afirmar que a área urbana de Guarapuava apresenta cerca de 30% dos seus trechos fluviais canalizados, sendo o restante representado por trechos não-canalizados. Os trechos canalizados potencializam alterações morfológicas nos canais, como a artificialização fluvial (retilinação), alteração da dinâmica do fluxo d'água além do assoreamento e erosões em distintos trechos dos canais.

Os trechos fluviais que não possuem canalização apresentam poucas áreas com vegetação ciliar, estando essas localizadas em sua maior parte em áreas de turfeiras no setor de montante da BHACQ. Nas áreas urbanas onde não se têm trechos e seções fluviais canalizadas (não-canalizado), também se observaram alterações na morfologia dos arroios e margens, seja pela retirada de solo ou pela deposição de resíduos antrópicos ou aterramento. Nessas, há ocupação ribeirinha próxima dos arroios, sendo que principalmente na BHAE, as residências apresentam precária estrutura de saneamento básico, tendo em alguns trechos pontos de descarga de esgoto doméstico diretamente no leito fluvial.

Os trechos fluviais canalizados apresentam alguns problemas ambientais, sendo visíveis nos trabalhos de campo. Várias seções fechadas sobrepostas por ruas acumulam sedimentos (tecnogênicos e naturais), e arbustos, favorecendo a diminuição da capacidade de escoamento fluvial. Esses trechos formam zonas de retenção de água nos eventos de chuva, com setores erodidos em alguns trechos além do alagamento das áreas adjacentes das seções. Enfim, são alguns dos principais problemas de ordem ambiental potencializados por alterações

na morfologia fluvial em Guarapuava, que atingem principalmente a população residente próxima aos rios.

Considerações Finais

Os trabalhos que estudam os impactos da urbanização na morfologia fluvial no Brasil são poucos comparados aos desenvolvidos no exterior. Essas pesquisas contribuem no planejamento e na gestão das áreas urbanas, à medida que subsidiam o poder público a adotar medidas para evitar e/ou prevenir problemas relacionados à ocupação de áreas de risco a desastres naturais.

Na cidade de Guarapuava, constatou-se que o processo de canalização de trechos fluviais está intimamente relacionado à expansão urbana. De maneira geral, observou-se vários trechos fluviais associados a paredes de moradias, além de residências construídas sobre os canais fluviais, ou seja, em áreas de alto risco a desastres naturais. A forma de uso e ocupação do espaço urbano nesses casos potencializa a ocorrência de desastres naturais, que acabam ocasionando ou intensificando prejuízos de ordem econômica e social.

Na área urbana, aproximadamente 30% dos trechos fluviais estão canalizados, com modificações na morfologia fluvial, que acarretam mudanças na dinâmica dos fluxos fluviais. Além de favorecer a erosão e o assoreamento fluvial pelo aumento da velocidade de escoamento fluvial; o descarte inadequado de resíduos sólidos obstrui seções fluviais fechadas, potencializando a ocorrência de enchentes e inundações.

A partir dessas considerações, sugere-se que estudos futuros avaliem o impacto das alterações morfológicas na dinâmica dos processos hidrológicos, em cidades de porte médio, como é o caso de Guarapuava. São necessárias, também, ações que prevenam

ou minimizam os problemas ambientais decorrentes de alterações na morfologia fluvial, tais como: a) intervenção por parte do poder público nos trechos urbanos onde os canais estão subestimados, uma vez que os mesmos potencializam a ocorrência de alagamentos e inundações induzidos pelas modificações urbanas e a impermeabilização do solo; b) reconstituição ambiental das áreas marginais aos cursos fluviais com ocupações irregulares, por meio da instalação de parques, recomposição da mata ciliar e remoção da população residente em áreas de risco; c) implementação de uma coleta de resíduos sólidos (lixo) eficiente e periódica; d) priorização das medidas não-estruturais em

detrimento das estruturais (como canalização dos arroios); e) conscientização da população da importância de descarte adequado de resíduos sólidos e líquidos; e f) avaliação prévia do impacto da expansão das áreas impermeáveis e da canalização fluvial na dinâmica dos processos hidrológicos, por meio de estudos que envolvam além dos aspectos físicos, os econômicos, sociais, culturais e políticos que integram a dinâmica ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes a bolsa de estudo e à Fundação Araucária o financiamento da pesquisa.

Referências

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1998. 332p.
- BRASIL. Resultado do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) de 2010. Governo Federal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 nov. 2010.
- BROOKES, A. **Channelized Rivers: Perspectives for Environmental Management**. Wiley-Interscience. 1998. 326 p.
- BINDA, L. A.; BERTOTTI, G. L. Mapeamento de características físicas do relevo da cidade de Guarapuava-PR. **RAE GA**, Curitiba, n.16, p.167-182, 2008.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.
- CUNHA, S. B. Morfologia dos Canais Urbanos. In: POLETO, C. (Org.). **Ambiente e Sedimentos**. Porto Alegre: ABRH. 2008, p.329-356.
- DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. **Water in Environmental Planning**. San Francisco: W. H. Freeman Co. 1978. 818p.
- GIRALDO, F.; GARCÍA, J.; FERRARI, C.; BATEMAN, A. **Urbanización para el desarrollo humano: Políticas para un mundo de ciudades**. Bogotá: UN-Habitat, 2009. 504p.

- LIMA, A. G. **Controle geológico e hidráulico na morfologia do perfil longitudinal em rio sobre rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral no Estado do Paraná**. 2009. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- 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. 450p.
- PETTS, G. E.; AMOROS, C. **Fluvial Hydrosystems**. London: Chapman & Hall., 1996. 307p.
- THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003. 106p.
- VESTENA, L. R.; THOMAZ, E. L. Avaliação de conflitos entre áreas de preservação permanente associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do Rio das Pedras, Guarapuava-PR. **Ambiência**, Guarapuava, v.2, n.1, p.73-85, 2006.
- VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. Mudanças na Rede de Drenagem Urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p.111-145.
- WESCHE, T. A. Stream channel modifications and reclamation structures to enhance fish habitat. In: GORE, J. A. (Ed.). **The Restoration of Rivers and Streams: Theories and Experience**, chapter 5. Boston: Butterworth Publishers, 1985. p.103-163.