

TÉCNICA PARA ESTIMAR VAZÃO E PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM CABECEIRA DE DRENAGEM SEM DADOS HISTÓRICOS

Valdemir ANTONELI

Doutor pela UFPR-PR –
Professor da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Irati – PR
vaantoneli@gmail.com

Nelson DOUHI

Doutorando pela UEM- Maringa- PR-
Professor da União Educacional do Médio Oeste Paranaense –UNIMEO –
nelsondouhy@ibest.com.br

RESUMO:

A técnica de monitoramento da vazão e da produção de sedimentos, em cabeceira de drenagem foi desenvolvida considerando dois fatores relevantes que em muitos casos dificulta o andamento das pesquisas; primeiro: a falta de recursos para a aquisição de equipamentos necessários para a coleta dos dados; segundo: este método viabiliza a avaliação das variáveis em locais de difícil acesso para instalação de postos de mensurações automáticas. Outro fator importante é em relação ao tempo de resposta tanto da vazão quanto da produção de sedimentos em cabeceira de drenagem, o qual se apresenta de forma rápida em um curto espaço de tempo, havendo uma enorme dificuldade para quantificar as vazões máximas, bem como as cargas totais de sedimentos durante um evento. Estas dificuldades aumentam com precipitações noturnas, pois até o dia seguinte o fluxo do canal retorna as condições normais. Para confeccionar os equipamentos, foi preciso elaborar primeiramente uma revisão de literatura a respeito de técnicas e métodos de coleta de dados tanto de vazão quanto de produção de sedimentos.

PALAVRAS-CHAVE: técnica de mensuração; vazão; produção de sedimentos; cabeceira de drenagem.

ABSTRACT:

The technique of monitoring the flowing and production of sediment in headwater drainage was developed considering two relevant factors that often hinder the progress of research: firstly, the lack of funds for the acquisition of necessary equipment for data collection; secondly, this method enables the evaluation of variables in places difficult to access for installation of automatic measurement stations. Another important factor is relative to the response time of both the flowing and production of sediment in headwater drainage, which presents itself quickly in a short time period, being very difficult to quantify the maximum flowing, as well as the total amount of sediments during an event. These difficulties increase with overnight rainfall, because until the next day the channel flowing returns to normal conditions. To prepare the equipment, it was necessary to establish at first a review of literature on techniques and methods of data collection for both flowing and production of sediments.

KEYWORDS: measurement technique; flowing; sediment production; headwater drainage.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica constitui um sistema físico extremamente complexo com dinâmica têmporo-espacial variável. Assim, qualquer tentativa de representá-la por um modelo físico-matemático, por mais complexo e detalhado que seja, constitui sempre uma aproximação da realidade e sua adequação ao caso estudado, só pode ser julgado pelo confronto dos resultados calculados com as observações de campo.

A caracterização das dimensões, de uma bacia hidrográfica se torna indispensáveis, pois dependendo de sua espacialização e dos elementos que a constituem, assim serão as respostas em seu exutório. Neste caso quando se propõe investigar a dinâmica de uma bacia hidrográfica, devem-se levar em consideração, as diferentes respostas produzidas por ela. Quando se trata de cabeceira de drenagem, as respostas são rápidas e curtas, este processo acaba promovendo certa dificuldade para monitorar os processos hidrossedimentológico nessas áreas.

Destaca-se, que neste trabalho, o termo cabeceira de drenagem refere-se à área onde se localiza a nascente de um curso d'água (rio de primeira ordem). Pode ser compreendida também como a forma de relevo de formato semicircular ou oval formando uma vertente em forma de anfiteatro, onde se concentram as águas pluviais para formar as linhas de drenagem natural (RIDENTE Jr. et al 1996).

Em se tratando de monitoramento de vazões máximas e a carga de sedimentos em cabeceiras de drenagens, os diversos métodos indicados pela literatura nem sempre são adequados, devido à alguns fatores como: operacionalização dos equipamentos e o rápido poder de resposta fluvial em relação à entrada de energia na bacia.

Os modelos de regionalização utilizam técnicas estatísticas para relacionar à variável dependente, no caso a vazão, com variáveis independentes que podem ser representadas por variáveis climáticas ou parâmetros fisiográficos da bacia em questão.

Vários aspectos fisiográficos da bacia, tais como área, perímetro, forma, densidade de drenagem, declividade do rio, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, entre outros, permitem estabelecer relações com as vazões observadas nos cursos d'água. Existe certa preferência pelos métodos estatísticos, quando se dispõe de dados fluviométricos, e pelos métodos

hidrometeorológicos, quando há carência de dados ou quando se deseja determinar os valores das vazões mínimas, médias e máximas.

Como geralmente não se dispõe de uma série de vazões observadas em uma cabeceira de drenagem, uma das alternativas é se trabalhar com as vazões instantâneas, haja visto, que as respostas fluviais de uma cabeceira de drenagem são rápidas e irregulares, promovendo alterações na vazão e produção de sedimentos.

Neste sentido, a metodologia proposta por este estudo contribui principalmente, nos casos em que não há disponibilidade de recursos para instalação de um posto hidrossedimentológico. Para estes casos, buscou-se desenvolver (adaptar) um método de monitoramento de vazão e produção de sedimentos em cabeceiras de drenagem sem dados históricos, por meio de métodos e técnicas mais baratas. Portanto, o presente estudo tem com objetivo apresentar um método simples e eficaz para identificar os picos de cheias e a produção de sedimentos suspensos e de fundo em cada evento em cabeceira de drenagem.

Na sequência, foram apresentadas algumas técnicas e métodos utilizados por diversos pesquisadores para estimar a vazão e a produção de sedimentos em corpos hídricos. Em um segundo momento é apresentado os procedimentos de confecção e operacionalização dos equipamentos, bem como os resultados obtidos de vazão e produção de sedimentos através da utilização destes equipamentos.

MÉTODOS E TÉCNICAS APLICADAS NA COLETA DOS DADOS

Estudos hidrossedimentológicos são baseados em informações de vazão, precipitação e outras variáveis. A curva-chave (curva de descarga) é uma forma universal de se obter valores instantâneos de vazão a partir de informações de níveis, no entanto, exige-se um grande número de mensurações em campo.

Entre os diversos métodos de extrapolação, destacam-se aqueles que levam em consideração parâmetros baseados na hidráulica de canais e características geométricas como, raio hidráulico, área e perímetro molhados do local de medição. Para seções, com medições de vazão em diversos níveis, a obtenção destas extrapolações é relativamente fácil. Em cada um dos

eventos é estimado o tempo de ascensão e descida do hidrograma, para que se verifique se é possível adotar um tempo médio ou a envoltória dos hidrogramas. Para a obtenção do hidrograma de enchente, trabalha-se com os hidrogramas normalizados.

Genovez (2001) apresenta uma pesquisa efetuada junto à vários hidrólogos e engenheiros do estado de São Paulo, apontando os 5 (cinco) métodos mais utilizados para obter os dados de vazões máximas em uma pequena bacia hidrográfica. Dentre eles destaca-se:

1) Método Racional que leva em consideração a intensidade média da precipitação e o coeficiente de escoamento superficial. Este método é recomendado para bacias menores que 5 km² (WILKEM 1978).

2) Modelo de I - Pai –Wu, este modelo foi proposto por Wu (1963) citado por Paiva e Paiva (2001), o qual apresenta uma relação entre a forma dos hidrogramas que podem ser encontrados com chuvas de projetos (simuladas), com algumas características da bacia.

3) Método de Vem Te Chow, proposto por Chow (1962) citado por Paiva e Paiva (2001). Foi desenvolvido tomando como base, análises teóricas do método do hidrograma unitário, e um grande conjunto de dados obtidos a partir de 60 eventos de cheia, monitorados em 20 bacias hidrográficas nos EUA. O método estabelece que a vazão de cheia associada a uma precipitação efetiva P_e , de duração T_d , com um tempo de recorrência TR , deve ser calculada a partir da equação 1.

$$Q_p = Q_b + \frac{A}{3,6} \cdot \frac{P_e}{T_d} \cdot X \cdot Z \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (\text{equação 1})$$

Sendo:

Q_p = vazão de pico (m³/s)

Q_b = vazão de base (m³/s);

A = área de drenagem (km²);

P_e = precipitação efetiva (mm);

T_d = duração da precipitação (h);

X = fator de distribuição temporal da precipitação efetiva (adotado igual a 1,06);

Z = fator de atenuação de pico.

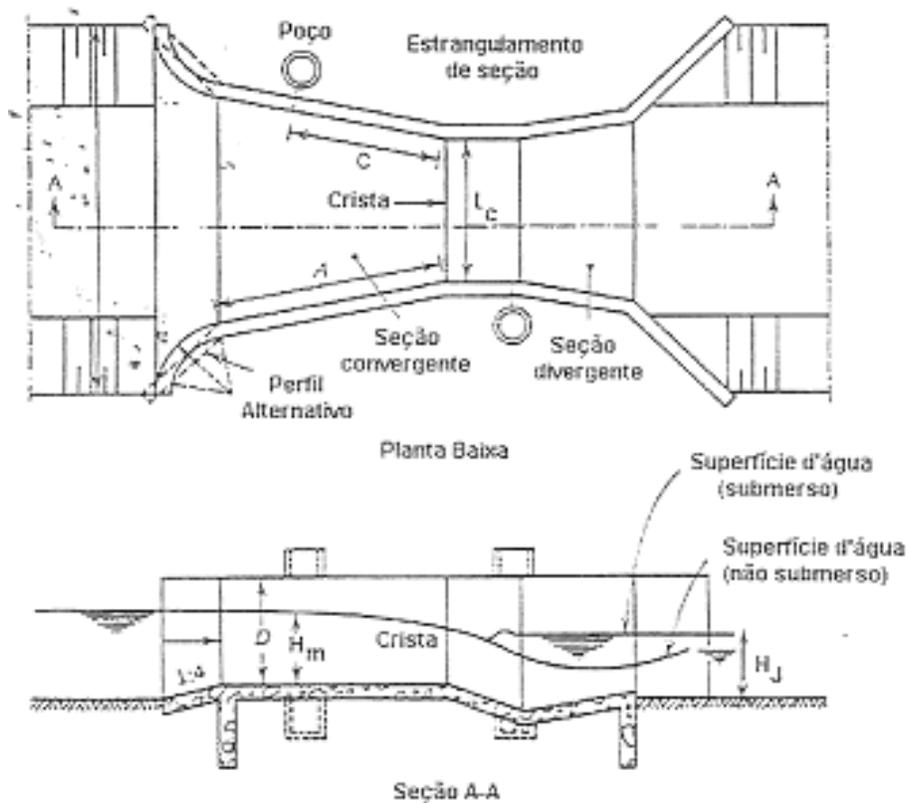
4) Métodos do Hidrograma Unitário Sintético Triangular *do Soil Conservation Service (SCS)*.

5) Método do Hidrograma Unitário Sintético de Snyder.

Entre os inúmeros equipamentos de coleta de dados de vazão, podemos citar os vertedores e as calhas medidoras.

Para Martins e Paiva (2001), sempre que possível, é vantajoso ter uma estrutura de medição pré-calibrada de seções de controle que fornece uma relação entre profundidade e vazão. Estas estruturas são de modo geral, adequadas para pequenas e médias bacias. Mas em alguns casos se torna difícil calcular a vazão máxima devido aos picos de cheias que acabam transbordando a própria calha (Figura 1).

Figura 1 - Representação de um medidor do tipo Parshall

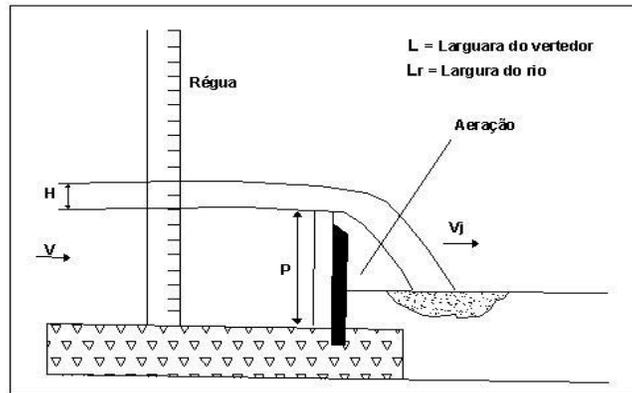


Fonte: Adaptado de Wanielista (1990).

Um dos métodos mais utilizados para a coleta dos dados diários de vazão é a construção de vertedores sobre o canal fluvial. Segundo Martins e Paiva (2001), de maneira geral, todo

obstáculo no fundo de qualquer canal que cause a aceleração do escoamento enquanto passa sobre este obstáculo é considerado um vertedor, (Figura 2).

Figura 2 - Representação esquemática de um vertedor retangular de parede delgada

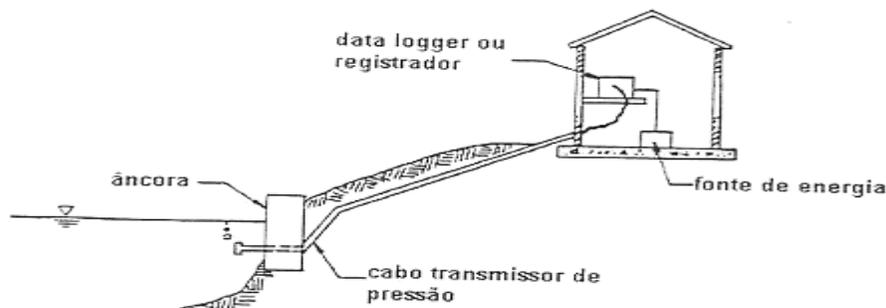


Fonte: Adaptado de Martins e Paiva (2001).

Por outro lado, tanto a calha quanto os vertedores apresentam algumas dificuldades de coleta dos dados de vazão, principalmente em canais fluviais de planície onde as calhas são baixas e sujeitas à inundação e, em muitos casos, a força da água acaba rompendo estas barreiras construídas transversalmente no canal. Outro problema é em relação ao depósito de sedimentos na calha em consequência da construção desta pequena barragem, no qual acabam interferindo na leitura diária da régua fixada sobre o vertedor.

Outro método muito utilizado para modelar a vazão de uma bacia hidrográfica, é a utilização de limnígrafos, os quais são instalados no canal fluvial e monitorados diariamente (Figura 3).

Figura 3 - Esquema de um posto fluviométrico para limnímetro de pressão



Fonte: Adaptado de Martins e Paiva (2001).

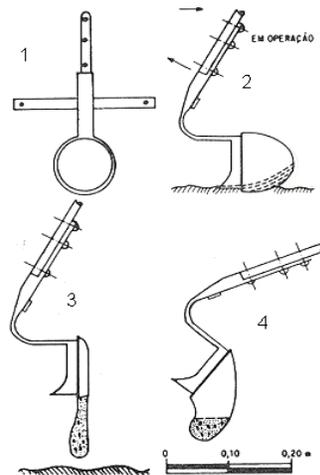
Quanto à produção de sedimentos, verifica-se uma gama de métodos e equações para estimar seus percentuais em cabeceira de drenagem. Vários autores desenvolveram e/ou aplicaram métodos e equações empíricas para estimar os percentuais de material transportado, tanto por suspensão quanto por arraste de fundo (CHRISTOFOLLETI (1974); NORDIA *et al* (1993); GREGORY e WALLING (1973); MOLLER (1993); CARVALHO (1994); COIADO *et al* (2001); TEIXEIRA (2001).

Dentre os modelos empíricos utilizados para estimativa de produção de sedimentos, encontram-se, métodos associados à determinação da curva-chave de sedimentos incluindo a utilização de dados de vazão média (incentivado pelo protocolo da ANEEL; Carvalho *et al.*, 2000) e o método da curva de permanência (CARVALHO, 1994).

A utilização de modelos hidrossedimentológicos, torna-se necessário e importante, devido à escassez de dados hidrológicos em períodos contínuos e, de extensão temporal suficiente para o desenvolvimento de estudos hidrológicos. Esses modelos, devidamente calibrados e validados a partir de séries de dados observados de escoamento superficial e erosão, constituem-se numa importante fonte de conhecimento da variação ao longo do tempo das vazões e da produção de sedimentos em bacias hidrográficas.

Na literatura, são apresentados inúmeros equipamentos e técnica para a coleta do material em suspensão e de fundo (CARVALHO, 1994). Dentre eles destaca-se o amostrador de concha (Figura 4), o qual pode ser utilizado tanto para coleta de material de fundo quanto suspenso.

Figura 4 - Amostrados de concha com malha de nylon



1- perfil do amostrador; 2- coleta de material de fundo; 3- coleta de material suspenso; 4- procedimento de retira da água do amostrador. Fonte: Adaptado de Carvalho (1994).

Para realização de pesquisas com as metodologias mais difundidas, é necessário recursos para a aquisição destes equipamentos e, boa parte dos pesquisadores, não dispõe de recursos suficientes para adquirir e/ou instalar equipamentos disponíveis que possibilitem o monitoramento das variáveis necessárias para sua pesquisa. Estes problemas se tornam mais graves, principalmente quando as pesquisas são efetuadas em cabeceiras de drenagens sem dados históricos. Neste caso é preciso adaptar alguns equipamentos para que os resultados se tornem satisfatórios.

Neste sentido, este artigo vem contribuir com futuras pesquisas no âmbito de pequenas bacias hidrográficas sem dados históricos e sem postos hidrossedimentológicos automáticos. Procurou-se adaptar um método simples e barato, mas com eficiência satisfatória no monitoramento da vazão diária, dos picos de cheia de uma cabeceira de drenagem, através da régua fluvigráfica de máximas e da avaliação do transporte de sedimentos tanto suspenso, quanto de fundo.

CONFECÇÃO DOS EQUIPAMENTOS PARA MONITORAR A VAZÃO E A PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Estes equipamentos foram confeccionados, para resolver alguns problemas de ordem operacional e orçamentária, eles fizeram parte da metodologia aplicada em duas dissertações de mestrado (DOUHI, 2004 e ANTONELI, 2004). Através deles, foi possível desenvolver um monitoramento tanto da vazão quanto da produção de sedimentos em duas micro-bacias distintas.

A régua fluviométrica de máximas (Figura 5) consiste num equipamento confeccionado em madeira com dispositivos de coleta de água de um centímetro de diâmetro, fixados na diagonal e uma trena acoplada que determina o nível máximo atingido pela lâmina d'água. A régua é colocada dentro de uma caixa de madeira, com tampa removível em sua extremidade superior e orifícios nas laterais para permitirem a passagem da água, garantindo assim a identificação do nível atingido pela lâmina d'água.

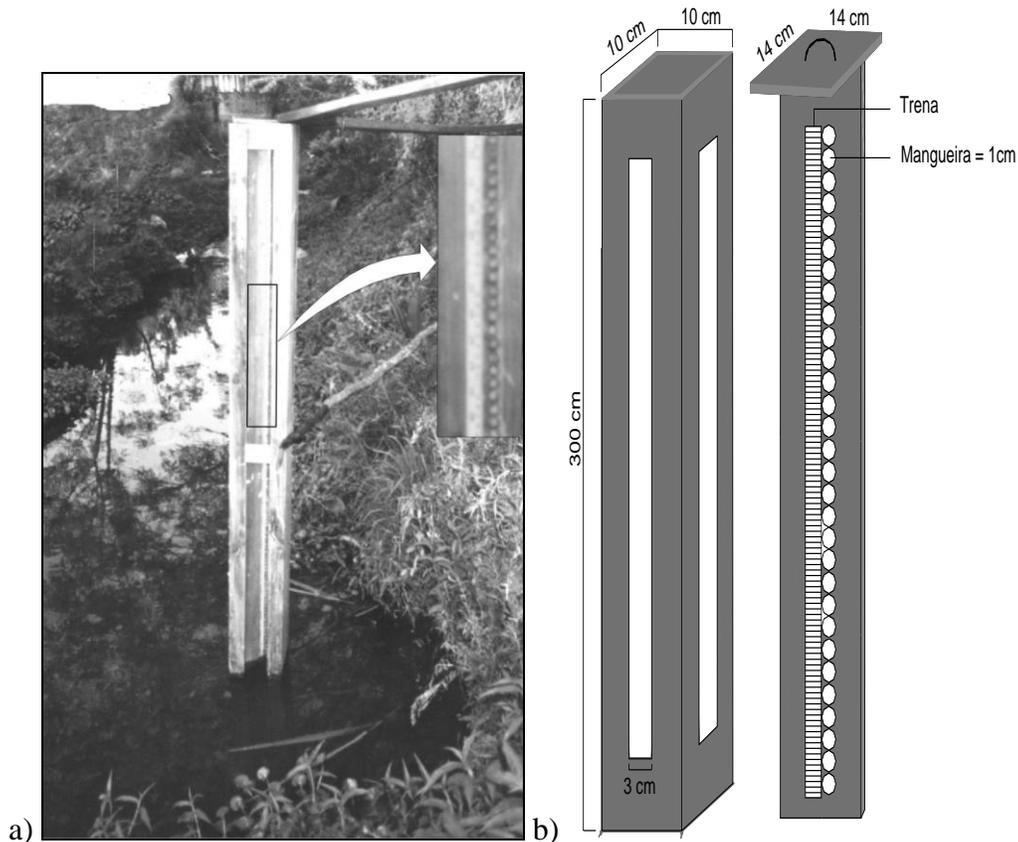
A régua registra a cota máxima das enchentes com o auxílio de pequenos receptáculos, formados por segmentos de mangueira de 2 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro, fixados em

posição vertical numa régua graduada. Cada receptáculo acumula água da enchente, indicando assim o nível máximo alcançado pela lâmina de água.

A instalação é feita, fixando uma haste de madeira no leito do rio. A régua deve ser alocada com base na determinação do nível médio do rio. O local de instalação deve apresentar as características mais comuns do rio, como: largura, velocidade, profundidade e forma de canal.

Após um determinado evento chuvoso, que altere o nível da água (aumento da vazão), esses dispositivos (pedaços de canos) vão ficando submersos e quando o nível da água volta às condições normais, eles retêm a água e, com isso pode se avaliar o pico da cheia do determinado evento (Figura 5).

Figura 5 - Régua fluviométrica de máximas com leituras diárias



a) Régua instalada no leito do rio; b) esquema representativo da caixa de madeira e da régua.
Fonte: Douhi, N. (2004).

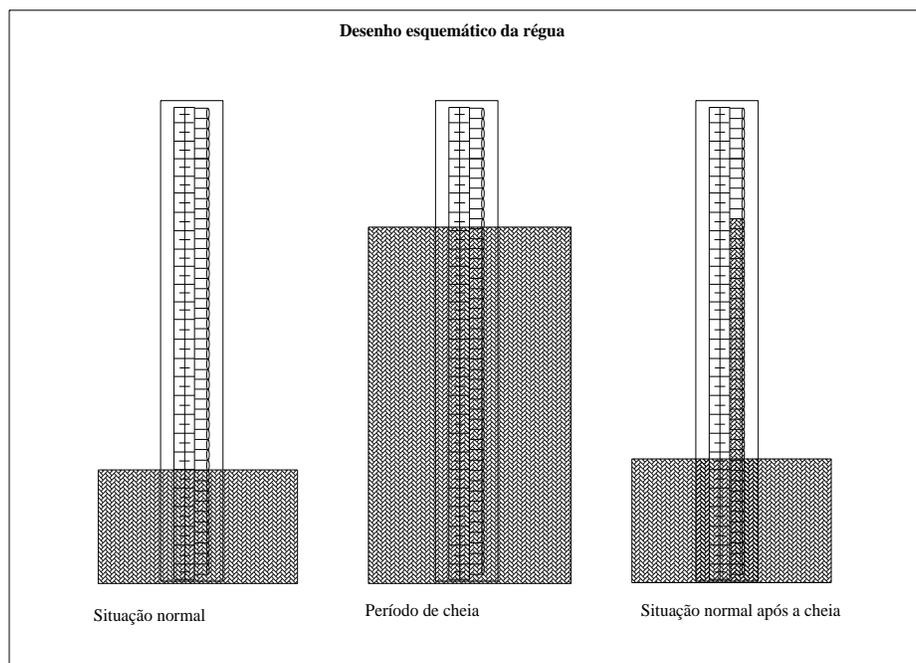
A leitura da régua pode ser realizada de duas maneiras, se o acesso a margem do rio for fácil, faz-se a leitura sem removê-la da caixa. Se o acesso for dificultado por margens altas, ou por vegetação ciliar, a régua pode ser removida da caixa para realizar a leitura, desde que se tomem alguns cuidados para não alterar a altura da água acumulada nos recipientes.

Quando ocorre a elevação do nível da água, os dispositivos fixados que estão acoplados na régua ficam submersos e, quando o fluxo volta ao normal, estes dispositivos, retêm a água, facilitando a análise do pico de cheia (Figura 6).

Através deste método, pôde-se calcular a vazão destes picos máximos, pois com os dispositivos fixados na régua, são obtidos valores dos níveis atingidos os quais juntamente com as medidas de área molhada e velocidade de fluxo permitem identificar os valores para cada evento. (Figura 6). Porém, para a instalação da referida régua é necessário calibrá-la com medidas de vazão em diferentes níveis.

É importante salientar que, para estimar a vazão após a leitura da régua é preciso coletar os índices de velocidade do fluxo, que neste caso foram coletados através de flutuadores segundo metodologia citada por CUNHA (1996).

Figura 6 - Comportamento da régua quanto ao pico de cheia



Fonte: Elaborado por Antoneli (2004).

Por meio da figura 6, é possível verificar a coluna de água que ficou retida nos recipientes acoplados na régua, após o rio voltar ao seu fluxo normal. Através da altura que a lâmina de água atingiu, pode-se calcular a vazão máxima que um determinado evento promoveu.

As vazões podem ser determinadas com base no método de cálculo de velocidades, com flutuador artificial apresentado por Pierre (1997), que consiste na definição de pontos de referência nas margens do rio, cronometrando o tempo de percurso da distância estabelecida. Para aferir os resultados, é importante que se comparem valores de vazão obtidos com base em medidas de velocidades feitas com molinete. A vazão obtida pelo método do flutuador resultará da equação da continuidade (equação 2):

$$Q = V.A \quad \text{(equação 2)}$$

$$Q = (C) \cdot \frac{L.P}{T}$$

$$Q = \frac{C.L.P}{T}$$

Onde: Q = Vazão;

V = Velocidade média do escoamento;

A = Área da seção transversal;

L = Largura média;

P = Profundidade média;

C = Comprimento da seção de referência;

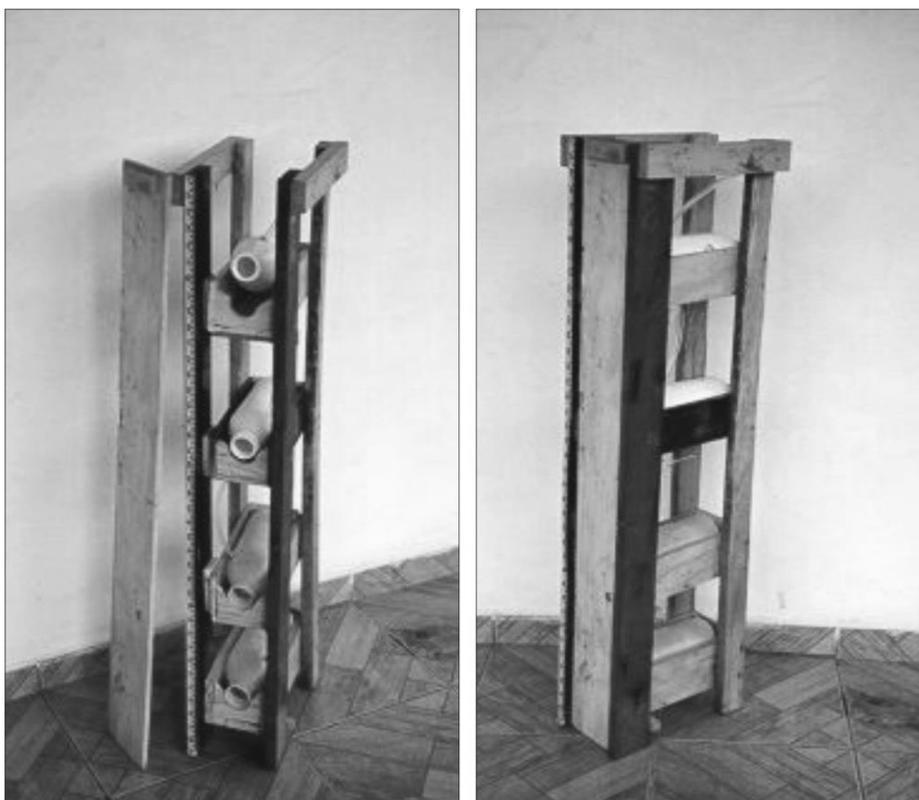
T = tempo médio de percurso.

PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Para coleta de sedimentos em suspensão, foi confeccionada uma armadilha de sedimentos a qual consiste em algumas garrafas *PET* (Garrafas descartáveis, compostas de polietileno tereftalano).

Trata-se de uma caixa de madeira móvel de 20 cm de largura e 1,50 metros de altura. Esse método foi idealizado para que se pudesse avaliar o percentual de sedimentos suspensos em um determinado pico de cheia nos diversos níveis de velocidade do fluxo (Figura 7). Pois um dos problemas enfrentados pelos pesquisadores que não disponibilizam de posto fluviométrico automático é exatamente saber se aquele momento da coleta a rio atingiu seu fluxo máximo. Neste caso, coleta-se o material em suspensão faz a leitura da régua e um tempo depois (na próxima leitura), faz a leitura da marca da água da vazão anterior (Figura 7).

Figura 7 - Amostrador manual de coleta de sedimentos nos diversos níveis



Fonte: Elaborado por Antoneli (2004).

Este equipamento é recomendado para coleta em cabeceiras de drenagem (rios de primeira ordem), ou rios de no máximo três metros de largura. Os locais de coleta, não devem apresentar margens altas (>2 m), a menos que a profundidade do rio permita que o pesquisador se

movimente (caminhe) no leito do rio. Recomenda-se também, que se possível, a coleta seja realizada próximo a bueiros e pontes, ou ainda em obstáculos sobre o rio (troncos de árvores que atravessam o leito do rio). Estes obstáculos não devem estar em contato com o fluxo da água, por interferirem na dinâmica do próprio fluxo. Vale ressaltar que a coleta deve ser realizada próxima à régua fluviográfica para estimar a vazão no momento da coleta da água para análise.

Para realizar a coleta, o equipamento deve ser inserido no local de maior velocidade do fluxo, conforme sugerido por Carvalho (1994), que geralmente é o meio do talvegue. O equipamento deve ser inserido verticalmente no leito do rio. Retira-se a madeira que impede que as garrafas encham de água logo no primeiro contado da amadinha com a água do fluxo.

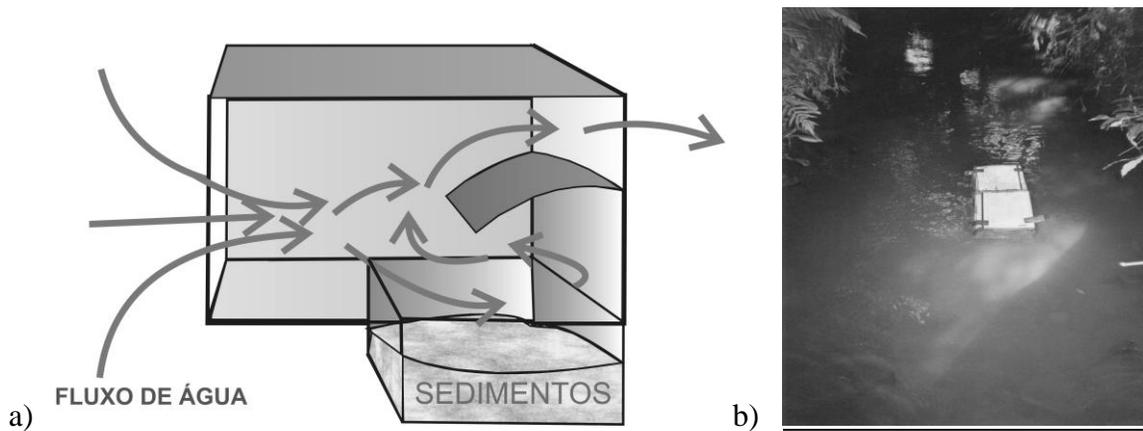
As garrafas coletoras de água da armadilha são fixadas ligeiramente inclinadas a uma haste de madeira e, cada garrafa dispõe de um orifício na parte superior que serve como válvula de escape do ar. Quando as garrafas estão cheias, coloca-se novamente a tampa de madeira para evitar que água armazenada na garrafa se perca no momento da retirada da armadilha do rio.

Quanto ao tempo, recomenda-se que seja apenas o tempo necessário para que a garrafa fique cheia. Mas em alguns casos o pesquisador pode deixar por um tempo determinado.

Após a coleta desse material as amostras são devidamente identificadas em um novo recipiente e, em seguida é feita a filtragem em laboratório através de uma bomba de sucção, para que posteriormente possam ser calculados os percentuais de sedimentos naquele determinado nível.

Para as coletas de sedimentos de fundo, adaptou-se uma armadilha apresentada por Carvalho (1994), denominada amostrador Károlyi, o qual indica um grau de 90% de eficiência. Para confecção deste equipamento, adaptou-se um recipiente para armazenar os sedimentos na parte inferior da armadilha, pois a água ao passar por dentro do mesmo acaba depositando os sedimentos no fundo da armadilha (Figura 8).

Figura 8 - Amostrador



a) Representação da funcionalidade do amostrador; b) Amostrador instalado no rio
 Fonte: Elaborado por Antoneli (2004).

Para calcular o percentual de sedimentos de foi utilizado a equação 3

$$PS(p/s) = \frac{Tsc}{T} \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

$PS (p/s)$ = produção de sedimentos por segundo;

Tsc = total de sedimentos coletados;

T = tempo da coleta.

A utilização destes equipamentos é recomendável, em casos de pesquisas que não seja possível a utilização de equipamentos como estações automáticas, ou em casos onde o acesso seja difícil para a instalação de um posto hidrossedimentológico. Por estes equipamentos serem rudimentares, necessitam de uma percepção apurada do pesquisador na aferição dos mesmos, pois dependendo da forma de confecção e instalação dos equipamentos, podem ocorrer variações nos resultados.

Recomenda-se a utilização destes equipamentos em cabeceira de drenagens, onde o fluxo da água seja pequeno, pois é necessário adentrar no próprio leito do rio para realizar as coletas dos dados.

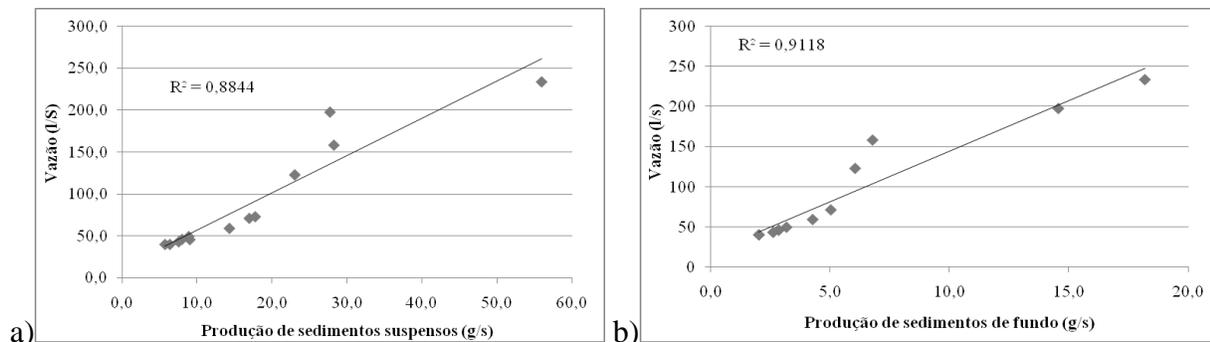
Na sequência, foram apresentados alguns resultados da aplicabilidade destes equipamentos na estimativa da vazão e do transporte mensal de sedimentos de fundo e suspenso.

RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DA APLICABILIDADE DESTES EQUIPAMENTOS

Os dados apresentados aqui se referem a aplicabilidade destes equipamentos realizados por Antoneli (2004), onde foi identificada a vazão mensal e correlacionada com o transporte de sedimentos suspensos e de fundo. Os dados de vazão são relacionados à média mensal em litros por segundo. Com relação à produção de sedimentos foi calculado o percentual mensal em gramas por segundo.

Destaca-se que os valores mensais foram obtidos através da média de 75 chuvas monitoradas ao longo de 2 anos de pesquisas (2003 e 2004). Observou-se, que através da intensificação da vazão, a produção de sedimentos passa a ser mais elevada. O fluxo exerce poder maior sobre os sedimentos, principalmente sobre os sedimentos de fundo, que nos períodos de precipitações de menor intensidade, acabam se acumulando no próprio canal e, quando há um aumento na vazão estes materiais depositados são colocados em movimento, aumentando assim a carga de sedimentos, tanto de fundo, quanto suspensos (Figura 9).

Figura 9 - Sedimentos Suspensos e de Fundo



a) Correlação mensal entre a vazão e a produção de sedimentos suspensos b) correlação mensal entre a vazão e a produção de sedimentos de fundo.

Por meio da figura 9, nota-se que há uma alta correlação entre a vazão e a produção de sedimentos. Cerca de 88% da produção de sedimentos suspensos e 91% da produção de sedimentos de fundo são influenciados pela vazão, utilizando estes métodos.

CONCLUSÃO

Com relação ao método, tanto para estimar a vazão, quanto para produção de sedimentos, se mostraram ferramentas de extrema importância de investigação para identificar as vazões máximas e as estimativas de produção de sedimentos suspensos e de fundo. Em função do baixo custo de instalação e dos resultados satisfatórios, a metodologia para estimar vazões máximas pode servir de apoio para muitos projetos que atualmente vem sendo desenvolvidos em cabeceiras de drenagens. Outro fator importante é a facilidade de acompanhamento e coleta dos dados, considerando que não há necessidade de estar presente no momento da ocorrência da chuva para estimar a vazão máxima.

Os resultados das vazões máximas também oferecem a condição de estabelecer correlações com os registros pluviométricos coletados a partir de pluviógrafos ou pluviômetros, possibilitando assim, modelagens hidrológicas que permitem estudos preventivos e planejamento nos casos de riscos de alagamentos.

Quanto ao método utilizado para a avaliação da produção de sedimentos, estes se portaram como importantes ferramentas na estimativa da carga de material suspenso e de fundo transportado pelo rio. A utilização dos equipamentos simultâneos vem corroborar para a solução de um problema corriqueiro dos pesquisadores que procuram modelar a vazão e a produção de sedimentos sem equipamentos automáticos. O grande entrave da coleta de uma mostra para a avaliação da concentração de sedimentos está pautado justamente na vazão máxima. No momento da coleta da água não se sabe se aquela vazão é o pico máximo ou não. Com a utilização destas armadilhas, e após o evento, o pesquisador tem condições de observar em que altura de vazão foi coletada a amostra.

REFERÊNCIAS

ANTONELI, V. **Influência do uso do solo na avaliação hidro-sedimentológica da Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga – PR.** Universidade Estadual de Maringá. Maringá PR, 147f, 2004. (Dissertação de Mestrado).

DOUHI, N. **Análise das condições físico-ocupacionais e suas implicações no comportamento hídrico da bacia hidrográfica do Rio Xaxim – Prudentópolis –PR.** Universidade Estadual de Maringá- PR, 117 f, 2004. (Dissertação de Mestrado).

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. *In:* GUERRA, A. T. G. e CUNHA, S. B. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática.** CPRM. Rio de Janeiro. 1994.

CARVALHO, N.O.; Filizola Júnior, N.P.; dos Santos, P.M.C.; Lima, J.E.F.W. (2000b). **Guia de Práticas Sedimentométricas.** Brasília: ANEEL, 2000. 154 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. *In:* CHRISTOFOLETTI. A **Geomorfologia.** Universidade de São Paulo. São Paulo, 1974.

COIADO, E. M.; PAIVA, J.B.D. e SIMÕES, S.J. Monitoramento da Erosão e do Transporte de Sedimentos. *In:* PAIVA, J.B.D; PAIVA, E. M.C.D. **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas.** Porto Alegre: ABRH, 2001.

GREGORY, K.J. e D.F. WALLING, **Drainage Basin Form and Process – a Geomorphological Approach.** John-Wiley & Sons., New York. 1973. 456p.

GENOVEZ, A.B. Vazões máximas. *In:* Paiva, J.B.D.; Paiva, E.M.C.D. (orgs.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. p.33-112.

MARTINS, E. S. P. R; PAIVA, J. B. D. Quantidade dos recursos hídricos In. PAIVA, J. B. D; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

MOLLER, J. K. **Bedform Migration and Related Sediment Transport in a Meander bend**. **Spec. Publs Int.** Ass. Sediments. Institute of Geography, University Copenhagen. 1993.

NODIA, C..F.; CRANSTON, C.C.; MEJLA, B. **New Technology for Measuring Water and Suspended- Sediment Discharge of Large Rivers**. In. The Second Internatinal Symposium on River Sedimentation. Nanjing China. 11- 16 october, 1983.

PAIVA, J.B.D.; PAIVA, E.M.C.D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. 241 p.

PIERRE, C. Aquisição e processamento de dados. In: TUCCI, C. E. M **Hidrologia: Ciência e aplicação**. (Org.). 2ª ed. Editora da Universidade: ABRH, Porto Alegre, 1997.

RIDENTE Jr, J.L. et al. - Cabeceiras de drenagem, uma unidade de análise na elaboração de cartas geotécnicas, In: **Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica – I Encontro Regional de Geotecnia e Meio Ambiente**. São Carlos, SP - ABGE,1996, p.185-194.

TEIXEIRA, E.C. Início de movimento e projeto de seções estáveis. In: PAIVA, J.B.D; PAIVA, E. M.C.D. **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

WILKEN, P.S. **Engenharia de Drenagem Superficial**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1978. 447p.