

TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO POR MEIOS CONVENCIONAIS E NÃO CONVENCIONAIS

Thiago Morato de Carvalho¹

Artigo recebido em 05/09/2008 e aceito em 05/11/2008.

RESUMO

Este artigo tem a finalidade de descrever alguns métodos, diretos e indiretos (convencionais e não convencionais), de medição de vazão em rios e córregos, discutindo a metodologia de cada técnica e seu potencial para estudos em sistemas fluviais. Na literatura muitos dos métodos aqui descritos são utilizados, no entanto, estes muitas vezes não são bem descritos e voltado para um público de nível de graduação, técnicos da área e até mesmo para estudantes ou pesquisadores de pósgraduação que venham a trabalhar com sistemas fluviais. Os principais métodos aqui descritos são através do uso de molinete, Ecosonda, ADCP e meios manuais (medições sem instrumentos de precisão).

Palavras-chave: vazão, molinete, Ecosonda, ADCP, sistemas fluviais.

TECHNICAL OF DISCHARGE MEASUREMENT THROUGH CONVENTIONAL AND NON CONVENTIONAL MEANS

ABSTRACT

This article aims to describe some methods, direct and indirect, of measuring discharge in rivers and small streams, discussing the methodology of each technique and its potential for studies in river systems. In literature many of the methods described are used, however, they often are not well described and aimed at an audience of graduate-level, technical area and even to post-graduate students or researchers who will work with fluvial systems. The main methods described here are through the use of current meter, depth sounder, ADCP and manuals techniques (without instruments of precision measurements).

Keywords: discharge, current meter, depth sounder, ADCP, fluvial systems.

Carvalho, T. M. 73

-

¹ Geomorfólogo, pesquisador do BIOSE – Biodiversidade de Sergipe – Universidade Federal de Sergipe. tmorato@infonet.com.br

INTRODUÇÃO

O sistema fluvial é um termo designado para um sistema de canais fluviais, de variados tamanhos, os quais se conectam conformando uma bacia de drenagem. A "bacia hidrográfica ou de drenagem", é limitada por terrenos mais elevadas denominados de "divisores de água", que contribui com o aporte de água e sedimentos para o sistema fluvial principal e seus afluentes.

Com relação ao tipo de ambiente pelos quais drenam os canais fluviais, estes podem ser classificados como rochoso (bedrock channels), em que fluem em rochas do embasamento, trecho o qual está comumente ligado às cabeceiras do sistema fluvial (nascentes), e possuem uma lenta dinâmica de processos geomorfológicos; canais aluviais (alluvial channels), sua característica principal é de possuir um leito arenoso, com barras e arenosos formados por material bancos sedimentar transportado pelo sistema fluvial, possuem uma grande variedade de formas (channels patterns), as quais respondem de formas diferentes às variáveis hidrológicas, climáticas, geológicas, e sedimentares; e por último os canais do tipo semi-controlados (semi-controlled channels), estes apresentam em certos trechos leitos rochosos ou aluvião resistente (Bridge, 2003).

Dentre os tipos de canais citados acima, os do tipo aluviais são os mais comuns nos grandes rios, apresentam uma variedade de formas, estas são classificadas em meandriformes (meandering), entrelaçados (braiding), anabranching e anastomosados (anastomosing). Alguns autores se restringem somente aos tipos de canais retilíneos, braided e meandriformes (Leopold e Wolman, 1957; Mangelsdorf e Scheurmann, 1990).

Leopold e Maddock (1953) identificam três parâmetros chave para estudar as propriedades do canal fluvial, que são a largura, profundidade e velocidade do fluxo; e estas são facilmente controladas em função de variáveis como o regime do fluxo, descarga (vazão), declividade, propriedades físicas dos sedimentos, solo, clima, vegetação, dentre outros parâmetros da bacia de drenagem (Lewin, 1978; Bridge, 2003).

VAZÃO EM CANAIS FLUVIAIS

Por vazão entende-se o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m³/s. A descarga (vazão) aumenta da montante (região mais alta do rio) para a jusante (áreas rio abaixo) até sua foz. No entanto, pode ser observado por meio de medições de vazão, áreas em que o ponto medido a jusante apresenta valores inferiores de vazão que a montante. Este fato pode ser explicado devido à dinâmica de transferência de energia canal – planície, explicado pela transferência de água para dentro da planície fluvial, formando áreas

Recife-PE Vol. 01 n.01 Mai/Ago 2008, 73-85.

alagadas e lagos próximos ao canal, porém, mais a jusante o rio estabelece seu equilíbrio usual (Carvalho, 2006; Carvalho, 2007).

No canal, de uma margem a outra e da superfície para o leito, o fluxo não flui de forma homogênea, logo, isso implica também na variação da descarga (vazão), a qual varia na seção vertical e transversal ao rio (Figura 1), este fato é devido à morfologia do rio, em que o atrito da água nas margens e no leito causa um efeito de retardamento da velocidade, assim como o efeito de atrito da lâmina de água superficial com a atmosfera.

Os métodos utilizados para determinar a vazão podem ser indiretos ou automáticos, desde um simples objeto lançado na água para estimar a velocidade que percorre em uma determinada distância, até métodos mais precisos como molinetes, doppler acústicos (ADCP – Automatic Doppler Current Profiler) e em casos mais audaciosos por satélites, que discutido não será aqui (Ex.: TOPEX/POSEIDON). Dentre estes, o uso do molinete hidrométrico é o mais difundido, pela facilidade e custo beneficio.

Normalmente a quantidade de água que passa numa determinada seção do rio é expressa em m³/s, isso significa dizer que a cada segundo passam X metros cúbicos de água para uma determinada seção transversal do rio (córrego ou tubulação), caso deseja-se expressar o volume de água em litros, basta saber que 1m³ = 1.000 litros de água. Os

símbolos usualmente nos estudos hidrológicos são:

 $Q = vazão (m^3/s)$

 $A = \text{área da seção do rio } (m^2) (w.h)$

V = velocidade do fluxo de água (m/s)

h = profundidade média na seção transversal do canal (m)

w = largura do canal

Expressando matematicamente o que foi dito anteriormente, temos:

$$Q = (w \cdot h) \cdot V \text{ ou } Q = A \cdot V$$

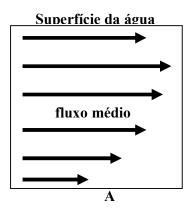


Figura 1A – Esquema básico da variação do fluxo de água representado pelas setas, as quais indicam a direção e velocidade do fluxo na vertical.

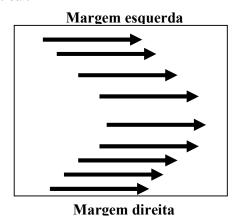


Figura 1B – Esquema básico da variação do fluxo de água representado pelas setas, as quais indicam a direção e velocidade do fluxo na forma transversal ao canal

EQUIPAMENTOS DE CAMPO

Molinete - O molinete hidrométrico ou correntômetro de hélice é um velocímetro em forma de torpedo e que serve para medir de forma pontual a velocidade da corrente de água por unidade de tempo, normalmente expressa em m/s (metros por segundo) (Figura2).

Os molinetes possuem uma hélice a qual converte o movimento de translação do fluxo de água em um movimento de rotação de uma hélice, que com o auxílio de um contador é determinado num intervalo de tempo o número de voltas que a hélice realizou, após saber o número de voltas da hélice num dado intervalo de tempo, é determinado a velocidade do fluxo com a "equação do molinete". A "equação do molinete" é fornecida pelo fabricante do aparelho, esta equação é calibrada para cada molinete de forma individual e somente pode ser usada para o aparelho calibrado. Com o passar do tempo é recomendado que seja feito uma nova calibração do mesmo, pois a hélice e o rolamento interno sofrem com o tempo desgaste, afetando na precisão das medições.



Figura 2 – Molinete hidrométrico, também conhecido como correntômetro de hélice

Ecosonda - O levantamento batimétrico é um procedimento importante para conhecer a geometria do leito do canal, seja de um lago, rio, estuário, oceano ou mesmo uma barragem

ou açude. As ferramentas utilizadas para um levantamento batimétrico podem ser manuais ou automáticas. Dependendo das condições físicas acessíveis ou econômicas, os métodos podem ser desde o uso de varas ou cordas, ao uso de instrumentos a laser, acústicos ou orbitais (Lyzenga, 1978; Stevaux *et al*, 2004; Carina, 2004; Brandalize e Philips, 2004; Krug e Noernberg, 2005; Carvalho, 2007).

No caso do aparelho aqui exemplificado, trata-se do modelo Furuno (Figura 3). O princípio de funcionamento é baseado pelo efeito Doppler, em que o sensor emite um sinal sonoro a 1500 m/s em uma frequência de 50 ou 200 kHz, o sinal é refletido por objetos e pelo leito retornando ao instrumento que calcula a distância entre o emissor/receptor (Figura 4). Para visualizar o fundo de forma geral usa-se a frequência de 50 kHz, para obter mais detalhes (ex. dunas) usase a de 200 kHz, é possível exibir ao mesmo tempo os dois modos e assim poder comparálos (Furuno, 2002).

Dependendo do tipo de material do leito (rochoso ou lamoso) o sinal refletido será diferente, o qual é exibido na tela com cores variadas. O aparelho exibe na tela o leito e uma tonalidade de cor, quanto mais forte forem às cores mais "duro" é o leito, assim podendo-se interpretar como fundo rochoso (Furuno, 2002).

A ecossonda possui uma antena de GPS capaz de trabalhar com 12 canais. O aparelho registra e envia ao computador

instantaneamente a posição, velocidade e rumo do barco. Também possui um mapa global, com redes hidrográficas, hidrovias, cidades etc., podendo-se elaborar uma navegação, registrando o ponto de partida e o ponto de destino, acompanhando o percurso no mapa, o qual indica a posição, tempo estimado de viagem e o trajeto que esta sendo percorrido (Furuno, 2002).



Figura 3 – Tela da ecossonda modelo Furuno GP1650F/DF utilizado no campo.

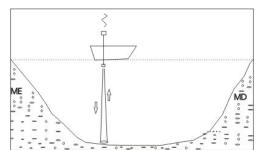


Figura 4 – Esquema do funcionamento da ecossonda. As setas indicam o sinal emitido e o seu retorno ao equipamento.

ADCP - Accustic Doppler Current Profile

O Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), ou Correntômetro Acústico de Efeito Doppler, é um instrumento que determina a velocidade do fluxo em perfis verticais. O instrumento se baseia pelo efeito Doppler, o aparelho emite uma freqüência de onda sonora

(600kHz) a uma velocidade de 1400-1570 m/s, a qual ao ser refletida por partículas em suspensão na água e do leito do rio, sofre alteração em seu comprimento de onda (modificando a freqüência), o sinal de retorno é usado para estimar o deslocamento relativo do alvo (partículas em suspensão e leito do rio) em relação a fonte (barco). Já que a velocidade das partículas em suspensão é a mesma do fluxo do rio, obtém-se a velocidade do fluxo (RDI, 2001).

O modelo usado nesta pesquisa (ADCP – Rio Grande 600 kHz) é restrito a profundidades de 0.70 a 75 m, porém é mais preciso em profundidades superiores a 3 m. Testes comparativos pelo método do molinete hidrométrico e do acústico, realizados por (Gomes e Santos, 2003) indicam que não há tendência de erro na medição de descarga, porém são necessários mais testes comparativos.

O ADCP, modelo Rio Grande, trabalha com quatro *beens* (transdutores ou sensores que convertem sinais elétricos em sonoros e viceversa) os quais emitem e recebem em conjunto sinais elétricos e sonoros (Figura 5).



Figura 5 – ADCP modelo Rio Grande. Esta posição mostra os "beens", transdutores (círculos vermelhos) do ADCP. A escala mostra 20 cm de diâmetro.

Uma bússola interna mede a orientação relativa do aparelho ao campo magnético da Terra. Este mecanismo é importante para determinar a direção do fluxo d'água em diferentes profundidades e o movimento da embarcação com relação ao norte magnético. O ADCP calcula as velocidades das colunas de água usando o método de correlação, método chave para determinar a intensidade de mudanças (variação na freqüência do sinal emitido com o de retorno) na distribuição das partículas que refletem o sinal, quanto menor for esta mudança, maior será a correlação, assim melhor a qualidade dos dados (Figura 6) (RDI, 2001).

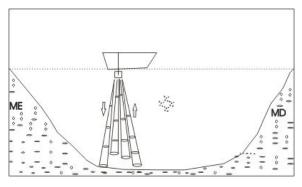


Figura 6 – Esquema do funcionamento do ADCP, indicando os feixes de direção dos "beens". ME = Margem esquerda; MD = Margem direita

TÉCNICAS DE MEDIÇÃO

MEDIÇÃO INDIRETA

A medição indireta consiste de uma forma "manual" de estimar a vazão seja em rios ou córregos. É um método simples em que é exigido um embasamento teórico para se estimar a vazão, ao contrário de métodos automáticos como o uso do ADCP, onde o aparelho realiza todos os cálculos necessários apresentando-os de forma instantânea no monitor, não exigindo maiores conhecimentos do processo de medição.

Em certos casos, estudos apenas descritivos de uma determinada área não exigem dados precisos, assim como em alguns córregos a profundidade e o fluxo de água não permitem a utilização de aparelhos como ADCP ou molinete. Nestes casos pode ser usado método indireto, não convencional, para estimar a vazão, onde é determinada a largura do canal, em diferentes profundidades ao longo da seção transversal e estimado a velocidade do fluxo.

Estas medições são todas necessárias para qualquer meio de medir vazão, o que irá variar é a forma com que são realizadas estas medições.

Com o uso de uma trena, é medido a largura do canal, no caso da ausência de uma trena pode ser usado uma corda, caso o canal seja muito largo a medição pode ser feita com o uso de um GPS. Após determinada a largura do canal, é determinada sua profundidade média. Este próximo passo pode ser feito com o uso de uma simples vara de bambu, uma corda com peso, ou medir a laser (fita métrica a laser encontrada em lojas de materiais construção) ambos devidamente marcados na escala métrica. Em seguida, faz-se medições para estimar a média das profundidades (somase todos os pontos amostrados e dividi-se pelo número de pontos amostrados). Com a média da profundidade e a distância do canal, resta a última variável, no entanto a mais delicada, pelo fato de ser muito dinâmica ao longo do eixo transversal e vertical do canal, que é a velocidade média do fluxo de água. Para estimar a velocidade média do fluxo, alguns artefatos são usados, desde folhas flutuadores postos no eixo central do canal. Estes objetos são postos num determinado ponto e solto, a distância pré-fixada em que o objeto flutua (podendo ser 1, 2 ou 10... metros) e o tempo decorrido estima-se a velocidade, isto é, velocidade é igual ao tempo dividido pela distância (v = t/d), este passo pode ser repetido três vezes para que se tenha uma melhor media da velocidade da corrente de água.

MEDICÃO DIRETA

Uso do Molinete - Foi mencionado anteriormente que o rio apresenta diferentes velocidades do fluxo de água, em que a velocidade nas margens é inferior que no meio do canal, assim como na superfície e no fundo também são diferentes. Devido a esta dinâmica, que o fluxo tem no canal, é necessário um conjunto de medidas no canal tanto na vertical como transversal ao rio, para que não seja feito uma estimativa errada da velocidade médio do rio.

Para se obter uma média da velocidade da correnteza de forma coerente, é necessário realizar medições da velocidade do fluxo em diferentes seções transversais ao canal, e em cada seção medir em diferentes verticais (profundidades diferentes).

Tabela 1 – Adaptado de Gomes e Santos, 2003. Distribuição dos pontos para medição da velocidade do fluxo de água em diferentes verticais.

Profundidade	Número	Profundidade do
(m)	de pontos	ponto (m)
0,15 a 0,60	1	0,60
0,60 a 1,20	2	0,2 e 0,8
1,20 a 2,00	3	0,2; 0,6 e 0,8
2,00 a 4,00	4	0,2; 0,4; 0,6 e
		0,8
> 4,00	6	S; 0,2; 0,4; 0,6;
		0,8 p e fundo

Tabela 2 – Adaptado de Gomes e Santos, 2003. Distribuição dos pontos transversal ao canal para medição da velocidade do fluxo de água entre as seções verticais.

Largura do canal (m)	Distância entre as
	seções verticais (m)
< 3	0,30
3 a 6	0,50
6 a 15	1,0
15 a 30	2,0
30 a 50	3,0
50 a 80	4,0
80 a 150	6,0
150 a 250	8,0
> 250	12,0

No entanto o uso do molinete não dispensa a necessidade de outros meios e aparelhos para determinar a largura do canal e profundidade média, que pode ser feita com os métodos já mencionados anteriormente.

Uso do ADCP - Antes de iniciar a medição, com todos os equipamentos já instalados, é aconselhável realizar um teste de comunicação para verificar o envio e recebimento de sinais entre o ADCP e o computador nele acoplado por um cabo via serial. Este procedimento é feito através do script BBTALK fornecido pela empresa fabricante (RDI). Os testes são: funcionamento dos beens (sensores de medição), bússola, sensor de temperatura, pressão e comunicação em porta adequada com o laptop. A RDI recomenda que seja calibrada a bússola no local da medição (que deve ser

repetido quando a distância for maior que 100 km). Com o uso do *BBTALK* para calibragem da bússola é necessário que seja feito em local aberto e sem metais (como ferro) próximos ao aparelho, o algoritmo automaticamente com o barco em movimento fará a calibração.

Após os testes básicos sugeridos pela RDI e antes de iniciar as medições, é necessário configurar o *WinRiver* informando alguns parâmetros básicos como: profundidade máxima do canal, velocidade máxima da água e do barco, profundidade a qual os *beens* foram posicionados e local para armazenamento dos dados (estes dados não precisam ser específicos).

Foi utilizado um barco para os deslocamentos (Figura 7). Para iniciar as medições da vazão e velocidade do fluxo d'água, o barco é posicionado mais próximo em uma das margens (ponto inicial); iniciado o modo *ping* (início dos sinais emitidos) e computado a distância (em metros) da margem ao barco. Após este procedimento o barco foi deslocado para a outra margem (ponto final). Próximo ao ponto final insere-se a distância restante à margem, finalizando o transecto, e obtendo-se assim os resultados de vazão em m³/s e velocidade do fluxo em m/s.



Figura 7 – Aparelho ADCP modelo Rio Grande em suporte de alumínio para acoplar na lateral do barco.

Os dados adquiridos pelo equipamento são processados no programa WinRiver (Figura 8), que armazena, processa e exibe os dados registrados pelo ADCP, o qual é fornecido pela empresa RD Instruments. Os resultados são exibidos instantaneamente pelo WinRiver. fornecendo das diferentes informações velocidades nas seções verticais do rio, vazão, vetor do fluxo, temperatura, profundidade, distância entre as margens, área da seção, velocidade relativa do barco, rumo do barco, além de dados que podem ser equacionados para estimar quantidade sedimentos em suspensão e calcular transporte de sedimentos fundo (Mueller, 2002; RDI, 2001; Kostaschuk, et al, 2004).

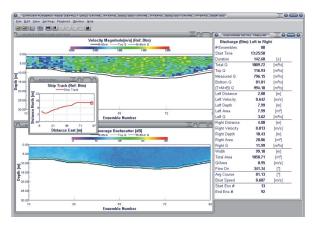


Figura 8 – Tela do programa *WinRiver* indicando nas janelas centrais o perfil transversal com dados de velocidade e índice de intensidade do sinal refletido pelas partículas na água.

DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE MEDIÇÃO

Será descrito aqui as três formas básicas para estimar e medir a vazão. Estes métodos já foram realizados em três campanhas, no Flona de Silvânia, no rio São Marcos e no rio Araguaia, com a finalidade de estimar nestes três ambientes os métodos descritos anteriormente para calcular a vazão.

MEDIÇÃO DE VAZÃO NO CÓRREGO DO FLONA DE SILVÂNIA, GOIÁS

No córrego do Flona de Silvânia foi estimada a vazão de forma indireta com o uso de instrumentos não usuais, embora práticos em determinadas condições, como no caso desta área em que o córrego possui um estreito canal e um volume de água raso.

Neste local primeiro foi medido a largura do canal com o uso de uma fita métrica (trena), resultando em 3,5 metros de uma margem a outra.

RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física Recife-PE Vol. 01 n.01 Mai/Ago 2008, 73-85.

foi O próximo passo medir profundidade média do córrego. Para medir a profundidade foi usado uma vara (ripa) de madeira de dois metros de comprimento, devidamente marcada em escala métrica (da mesma forma que uma régua escolar). Foi feito primeiro uma avaliação do leito do córrego, o qual apresentou-se de forma homogênea (sem variações no eixo transversal), pois caso ocorra grandes variações é necessário uma melhor cobertura do número de pontos amostrados, neste caso foram necessárias quatro medições, duas nas margens e duas no meio do canal. Após foi somado as profundidades, margem esquerda 0,40 metros, meio 0,85 e 0,70 metros e margem direita 0,30 metros, totalizando 2,95 metros, este valor dividido pelo número de pontos é de 0,73 metros (h=2,95/4).

Feito o cálculo da profundidade média, o próximo passo foi estimar a velocidade média do córrego. Para isso foi usado um pequeno cano plástico de 40 cm de comprimento (neste caso pode ser substituído por uma garrafa de dois litros de refrigerante com peso suficiente para que fique com a parte do bico de fora da água) com peso (areia) para que possa flutuar com a maior parte imersa. Foi determinado uma distância de 2 metros (pista) para que o cano percorra e seja cronômetrado o tempo. O cano foi solto cerca de meio metro antes do inicio da distância fixada (pista), para que ele possa adquirir aceleração suficiente e seguir na mesma velocidade da água, o tempo decorrido para o cano percorrer os dois metros foi de 13 segundos, este valor foi a média de três medições. Logo a velocidade média da correnteza para o dia e hora estimado foi de 0.15 m/s (v = 2/13).

Já calculado as três variáveis necessárias para estimar a vazão, podemos então obter Q. Usando a equação da vazão fica Q = 0,15 x 0,73 x 3,50, temos 0,383 m³/s, ou seja, 383 litros por segundo que passam neste trecho amostrado.

MEDIÇÕES DE VAZÃO NO RIO SÃO MARCOS

Neste exemplo trata-se de um sistema fluvial maior, ou seja, um rio mais caudaloso. Para este estudo houve necessidade de realizar uma medição com maior precisão, com o uso de equipamentos como molinete e ecossonda.

Primeiramente foi escolhido um trecho do rio mais retilíneo, pois para medição de vazão evita-se fazer em locais de curvas (nos meandros) dos rios. Escolhida a área por imagem de satélite, o primeiro passo foi realizar medição das profundidades batimétrico) e juntamente (levantamento medida a largura do rio. A batimetria foi realizada com um barco tipo voadeira com o uso de ecossonda modelo Furuno e percorrido transversalmente ao canal em marcha lenta (esta descrição já foi comentada anteriormente). Este aparelho batimétrico já possui um GPS, logo a largura do canal foi realizada conjuntamente a batimetria. A largura do canal foi de 60 metros, sendo assim a

foi profundidade média calculada com amostragem de 12 pontos, ou seja, a cada 5 metros foi medida a profundidade, o número somado das profundidades dividido pelo número de pontos medido é a profundidade média, a qual foi de 3,20 metros. A velocidade média do rio foi medida da seguinte forma, segundo a tabela 2 (adaptado de Gomes e Santos, 2003) para um rio de 60 metros de largura é aconselhado realizar medições no eixo transversal de 4 em 4 metros, neste caso foram feitas 15 seções verticais (60/4=15), sendo que em cada seção vertical foi medida as velocidades a 20, 40 e 80 cm de profundidade, este valores são de acordo com a tabela 1. Após foi usada a equação do molinete a qual é cedida pela fabricante, logo a velocidade média foi de 0.67 m/s. Usando então a já conhecida equação temos: $Q = A \times V$ igual a 128,64 m³/s, ou seja, 128.640 litros por segundo passam nesta seção do canal de 60 metros de largura.

MEDIÇÕES DE VAZÃO NO RIO ARAGUAIA

Diferentes dos três últimos exemplos citados, este com o uso do ADCP será o mais simples para exemplificar, pelo fato desta metodologia ser a mais prática e rápida na medição de vazão. As medições com ADCP foram realizadas em vários trechos do rio Araguaia, desde Luiz Alves até a confluência (bifurcação) do rio Araguaia e Javaés.

Foi usado um barco do tipo voadeira, e medidos alguns pontos como na Figura 9.

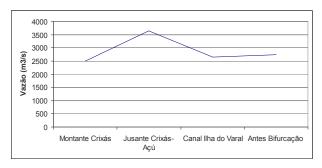


Figura 9 – Valores das vazões ao longo do trecho do rio Crixás-Açú até a bifurcação Araguaia-Javaés

Para realizar estas medições, o aparelho ADCP foi instalado na borda do barco, um micro computador foi usado para registrar os dados coletados com o uso do programa winriver (cedido pelo fabricante), estes dados são coletados à medida que é ligado o aparelho e percorrida a distância em marcha lenta, de uma margem a outra com velocidade continua. Os dados conforme o barco percorre o percurso já vão sendo registrados e mostrados na tela do micro computador, de modo que quando se chega no final do trajeto já se tem a medição feita. Os valores obtidos estão exemplificados na Figura 9.

CONCLUSÃO

Este artigo procurou exemplificar algumas técnicas convencionais convencionais para medição de vazão e canais fluviais. Trata-se de alguns estudos já realizados com o uso de determinados equipamentos como molinete, Ecosonda, ADCP e meios não convencionais, servindo de base para estudantes e pesquisadores de áreas afins.

RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física

Recife-PE Vol. 01 n.01 Mai/Ago 2008, 73-85.

Estes métodos são eficientes, sendo que para cada situação deve-se adotar uma determinada técnica, isso depende de fatores do meio físico e fatores financeiros em que é necessário adquirir equipamentos com custos elevados.

Em estudos futuros objetiva-se pesquisar, com dados estatísticos, a precisão entre cada método, e englobar meios modernos, ainda em fase de testes, como o uso satélites altimétricos para estimativa de vazão de grandes rios, como o caso do projeto TOPEX/POSEIDON.

REFERÊNCIAS

BRANDALIZE, M.C.B. & PHILIPS, J. Técnicas e Sistemas Compreendidos pela Tecnologia LIDAR. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC Florianópolis, 2004, p.1-7

BRIDGE, J. **Rivers and Floodplains**. Ed. Blackwell Science. 2003. 380p.

CARINA C. K. Caracterização e mapeamento faciológico dos sedimentos superficiais da barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS. Geografia e Ambiente. Porto Alegre, 1:11-33, 2004.

CARVALHO, T.M. Transporte de Carga Sedimentar no médio rio Araguaia entre os rios Crixás-Açú e Javaés. Dissertação de mestrado (Geografia). 2006. 87p.

CARVALHO, T.M. Quantificação de sedimentos em suspensão e de fundo no médio rio Araguaia. **Revista Geografia Acadêmica**, 1,1:55-64, 2007.

FUGAWI. Software. Disponível em **www.fugawi.com**. Acesso em 2 de setembro de 2008.

FURUNO Operator's Manual. Furno Eletric CO LTD. **Nishinomiya Japan**. 105p. 2002.

GOMES, J. & SANTOS, I. Análise comparativa de campanhas de medição de descarga líquida pelos métodos convencional e acústico. In: XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003. p.32-36.

KOSTASCHUK, R.A.; VILLARD, P.V. & BEST, J.L. Measuring flow velocity and sediment transport with an acoustic Doppler current profiler. **Geomorphology**, 68:25-37, 2004.

KRUG, L.A. & NOERNBERG, M.A. Extração de batimetria por sensoriamento remoto de áreas rasas dos sistemas estuarinos do Estado do Paraná - Brasil. In: **Anais** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia, 2005. p.3077-3084.

LEWIN, J. Meander development and floodplain sedimentation: a case study from mid-Wales. **Geological Journal**, 13:25-36, 1978.

LEOPOLD, L.B. & MADDOCK, T. 1953. Hydraulic geometry of stream channels and som physiographic implications. US **Geological Survey**. 252p.

LEOPOLD, L. & WOLMAN, M.G. River channel pattern, braided, meandering and straight. Ed.U.S. **Geological Survey**, 1957. 282p.

LEOPOLD, L. & WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. Fluvial process in Geomorphology. San Francisco, Ed. H.W. Freeman, 1964. 201p.

LYZENGA, D. R. Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and **Bottom Features. Applied Optics**, 17:379-383, 1978.

MANGELSDORF, K. & SHEURMANN, M. River morphology – A guide for geoscientists and engineers. **Berlin Heidlberg New York**, Ed.Springer - Verlag –New York, 1990. 25p.

RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física Recife-PE Vol. 01 n.01 Mai/Ago 2008, 73-85.

MUELLER, D.S. Field assessment of acoustic-Doppler based discharge measurements. Proceedings of Hydraulic Measurements and Experimental Methods. **American Society of Civil Engineers**. 1:95-102, 2002.

RD Instruments, Inc. **WinRiver user's guide**—USGS version: San Diego, Calif., RD. 2001.

STEVAUX, J.C.; FILHO, E.E. & MARTINS, D.P. Chracteristics and dynamics of the Paraná river channel bedform: na approuch to study the influences of the Porto Primavera Dam, Sand mining, and channel construction. In:Structure and function of the Paraná river and its floodplain, Ed. Universidade, 2004. p.15-18.