

ANÁLISE COMPARATIVA DOS MEDIDORES DESCARGA CONVENCIONAL (MOLINETE) E MEDIDORES ACÚSTICOS FLOWTRACKER – ADV (VELOCÍMETRO ACÚSTICO DOPPLER) EM MEDIÇÕES A VAU, NAS SUB-BACIAS 35 E 36 NO ESTADO DO CEARÁ.

*Luiz da Silva Coelho*¹; *José Francisco Rêgo e Silva*²; & *José Alexandre Moreira Farias*³

RESUMO - O objetivo deste artigo, volta-se, além da descrição dos equipamentos de medição de descarga convencionais (molinetes), dos medidores acústicos com a utilização do FlowTracker – ADV (*Acoustic Doppler Velocimeter* – Velocímetro Acústico Doppler), à análise comparativa dos resultados das medições de descarga realizadas a vau por estes equipamentos. Para isso, foram realizadas medições nas sub-bacias 35 (Acará) e 36 (Jaguaribe) usando os dois equipamentos simultaneamente, durante as campanhas de operação da Rede Hidrometeorológica Nacional, pelos Técnicos e Pesquisadores em Geociências da área de Hidrologia do Serviço Geológico do Brasil – CPRM em parceria com a Agência Nacional de Águas. Concluiu-se que, embora o FlowTracker tenha apresentado maior versatilidade em relação ao molinete dada a capacidade de medição em profundidades rasas, os desvios de vazão entre os equipamentos foram em média 2%.

Palavras-chave: FlowTracker. Molinete Hidrométrico. Vazão.

ABSTRACT - The purpose of this article, beside the description of measuring equipment discharge usual (reels), acoustic gauges using FlowTracker - ADV (*Acoustic Doppler Velocimeter*), is the comparative analysis of measurement results discharge the ford held by such equipment. For this, measurements were carried out in 35 subbasins (Acará) and 36 (Jaguaribe) using both devices simultaneously, during the campaigns of operation of National Hydrometeorological Network, by technicians and researchers in the field of Geosciences Hydrology Geological Survey of Brazil - CPRM in partnership with the National Water Agency. It was concluded that although the FlowTracker had a greater versatility in relation to the reel given measurement capability at shallow depths, the deviations between the flow devices averaged 2%.

Keywords: FlowTracker. Hydrometric vane. Measurement. Liquid discharge. Flow.

1 INTRODUÇÃO

Muito embora exista abundância dos recursos hídricos no Brasil, sua distribuição apresenta-se desigual, com maior concentração na região Amazônica. Entretanto, no restante do país, ocorre um considerável potencial hídrico distribuído em grandes bacias, formadas, principalmente, por pequenos e médios cursos d'água. Face ao exposto, considera-se relevante o estudo de postos fluviométricos, através de medições periódicas de vazão, onde são utilizados, geralmente, métodos convencionais, com a utilização de molinetes de eixo horizontal e de eixo vertical. Com o avanço da tecnologia dos equipamentos acústicos existentes no mercado, tem-se o equipamento chamado ADV (*Acoustic*

1 Pesquisador em Geociências. CPRM. Rua Antônio Sales 1.418, 60.135-101. Fortaleza-CE. E-mail: luiz.coelho@cprm.gov.br

2 Pesquisador em Geociências. CPRM. Rua Antônio Sales 1.418, 60.135-101. Fortaleza-CE. E-mail: jose.francisco@cprm.gov.br

3 Pesquisador em Geociências. CPRM. Rua Antônio Sales 1.418, 60.135-101. Fortaleza-CE. E-mail: jose.alexandre@cprm.gov.br

Doppler Velocimeter) – FlowTracker produzido pela Sontek/YSI, denominados Medidores Pontuais Acústicos Doppler que conseguem medir profundidades em torno de 2 cm e velocidades a partir de 0,001 m/s (SONTEK/YSI, 2013).

O presente trabalho teve como objetivo comparar os equipamentos (molinetes e Flowtracker) e os resultados das medições de descarga líquidas realizadas. Para tanto, foram realizadas 15 medições entre os anos de 2010 e 2012 em 11 estações, nas sub-bacias 35 (Acaraú) e 36 (Jaguaribe) usando os dois equipamentos simultaneamente durante as campanhas de operação periódica da Rede Hidrometeorológica Nacional, pelos Técnicos e Pesquisadores em Geociências da área de Hidrologia do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Residência de Fortaleza – REFO em parceria com a Agência Nacional de Águas. A Figura 01 apresenta a distribuição das estações em que foram realizadas as medições.

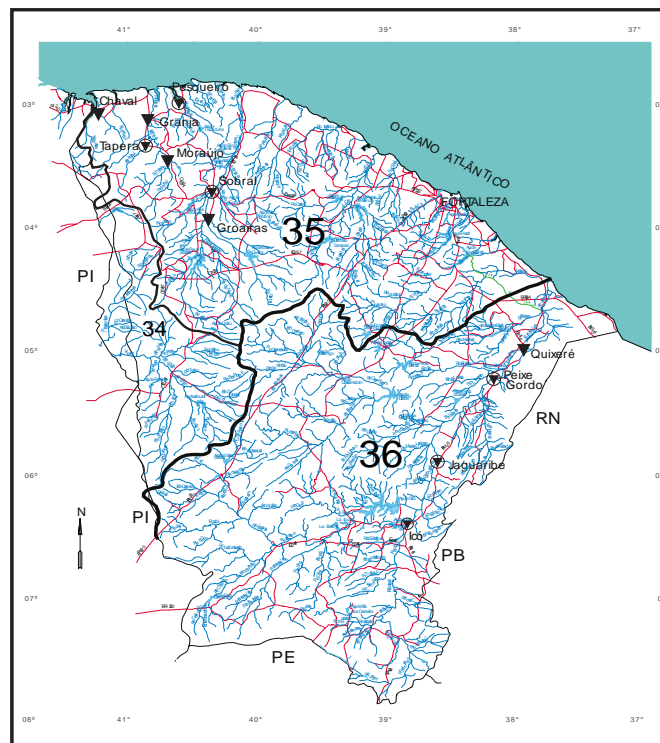


Figura 01 - Distribuição das estações contempladas pelas medições

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O conhecimento da vazão de cursos d'água pode ocorrer com aplicação de diversos métodos, cuja simplicidade e grau de aplicação, custo financeiro, precisão e acuidade variam bastante (Santos, I. et al, 2001). Neste trabalho foram utilizados para as medições de descarga líquida do tipo convencional os molinetes hidrométricos da marca Rickly, N° de Série 002/06, do tipo eixo vertical e o da marca Newton, N° de Série 22053, do tipo eixo horizontal, ambos em boas condições de funcionamento e devidamente aferidos. Para a medição de descarga com a utilização do método acústico foi utilizado o medidor de vazão ADV (*Acoustic Doppler Velocimeter*) denominado FlowTracker, N° de Série P-3260, fabricado pela Sontek/YSI.

2.1 Medição de descarga a vau

As medições de descarga a vau são realizadas em seções de pequena profundidade, onde não há a necessidade de barco. Nas seções foram instaladas fita métrica ou cabo de aço marcado, perpendicular à direção do fluxo, servindo de auxílio tanto para o alinhamento do hidrometrista com a seção transversal quanto para a medição das distâncias entre as verticais e a largura total da seção.



Fotos 01 e 02 - Medição de descarga líquida com uso de molinete (01) e FlowTracker (02)

Nestas medições os molinetes de eixo horizontal, de eixo vertical ou, como neste caso, também o FlowTracker, foram imersos na água, verticalmente, por uma haste graduada, para que se obtivesse a perfilagem de profundidade de cada vertical. Os molinetes foram acionados pelo seu contador de rotações ou por seu datalogger, medindo-se as amostras de velocidade em cada vertical e na profundidade conveniente ou necessária. Quanto ao método, foi utilizado o método de dois pontos, onde as posições do molinete para as tomadas de velocidade relacionam-se com a profundidade da vertical. A Tabela 01 fornece a posição na qual o molinete deve estar em relação à profundidade.

Tabela 01 - Posição do molinete na vertical em relação à profundidade

Profundidade	Posição
0,15 a 0,60m	0,6 P
0,60 a 1,20m	0,2 P e 0,8 P
1,20 a 2,00m	0,2 P, 0,6 P e 0,8 P
2,00 a 4,00m	S, 0,2 P, 0,4 P, 0,6 P e 0,8 P
Acima de 4,00m	S, 0,2 P, 0,4 P, 0,6 P e 0,8 P e F

Fonte: Adaptada de Santos, I. et al, 2001

*A posição S (superfície) corresponde à profundidade de 0,10m, e a posição F (fundo) corresponde àquela determinada pelo comprimento da haste de sustentação do lastro.

2.1.1 Molinete hidrométrico

Molinetes são equipamentos que contêm uma hélice que gira ao ser posicionada no sentido do fluxo da água. O princípio mais utilizado é que a rotação da hélice em torno do eixo abre e fecha um circuito elétrico, contando o número de voltas durante um intervalo de tempo fixo; após saber o número de voltas da hélice num dado intervalo de tempo, é determinada a velocidade do fluxo com a “equação do molinete”, esta, fornecida pelo fabricante do aparelho, a qual é calibrada para cada molinete de forma individual e somente pode ser usada para o aparelho calibrado. Com o passar do tempo recomenda-se nova calibração, uma vez que a hélice e o rolamento interno sofrem desgaste, afetando na precisão das medições (Carvalho, T.M., 2008). Neste trabalho foram utilizados para as medições de descarga líquida,

executadas pelo Método Convencional, os molinetes hidrométricos do tipo eixo horizontal e do tipo eixo vertical.

2.1.2 FlowTracker – ADV (Acoustic Doppler Velocimeter)

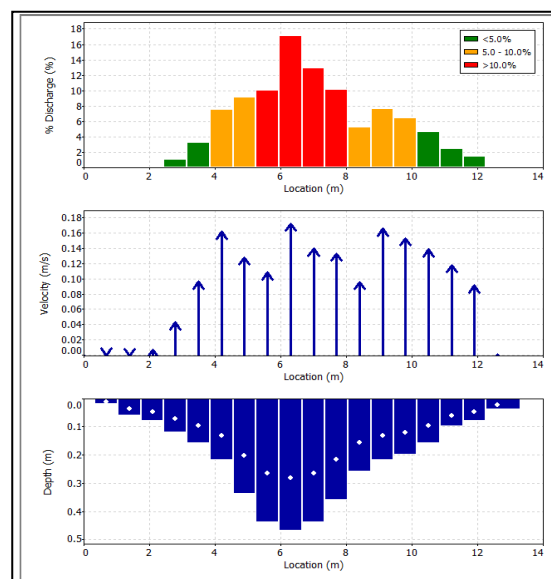
O FlowTracker é um medidor de vazão ADV (Acoustic Doppler Velocimeter) que, quando combinado com haste de medição, mensura velocidades de 0,001 m/s até 4,5 m/s. O equipamento realiza cálculo automático de vazão, utilizando uma variedade de métodos analíticos internacionais, incluindo as normas ISO e USGS. Para aferir a vazão, o rio é dividido em várias seções entre uma margem e outra e, em cada seção, é medida a profundidade e velocidade em um ponto específico. Para finalizar a medição, pressiona-se a tecla “End Section” e responde-se algumas perguntas. Já para obtenção do cálculo de vazão deve-se apertar a tecla “Calc Discharge” por duas vezes.



Fotos 03 e 04 – Tela principal do FlowTracker (03) e sua haste graduada (04).

São características do referido equipamento: ser operacional em lâminas d’água a partir de 2cm; não necessita de calibração; é leve, resistente e impermeável; possui sensor de temperatura. Além disso, o mesmo possui as seguintes especificações: Precisão: 0.0001 m/s; Alimentação: 8 pilhas pequenas (tamanho AA); Temperatura de Operação: -20 a 50 °C. A seguir são apresentados registros de medição de vazão gerados pelo FlowTracker.

Discharge Measurement Summary												
File Information					Site Details							
File Name	35125000.004.WAD				Site Name	MORAUJO H 132						
Start Date and Time	2012/04/12 09:13:48				Operator(s)	LUIZ						
System Information		Units		Discharge Uncertainty								
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats						
Serial #	P3260	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%						
CPU Firmware Version	3.7	Area	m ²	Depth	0.3%	1.6%						
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	0.7%	5.3%						
Mounting Correction	0.0%			Width	0.2%	0.2%						
				Method	2.4%							
				# Stations	2.8%							
				Overall	3.7%	5.6%						
Summary												
Averaging Int.	45	# Stations	20									
Start Edge	LEV	Total Width	14.000									
Mean SNR	25.1 dB	Total Area	2.653									
Mean Temp	29.77 °C	Mean Depth	0.190									
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.1244									
		Total Discharge	0.3301									
Supplemental Data												
#	Time	Location	Gauge Height	Rated Flow	Comments							
1	Thu Apr 12 09:10:23 UTC-0300	0.000			SOL 10M MONI S R							
1	Thu Apr 12 09:10:23 UTC-0300	0.000										
Measurement Results												
St	Clock	Loc	Method	Depth	%Dep	HeasD	Vel	CorrFact	MeanV	Area	Flow	%Q
0	09:13	0.00	None	0.000	0.0	0.0	0.0000	1.00	0.0000	0.000	0.0000	0.0
1	09:13	0.70	0.6	0.020	0.6	0.008	-0.0004	1.00	-0.0004	0.014	0.0000	0.0
2	09:17	1.40	0.6	0.080	0.6	0.024	-0.0012	1.00	-0.0012	0.046	-0.0001	0.0
3	09:23	2.10	0.6	0.080	0.6	0.032	0.0029	1.00	0.0029	0.036	0.0004	0.1
4	09:25	2.80	0.6	0.120	0.6	0.048	0.0432	1.00	0.0432	0.084	0.0036	1.1
5	09:28	3.50	0.6	0.120	0.6	0.064	0.0984	1.00	0.0984	0.112	0.0108	3.3
6	09:30	4.20	0.6	0.220	0.6	0.088	0.1616	1.00	0.1616	0.154	0.0149	7.5
7	09:33	4.90	0.6	0.340	0.6	0.136	0.1279	1.00	0.1279	0.238	0.0304	9.2
8	09:34	5.60	0.6	0.440	0.6	0.176	0.1084	1.00	0.1084	0.308	0.0334	10.1
9	09:36	6.30	0.6	0.470	0.6	0.188	0.1723	1.00	0.1723	0.329	0.0467	13.2
10	09:37	7.00	0.6	0.440	0.6	0.176	0.1395	1.00	0.1395	0.308	0.0430	13.0
11	09:40	7.70	0.6	0.360	0.6	0.144	0.1331	1.00	0.1331	0.252	0.0335	10.2
12	09:44	8.40	0.6	0.260	0.6	0.104	0.0961	1.00	0.0961	0.182	0.0175	5.3
13	09:45	9.10	0.6	0.220	0.6	0.088	0.1657	1.00	0.1657	0.154	0.0255	7.7
14	09:47	9.80	0.6	0.200	0.6	0.080	0.1531	1.00	0.1531	0.140	0.0214	6.5
15	09:48	10.50	0.6	0.160	0.6	0.064	0.1386	1.00	0.1386	0.112	0.0155	4.7
16	09:49	11.20	0.6	0.100	0.6	0.040	0.1178	1.00	0.1178	0.070	0.0082	2.5
17	09:51	11.90	0.6	0.080	0.6	0.032	0.0915	1.00	0.0915	0.036	0.0051	1.6
18	09:53	12.60	0.6	0.040	0.6	0.016	0.0009	1.00	0.0009	0.042	0.0000	0.0
19	09:53	14.00	None	0.000	0.0	0.0	0.0000	1.00	0.0000	0.000	0.0000	0.0



Figuras 02 e 03 - Registros de medição de vazão gerados pelo FlowTracker.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados encontram-se expostos a seguir, tendo sido realizadas 15 medições aos pares em 11 estações fluviométricas da Rede Hidrometeorológica Nacional, operada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Residência de Fortaleza – REFO em parceria com a Agência Nacional de Águas. Destas, 7 estações pertencem à sub-bacia 35, e 4 à sub-bacia 36.

As estações medidas na sub-bacia 35 foram: Chaval (código 35050000), Moraújo (código 35125000), Tapera (código 35156000), Granja (código 35170000), Groaíras (código 35260000), Sobral (código 35275000) e São Luís do Curu (código 35570000). Por sua vez, as estações medidas na sub-bacia 36 foram: Icó (código 36290000), com 3 medições em momentos diferentes, Jaguaribe (código 36320000), também com 3 medições em momentos diferentes, além de Peixe Gordo (código 36390000) e Quixeré (código 36760000).

ESTAÇÃO	DATA	COTA (cm)	VAZÃO MEDIDA FLOW TRACKER (m ³ /s)	VAZÃO MEDIDA MOLINETE (m ³ /s)	DIF. ENTRE MEDIÇÕES (%)	TIPO DE EIXO DO MOLINETE
35050000	10/04/2012	208	0,9969	0,9530	4,6	H
35125000	12/04/2012	132	0,3301	0,3230	2,2	H
35156000	12/04/2012	170	1,5845	1,5900	0,3	H
35170000	10/04/2012	198	6,1313	5,9100	3,7	H
35260000	11/04/2012	124	0,7013	0,6790	3,3	H
35275000	24/09/2010	148	3,9743	4,0380	1,6	V
35570000	09/05/2011	52	16,2382	16,5710	2,0	H
36290000	23/07/2010	122	1,5200	1,5500	1,9	V
36290000	26/10/2010	164	13,5151	13,6920	1,3	V
36290000	07/04/2011	155	13,5093	13,2480	2,0	H
36320000	23/07/2010	200	2,1400	2,1740	1,6	V
36320000	22/10/2010	188	0,7471	0,7360	1,5	V
36320000	24/03/2011	260	17,1235	17,8620	4,1	H
36390000	22/07/2010	175	9,7107	9,7780	0,7	V
36760000	21/07/2010	86	3,0028	3,0980	3,1	V

Tabela 02 – Resumo das medições de descarga líquida, que provocaram o artigo.

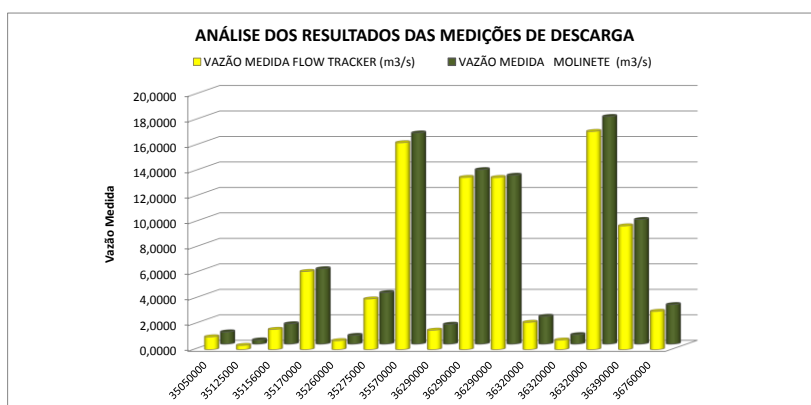


Figura 04 – Análise dos resultados das medições de descarga

Em duas medições, estações Chaval (código 35050000) e Jaguaribe (código 36320000), esse percentual fugiu à média, se comparadas às medições que fundamentaram o artigo, algo em torno de 2%. Para ambos os casos têm-se algumas considerações, conforme segue.

Nas figuras 05 e 06, temos o caso da estação Chaval, na qual ocorreram problemas de profundidades muito baixas, inferiores a 0,06m e remanso em ambas as margens. Tanto para as profundidades quanto para velocidade muito baixas, o fluxo não consegue fazer girar a hélice do molinete de eixo horizontal, sendo anotado na ficha de medição de descarga o valor zero para velocidade, gerando vazão zero, ao tempo que, na medição com FlowTracker, há possibilidade de medir em baixas profundidades e baixas velocidades, gerando também vazão; portanto, para o caso, a vazão através do FlowTracker é maior que para o molinete que irá inferir uma diferença maior que a real.

ESTAÇÃO CHAVAL - 35050000			
VERTICAL	DISTANCIA	VELOC. MOLINETE (m/s)	VELOC. FLOWTRACKER (m/s)
ME	0,00	0,0000	0,0000
1	0,35	0,2350	0,0003
2	0,70	0,3280	0,3296
3	1,05	0,4040	0,3855
4	1,40	0,5740	0,5061
5	1,75	0,6500	0,6967
6	2,10	0,6380	0,6647
7	2,45	0,6670	0,7219
8	2,80	0,7080	0,7472
9	3,15	0,6610	0,6057
10	3,50	0,4920	0,4917
11	3,85	0,4100	0,4261
12	4,20	0,3570	0,3745
13	4,55	0,3690	0,3855
14	4,90	0,4220	0,4622
15	5,25	0,4800	0,5461
16	5,60	0,4920	0,6346
17	5,95	0,5440	0,5704
18	6,30	0,5680	0,5396
19	6,65	0,0000	0,4592
20	7,00	0,0000	0,3042
MD	7,30	0,0000	0,0000

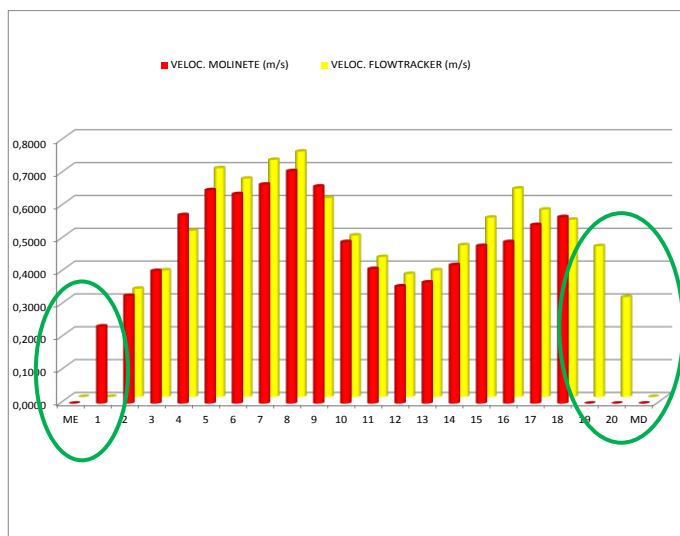


Figura 05 - Análise dos resultados das velocidades da estação Chaval, com remanso em ambos os lados.

ESTAÇÃO CHAVAL - 35050000			
VERTICAL	DISTANCIA	VAZÃO MOLINETE (m³/s)	VAZÃO FLOWTRACKER (m³/s)
ME	0,00	0,0000	0,0000
1	0,35	0,0066	0,0000
2	0,70	0,0184	0,0185
3	1,05	0,0339	0,0324
4	1,40	0,0642	0,0567
5	1,75	0,0728	0,0780
6	2,10	0,0848	0,0884
7	2,45	0,0887	0,0960
8	2,80	0,0892	0,0941
9	3,15	0,0787	0,0721
10	3,50	0,0654	0,0654
11	3,85	0,0574	0,0597
12	4,20	0,0550	0,0577
13	4,55	0,0568	0,0594
14	4,90	0,0561	0,0615
15	5,25	0,0470	0,0535
16	5,60	0,0310	0,0400
17	5,95	0,0267	0,0279
18	6,30	0,0199	0,0189
19	6,65	0,0000	0,0129
20	7,00	0,0000	0,0040
MD	7,30	0,0000	0,0000

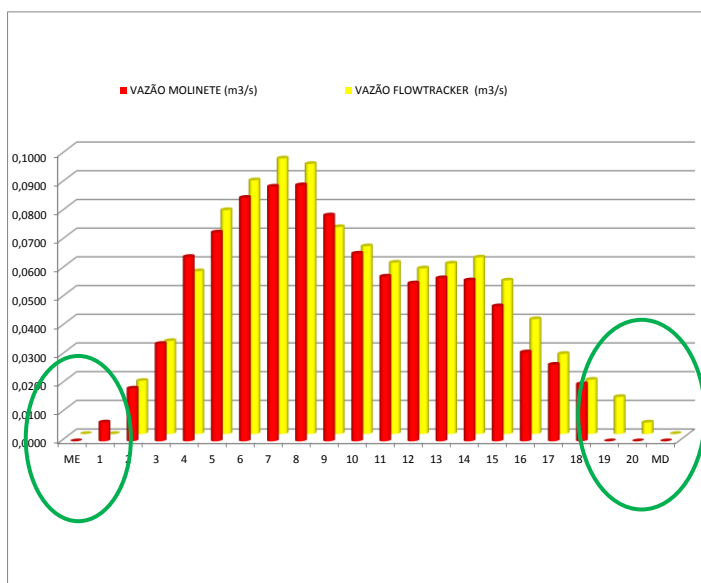


Figura 06 - Análise dos resultados das vazões da estação Chaval, com remanso em ambos os lados.

Nas figuras 07 e 08, referente à estação Jaguaribe, ocorreu o problema de fluxo negativo, onde para a medição de molinete aplica-se a mesma metodologia do caso anterior, zero velocidade, zero vazão e, na medição com FlowTracker, registra velocidade negativa, gerando vazão também negativa, ocorrendo na vazão total um valor menor para o equipamento que utiliza o método acústico em relação

ao convencional, aumentando ainda mais esse percentual de diferença entre medições, induzindo, portanto, a um possível erro de comparação do desempenho dos equipamentos.

ESTAÇÃO JAGUARIBE - 3632000			
VERTICAL	DISTANCIA	VELOC. MOLINETE (m/s)	VELOC. FLOWTRACKER (m/s)
ME	0,00	0,0000	0,0000
1	3,00	0,0000	0,0028
2	6,00	0,0420	-0,1024
3	9,00	0,1700	0,1704
4	12,00	0,3460	0,3665
5	15,00	0,3600	0,3457
6	18,00	0,5470	0,5496
7	21,00	0,5530	0,5589
8	24,00	0,6000	0,5829
9	27,00	0,6120	0,6022
10	30,00	0,6440	0,6342
11	33,00	0,6350	0,5998
12	36,00	0,6060	0,5638
13	39,00	0,5650	0,5627
14	42,00	0,5390	0,5288
15	45,00	0,5120	0,5060
16	48,00	0,4650	0,4235
17	51,00	0,4510	0,4478
18	54,00	0,4220	0,3077
19	57,00	0,3220	0,2778
20	60,00	0,1120	0,1182
21	63,00	0,0120	-0,0160
22	66,00	0,0000	0,0227
MD	68,00	0,0000	0,0000

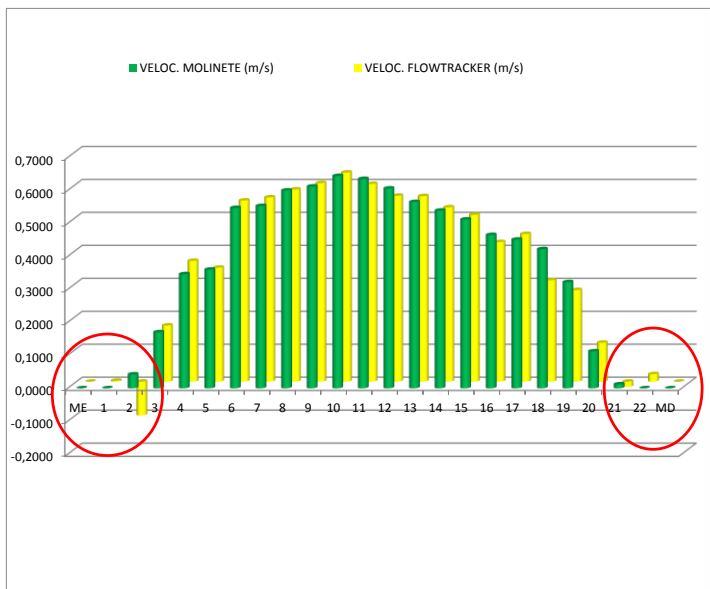


Figura 07 - Análise dos resultados das velocidades da estação Jaguaribe, com remanso em ambos os lados e velocidade negativa.

ESTAÇÃO JAGUARIBE - 3632000			
VERTICAL	DISTANCIA	VAZÃO MOLINETE (m³/s)	VAZÃO FLOWTRACKER (m³/s)
ME	0,00	0,0000	0,0000
1	3,00	0,0000	0,0019
2	6,00	0,0450	-0,1106
3	9,00	0,3570	0,3578
4	12,00	0,7670	0,8136
5	15,00	0,8210	0,7883
6	18,00	1,4450	1,4509
7	21,00	1,4600	1,4755
8	24,00	1,4760	1,4341
9	27,00	1,3950	1,3731
10	30,00	1,2750	1,2558
11	33,00	1,2570	1,1877
12	36,00	1,2720	1,1840
13	39,00	1,1520	1,1479
14	42,00	1,1310	1,1105
15	45,00	1,0140	1,0020
16	48,00	0,9220	0,8386
17	51,00	0,7980	0,7926
18	54,00	0,6830	0,4985
19	57,00	0,4450	0,3834
20	60,00	0,1340	0,1418
21	63,00	0,0120	-0,0154
22	66,00	0,0000	0,0114
MD	68,00	0,0000	0,0000

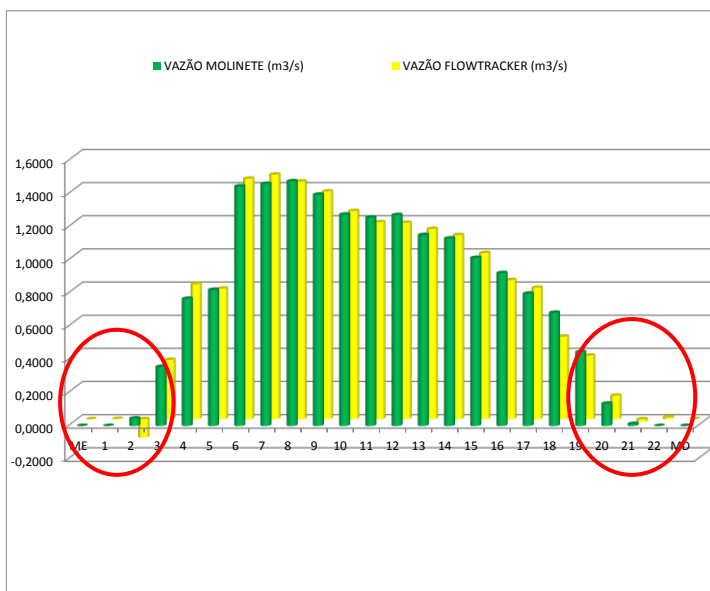


Figura 08 - Análise dos resultados das vazões da estação Jaguaribe, com remanso em ambos os lados e vazões negativas.

4 CONCLUSÕES

Este artigo procurou exemplificar as técnicas de medições convencionais com uso de molinete e medições utilizando método acústico. O molinete hidrométrico, tanto para eixo horizontal (um pouco mais robusto), quanto para eixo vertical, apresentou como desvantagens a dificuldade de operação, exigência de conhecimento técnico e experiência do hidrometrista, fornecimento de dados indiretos, demandando muito tempo para a coleta de dados e cálculos finais. Por sua vez, a vantagem do FlowTracker (ADV) consiste no fornecimento imediato e preciso do resultado, embora necessite-se de hidrometristas capacitados tecnicamente. Verificou-se também o cuidado na operação dos equipamentos, quando da permanência da sua haste imóvel e em prumo para a leitura a vau, pois esta sofre grande influência das correntes fluviais.

Concluiu-se que, muito embora sejam equipamentos que utilizem tecnologias distintas para o processo de medição de descarga, foram verificados valores, tanto de velocidade como de vazão, bastante próximos, com diferença média em torno de 2%, independente do tipo de molinete utilizado. Ressalta-se como vantagens do FlowTracker sobre o molinete a capacidade de medição em profundidades rasas, podendo medir desde escoamento laminar até velocidades altas, caracterizando-o como equipamento versátil. Recomenda-se a continuidade da realização de campanhas de medição simultânea, com a possibilidade de se fazer em todas as estações do Ceará, para permitir um conjunto maior de medições a serem analisadas.

REFERÊNCIAS

a) Livro

AZEVEDO, J.R.G. (2010). *Hidrometria aplicada à gestão dos recursos hídricos*. Recife-PE. Ed. Universitária da UFPE.

SANTOS, I. et al. *Medição de vazão líquida. Hidrometria Aplicada*. 2 ed. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001.

b) Artigo em anais de congresso ou simpósio

CARVALHO, T.M. (2008). Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. *RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife-PE, Vol. 01, n. 1, Mai/Ago, 73-85.

SANTOS, I. et al. (1997). Medições de descarga líquida: método convencional x método acústico. Comparação dos resultados. *In anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 1997, Vitória: ABRH.

c) Sites

SONTEK/YSI. FlowTracker Handheld ADV Technical Documentation. Disponível em: <<http://www.sontek.com/FlowTracker.php>>. Acesso em 03 maio 2013.

TUCCI, C. et al. Princípios da hidrometria. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb1440/Aula_5/Cap13-Hidrometria.pdf>.

Acesso em: 04 maio 2013.