

O MAIOR
EVENTO DE
SANEAMENTO
DA AMÉRICA
LATINA



18 A 20
SETEMBRO 2018
EXPO CENTER
NORTE
SÃO PAULO - SP

A História das medições de vazão na Estação Elevatória de Água Bruta Santa Inês - ESI

Olavo Alberto Prates Sachs
Adauto Luiz de Souza da Silva
André Luiz dos Santos

Cia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp

Características da E.E.A.B.- Santa Inês

- Composta por 4 conjunto moto bomba de 20.000 HP de potência e vazão nominal de $11\text{m}^3/\text{s}$ cada grupo, funcionando no sistema 3x1 sempre com um grupo trabalhando como reserva.

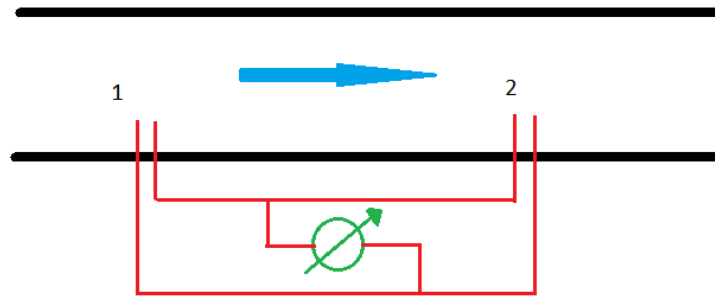


Histórico da medição de vazão da ESI

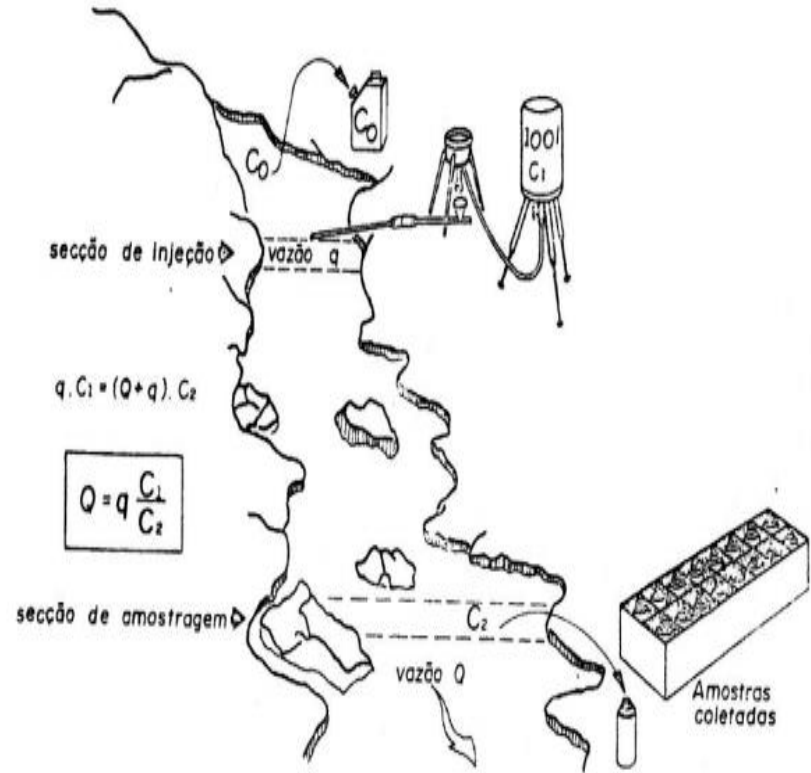
- 1) Sistema por processo químico;
- 2) Sistema de vertedor a montante do túnel 1;
- 3) Medidor eletromagnético ultrassônico tipo *Clamp on*; e
- 4) Medição com tubo Pitot tipo Cole.

1) Sistema por processo químico:

Este sistema de medição foi implantado em conjunto com o início da operação da elevatória na década de 1970, o método é baseado na condutividade de corrente elétrica da água em dois pontos distintos, injetando solução concentrada de sal na tubulação onde há vazão constante.



A concentração da solução é diluída no percurso, eletrodos mensuram a corrente elétrica nestes pontos, com estes valores e sabendo o tempo de medição, a distância e a área, através de uma fórmula é possível calcular a vazão.



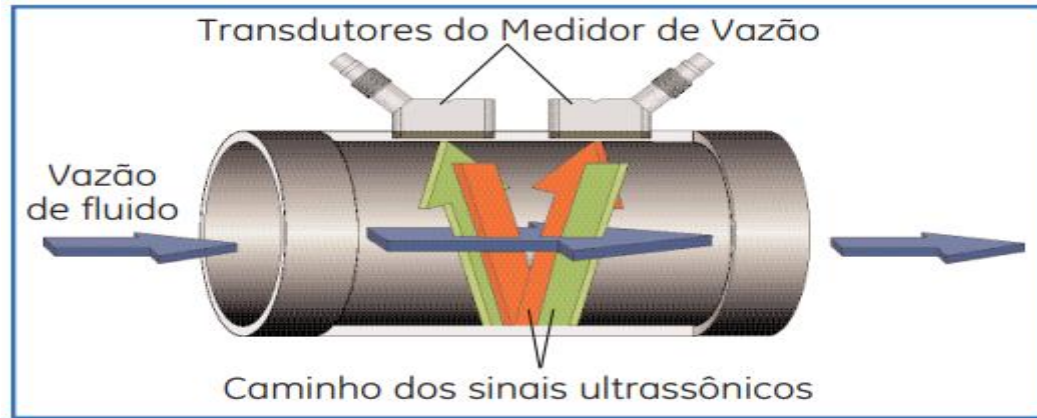
2) Sistema de vertedor a montante do túnel 1:

Na década de 90 o IPT foi contratado pela Sabesp, para efetuar a medição de vazão na ESI e a opção encontrada, foi desenvolver um sistema de comporta a montante do túnel 1, após esta campanha de medição o sistema foi desativado.



3) Utilização de medidor de vazão ultrassônico portátil tipo *Clamp on*:

É um medidor de vazão que utiliza sinais ultrassônicos como comunicação entre seus transdutores, determinando a vazão por tempo de trânsito.

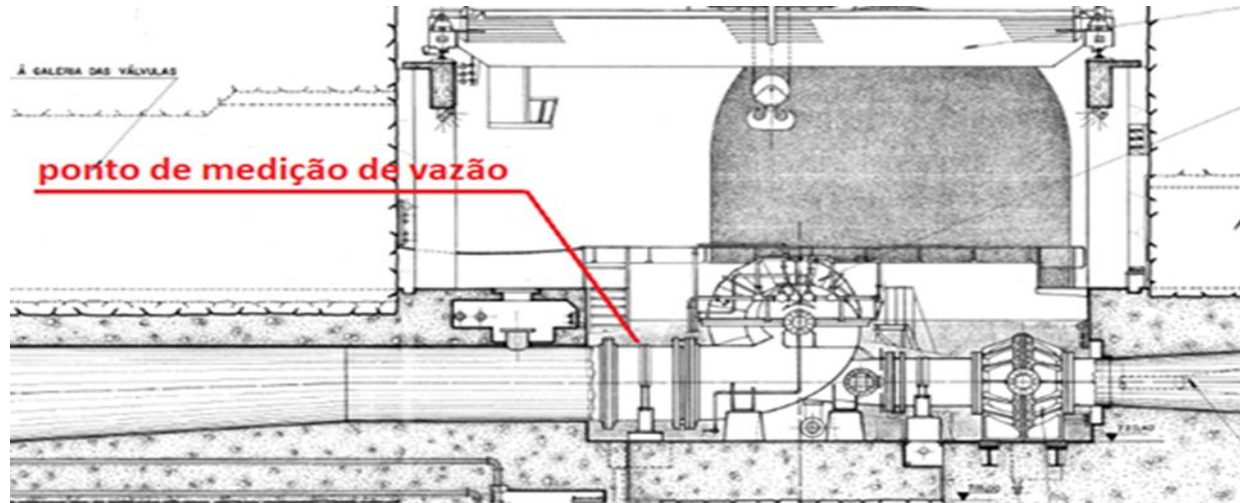


- Vantagem
- Instalação em espaço reduzido
- Fácil instalação
- Leitura instantânea



- Desvantagem

- Proximidade das bombas interfere na medição.
- Depende da rugosidade da tubulação externa
- Turbidez da água



4) Tubo Pitot tipo Cole:
Medidor de inserção onde se realiza o levantamento do perfil de velocidade da água na adutora, junto com um diferencial de pressão e a área medida da tubulação no ponto, pode-se calcular a vazão.



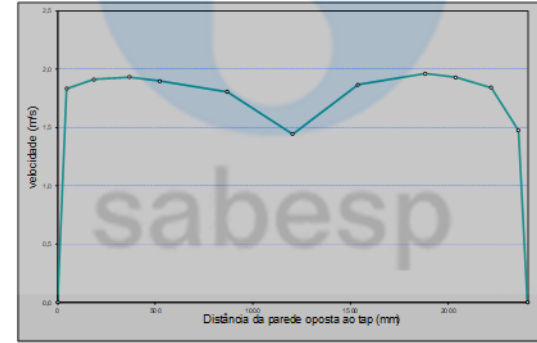
4.1) Instalação de uma estação hidrodinâmica (tap), próximo a válvula borboleta na sucção da bomba G3.



Este ensaio não obteve sucesso, apresentando um perfil distorcido devido a proximidade do flap da válvula, ocasionando uma medição de vazão com incerteza alta.

Trabalho :	Calibração de Macromedidor	Diâmetro da adutora	Área da seção :	4,55032 m ²
Local de medição :	G3 E SI	Nominal :	2.400 mm	
Data da medição :	17/08/2017	Interno :	2.407 mm	
Executante(s) :	ANDRE	Diâmetro do tp :	4,35 mm	

Traverse Vertical						
	posição (y/D)	distância corrigida (mm)	distância da parede inferior (y) (mm)	velocidade (m/s)	velocidade corrigida (m/s)	velocidade corrigida Pitot (m/s)
0	1	2403	2407	0,00	0,00	0,00
1	0,981	2357	2361	1,47	1,47	1,47
2	0,923	2217	2222	1,84	1,84	1,84
3	0,847	2034	2039	1,93	1,93	1,93
4	0,783	1880	1885	1,97	1,97	1,98
5	0,639	1534	1538	1,88	1,87	1,87
6	0,500	1139	1204	1,48	1,45	1,44
7	0,361	885	889	1,83	1,82	1,81
8	0,217	518	522	1,92	1,91	1,90
9	0,153	364	368	1,95	1,94	1,93
10	0,077	181	185	1,93	1,93	1,91
11	0,019	41	46	1,86	1,85	1,83
12	0,000	-4	0	0,00	0,00	0,00



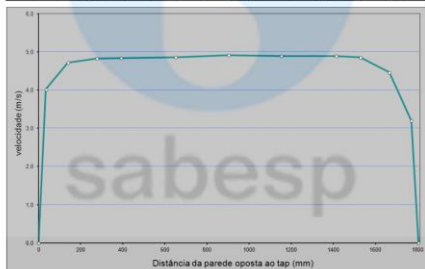
4.2) Instalação de uma estação hidrodinâmica próximo a sucção das bombas.

Nesta situação os resultados obtidos foram satisfatórios, gerando um gráfico com perfil normal e um valor de incerteza muito bom.

Trabalho :	MEDICAO DE VAZAO	Diâmetro da adutora	
Local de medição:	ESI G1	Nominal : 1800 mm	Área da seção : 2,55318 m²
Data da medição:	04/01/2018	Interno : 1803 mm	
Executante(s):	eduto	Diâmetro do tip: 4,35 mm	

Traverse Vertical

	posição (y/D)	distância corrigida (mm)	distância da parede inferior (y) (mm)	velocidade (m/s)	velocidade corrigida (m/s)	velocidade corrigida Pitot (m/s)
0	1	1799	1803	0,00	0,00	0,00
1	0,981	1764	1769	3,20	3,20	3,20
2	0,923	1690	1694	4,47	4,47	4,48
3	0,847	1523	1527	4,88	4,87	4,88
4	0,783	1407	1412	4,92	4,92	4,90
5	0,639	1148	1152	4,93	4,92	4,89
6	0,500	897	902	4,97	4,95	4,91
7	0,361	647	651	4,92	4,90	4,88
8	0,217	387	391	4,91	4,88	4,84
9	0,163	272	276	4,90	4,87	4,83
10	0,077	134	139	4,79	4,76	4,72
11	0,019	30	34	4,08	4,05	4,02
12	0,000	-4	0	0,00	0,00	0,00



Vazão medida		
Valor	Incerteza exp.	%
11,640	0,289	2,5

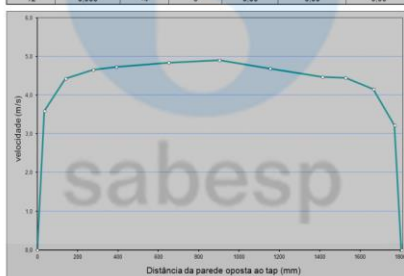
Avaliação do Perfil **Normal**

Velocidade (m/s)				
média vertical	central	FVV	FWV_1	FWV_2
4,56	4,91	0,928	0,908	0,948

Trabalho :	Calibração de Macromedidor	Diâmetro da adutora	
Local de medição:	ESI G2	Nominal : 1800 mm	Área da seção : 2,55601 m²
Data da medição:	04/01/2018	Interno : 1804 mm	
Executante(s):	eduto	Diâmetro do tip: 4,35 mm	

Traverse Vertical

	posição (y/D)	distância corrigida (mm)	distância da parede inferior (y) (mm)	velocidade (m/s)	velocidade corrigida (m/s)	velocidade corrigida Pitot (m/s)
0	1	1800	1804	0,00	0,00	0,00
1	0,991	1765	1770	3,23	3,23	3,23
2	0,923	1661	1665	4,17	4,16	4,16
3	0,847	1524	1528	4,48	4,48	4,44
4	0,783	1408	1413	4,50	4,49	4,47
5	0,639	1148	1153	4,72	4,71	4,68
6	0,500	898	902	4,96	4,94	4,90
7	0,361	647	651	4,90	4,88	4,84
8	0,217	387	391	4,80	4,78	4,73
9	0,163	272	276	4,73	4,70	4,66
10	0,077	135	139	4,48	4,46	4,42
11	0,019	30	34	3,85	3,82	3,59
12	0,000	-4	0	0,00	0,00	0,00



Vazão medida		
Valor	Incerteza exp.	%
11,048	0,327	3,0

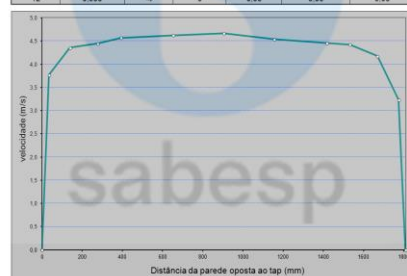
Avaliação do Perfil **Normal**

Velocidade (m/s)				
média vertical	central	FVV	FWV_1	FWV_2
4,32	4,90	0,882	0,857	0,908

Trabalho :	MEDICAO DE VAZAO	Diâmetro da adutora	
Local de medição:	ESI G3	Nominal : 1800 mm	Área da seção : 2,58738 m²
Data da medição:	21/02/2017	Interno : 1806 mm	
Executante(s):	ANDRE	Diâmetro do tip: 4,35 mm	

Traverse Vertical

	posição (y/D)	distância corrigida (mm)	distância da parede inferior (y) (mm)	velocidade (m/s)	velocidade corrigida (m/s)	velocidade corrigida Pitot (m/s)
0	1	1804	1808	0,00	0,00	0,00
1	0,981	1769	1774	3,23	3,23	3,23
2	0,923	1664	1669	4,19	4,18	4,18
3	0,847	1527	1531	4,44	4,44	4,42
4	0,783	1411	1416	4,48	4,47	4,46
5	0,639	1151	1155	4,88	4,87	4,84
6	0,500	900	904	4,72	4,70	4,67
7	0,361	648	653	4,89	4,87	4,82
8	0,217	388	392	4,84	4,81	4,57
9	0,163	272	277	4,61	4,49	4,44
10	0,077	135	139	4,42	4,40	4,35
11	0,019	30	34	3,83	3,80	3,77
12	0,000	-4	0	0,00	0,00	0,00



Vazão medida		
Valor	Incerteza exp.	%
10,933	0,311	2,8

Avaliação do Perfil **Normal**

Velocidade (m/s)				
média vertical	central	FVV	FWV_1	FWV_2
4,26	4,67	0,913	0,893	0,933

Conclusão:

O sistema de medição que teve melhor desempenho e custo x benefício, foi a de medição com tubo Pitot Cole na estação hidrodinâmica próximo a bomba.

Obrigado!

André Luiz

santos@sabesp.com.br

