



Acta Scientiarum. Technology

ISSN: 1806-2563

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Poleto, Cristiano

Alterações morfológicas em um canal fluvial urbano no contexto antrópico, social e ambiental: um
estudo de caso

Acta Scientiarum. Technology, vol. 33, núm. 4, 2011, pp. 357-364

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303226533012>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Alterações morfológicas em um canal fluvial urbano no contexto antrópico, social e ambiental: um estudo de caso

Cristiano Poletto

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Rua Cristo Rei, 19, 85902-490, Toledo, Paraná, Brasil.
E-mail: cristiano_poletto@hotmail.com*

RESUMO. Os rios ao atravessarem áreas urbanas sofrem alterações tanto na qualidade da água, quanto na sua morfologia, pelos profundos impactos causados pela ação antrópica. Esse trabalho procurou avaliar essas questões por meio de um estudo de caso conduzido em uma bacia hidrográfica urbana na região metropolitana de Porto Alegre. Foram utilizados levantamentos de campo, entrevistas com os moradores, georreferenciamento de dados aplicados a imagens de satélite e avaliação da morfologia fluvial por meio de batimetrias para verificar a instabilidade do canal. Detectou-se que grande quantidade de resíduos sólidos está sendo lançada dentro do corpo d'água e que a maior parte dos esgotos domésticos acaba aportando no corpo d'água. Além disso, o período de maior movimentação de terra na bacia produziu aumento no acúmulo de sedimentos no exutório. Assim, as alterações e degradação do corpo d'água têm estreita relação com as ações antrópicas realizadas na área.

Palavras-chave: bacia hidrográfica urbana, resíduos sólidos, morfologia fluvial urbana.

ABSTRACT. **Morphologic alterations in an urban fluvial channel in an anthropic, social and environmental context: a case study.** Urban rivers are exposed to great degradations and alterations in their water and morphology caused by human actions in the watershed. The present work sought to evaluate these questions through a case study developed in an urban watershed in the metropolitan region of Porto Alegre, southern Brazil. To that end, different procedures were used, such as field surveys, interviews with local inhabitants, use of satellite imagery and evaluation of river morphology by bathymetry to check for channel instability. It was possible to conclude that a great quantity of solid residues is thrown into the river and most sewage is disposed directly into the stream channel. Moreover, the increase in sediment production from civil construction has created sedimentation on the outlet. Therefore, it was possible to conclude that the lack of infrastructure and environmental education are reflected on the channel's alterations.

Keywords: urban hydrographic basin, solid residues, urban fluvial morphology.

Introdução

Um dos grandes problemas verificados nas bacias hidrográficas urbanas brasileiras se refere à quantidade de resíduos sólidos, esgoto doméstico e sedimentos que são lançados aos rios e corpos d'água que drenam essas bacias. Segundo Nascimento e Heller (2005), a urbanização produz impactos distintos de natureza física, química e biológica sobre os meios receptores, no contexto da própria área urbana e a jusante dela. Dessa forma, os rios ao passarem por áreas urbanas recebem uma carga poluente de grandes proporções que causam alterações na qualidade da água, na biota aquática, na morfologia fluvial e no regime hidrológico (POLETO et al., 2010; MARTÍNEZ; POLETO, 2010). Segundo Nelson e Booth (2002) e Poletto e Martinez (2010), essas fontes de poluentes podem formar complexos com os sedimentos finos e

contribuir para a eutrofização dos corpos d'água. Somando-se a isso, o aumento dos sedimentos grosseiros causa o assoreamento do canal, reduzindo sua capacidade de vazão, o que leva a enchentes e a instabilidade do canal.

Para Poletto e Laurenti (2008), atividades como dragagens, retificações de canais, construções de portos e marinas alteram a geomorfologia e a composição do substrato, e essa alteração do ambiente aquático acarretará em mudanças nas camadas mais recentes dos sedimentos desses novos ambientes urbanos e não vai mais refletir na composição da bacia hidrográfica de origem, e, portanto, a sedimentação recente deve ser avaliada distintamente daquela remota.

Poletto e Merten (2007) constataram que em áreas urbanas onde a infraestrutura é limitada, os impactos aos recursos hídricos são mais severos, principalmente, pela ausência de sistemas de

tratamento de efluentes domésticos, coleta de resíduos sólidos urbanos e pela falta de pavimentação das ruas, que são fontes importantes de produção de sedimentos em bacias urbanas e que acabam por aportar nos corpos d'água.

Por outro lado, Kesel (2003) demonstrou que em bacias hidrográficas urbanizadas, ou seja, com redução significativa nas fontes potenciais de sedimentos, esse novo estágio da bacia significaria um decréscimo na concentração de sedimentos na descarga líquida. Isso, por sua vez, tem como consequência maior capacidade livre de transporte pelo escoamento da água e, como o sistema tende ao equilíbrio, dá-se início aos processos erosivos na calha fluvial.

Em função do que foi exposto, esse trabalho teve como objetivo apresentar um estudo de caso em uma sub-bacia hidrográfica urbana na região metropolitana de Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, pesquisando os impactos das ações antrópicas sobre a instabilidade do curso d'água quanto à morfologia e aos principais fatores condicionantes da degradação neste sistema fluvial.

Material e métodos

A sub-bacia hidrográfica urbana em estudo está inserida na Vila Santa Isabel, localizada no município de Viamão, região metropolitana do município de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1).

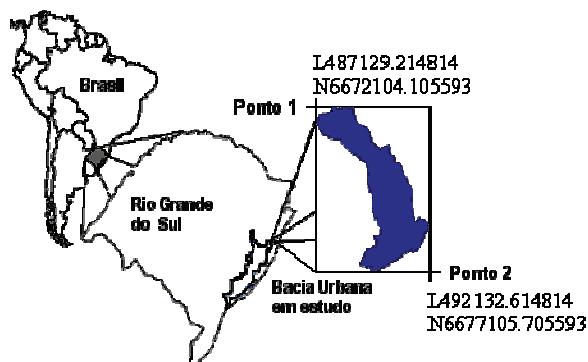


Figura 1. Localização da área de estudo no Estado do Rio Grande do Sul e no Brasil.

A área de estudo possui o seu divisor de águas dentro do Fuso 22S, ponto 1: L487129.214814 e N6672104.105593, ponto 2: L492132.614814 e N6677105.705593, e contempla uma área de aproximadamente 0,83 km².

A área em estudo ocupa a porção Sudeste do morro Santana, o qual é um corpo granítico, de forma alongada, com sentido NE-SW (ALVES, 2000). Na região mais próxima ao morro Santana,

segundo Viana et al. (2000), a área apresenta uma encosta predominantemente de perfil côncavo e com declividades que varia entre 15° e 30°. O relevo dessa área é suavemente ondulado e, segundo o Levantamento de Reconhecimento de Solos do Rio Grande do Sul feito em 1973, predomina a classe de solo atualmente classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (STRECK et al., 2002), que apresenta como principal característica um horizonte subsuperficial do tipo B textural, mais argiloso, que dificulta a infiltração da água no solo. Apesar do seu formato alongado (baixo coeficiente de forma), por se tratar de uma microbacia, o tempo de concentração (tc) tende a ser menor. Portanto, todas essas características favorecem o aumento do escoamento superficial e esta condição proporciona a ocorrência de processos erosivos do tipo sulco na bacia vertente.

Segundo Livi (1999), a região metropolitana de Porto Alegre, situada na latitude 30°S e a 100 km do Oceano Atlântico, segundo W. Köppen, possui um clima classificado como subtropical úmido (Cfa), por registrar valores de temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, tendo como característica marcante a grande variabilidade dos elementos meteorológicos ao longo do ano. Embora o clima da região seja subtropical, a substituição de uma massa de ar tropical por outra de ar polar caracteriza o tempo meteorológico como um gerador de quedas bruscas de temperatura.

O arroio localizado na área de estudo, na qual foi construída a seção hidrossedimentométrica, situa-se na bacia hidrográfica do Arroio Mãe d'Água, e contribui para a bacia hidrográfica principal do Arroio Dilúvio, compondo, em primeiro plano, a barragem do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS.

A seleção dessa bacia para a realização desse estudo deve-se à sua representatividade em relação à grande parte de áreas localizadas nas periferias urbanas das grandes cidades brasileiras, ou seja, ausência de infraestrutura e saneamento básico, população de baixa renda e contaminação severa dos rios que atravessam essas áreas.

Para a classificação e análise da evolução do uso do solo nos últimos três anos, foram utilizadas duas imagens de satélite do tipo QuickBird® que é a composição de três das quatro bandas multiespectrais fusionadas individualmente com a banda pancromática, resultando em bandas com resolução espacial de 0,60 m, sendo uma imagem do dia 18 de dezembro de 2002 e a outra do dia 2 de maio de 2005.

A caracterização do uso e a ocupação do solo da área da sub-bacia hidrográfica em estudo também contou com o auxílio de levantamentos de campo, com um GPS de navegação e com uma máquina fotográfica digital. Verificou-se, assim, que as condições da calha fluvial que drena a área contribuinte, a infraestrutura urbana existente como: a condição das ruas, moradias, sistemas de drenagem pluvial e de esgotos são as principais possíveis fontes de produção de sedimentos da área em estudo, conforme apresentado em Poleto e Merten (2007) e Poleto et al. (2009).

Os resultados obtidos formaram um banco de dados que foi inserido na imagem de satélite, utilizando o software ArcView® e que possibilitou a geração de mapas com essas informações.

Outra característica incorporada aos estudos foi o teor de carbono orgânico total (COT) presente nas amostras de sedimentos, utilizando para isso um analisador elementar (TOC – V CSH). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Biogeoquímica de Solos da UFRGS. Nesse equipamento, a amostra é aquecida a 800°C, e os gases resultantes da queima são conduzidos para os seus sensores por meio de ar sintético, sem CO₂, para evitar interferências.

O oxigênio dissolvido (OD) da água do corpo d'água foi medido em campo durante os eventos chuvosos com o auxílio de um termômetro de cabo acoplado ao oxímetro digital portátil MO-880 da marca Instrutherm e, também, por meio de amostras de água analisadas pelo laboratório de Solos da UFRGS.

Para avaliar o grau de instabilidade da calha fluvial foram efetuadas batimetrias quinzenais próximas ao exutório da bacia, onde se encontra instalada uma seção de monitoramento hidrossedimentológico. Essas medições foram realizadas em um trecho do canal fluvial com 12,75 m de comprimento por 7,20 m de largura, no período de novembro de 2003 a setembro de 2005.

Resultados e discussão

Caracterização da área de estudo

Após a classificação e a análise da evolução do uso do solo nos últimos três anos, quando foram utilizadas duas imagens de satélite QuickBird®, ficou visível o aumento das áreas impermeabilizadas e o avanço de áreas com o solo exposto, ou descoberto (Tabela 1).

Áreas com o solo exposto, em ambientes urbanos, normalmente ocorrem pela remoção da cobertura do solo para dar lugar a novas obras de construção civil, inclusive em áreas próximas às nascentes.

Tabela 1. Tabela de evolução das classes de uso e ocupação do solo da área de estudo durante os anos de 2002 e 2005.

Classes	Área 2002 (km ²)	Área 2002 (%)	Área 2005 (km ²)	Área 2005 (%)
Área impermeabilizada	0,32	37,93%	0,35	42,57%
Solo descoberto	0,08	9,51%	0,15	18,56%
Ruas não-pavimentadas	0,05	6,40%	0,05	6,13%
Vegetação arbustiva/rasteira	0,15	18,52%	0,10	12,55%
Vegetação remanescente	0,11	12,92%	0,09	10,58%
Mata ciliar	0,04	5,15%	0,03	3,57%
Gramíneas	0,08	9,58%	0,05	6,04%
Área Total (km²)	0,83	100%	0,83	100%

Em levantamentos de campo para avaliar o avanço das áreas com o solo exposto, próximas às nascentes, pôde-se perceber que a vegetação natural foi retirada e o local deu lugar a pastagens. Com o passar do tempo e por se tratar de uma área de grande declividade e, consequentemente, com uma camada de solo pouco profunda, os processos erosivos causados pela falta de técnicas de preservação (terraceamento, por exemplo) causaram a perda progressiva do solo, o que proporcionou o afloramento de uma camada pedregosa (Figura 2) e de difícil recuperação, conforme afirma Vasquez (2010) em seus estudos sobre áreas degradadas.



Figura 2. Solo exposto próximo à nascente do corpo d'água da área de estudo.

Com a retirada da mata ciliar e a ocupação das áreas próximas à calha fluvial, ocorre redução da resistência das margens à ação erosiva do escoamento, o que contribui para o aumento da instabilidade da calha fluvial (LEOPOLD, 1994). Em relação à qualidade da água, a retirada da mata ciliar também acarreta um impacto negativo pelo aumento da temperatura da água.

Segundo o Código Florestal (Lei N° 4771, de 1965), áreas adjacentes à calha fluvial são consideradas de preservação permanente, em que a largura dessa faixa é definida em função da largura da calha fluvial. Por meio dos resultados, pôde-se

verificar a ocorrência de alterações nos três últimos anos, como a diminuição da área com mata ciliar de 5,15% em 2002 para 3,57% em 2005. Segundo Poleto e Merten (2008), após a análise dos anos de 2002 e 2005, e dos levantamentos de campo, verificou-se redução significativa da vegetação ciliar da bacia em decorrência da retirada e ocupação descontrolada e irregular em áreas próximas à calha fluvial.

Os levantamentos também mostraram que 15% das habitações da sub-bacia se situam na faixa de 10 a 15 m a partir das margens do corpo d'água (área de vegetação ciliar), no que deveria ser um local de preservação permanente. Menos de 39,50% do comprimento total do corpo d'água possui algum resquício da mata ciliar, conforme analisado com o auxílio da imagem de satélite de maio de 2005 e levantamentos de campo com GPS. Essa condição apresenta várias implicações diretas ao ambiente e à própria sociedade. A primeira se refere ao risco que estas populações enfrentam por viverem nesses locais, onde as enchentes se tornam cada vez mais frequentes. A segunda refere-se aos impactos negativos causados ao ambiente fluvial ocasionados pela retirada da mata ciliar e pelo lançamento direto de efluentes domésticos e resíduos sólidos dentro do corpo d'água. Segundo Lucas e Cunha (2007), as intensas modificações ao longo do tempo, relacionadas à ocupação das áreas marginais, têm afetado as características naturais do rio, sobretudo a vida aquática.

As áreas com vegetação remanescente (vegetação original da área ou mata secundária) representam 10,58%, enquanto que a vegetação arbustiva ou rasteira (vegetação de pequeno porte inserida na área pelos moradores ou órgãos públicos) corresponde a 12,55% da bacia. Alves (2000), em seu estudo realizado, utilizando fotos aéreas, datadas de 1966, 1982 e 1990, constatou grande diminuição da cobertura vegetal natural da área em estudo pela expansão da ocupação urbana, passando de 43,5% em 1966, para 18,9% em 1990.

Os demais usos do solo da bacia mostram que, em maio de 2005, mais de 42,57% (0,35 km²) da área encontrava-se impermeabilizada, sendo considerados nesses estudos as ruas pavimentadas, os estacionamentos, os calçamentos e as edificações residenciais e comerciais. Assim, conforme Klein (1979), Trimble (1997) e Tassi e Poleto (2010), a situação da área em estudo poderia ser considerada como crítica com alto potencial de danos ao ecossistema aquático pelo aumento dos processos erosivos e de sedimentação sofridos pela calha fluvial. Além, do ponto de vista hidrológico, o

aumento da impermeabilização gera menor infiltração e, consequentemente, aumento no escoamento superficial. Esse aumento, no volume escoado superficialmente e um acréscimo de velocidade do escoamento, garante maior energia no transporte de sedimentos. O equilíbrio desse sistema ocorre quando existe sedimentos disponíveis para o transporte na bacia vertente (durante a urbanização e movimentação de grandes volumes de solo), mas quando a urbanização se estabiliza, a falta de sedimentos disponíveis para compensar o aumento de energia do escoamento, tende a ser compensada pelos processos erosivos na calha fluvial.

Cerca de 19% da sub-bacia hidrográfica (0,15 km²) é representada pelo solo exposto (áreas em construção, áreas degradadas e ruas não-pavimentadas). Essas áreas devem ser consideradas de alta fragilidade ambiental, pois são as mais suscetíveis à ocorrência dos processos erosivos, tornando-se fonte potencial de produção de sedimentos na bacia. Em especial, as ruas não-pavimentadas, que representam 6,13% da área da bacia, podem ser consideradas como uma das maiores produtoras de sedimentos e de transferência de sedimentos da bacia vertente para a calha fluvial (POLETO et al., 2009).

Dados socioeconômicos

Na área de estudo reside uma população de aproximadamente 4.901 habitantes, distribuída numa densidade média de 5.811 hab. km⁻², sendo uma taxa de ocupação alta comparada à maior densidade demográfica do Estado, que é do município de Porto Alegre com 2.904 hab. km⁻². Do total dessa população, 69% trabalham na cidade de Porto Alegre ou em outras cidades vizinhas. A área possui 1.733 edificações, em que 90% são residenciais, 4% comerciais (açougue, minimercados, pequenas lojas e oficinas) e 6% mistas, o que caracteriza essa área como predominantemente residencial.

São observadas várias aglomerações de famílias de baixa renda concentradas próximas à calha fluvial ou em áreas de vegetação ciliar que foram invadidas. Em geral, o grau de escolaridade demonstra que o nível de educação formal dos moradores é relativamente baixo, uma vez que 42% dos residentes não possuem o primeiro grau completo.

Infraestrutura básica

Por meio do levantamento referente à infraestrutura urbana, constatou-se que 31% das ruas ou passagens de acesso presentes na área são pavimentadas (asfalto ou paralelepípedos) e 69% não são pavimentadas, ou de terra. Verificou-se, nos

levantamentos de campo, a presença constante de sulcos de erosão, especialmente nas ruas onde os terrenos apresentam maior declividade.

Conforme Poletto e Merten (2008), a maior parte desses esgotos são clandestinos (31%), isto é, os habitantes das áreas invadidas lançam o esgoto sanitário doméstico *in natura* para o corpo d'água, 43% fizeram ligação direta com a canalização de drenagem de águas pluviais e o esgoto acaba chegando à calha fluvial, 7% das casas construíram fossas rudimentares (fossa negra), e os 19% restantes construíram fossas rudimentares e as ligaram com a canalização de drenagem de águas pluviais para não realizar a devida manutenção (esgotamento sazonal), ou seja, o esgoto também vai para o corpo d'água depois de algum tempo. Essa condição constitui-se em uma das fontes potenciais de contaminação do sistema fluvial da bacia, pois podem estar aportando no corpo d'água além de matéria orgânica, agentes patogênicos, metais pesados e nutrientes.

Por essas condições, pôde-se perceber que, nas amostras coletadas no início dos eventos de chuva, principalmente em períodos de longa estiagem, ocorrem picos de concentração de matéria orgânica nos sedimentos fluviais em suspensão coletados no exutório da bacia em estudo, mas que dependendo da intensidade da precipitação, estas concentrações decresciam rapidamente. Isso ocorre principalmente pelo efeito de lavagem da calha

fluvial e das ruas pavimentadas, conhecido como *first-flush*. Segundo Poletto e Laurenti (2008), este efeito é formado pelo carreamento do material orgânico disponível nas fontes de sedimentos e pela retirada de algas e bactérias filamentosas que se formam no leito da calha fluvial, típicas de locais providos de lançamentos de esgoto *in natura* e, influenciando, a carga de matéria orgânica transportada por um determinado período de tempo.

O carbono orgânico total obtido por meio das análises das 87 amostras de sedimentos em suspensão resultou em valores mínimos de 1,29% ($m\ m^{-1}$) e máximo de 20,30% ($m\ m^{-1}$), com média de 6,73% ($m\ m^{-1}$), mediana de 5,44% ($m\ m^{-1}$) e desvio-padrão de 4,04. A variação do COT nas amostras de sedimentos fluviais em suspensão ao longo do estudo e os limites ou valores de referência para as concentrações de COT contemplados pela OMEE (1993) no *Guideline* (valores de referência) Canadense são apresentadas na Figura 3.

As porcentagens de COT encontradas podem ser consideradas altas, apesar de aparentemente a maior parte dos dados ficarem abaixo do limite máximo estabelecido pelo *Guideline* Canadense, já que é importante considerar que o tipo de ambiente na qual foram estabelecidos estes limites é predominantemente de clima frio.

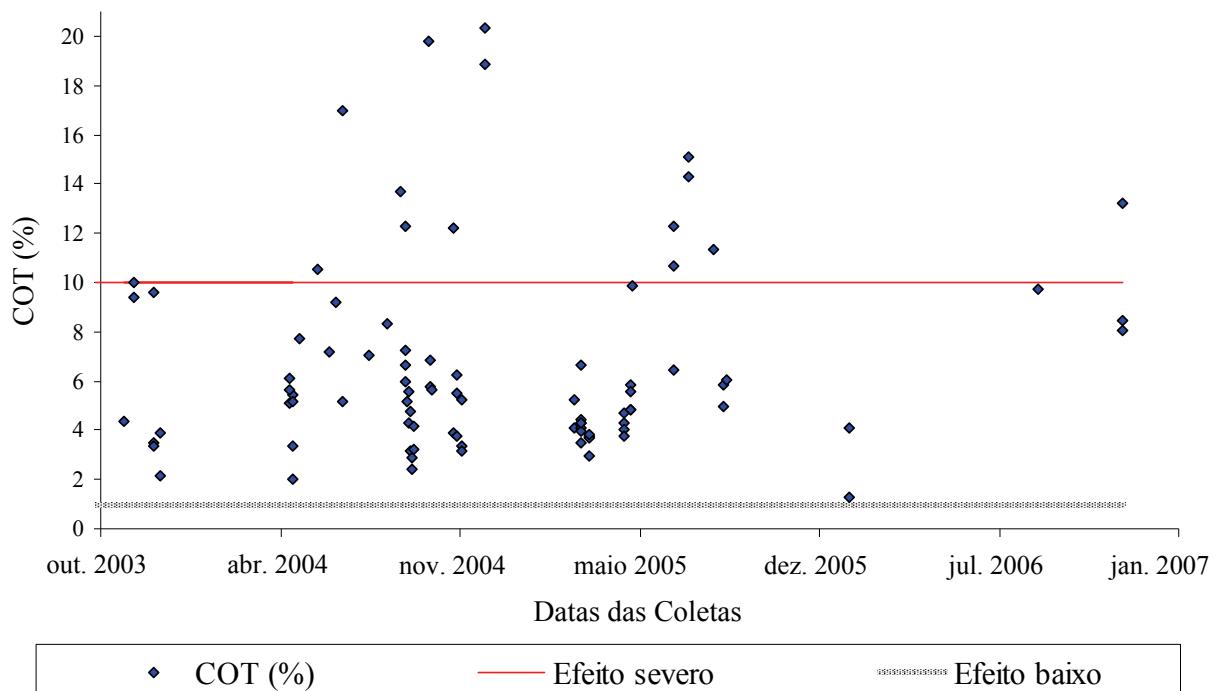


Figura 3. Concentração de COT nas amostras de sedimentos fluviais em suspensão coletadas entre os anos de 2003 e 2006, e os valores de referência estabelecidos pela OMEE (1993).

Assim, estes valores de referência têm correspondência com as baixas taxas de decomposição da MO que é típica das regiões de clima frio. Neste trabalho, as altas concentrações de COT se refletiram nas baixas concentrações de OD (valor médio de 3,25 mg L⁻¹ e mediana de mesmo patamar, com valor máximo de 6,8 mg L⁻¹ e mínimo de 0,5 mg L⁻¹, com desvio-padrão de 1,7), e, portanto, as concentrações encontradas podem ser consideradas muito elevadas. Os resultados aqui obtidos concordam com o trabalho de Lucas e Cunha (2007) que também verificaram baixas concentrações de OD pelo lançamento de efluentes em áreas urbanas.

Alterações morfológicas no canal fluvial urbano

Com o levantamento de campo verificou-se que aproximadamente 3% desses loteamentos irregulares possuem problemas de erosão (Figura 4a). Esse índice poderia ser considerado pequeno, mas como o material utilizado para aterrinar as margens erodidas tem, geralmente, baixa coesão (areia e cascalho) e/ou são entulhos da construção civil, esses materiais são facilmente levados pelas enxurradas para dentro do corpo d'água. Consequentemente, a erosão desses aterros faz com que os moradores sempre os refaçam, pois com o tempo os mesmos vão sendo novamente erodidos e os sedimentos produzidos são carreados para dentro do corpo d'água.



Figura 4. (a) Erosão fluvial nas margens onde existem ocupações irregulares; (b) Bancos formados por sedimentos e resíduos sólidos ao longo do leito central do corpo d'água; (c) Resíduos sólidos acumulados no exutório da bacia após um evento de chuva.

O conjunto formado pelos sedimentos carreados das ruas e aterros durante as chuvas e os resíduos sólidos urbanos jogados no corpo d'água aumenta ainda mais a instabilidade do canal, o que já seria de se esperar por se tratar de uma bacia urbana, ocasionando esses bancos mistos de sedimentos e resíduos sólidos no leito do canal (Figura 4b).

O percentual de resíduos sólidos coletado pelo município atinge a faixa de 99% dos domicílios, falhando apenas em áreas que estão próximas ao corpo d'água (áreas de preservação permanentes que foram invadidas) porque não permitem o acesso ao serviço de coleta por falta de ruas. Ainda assim, existem alguns pontos com grandes caixas coletoras para que esses moradores possam colocar seus resíduos sólidos. Isso não impede que uma grande quantidade de resíduos sólidos seja jogada e levada para dentro do corpo d'água; no entanto, durante os eventos chuvosos esse fato torna-se mais visível. Ao se observar a foz da bacia urbana após as chuvas, esta se parece com um grande depósito de resíduos sólidos urbanos, como está apresentado na Figura 4c.

Com o auxílio das batimetrias realizadas em uma seção do canal, tem-se ideia da sua instabilidade. Durante os primeiros 15 meses de medições, verificou-se maior tendência ao assoreamento do canal e isso ocorreu principalmente pelas diversas obras civis que estavam sendo realizadas na sub-bacia (construção de ponte, pavimentação de ruas de terra e manutenção das ruas não-pavimentadas). Nesse período, chegou-se a um volume de 14,30 m³ de assoreamento nesse trecho (1,12 m³ m⁻¹ para cada 7,20 m de largura do canal), acima da cota inicial do leito do corpo d'água (cota do início do levantamento em 2003). Esse comportamento pode ser observado nas Figuras 5(a, b e c).

Pôde-se observar que vários pontos de assoreamento se tornaram bem estáveis pela presença de uma mistura entre sedimentos e resíduos sólidos urbanos, auxiliados pelo crescimento de vegetação invasora que se aproveitou da eutrofização da água para se desenvolver.

Mas pelas próprias características socioeconômicas da sub-bacia, houve a tendência de estabilização no processo de urbanização nos últimos meses de estudo, o que gerou a redução na produção de sedimentos na sub-bacia vertente. No entanto, a situação descrita anteriormente, aliada ao aumento das áreas impermeáveis recém-construídas que acresceu o volume escoado superficialmente, dando início aos processos erosivos na calha fluvial (Figura 5d). Segundo Antonelli et al. (2004), a geometria do canal está diretamente relacionada aos ajustes dos corpos

d'água quanto às variações das cargas de sedimentos que por sua vez estão ligadas as mudanças do uso do solo na bacia e estruturas hidráulicas (barragens, rede de drenagem etc).

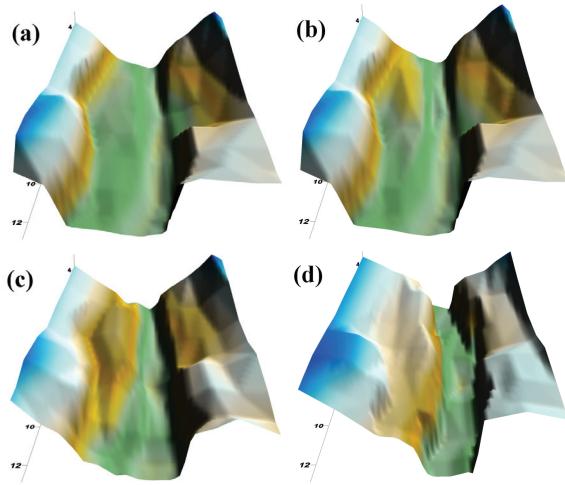


Figura 5. Batimetrias realizadas em uma seção do corpo d'água próxima ao exutório da bacia: (a) Novembro de 2003; (b) Setembro de 2004; (c) Janeiro de 2005; (d) Setembro de 2005.

A diferença entre as batimetrias realizadas entre janeiro e setembro de 2005 resultou na perda de um volume de 17,20 m³, gerando uma nova geometria no canal, como foi identificado também nos estudos de equilíbrio de sistemas por Chang (1985). Observou-se o aprofundamento da calha ao longo dos eventos de chuva e a estabilização de partes desse canal pela influência da colmatação ocorrida pela união dos sedimentos com os resíduos sólidos urbanos somados à vegetação invasora.

Conclusão

Ao longo dos estudos, foram verificados vários impactos que estão sendo causados ao sistema fluvial pelos efeitos da urbanização. Estes se referem à qualidade da água que foi comprometida pelo lançamento de esgotos e resíduos sólidos urbanos, o que manteve o curso d'água com baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Os impactos de instabilidade e degradação causados ao corpo d'água local foram decorrentes de um conjunto de fatores relacionados à ausência de políticas públicas e investimentos em infraestrutura básica, tais como, pavimentação de ruas e conjuntos habitacionais ambientalmente adequados (sustentáveis) e saneamento básico (redes coletoras, interceptores, elevatórias de esgoto e estações de tratamento).

Por se tratar de uma bacia experimental, no seu contexto mais conceitual, a área está sujeita a todas as possíveis influências antrópicas e isso se reflete

rapidamente sobre as características do sistema fluvial, principalmente por se tratar de uma microbacia na qual os tempos de resposta são relativamente baixos. Foram observadas, ainda, alterações na morfologia fluvial pelo intenso processo de assoreamento do canal, causado pela elevada produção de sedimentos na sub-bacia durante alguns períodos de realização de obras civis e processos erosivos após a redução da descarga de sedimentos. Isso ficou caracterizado nas batimetrias, quando em uma análise espacial versus análise temporal, o sistema tentou se adaptar a uma nova realidade (baixa concentração de sedimentos no escoamento) erodindo o material do leito não-colmatado.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Sedimentos, aos Hidrotécnicos e as Agências de Fomento Capes e CNPq.

Referências

- ALVES, I. C. A perspectiva socioambiental na Vila Santa Isabel, Viamão – RS: estudo de caso. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Ed.). **Ambiente e lugar no urbano**: a Grande Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000. p. 135-159.
- ANTONELLI, C.; PROVANSAL, M.; VELLA, C. Recent morphological channel changes in a deltaic environment: the case of the Rhône River, France. **Geomorphology**, v. 57, n. 3-4, p. 385-402, 2004.
- CHANG, H. H. River morphology and thresholds. **Journal of Hydraulic Engineering**, v. 111, n. 3, p. 503-519, 1985.
- KESEL, R. H. Human modifications to the sediment regime of the Lower Mississippi river flood plain. **Geomorphology**, v. 56, n. 3-4, p. 325-334, 2003.
- KLEIN, R. D. Urbanization and stream quality impairment. **Water Resources Bulletin**, v. 4, n. 15, p. 948-963, 1979.
- LEOPOLD, L. B. **A view of river**. Cambridge: Harward University, 1994.
- LIVI, F. P. Elementos do clima: o contraste de tempos frios e quentes. In: MENEGAT, R.; PORTO, M. L.; CARRARO, C. C.; FERNANDES, L. A. D. (Ed.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 1999. p. 73-78.
- LUCAS, L. M.; CUNHA, S. B. Rede de drenagem urbana em área tropical: mudanças na morfologia do canal e níveis de poluição das águas – Rio dos Macacos – Rio de Janeiro, RJ. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, n. 22, p. 39-64, 2007.
- MARTÍNEZ, L.; POLETO, C. Lead distribution by urban sediments on impermeable areas of Porto Alegre - RS, Brazil. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2010.

- NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 36-48, 2005.
- NELSON, E. J.; BOOTH, D. B. Sediment sources in an urbanizing, mixed land-use watershed. **Journal of Hydrology**, v. 264, n. 1-4, p. 51-68, 2002.
- OMEE-Ontario Ministry of the Environment and Energy. **Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario**. Toronto: Ontario Ministry of the Environment and Energy, 1993.
- POLETO, C.; LAURENTI, A. sedimentos urbanos e corpos d'água. In: POLETO C. (Org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2008. p. 109-148
- POLETO, C.; MARTINEZ, L. L. G. Introdução aos estudos de sedimentos. In: POLETO, C. (Org.). **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2010. p. 45-70.
- POLETO, C.; MERTEN, G. H. Estudos de Zn e Ni em sedimentos fluviais em suspensão e o risco potencial aos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 3, p. 147-154, 2008.
- POLETO, C.; MERTEN, G. H. Urban watershed studies in southern Brazil. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, v. 1, n. 2, p. 70-78, 2007.
- POLETO, C.; CHARLESWORTH, S.; LAURENTI, A. Urban aquatic sediments. In: POLETO C.; CHARLESWORTH, S. (Ed.). **Sedimentology of aqueous systems**. Londres: Wiley and Blackwell, 2010. p. 181-240.
- POLETO, C.; MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. The identification of sediment sources in a small urban watershed in Southern Brazil: an application of sediment fingerprinting. **Environmental Technology**, v. 30, n. 11, p. 1145-1153, 2009.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAJT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2002.
- TASSI, R.; POLETO, C. Gerenciamento integrado de bacias urbanas. In: POLETO, C. (Org.). **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2010. p. 21-44.
- TRIMBLE, S. W. Contribution of stream channel erosion to sediment yield from an urbanizing watershed. **Science**, v. 278, n. 5342, p. 1442-1444, 1997.
- VASQUEZ, B. A. F. Recuperação de áreas degradadas. In: POLETO, C. (Org.). **Introdução ao gerenciamento ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2010. p. 181-238.
- VIANA, A. M.; FERREIRA, R. C. F.; SUERTEGARAY, D. M. A. Estudo preliminar do processo de assoreamento e formação de depósitos tecnogênicos: represa do IPH/UFRGS. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Ed.). **Ambiente e lugar no urbano: a Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000. p. 161-183.

Received on September 18, 2009.

Accepted on June 8, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.