

Hidrometria aplicada: medição de vazão da seção 2 do rio Cascavel, Guarapuava (PR)

Applied hydrometry: outflow measurement of section 2 of Cascavel River, Guarapuava (PR, Brazil)

Maurício Camargo Filho¹
Andreza Rocha de Freitas²
Sebastião Celso Ferreira da Silva³
Edilberto Leopolski de Souza⁴
Eliza do Belém Tratz⁵

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a medição de vazão e sedimentação da seção 2 do rio Cascavel, localizada entre as coordenadas UTM 451241 e 450665E e 7195853 e 7194473N, Datum horizontal SAD69 Meridiano 51^o W de Greenwich. Nesta seção foram efetuadas 28 medições e coletadas 84 amostras de material sedimentar, no período de março a setembro de 2005. Concluiu-se que o aumento da área molhada da seção esta associada aos períodos de maior precipitação, registrados nos meses maio, junho e setembro e que, os maiores picos de sedimentação não foram proporcionais aos períodos de maior pluviosidade, sendo estes relacionados ao período pós-cheia do canal.

Palavras chave: quantificação de vazão; nível de sedimentação; médias mensais.

-
- 1 Dr.; Geógrafo; Professor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO; E-mail: mcamargo12@hotmail.com
 - 2 M.Sc.; Geógrafa; Professora do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO/Irati; E-mail: andreza_rocha@yahoo.com.br
 - 3 Geógrafo; Agente Fiscal do CREA/PR; E-mail: sebastiao@creapr.org.br
 - 4 Licenciado em Geografia; Professor do Colégio Estadual Liane Marta da Costa; Aluno do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE; E-mail: edilbertosouza@ig.com.br
 - 5 Geógrafa; Mestranda em Geografia na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; E-mail: elizatratz@gmail.com

Recebido para publicação em 21/08/2006 e aceito em 03/06/2009

Ambiência Guarapuava, PR v.5 n.2 p.333 - 342 Maio/Ago. 2009 ISSN 1808 - 0251

Abstract

The research objective was to measure the outflow and sedimentation of section 2 of the Cascavel River which is located between coordinates UTM 451241 and 4506665 E, and 7195853 and 7194473 N, horizontal Datum SAD 69, Greenwich Meridian 51° W, where 28 measurements were carried on and 84 sediment samples were collected from March through September, 2005. It was found that the increase of the wet area of the section is associated with the seasons of abundant rain, registered in the months May, June and September. In addition, the greatest peaks of sedimentation were not proportional to the periods of greater rainfall, being related instead to the canal post-flooding period.

Key words: quantification of outflow; level of sedimentation; monthly averages.

Introdução

A medição de vazão de um rio assume papel fundamental nos estudos das condições biológicas e físico-químicas do mesmo, uma vez que estas, normalmente, estão atreladas à capacidade de transporte de carga do canal, o que é definido com os dados obtidos com a medição da vazão.

Os dados obtidos em um trabalho de medição de vazão podem ser usados em projetos de planejamento da área que se encontra no entorno do rio. Também podem servir para outros usos, tais como: estudos de identificação da capacidade de captação da água para consumo variado; potencial para construção de usinas hidrelétricas; etc.

A importância de se conhecer a vazão desse rio é instigada pelo fato de sua nascente e sua foz estarem dentro do município de Guarapuava (PR), por este atravessar grande parte de sua área urbana e por ser alvo de grande degradação. Por isso, os aspectos ambientais não devem

ser encarados separadamente dos aspectos sociais, devendo haver o entendimento do todo e não apenas das partes.

Dessa forma, o presente artigo é redigido a partir dos trabalhos de campo realizados pelos alunos do quarto ano da disciplina de Hidrogeografia. Esses trabalhos ocorreram entres os dias 19/3 a 24/9, tendo como intuito central o cálculo da média da vazão do rio Cascavel.

A s s i m , p a r a m e l h o r desenvolvimento do trabalho, dividiu-se esse trecho em oito seções. Cada grupo ficou responsável por uma seção, cabendo à equipe redatora do presente trabalho a seção 2 do rio Cascavel.

O presente trabalho consistiu na análise da vazão, dos aspectos ambientais e topográficos da porção urbana do rio Cascavel. O recorte espacial estudado foi a segunda seção do rio Cascavel, localizada entre as coordenadas UTM 451241 e 4506665E e 7195853 e 7194473N, Datum horizontal SAD 69 Meridiano 51° W de Greenwich. O local

compreende uma das áreas industriais do município de Guarapuava, o que favorece a degradação do meio físico resultando em alterações negativas ao meio, as quais podem ser caracterizadas pela entrada de efluentes industriais e domésticos no canal, impermeabilização das superfícies da bacia, e retirada da vegetação ciliar.

Desenvolvimento do trabalho

Localização da seção

A área de estudo delimitada, onde foi efetuada a medição da vazão, durante o período de 19 de março a 24 de setembro de 2005, localiza-se entre as coordenadas UTM 451241 e 450665 E e 7195853 e 7194473N, Datum horizontal SAD69 Meridiano 51^o W de Greenwich. Localmente a área abrange parte da Vila Carli da cidade de Guarapuava, Paraná.

Aspectos geoambientais da bacia do rio Cascavel

Com uma área de 81,15ha, a bacia hidrográfica do rio Cascavel apresenta, segundo Lima (2004), uma topografia que favoreceu o espalhamento da área urbana de Guarapuava, que hoje ocupa aproximadamente 50% da bacia.

Justamente por ter boa parte da bacia em área urbana, esta sofre forte influência antrópica, o que contribui para a aceleração das alterações no meio físico.

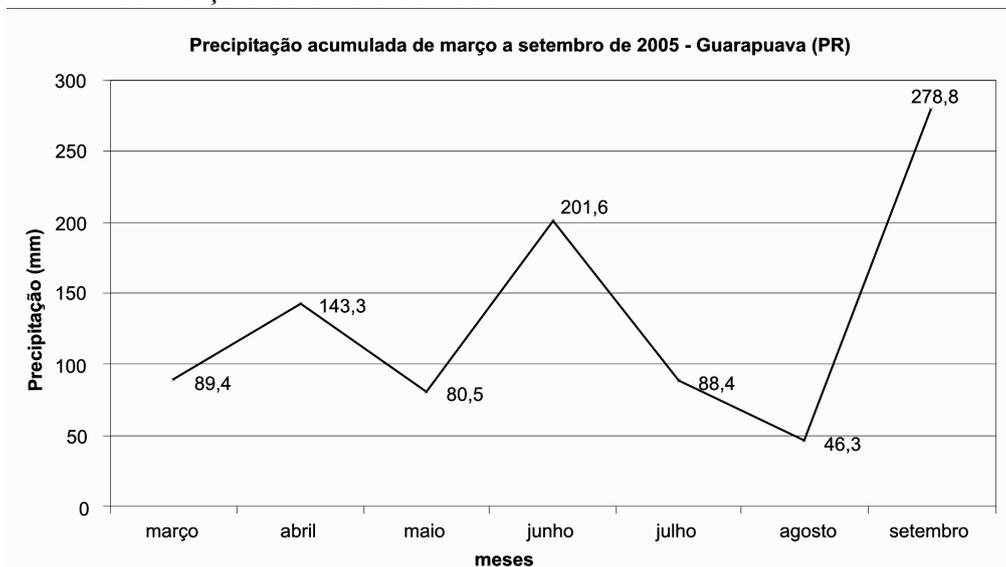
O clima de Guarapuava é considerado, segundo Thomaz e Vestena (2003), como sendo subtropical mesotérmico úmido cuja temperatura média anual é de 17°C com precipitação média mensal acima de 100 mm e média anual de 1961 mm.

As oscilações pluviométricas interferem diretamente na vazão e no comportamento geoambiental do rio, sendo assim, considerou-se a precipitação ocorrida durante a realização do trabalho. Para tanto, levantaram-se as diárias de precipitação do município no período de março a setembro de 2005. Foram utilizadas as medições pluviométricas efetuadas pela estação do IAPAR, instalada no Colégio Agrícola e controlada pelo DERAL (Departamento de Economia Rural) da SEAB/PR, o qual cedeu os dados mensais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar. Destes extraíram-se os dados referentes à pluviosidade da semana anterior ao dia da medição e, com a tabulação dos mesmos chegou-se à quantidade de chuva acumulada. A figura 1 expressa a quantidade de chuva acumulada nos meses da pesquisa, de março a setembro.

Em relação ao canal este possui um direcionamento principal NE-SW com extensão aproximada de 24,3 km (Figura 2). O padrão do canal no seu terço superior apresenta-se sinuoso, com alguns trechos controlados por faturamentos. A mesma configuração ocorre no terço inferior (LIMA, 2004).

O solo da área urbana da cidade de Guarapuava, segundo EMBRAPA (1984), é constituído predominantemente de latossolos brunos distróficos e alumínicos. Também são encontrados cambissolos hálicos e eutróficos associados aos neossolos flúvicos distróficos que compõem as planícies hidromórficas. Os latossolos brunos apresentam cores brunadas com matiz preferencialmente da ordem, de 5YR. Estes solos são derivados de derrames basálticos ou de rochas

Figura 1. Precipitação acumulada no município de Guarapuava durante o período de Março a Setembro de 2005



Organização: *Sebastião Celso Ferreira da Silva, 2005.*

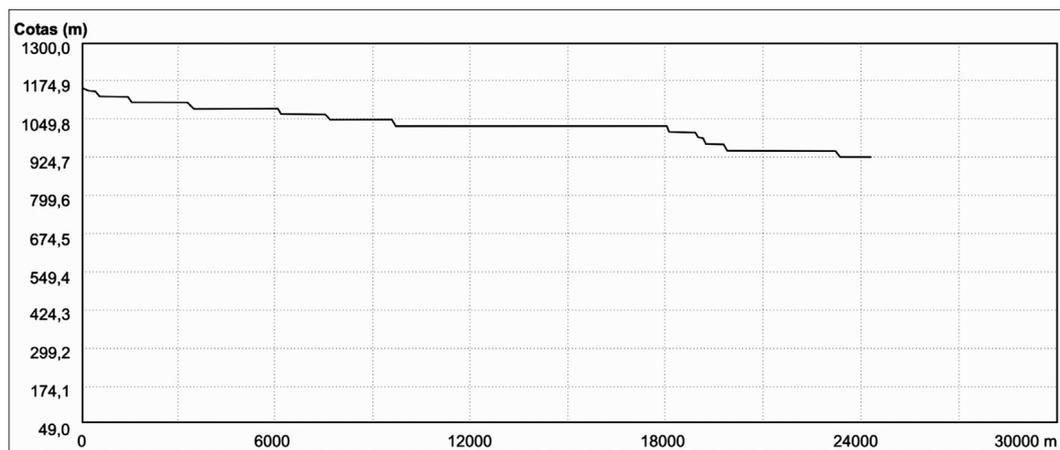
alcalinas, sob condições de clima úmido e frio (CUNHA e GUERRA, 2003).

A partir da análise do local caracterizou-se o meio físico da seção, a qual está inserida em um setor da bacia que apresenta um baixo gradiente, de 0,5°; isto quer dizer que se trata de uma área praticamente plana, localizada em

zona industrial da cidade de Guarapuava, com altitude de 1020 metros em média.

O controle geológico expresso na seção é pouco relevante, uma vez que não é notória a presença de incisões e fraturamentos, como registrado nas áreas montante e jusante do canal. A vegetação natural da área da bacia

Figura 2. Perfil longitudinal do canal do rio Cascavel



Organização: *Eliza do Belém Tratz e Sebastião Celso Ferreira da Silva, 2005.*

caracteriza-se pela presença de campos limpos e poucas espécies de araucárias, enquanto que a vegetação implantada na área corresponde à presença de pinus, e eucaliptos entre outras espécies exóticas. Em relação à vegetação de galeria ou mata ciliar esta é praticamente inexistente, em vista de as margens do canal estarem desnudadas quando não ocupadas por edificações.

Problemas relacionados à área de estudo

Em relação ao meio físico da área de estudo concluiu-se que devido às mudanças ocorridas no uso do solo da seção estas implicaram no aparecimento de diversos problemas quais pode ser assim classificados:

- 1) Impermeabilização de 58,95% da superfície do recorte da bacia;
- 2) Poluição hídrica ocasionada pelo lançamento de efluentes industriais e domésticos, e lixo;
- 3) Retirada da vegetação ciliar;
- 4) Intensificação da erosão das margens do canal;
- 5) Canalização do canal.

A impermeabilização de superfície responde pela redução da infiltração de água no subsolo e, conseqüentemente, pelo aumento do escoamento superficial, que implica o abastecimento do lençol freático, e o maior aporte de sedimentos que são carreados para o canal.

Segundo Casseti (1995), o escoamento superficial, nas áreas de impermeabilização, implica a redução do abastecimento do lençol freático, o que responde pela desperenização dos cursos de água, ao mesmo tempo em que

responde por suas descargas excepcionais (fluxo torrencial) no período de chuva.

Método de trabalho

Procedimentos de campo

De acordo com Santos et al. (2001, p. 119), “medição de vazão em hidrometria é todo processo empírico utilizado, para determinar, a vazão de um curso de água”. A vazão ou descarga de um rio é o volume de água que passa através de uma seção transversal na unidade de tempo, normalmente dada em segundos.

Ainda, segundo Santos (2001), os principais métodos de medição de vazão são:

- Medição e integração da distribuição de velocidade;
- Método acústico;
- Método volumétrico;
- Método químico; uso de dispositivos de geometria regular (vertedores e calhas Parshal); e
- Medição com flutuadores.

O método utilizado durante a realização deste trabalho foi o método da medição com flutuadores, o qual consiste em determinar a velocidade de deslocamento de um objeto flutuante, medindo o tempo necessário para que o mesmo se desloque num trecho de rio de comprimento conhecido.

Para medir-se vazão utilizando o método de flutuadores, segundo Santos (2001, p.198), “deve-se escolher um trecho retilíneo com margens paralelas, com comprimento mínimo de duas vezes a sua largura, com boa visibilidade em todos os sentidos (...)”. Para determinar-

se o local de instalação da seção, ou seja, onde a vazão foi medida, percorreu-se a área entre as seções 1 e 3, a fim de identificar onde o rio apresentava-se pouco meandrante e com o assoalho plano.

Para a delimitação da área da seção foi medida a largura do rio e seguiu-se à montante o dobro da medida da largura do canal. No caso da seção 2, o rio apresentava uma largura de 4,5 metros; então, seguindo a montante o leito do rio até nove metros, marcou-se o local para a medição da vazão. O início e o término da seção foram demarcados com estacas e barbantes. Aos chegar-se a nove metros o barbante foi dividido, com auxílio da fita crepe, em subseções. No caso da seção 2 foram marcadas 5 subseções, sendo as quatro primeiras com um metro de distância e a última ficando com cinquenta centímetros.

A quantificação da medição de vazão envolve diversas grandezas, as quais podem ser agrupadas em duas categorias:

- Geometria da seção (área, perímetro molhado, raio hidráulico, largura, profundidade);
- Grandezas referentes ao escoamento (velocidade e vazões).

As grandezas geométricas trabalhadas no decorrer da pesquisa foram a área molhada, largura e a profundidade, utilizadas na batimetria.

Área Molhada – é a área da seção transversal ocupada pela água e expressa em metros quadrados.

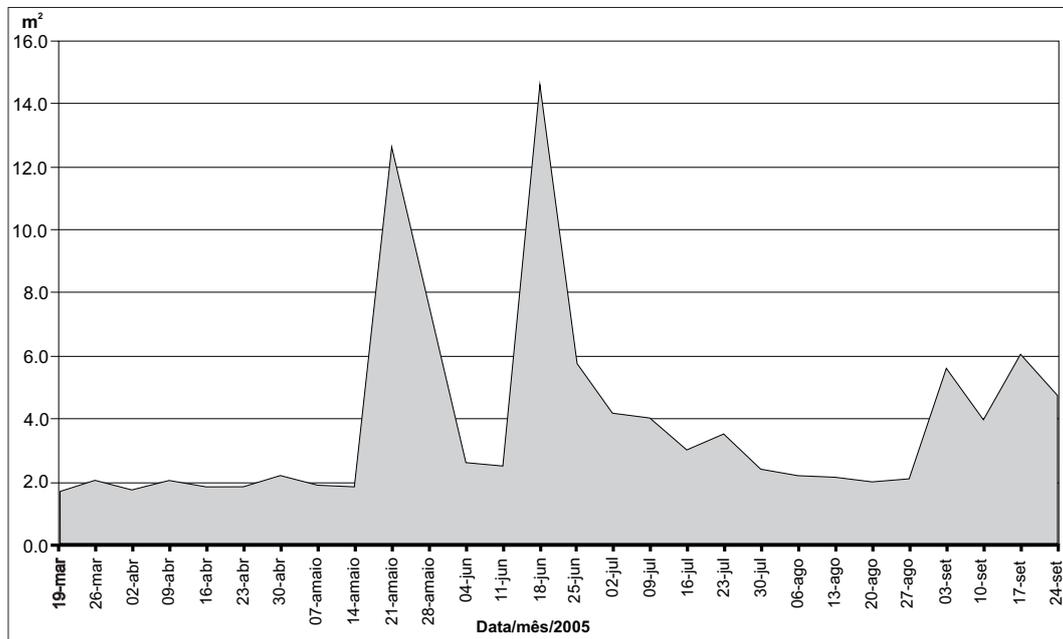
No caso da seção 2, em estudo, ao interpretar-se o gráfico da figura 3, observa-se que a área molhada permaneceu estável nas medições realizadas entre 19 de março e 14 de maio de 2005, variando

de 1,69 m² a 2,20 m². Entretanto, nas medições efetuadas nos dias 21 de maio e 18 de junho, verifica-se que houve um acréscimo da área acima da média, sendo que a área molhada chegou a 12,70 m², no dia 21 de maio e a 14,60 m² no dia 18 de junho. Esta alta variabilidade ocorreu devido à alta pluviosidade dos dias anteriores ao da medição, o que fez com que ocorresse o alagamento das margens do rio, alargando, portanto a seção. Do dia 25 de junho ao dia 09 de julho a área esteve entre 5,7 m² e 4 m². Nas medições efetuadas entre os dias 16 de julho e 27 de agosto, novamente observa-se um comportamento estável da área, entre 2 e 3 m².

Já no mês de setembro houve um acréscimo da área, que permaneceu constante, principalmente em face de esse ter sido um mês extremamente chuvoso, como pode ser observado na figura 3.

Batimetria (Largura e Profundidade)

Para a realização da batimetria de fundo do canal, trabalho efetivado após a delimitação da seção, conforme citado anteriormente, utilizou-se a régua linimétrica, sendo medido o nível de água e o nível de sedimentos do canal. O nível da água é medido até o assoalho do rio. Para a medição do nível de sedimentos, a régua deve atingir o embasamento rochoso do rio (laje). Ao se descontar o valor do nível da água obteve-se, assim, o valor do nível de sedimentos. Durante a realização da pesquisa efetuou-se a batimetria nos 27 campos realizados. Os dados batimétricos indicaram uma

Figura 3. Gráfico da área molhada da seção 2 - Período de março a setembro, 2005

Organização: Sebastião Celso Ferreira da Silva, 2005.

mudança relativamente rápida do volume de sedimentos depositados na seção estudada (Figura 4). No decorrer do período estudado os depósitos de fundo de sedimentos indicavam uma espessura de 1,50 m, passando ao seu maior volume em 23 de abril (3,10 m de espessura). Estas espessuras oscilaram durante o período estudado. Entretanto somente voltaram aos níveis iniciais no final dos trabalhos. Estudos com maior grau de resolução são necessários para se compreender a dinâmica deposicional do rio Cascavel.

Grandezas referentes ao escoamento (vazão)

Após a execução da batimetria do canal, partiu-se para a medição da vazão do rio. Para isso, o método utilizado foi o método dos flutuadores. Na operacionalização desta tarefa

utilizaram-se bolinhas plásticas, nas quais foram colocados em torno de 60% da água do próprio rio (para se manter a mesma densidade da água do canal) e lacradas com massa durepox.

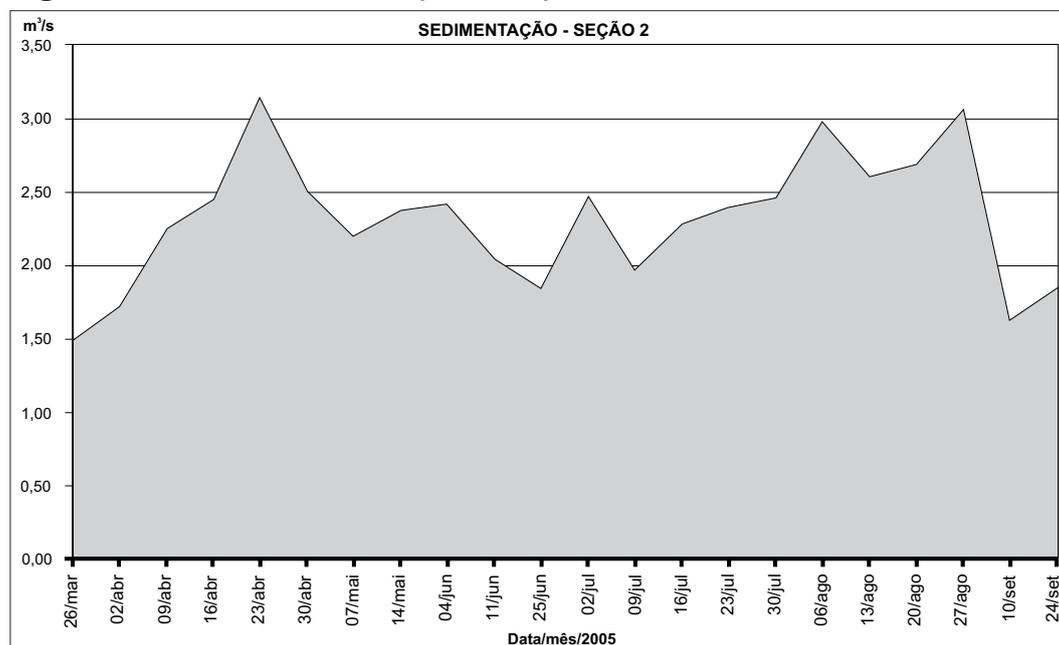
Depois de cheias, as bolinhas foram lançadas na seção e foi cronometrado o tempo que ela leva para se deslocar do início até o fim da seção. Também foi considerado qual das cinco seções a bolinha atingiria no fim do percurso.

Esses procedimentos repetiram-se uma vez por semana no período entre os dias 19 de março e 24 de setembro de 2005, totalizando 27 campos realizados.

Cálculo da Vazão

No cálculo da vazão foram considerados: a velocidade dos flutuadores, a área de seção e a constante, expressos na seguinte fórmula:

Figura 4. Gráfico da sedimentação na Seção 2



Fonte: Banco de dados da pesquisa de campo
Organização: Sebastião Celso Ferreira da Silva, 2005.

$$\text{Vazão} = k (V.A)$$

Onde:

k: constante, adotada 0,8

V: velocidade dos flutuadores

A: área das seções

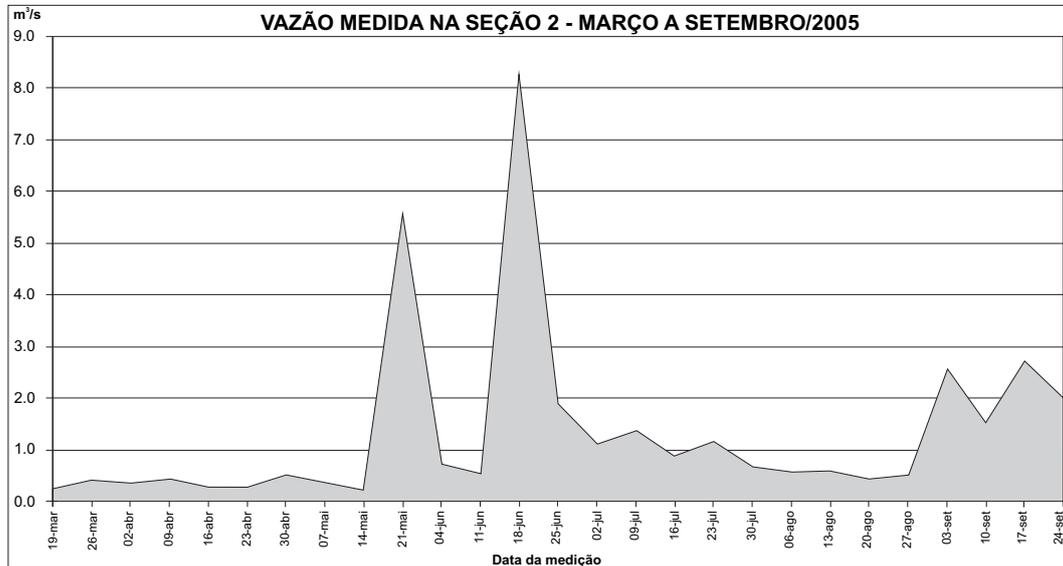
Percebeu-se, por meio das incursões a campo e análises de dados, que a vazão medida permaneceu estável entre os dias 19 de março e 14 de maio, variando de 0,25 m³/s a 0,21 m³/s, respectivamente. No dia 21 de maio houve um aumento na vazão, chegando a 5,56 m³/s, o mesmo ocorrendo no dia 18 de junho, quando a vazão atingiu 8,28 m³/s, devido ao aumento da precipitação. Devido à diminuição da precipitação entre os dias 25 de junho e 27 de agosto, a vazão caiu para 0,51 m³/s, estabilizando nesse período. Entre os dias 3 e 24 de setembro

a vazão aumentou, chegando a 2,71 m³/s (Figura 5).

Conclusão

Após a realização do trabalho, conclui-se que os maiores índices de vazão e o aumento da área molhada foram proporcionais aos períodos de maior precipitação, quais foram registrados nos meses de maio, junho e setembro. Entretanto, os maiores picos de sedimentação não foram proporcionais aos períodos de maior pluviosidade, em vista de que, quando estes ocorreram, os sedimentos foram carreados em direção à jusante do canal.

Sendo assim, os maiores picos de sedimentação foram notados após

Figura 5. Médias de vazão da seção 02

Fonte: Banco de dados da pesquisa de campo
 Organização: Sebastião Celso Ferreira da Silva, 2005.

o período das cheias, em média após uma semana de estiagem, tempo que foi necessário para o assentamento dos mesmos no fundo do canal. Os sedimentos presentes no fundo do canal juntamente com a laje compõem a morfologia do fundo do canal. No período em que se iniciaram as medições, o aporte de sedimentos chegava a $1,50\text{m}^2$ de altura em média, e na fase final da pesquisa, os níveis subiram para $1,62\text{m}^2$.

Não há dúvida de que estes resultados estejam relacionados, também aos aspectos ambientais da área estudada, em vista de que a inexistência da vegetação ciliar, combinada à impermeabilização de superfícies, implica o aumento da vazão, uma vez que o fluxo de água direcionado ao

canal aumenta, bem como o número de sedimentos que é carreado para o rio Cascavel, que são resultantes, tanto do escoamento superficial, quanto dos processos erosivos das margens do rio.

Por fim, se não houver medidas controladoras que venham impedir, ou corrigir o quadro geoambiental atual da área estudada, a prognose a ser feita é negativa, uma vez que o risco de enchentes será maior, devido ao aumento da área molhada; e o assoreamento será inevitável em vista do aumento do aporte de sedimentos. Levando em conta a poluição presente no canal resultante dos efluentes domésticos e indústrias, os danos ao rio ganharam proporções desastrosas, já que a fauna e a flora da área do canal serão comprometidas também.

Referências

CASSETI, V. *Ambiente e apropriação do relevo*. 2. Ed. São Paulo: Contexto, 1995.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. *Geomorfologia e meio ambiente*. 4. Ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná*. Curitiba: Embrapa-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. v.1. (Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27).

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. *Hidrometria aplicada*. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, LACTEC, 2001.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. *Aspectos climáticos de Guarapuava-PR*. Guarapuava: Ed. Unicentro, 2003. 106 p.