



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Instalação e Operação da Estação Fluviométrica: Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó

Área Temática: Estudos sobre tecnologia e trabalho

José W. A. Garrido¹, Antonio L. da Silva², Pedro H. P. dos Santos³, Diêgo L. Crispim⁴, Thâmara M. I. de Sousa⁵, Luara L. Ismael⁶, Ricardo R. P. de Almeida⁷, Manoel M. F. de Queiroz⁸

¹ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – garrido_wagner@hotmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – antoniolopsilva@gmail.com

³ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – pehugope@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – diegolc_85@hotmail.com

⁵ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – thamaraismael@hotmail.com

⁶ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – luara_ismael@hotmail.com

⁷ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – ricelli2008@bol.com.br

⁸ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Pombal, Pombal - PB – moises@ccta.ufcg.edu.br

Resumo

O referente trabalho tem como objetivo instalar e operar uma estação fluviométrica automática, na bacia hidrográfica do Rio Piancó, localizado entre o sistema Coremas Mãe D'Água e sua foz no rio Piranhas, município de Pombal, Paraíba, Brasil. Para esse estudo estão sendo utilizadas, cinco réguas linimétricas de alumínio, com 1,0 m cada, para a obtenção das leituras das cotas (nível do rio), um sensor de pressão e um pluviômetro automático, ligados a um datalog, para medição e armazenamento dos dados gerados sobre o nível d'água, sendo estes equipamentos da marca HIDROMEC. O sistema de aquisição de dados (nível de água e chuva) é alimentado por uma bateria de 12 v ligada a uma placa solar e terá um dispositivo de proteção contra descargas elétricas com sistema de para-raio. Para a medição da vazão está sendo usado um medidor acústico de vazão, o RiverSurveyor S5 da Sontek que é um sistema perfilador current acústico doppler (ADCP) e um molinete fluviométrico com contador de pulsos. 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.

Palavras - chave: Hidrometria; Acoustic current doppler profiler; Aquisição automática de dados; Rio piancó.

1 Introdução



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

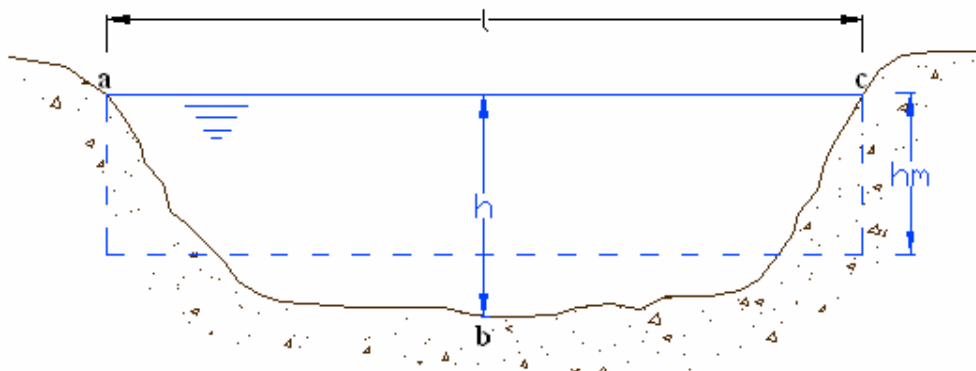


“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

A hidrometria é a parte da hidrologia ligada à medida das variáveis hidrológicas, e tem como objetivo obter dados básicos, tais como precipitações, níveis de água, vazões, entre outros, e a sua variação no tempo e no espaço Santos *et al.* (2001). Dentro da hidrometria pode-se citar a fluviometria que abrange as medições de vazões e cotas de rios. Os dados fluviométricos são indispensáveis para os estudos de aproveitamentos hidroenergéticos, assim como para o atendimento a outros segmentos, como o planejamento de uso dos recursos hídricos, previsão de cheias, gerenciamento de bacias hidrográficas, saneamento básico, abastecimento público e industrial, navegação, irrigação, transporte, meio ambiente e muitos outros estudos de grande importância científica e sócio-econômica (IBIAPINA *et al.*, 2003).

A fluviometria, que faz parte da hidrometria, trata das medições de vazões dos rios Santos *et al.* (2001). Uma estação fluviométrica se localiza em uma seção do rio, composta basicamente por réguas limimétricas e/ou linígrafos para medição dos níveis de água. As características geométricas da seção transversal definida pela estação variam com o nível d'água na mesma (Figura 1). Essas características são a seguir:

- Área molhada: área da seção transversal ocupada pela água;
- Perímetro molhado: comprimento da linha de contato entre a superfície molhada e o leito;
- Raio hidráulico: quociente da área molhada pelo perímetro molhado;
- Largura superficial: comprimento da linha horizontal da área molhada;
- Profundidade média: quociente da área molhada pela largura superficial.



h = profundidade; h_m = profundidade média; $abca$ = área molhada;

Figura 1 - Características geométricas de uma seção transversal. Fonte: Santos et al. (2001)

Em uma seção transversal de um curso d'água, a relação que existe entre a descarga e a altura da lâmina d'água (cota) é uma função denominada de curva de descarga, ou curva-chave.

Na bacia do rio Piranhas Açu, situada no Nordeste do Brasil, pertencente ao território dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, totalmente inserida no clima semi-árido nordestino estão inseridas as sub-bacias: Piancó, Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Seridó e Baixo Piranhas. As três primeiras estão totalmente inseridas em território paraibano, a sub-bacia do Baixo Piranhas situa-se totalmente no estado do Rio Grande do Norte e as demais estão compreendidas nos dois estados. Os regimes hidrológicos desses rios sofrem fortes influências das condições climáticas do semi-árido. Notadamente, no curto período chuvoso, ocorrido anualmente, onde as variações de vazões, da qualidade da água e da quantidade de sedimentos são decorrentes dos volumes de água superficiais, associadas às



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

formas de uso do solo, às características fisiográficas das bacias e ao tipo de cobertura vegetal predominante da caatinga (AESAs, 2012).

Molinete hidrométrico é um aparelho que serve para medir a velocidade de um escoamento Santos *et al.* (2001). Ele possui uma hélice em torno do eixo que gira no sentido contrário ao fluxo mandando sinais elétricos a um contador de rotações, ou seja, contando o número de voltas durante um intervalo de tempo fixo, obtendo-se assim uma relação entre a velocidade do fluxo e a rotação da hélice do tipo:

$$V = a \cdot N + b, \quad 1$$

em que V = velocidade do fluxo; N = velocidade de rotação; e a e b são constantes características da hélice e fornecidas pelo fabricante do molinete, e/ou determinadas por calibração, que deve ser realizada periodicamente (CHEVALLIER, 2003).

O ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler, ou Correntômetro Acústico de Efeito Doppler, é um aparelho desenvolvido para medir a velocidade das partículas suspensas na água e por consequência a corrente d'água através do efeito Doppler. Os ADCPs também são chamados de aparelhos Doppler ou instrumentos Doppler. Segundo Simpsom (2001), o efeito Doppler é um princípio da física descoberto pelo austríaco Christian Johann Doppler (matemático e físico) em 1842, em Praga - Czechoslovakia e por isso denominado de efeito Doppler.

A mudança na frequência devido ao efeito Doppler é calculada pela equação abaixo.

$$F_d = F_s \frac{v_R}{c}, \quad 2$$

onde F_d é a diferença de frequência (Hz); F_s é a frequência transmitida de uma fonte (Hz); v_R é a velocidade relativa entre a fonte e o objeto (m/s); e c é velocidade do som (m/s).

O ADCP transmite um pulso acústico (um ping) na coluna de água e em seguida, escuta o regresso do som (o eco). Ao receber o eco, o ADCP calcula o efeito Doppler. A (Figura 2) mostra um esquema de como um pulso acústico é transmitido na água e as suas conseqüentes reflexões de energia acústica (SIMPSOM, 2001).



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

"O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham"

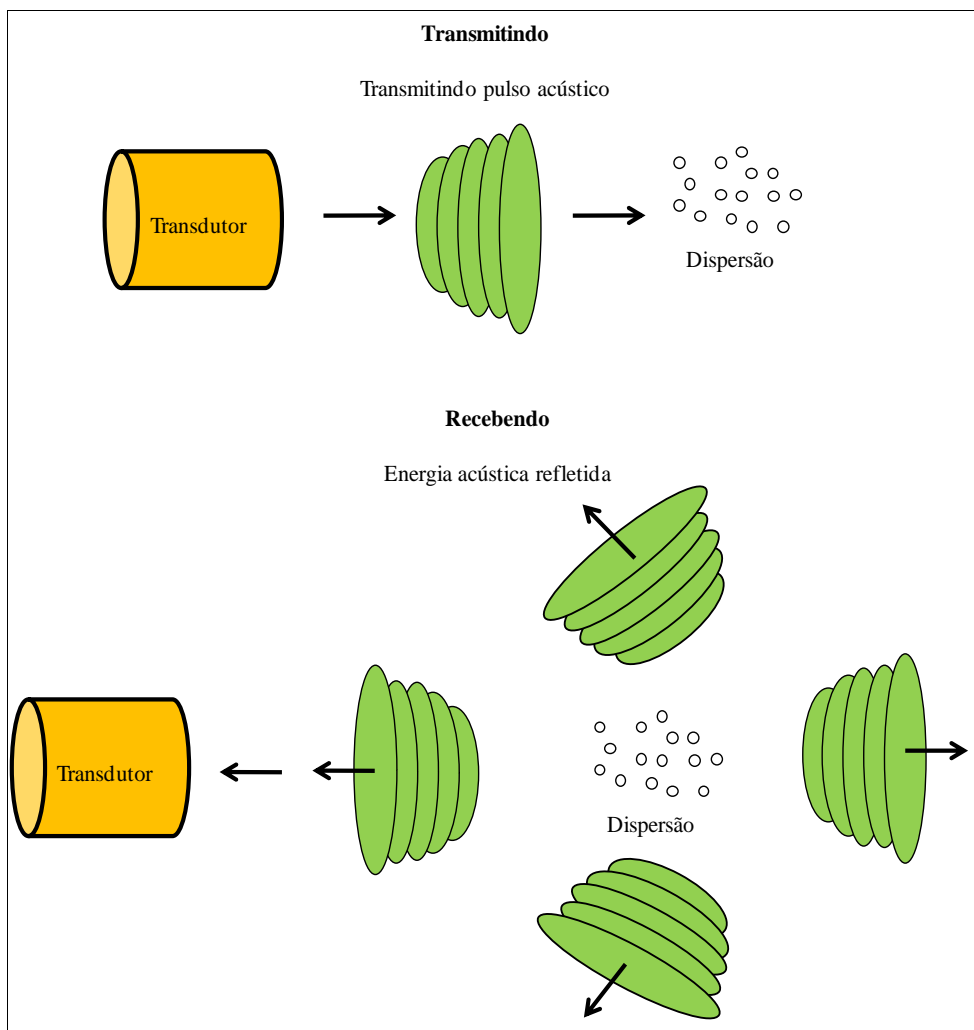


Figura 2 - Transmissão e dispersão de um pulso acústico. Fonte: Simpson (2001)

Na (Figura 2) acima se observa que apenas parte do eco refletido é lido pelo transdutor. A maioria dos pulsos acústicos são absorvidos ou refletidos em outras direções. Para o ADCP uma parte desse Doppler é o som deslocado pela dispersão posterior das partículas da água, como se as partículas dispersadas fossem uma nova fonte sonora Grison (2008). Portanto, há um efeito Doppler entre o transdutor e a partícula, e outro entre a partícula e o transdutor. Assim a Equação 2 se define como:

$$F_d = 2 * F_s \frac{v_R}{c} \quad 3$$

Como o efeito Doppler é resultado de uma única componente de velocidade na direção do transdutor (emissor e receptor) as velocidades perpendiculares à direção do transdutor não produzem nenhum efeito Filho *et al*, (1999). A Equação 3 é definida como:

$$F_d = 2 * F_s \left(\frac{v_R}{c} \right) \cos \theta, \quad 4$$

onde θ é o ângulo entre o vetor da velocidade relativa e a linha entre o ADCP e a dispersão das partículas.

Em face ao exposto, o objetivo deste trabalho é instalar e operar uma estação fluviométrica automática, na bacia hidrográfica do Rio Piancó.

2 Metodologia

Este estudo está em fase de execução como parte do projeto de Iniciação Tecnológica e Inovação, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, que teve início em setembro de 2011.

Está sendo realizado na bacia hidrográfica do rio Piranhas – Açu, na sub-bacia do Rio Piancó, entre o sistema Coremas Mãe D'Água e sua foz no rio Piranhas, município de Pombal – PB (Figura 3).

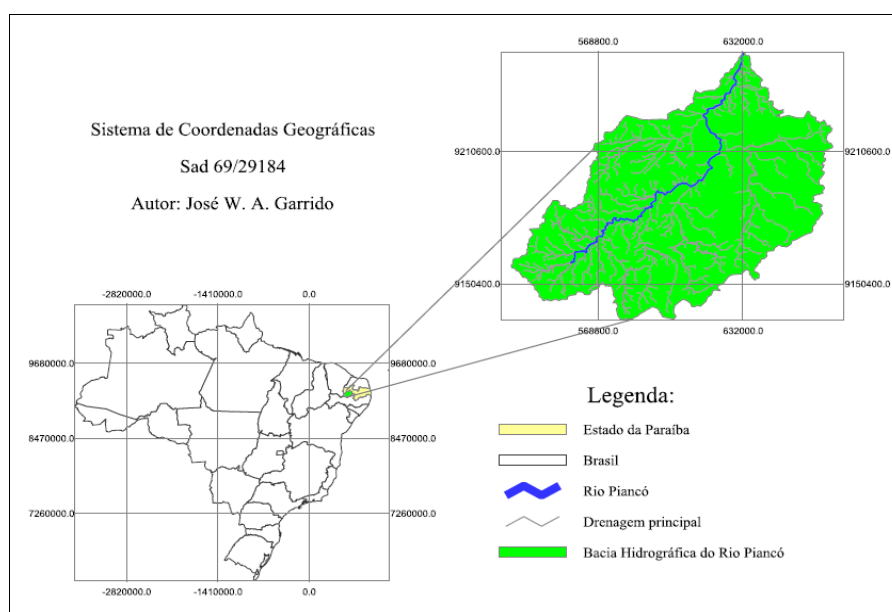


Figura 3 - Localização da bacia hidrográfica do Rio Piancó. Fonte: Arquivo pessoal (2012)

A área de estudo está próxima à captação de água de abastecimento do município de Pombal - PB, situado nas intermediações da palhoça beira rio, na comunidade Xiquexique, localizada, segundo as coordenadas geográficas $6^{\circ}46'46,80''S$ e $37^{\circ}48'46,10''W$ (Figura 4).



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

"O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham"



Figura 4 - Localização da área de estudo. Fonte: Google Earth (2012)

Para esse estudo estão sendo utilizadas, cinco réguas linimétricas de alumínio, com 1,0 m cada, para a obtenção das leituras das cotas (nível do rio), um sensor de pressão e um pluviômetro automático, ligados a um datalog, para medição e armazenamento dos dados gerados sobre o nível d'água, sendo estes equipamentos da marca HIDROMEC. O sistema de aquisição de dados (nível de água e chuva) é alimentado por uma bateria de 12 v ligada a uma placa solar e terá um dispositivo de proteção contra descargas elétricas com sistema de para-raio. Para a medição da vazão está sendo usado um medidor acústico de vazão, o RiverSurveyor S5 da Sontek que é um sistema Perfilador Acústico Doppler (ADCP) e um molinete fluviométrico com contador de pulsos. Todos esses equipamentos foram financiados pelo CNPq.

Para medição de vazão com molinete está sendo utilizado o molinete fluviométrico do fabricante HIDROMEC, modelo NEWTON, que apresenta a seguinte equação de velocidade:

$$V = 0,2738 * N + 0,0148 \quad 5$$

em que N representa o número de rotações por segundo da hélice, conforme a equação 6 mostrada a seguir:

$$N = U/t \quad 6$$

onde U é o número de rotações; e t é o tempo (s).

Na medição convencional a área da seção transversal é subdividida através de verticais, em geral com o mesmo espaçamento estabelecido a partir da largura do canal (rio) de acordo com indicações apresentadas na (Tabela 1).



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



"O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham"

Tabela 1 - Distâncias recomendadas entre as verticais

Largura do canal (m)	Distância entre as verticais (m)
< 3,0	0,30
3,0 à 6,0	0,50
6,0 à 15,0	1,00
15,0 à 30,0	2,00
30,0 à 50,0	3,00
50,0 à 80,0	4,00
80,0 à 150,0	6,00
150 à 250,0	8,00
> 250,0	12,00

Fonte: DNAEE (1977) citada por Santos et al. (2001)

Em cada vertical é feita a medição da velocidade de fluxo ao longo de sua profundidade em posições e quantidades definidas em função do valor da profundidade (Figura 5), conforme indicação feita na (Tabela 2). Assim, a velocidade média em cada vertical é determinada por métodos analíticos (SANTOS *et al.*, 2001).





9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Figura 5 - Medição de vazão com o molinete fluviométrico e contador de pulsos na seção transversal do Rio Piancó. Fonte: Arquivo pessoal (2012)

Na (Tabela 2) mostra o cálculo das velocidades médias em até seis pontos para cada vertical.

Tabela 2 - Cálculo das velocidades médias nas verticais pelo método detalhado

Nº de pontos	Posição na vertical em relação à profundidade (m)	Cálculo da velocidade média na vertical (m/s)	Prof. (m)
1	0,6p	$\bar{v} = v_{0,6}$	0,15 - 0,6
2	0,2p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + v_{0,8}) / 2$	0,6 - 1,2
3	0,2p; 0,6p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) / 4$	1,2 - 2,0
4	0,2p; 0,4p; 0,6p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) / 6$	2,0 - 4,0
6	S; 0,2p; 0,4p; 0,6p; 0,8p e F	$\bar{v} = (v_s + 2(v_{0,2} + v_{0,4} + v_{0,6} + v_{0,8}) + v_f) / 10$	> 4,0

(*) S = superfície; F = fundo

Fonte: DNAEE (1977) citada por Santos et al. (2001)

Nesse estudo está sendo aplicado o método da meia seção para os cálculos das vazões, que consiste em calcular vazões parciais de várias subseções. Isso é feito através da multiplicação da velocidade média da vertical pela área do segmento retangular, definido pelo produto da profundidade média pela soma das semidistâncias às verticais adjacentes (Figura 6) (SANTOS *et al.*, 2001).

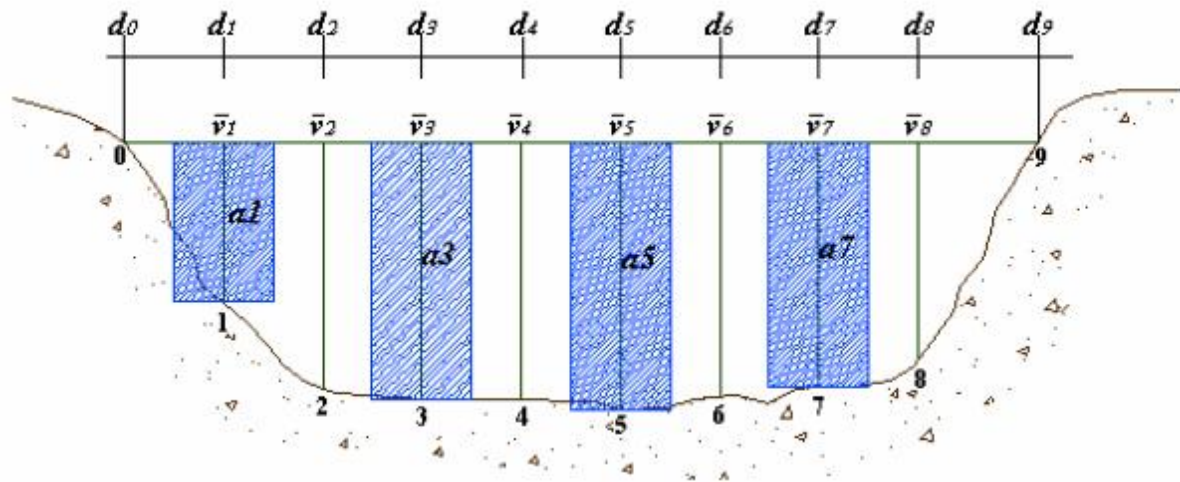


Figura 6 - Esquema ilustrativo do método da meia seção. Fonte: Santos et al. (2001)

Neste método, primeiro calcula-se a largura do segmento:

$$L_i = \frac{(d_{i+1} - d_{i-1})}{2} \quad 7$$

em que L_i é a largura dos segmentos (m); e d_{i+1} e d_{i-1} são as semi-distâncias às verticais (m). Após, a área dos segmentos pode ser calculada:

$$a_i = L_i h_m \quad 8$$

onde a_i é a área dos segmentos (m^2); e h_m é a profundidade média dos segmentos (m). Com isso, a vazão parcial fica:

$$q_i = \bar{v}_i a_i \quad 9$$

em que q_i é a vazão parcial ($m^3.s^{-1}$); e \bar{v}_i é a velocidade média na vertical ($m.s^{-1}$). Finalmente, obtém-se a vazão total:

$$Q_T = \sum q_i \quad 10$$

onde Q_T é a vazão total da seção ($m^3.s^{-1}$).

O ADCP utilizado para medição de vazão é do fabricante Sontek, modelo RiverSurveyor S5 que é um sistema Perfilador Acústico Doppler.

Para dar uma maior segurança e praticidade nas medições com o ADCP foi construído um sistema de cabo de aço esticado de um lado a outro do rio. O aparelho era engatado nesse cabo e com facilidade transportado ao longo da seção do rio (Figura 7).



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”



Figura 7 – Medição de vazão com o ADCP na seção transversal do Rio Piancó. Fonte: Arquivo pessoal (2012)

Coletando o nível de água, foram realizadas várias travessias com o ADCP, de ida e de volta, obtendo uma vazão média.

O cálculo da vazão total de cada nível está sendo realizado automaticamente pelo software RiverSurveyor S5 desenvolvido pela própria Sontek, com configuração de medição desse software diferente com a referência do Bottom Track (mede a velocidade de uma embarcação em relação ao leito do rio. A velocidade da embarcação é então subtraída da velocidade da água medida resultando no perfil absoluto da corrente de água, independente do movimento da embarcação) e a referência do GPS-GGA (medir a velocidade de uma embarcação baseada nos dados de posicionamento do GPS).

3 Resultados e discussão

A instalação e a operação desta estação fluviométrica tem como principal produto final a obtenção da curva-chave do Rio Piancó, diante disto estão sendo realizadas medições do nível de água (Figura 8) e de vazões (Figura 9).





9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Figura 8 - Seção de régua limnimétrica e estação fluviométrica: pluviômetro, Datalog e placa solar.
Fonte: Arquivo pessoal (2012)

A determinação da vazão de um rio pode ser realizada diretamente com o uso de equipamentos como molinete e ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). Esse procedimento de medição com molinete e ADCP é extremamente trabalhoso e honeroso. Por este motivo, geralmente opta-se pelo registro dos níveis da água em uma determinada seção transversal do rio e determina-se uma relação entre a vazão e o nível, denominada curva-chave (ou curva de descarga) (GRISON, 2008).

De acordo com a Ana (2009) destaca-se que quanto maior a precisão durante a medição de descarga líquida (vazão), melhor será o processo de tomada de decisão na área de recursos hídricos e saneamento ambiental. Então na (Tabela 3) e na (Figura 9) apresenta dados medições de descarga líquida, na seção transversal do Rio Piancó, por meio do molinete e ADCP com a referência do Bottom Track.

Tabela 3 – Comparação de medição de vazão com o ADCD e molinete para diferentes datas medições

Data	ADCP - Bottom Track Vazão (m ³ /s)	Molinete Vazão (m ³ /s)	Cota do Rio Piancó (cm)
15/03/2012	4,41	4,31	21,25
20/03/2012	4,11	4,14	20,5
27/03/2012	4,82	5,1	21,75
25/04/2012	4,95	Não medido	25,5
17/05/2012	4,21	Não medido	21,0

Relatório da Medição										Data Gerado: segunda-feira, 25 de junho de 2012									
Detalhes do Local					Informações da Medição														
Nome do Local: Rio Piancó					Participantes: UFCG														
Código da Seção					Barco/Motor: Cabo														
Localização: Sítio Xiquexique																			
Informações do Sistema					Configurações do Sistema					Unidades									
Tipo do Sistema: RS-S5					Prof. dos Transdutores (m): 0,11					Dist.: m									
Número de Série: 1829					Salinidade (ppt): 0,0					Velocidade: m/s									
Versão do Firmware: 1.02					Declinação Mag. (graus): -22,5					Área: m2									
Versão do Software: 2.00										Vaz.: m3/s									
Configurações da Medição										Resultados de Vazão									
Ref. para Trajeto: Bottom-Track					Método Margem Esq.: Margem Gradual					Largura (m): 63,41									
Ref. para Prof.: Bottom-Track*					Método Margem Dir.: Margem Gradual					Área (m2): 44,2									
Sist. de Coord.: ENU					Tipo Extrapolação Superf.: Lei Exponencial					Vel. Abs. Média (m/s): 0,100									
					Tipo Extrapolação Fundo: Lei Exponencial					Vaz. Total (m3/s): 4,41									
Resultados das Medições																			
nº da trav.	Hora			Dist.			Vel. Méd.			Vaz.			%						
	#	Data	Hora	Duração	Trajeto	DMG	Larg.	Área	Emb.	Água	Esq.	Dir.		Superf.	Meio	Fundo	Total	Medido	
1	M	15/03/2012	10:29:51	0:09:34	66,20	63,69	67,69	46,0	0,115	0,091	0,00	0,00	1,34	2,06	0,80	4,20	49,0		
2	M	15/03/2012	10:39:34	0:03:43	61,14	56,55	60,55	42,7	0,274	0,114	0,00	0,00	1,57	2,42	0,87	4,86	49,7		
3	M	15/03/2012	10:48:13	0:03:14	63,48	57,99	61,99	43,9	0,327	0,095	0,00	0,00	1,34	2,07	0,75	4,16	49,7		
				Média	0:05:30	63,60	59,41	63,41	44,2	0,239	0,100	0,00	0,00	1,42	2,18	0,81	4,41	49,5	
				Desvio Padrão	0:02:53	2,07	3,08	3,08	1,4	0,090	0,010	0,00	0,00	0,11	0,17	0,05	0,32	0,4	
				CV	0,000	0,033	0,052	0,049	0,031	0,377	0,098	0,000	0,000	0,076	0,077	0,061	0,073	0,007	
Tempo de Exposição: 0:16:31																			
NP de trav.20120315102851.riv; NP de trav.20120315103834.riv; NP de trav.20120315104713.riv;																			
Coment.																			

Figura 9 – Relatório de medição de vazão, gerado pelo software RiverSurveyor S5 - ADCP, realizado em 15 de março de 2012. Fonte: Arquivo pessoal (2012)

Comparando os dados de vazão do molinete com dados medidos com um ADCP, observa-se que as vazões de cada aparelho observaram-se uma proximidade dos valores para diferentes cotas do rio. Portanto, a diferença entre o molinete e o ADCP pode ser resultado das condições de medição em campo. A medição de vazão com o molinete é realizada à vau, podendo haver interferência do operador no fluxo de água medido. Além disso, a direção do caminho percorrido pelo ADCP na seção do rio não foi exatamente igual ao do molinete.

Com a utilização do molinete para o cálculo da vazão de um determinado rio, a velocidade que este efetua é pontual. Com a tecnologia *doppler*, passamos a ter mais medidas de velocidades na área de cada célula, e a velocidade que é mostrada na tela do computador será a média de velocidades para cada uma destas células (Figura 10). Toda a seção de medição é “mapeada”, tanto em velocidade d’água (módulo e direção), profundidade, quanto em relação a uma idéia da quantidade de sedimentos em suspensão.

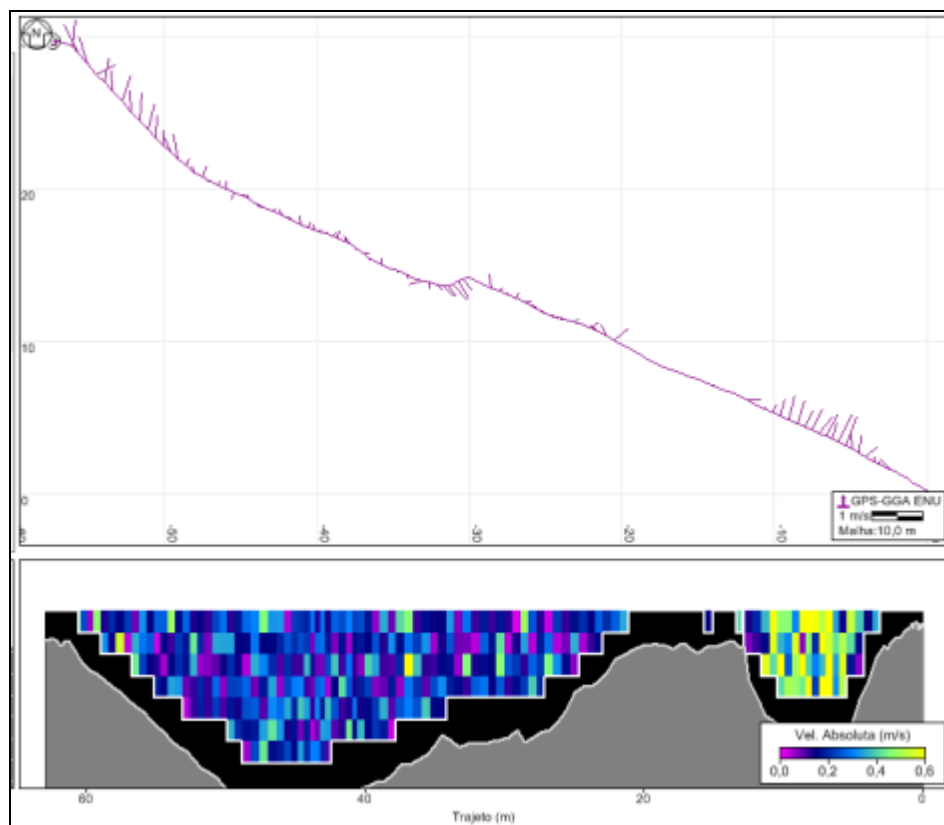


Figura 10 – Variação das velocidades, mostrando remanso na parte central da seção transversal do Rio Piancó, gerado pelo software RiverSurveyor S5 - ADCP, medição realizada em 15 de março de 2012. Fonte: Arquivo pessoal (2012)

Com base na (Figura 10), nota – se que existiu a formação de remanso na parte central da seção do rio estudado, e já próximo a margem direita do rio, consta no perfil dos vetores das velocidades que não foi registrado velocidades, com isso, essas características no geral não



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



"O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham"

afetam em nada a medição Doppler, pois o equipamento faz a correção das direções da corrente, e mede vazão negativa de um remanso descontando do valor medido.

Nas medições de vazão realizadas no Rio Piancó, com a utilização do ADCP, o sistema RiverSurveyor S5 foi configurado para cada medição com à referência de Bottom Track e GPSGGA, com o intuito de observar quais são as possíveis diferenças (Figuras 11 e 12)

Relatório de Medição de Vazão																		
Relatório da Medição																Imprimir		
Detalhes do Local										Informações da Medição								
Nome do Local: Rio Piancó										Participantes: UFCG								
Código da Seção:										Barco/Motor: Cabo								
Localização: Sitio Xiquexique																		
Informações do Sistema					Configurações do Sistema					Unidades								
Tipo do Sistema: RS-S5					Prof. dos Transdutores (m): 0,11					Dist.: m								
Número de Série: 1829					Salinidade (ppt): 0,0					Velocidade: m/s								
Versão do Firmware: 1.02					Declinação Mag. (graus): -22,5					Área: m2								
Versão do Software: 2.00												Vaz.: m3/s						
Configurações da Medição										Resultados de Vazão								
Ref. para Trajeto: Bottom-Track					Método Margem Esq.: Margem Gradual					Largura (m): 62,74								
Ref. para Prof.: Feixe Vertical					Método Margem Dir.: Margem Gradual					Área (m2): 42,9								
Sist. de Coord.: ENU					Tipo Extrapolação Superf.: Lei Exponencial					Vel. Abs. Média (m/s): 0,098								
					Tipo Extrapolação Fundo: Lei Exponencial					Vaz. Total (m3/s): 4,21								
Resultados das Medições																		
Nº da trav.	#	Hora			Dist.				Vel. Méd.				Vaz.				%	
		Data	Hora	Duração	Trajeto	DMG	Larg.	Área	Emb.	Água	Esq.	Dir.	Superf.	Meio	Fundo	Total		Medido
1	M	17/05/2012	15:02:09	0:04:46	61,75	58,22	62,22	42,7	0,216	0,100	0,00	0,00	1,32	2,20	0,75	4,28	51,6	
2	M	17/05/2012	15:07:23	0:03:48	61,28	59,27	63,27	43,2	0,269	0,096	0,00	0,00	1,27	2,10	0,77	4,14	50,7	
			Média	0:04:17	61,52	58,74	62,74	42,9	0,242	0,098	0,00	0,00	1,30	2,15	0,76	4,21	51,1	
			Desvio Padrão	0:00:29	0,23	0,53	0,53	0,2	0,026	0,002	0,00	0,00	0,02	0,05	0,01	0,07	0,4	
			CV	0,000	0,004	0,009	0,008	0,006	0,109	0,022	0,000	0,000	0,019	0,025	0,011	0,017	0,008	
Tempo de Exposição: 0:08:34																		
NP de trav.20120517150014.riv; NP de trav.20120517150529.riv;																		
Coment.																		
Cota do Rio Piancó 21 cm																		
Parâmetros e configurações mercades com um * não são constantes para todas as arquivos.																		
Relatório gerado com RiverSurveyor Live v2.00																		

Figura 11 - Relatório de medição de vazão com referência Bottom Track, gerado pelo software RiverSurveyor S5 - ADCP, realizado em 17 de maio de 2012. Fonte: Arquivo pessoal (2012)



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

Relatório de Medição de Vazão																		
Relatório da Medição																		
Detalhes do Local										Informações da Medição								
Nome do Local: Rio Piancó										Participantes: UFCG								
Código da Seção: [vazio]										Barco/Motor: Cabo								
Localização: Sítio Xiquexique																		
Informações do Sistema				Configurações do Sistema						Unidades								
Tipo do Sistema		RS-S5		Prof. dos Transdutores (m)		0,11		Dist.		m								
Número de Série		1829		Salinidade (ppt)		0,0		Velocidade		m/s								
Versão do Firmware		1.02		Declinação Mag. (graus)		-22,5		Área		m2								
Versão do Software		2.00						Vaz.		m3/s								
Configurações da Medição										Resultados de Vazão								
Ref. para Trajeto		GPS-GGA		Método Margem Esq.		Margem Gradual		Largura (m)		65,87								
Ref. para Prof.		Feixe Vertical		Método Margem Dir.		Margem Gradual		Área (m2)		44,1								
Sist. de Coord.		ENU		Tipo Extrapolação Superf.		Lei Exponencial		Vel. Abs. Média (m/s)		0,097								
				Tipo Extrapolação Fundo		Lei Exponencial		Vaz. Total (m3/s)		4,26								
Resultados das Medições																		
Nº da trav.	#	Hora			Dist.				Vel. Méd.			Vaz.				%		
		Data	Hora	Duração	Trajeto	DMG	Larg.	Área	Emb.	Água	Esq.	Dir.	Superf.	Meio	Fundo		Total	Medido
1	M	17/05/2012	15:30:20	0:03:40	64,95	62,26	66,26	43,9	0,295	0,105	0,00	0,00	1,44	2,39	0,79	4,62	51,7	
2	M	17/05/2012	15:34:20	0:03:12	62,62	61,49	65,49	44,3	0,326	0,088	0,00	0,00	1,17	2,04	0,69	3,90	52,4	
				Média	63,79	61,87	65,87	44,1	0,311	0,097	0,00	0,00	1,30	2,22	0,74	4,26	52,1	
				Desvio Padrão	0:00:14	1,17	0,39	0,39	0,2	0,015	0,009	0,00	0,00	0,13	0,17	0,05	0,36	0,3
				CV	0,000	0,018	0,006	0,006	0,004	0,050	0,088	0,000	0,000	0,102	0,078	0,071	0,084	0,006
Tempo de Exposição: 0:06:52																		
NP de trav.20120517152825.riv; NP de trav.20120517153225.riv;																		
Coment.																		
Cota do Rio Piancó 21 cm																		
Parâmetros e configurações marcadas com um * não são constantes para todos os arquivos.																		
Relatório gerado com RiverSurveyor Live v2.00																		

Figura 12 - Relatório de medição de vazão com referência GPS-GGA, gerado pelo software RiverSurveyor S5 - ADCP, realizado em 17 de maio de 2012. Fonte: Arquivo pessoal (2012)

Observa-se que com a função Bottom Tracking fornece velocidade da embarcação, profundidade, e direção da embarcação, então de acordo com Gamaro (2011) não há vantagem em se utilizar um DGPS acoplado ao ADCP/ADP, a menos das situações de fundo móvel locais com forte interferência magnética e locais cujo alcance do Bottom Tracking é excedido.

Ainda de acordo com Gamaro (2011) para um local em que não se necessita utilizar o DGPS para o processamento da medição, estamos inserindo um erro sem necessidade na vazão final, mas em locais com fundo móvel este erro seria aceitável em face de correção que o DGPS estaria fazendo ao longo de toda a travessia.

4 Conclusão

O ADCP vem se identificando uma ferramenta muito eficaz e eficiente nesse processo de medição de vazão no Rio Piancó. Isso porque as medições podem ser realizadas rapidamente e quando os resultados são comparados com as medições de molinete.

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.

A instalação da estação fluviométrica ainda está em fase de conclusão e que será credenciada junta a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA/ANA, ficando a estação sob a responsabilidade da UFCG/CCTA. Isto facilitará a gestão ambiental da sub-



9º ENEDS

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SOCIAL



“O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham”

bacia e o monitoramento dos seus recursos hídricos, além disso, já é possível perceber as vantagens com a aquisição de dados de nível de água e de chuva obtidos automaticamente e numa frequência que possibilita entender melhor o regime hidrológico do rio.

5 Agradecimentos

A Deus pelo dom da vida, ao CNPq e UFSCG pelo financiamento do projeto e pela concessão da bolsa.

6 Referências bibliográficas

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/>>. Acessado em: 15 de junho de 2012.

ANA - Agência Nacional de águas (Brasil). *Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico*, p. 88, Brasília: ANA; SGH, 2009.

CARVALHO, T. M. de. Técnicas de Medição de Vazão Por Meios Convencionais e Não Convencionais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 01, n.01, p. 73-85, 2008.

CHEVALLIER, P. *Aquisição e Processamento de Dados*. Anais TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, p. 485 – 525, 2003.

FILHO, G.L.T.; VIANA, A.N.C.; CAETANO, G.T.; SANTOS, R.M. O Uso do ADCP em Pequenos e Médios Cursos D'água. Anais do *Grupo de trabajo sobre hidromecânica - 5ª Reunião*, Montevidéu – Uruguai, p. 10, 1999.

GAMARO, Paulo Everardo. *II Curso Avançado de Medidores de Vazão Acústica Doppler*. Agência Nacional de Águas, Foz do Iguaçu – PR, 2011.

GRISON, Fernando. Uso do ADCP como Ferramenta de Apoio no Traçado e Extrapolação de Curva-Chave na Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2008.

IBIAPINA, A. V. *et al.*. Evolução da hidrometria no Brasil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/oestado/texto/121-138.html>>. Acesso em: 10 de agosto de 2003.

SANTOS, Irani *et al.*. Hidrometria Aplicada. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento - LACTEC, 372p. Curitiba – Paraná, 2001.

SIMPSON, M. R. Discharge Measurement Using a Broad-Band Acoustic Doppler Current. United States Geological Survey – USGS, Report 01-1, 2001.

SONTEK/YSI. Manual do Sistema RiverSurveyor S5/M9 Versão de Software 1.0. *9940 Summers Ridge Road*, San Diego, CA 92121-3091 EUA, p. 131.