

# INSTALAÇÃO de MEDIDORES de VAZÃO nas ETEs do SISTEMA ISOLADO da CIDADE de SÃO PAULO.

**AUTOR Joel Jayme Athaniel Silva** Engenheiro Mecânico pela Universidade de Mogi das Cruzes em 1990.

Pós-graduação Engenharia Hospitalar HCFMUSP Hospital das Clínicas 1993.

Pós-graduação Engenharia de Segurança do Trabalho Mackenzie em 1995.

Pós-graduação Engenharia de Saneamento Básico USP Faculdade Saúde 2003.

Av. Celso Garcia n 5754 Apto 172 bloco 4 Tatuapé São Paulo SP fone CEP 03064-000 Brasil Tel.: +55 (11) 20936837 - 71382563- e-mail: athaniel@ig.com.br, <http://www.eficienciaoperacional.com.br>,

## RESUMO

A instalação de medidores de vazão trouxe maior confiabilidade na medição e auxílio do medidor de vazão eletrônico ao mecânico. Os medidores eletrônicos pegam as variações diárias, o que não é possível na medição mecânica, as medidas da vazão eram de hora em hora.

Verificou se uma imprecisão e analisamos a vazão variação da medição eletronicamente, o que não se sabia.

Através dessa medição, passamos e recebemos mais conhecimento aos operadores, foi observado que as régua de medição de vazão estavam sujas por estarem instaladas nas calhas. Após construir uma tabela para medir a vazão, houve maior envolvimento entre os profissionais.

Comparamos a tabela com a medição eletrônica do medidor, foi possível comparar e trouxe benefícios. A tabela foi submetida à aprovação dos operadores e colocada em prática.

Comparamos o volume tratado com o consumo da população, percebeu se a existência de contribuição clandestina de um riacho. Avaliamos o liga e desliga das bombas, a variação de vazão nos horários de maior consumo, calhas no fim e início de plano, pontos sem medição de vazão, com Infiltração e estações que operam afogadas em períodos de chuva.

Uma pequena contribuição para o saneamento do estado de São Paulo.

Palavras chave- medidor vazão calha parshall, medidor vazão vertedor, medidor eletromagnético.

## INTRODUÇÃO

A medição de vazão de estações de tratamento de esgoto está ganhando nova metodologia, acabando se com a estimativa e futuramente estará on line. Atualmente instalam-se medidores de vazão na entrada e na saída das ETEs, uma das razões é o controle do efluente que entra e do que sai da estação. Através da medição de vazão nos períodos de estiagem, é possível realizar maior controle do esgoto tratado. Nos períodos de chuva, geralmente a contribuição das galerias de águas pluviais superam o volume que a estação foi projetada para tratar. No futuro tão próximo, além da medição de entrada e saída, haverá a necessidade de se controlar o volume evaporado e o de infiltração.

## OBJETIVO

Instalar medidores de vazão ultrassônicos, calha Parshall, vertedor e eletromagnético em canal aberto, calhas Parshall e tubulações nas ETEs Estações de tratamento de esgoto pertencentes ao Sistema Isolado da Sabesp da cidade de São Paulo.

## MÉTODOS

Os serviços foram executados nas estações de tratamento de esgoto dos sistemas isolados começando pelo extremo Leste, zona Norte, Oeste, Sul e Zona Central. Por ser grande e de características diferentes, foi idealizado três termos de referência em um único conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 dos termos de referência detalhados para as ETEs abaixo.

Termo de referência para aquisição de medidores de vazão do tipo vertedor, calha Parshall, data logger, medidor de vazão eletromagnético com construção de caixa de concreto, calha Parshall com construção de caixa de concreto como abrigo de passagem do efluente a executar nas ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) dos sistema isolados.			
Termo de referência	Serviços	Discriminação das ETEs (Estação de Tratamento de Esgoto)	Total
1	Aquisição e Instalação de 11 medidor de vazão ultrassônico para calha parshall	Arujá, Pirapora, Cipó, Pinheirinho, Piracaia entrada e saída, Mairiporã entrada e saída, Horto Florestal, Riacho Grande e Itapecirica da Serra.	11
1	Aquisição e Instalação de 4 medidor de vazão ultrassônico p/ vertedor	Salesópolis entrada e saída, Bintiba Mirim e Mairiporã.	4
1	Aquisição e instalação de 16 data logger	Salesópolis entrada e saída, Remédios, Cotia, Pinheirinho, Jaraguá, Nazaré Paulista, Piracaia entrada e saída, Joanópolis entrada e saída, Pinhalzinho, Mairiporã entrada e saída, Aclimação e Ibirapuera.	16
2	Aquisição, Instalação de medidor de eletromagnético DN 100mm e construção das 2 caixas de concreto com guarda corpo	Bandeirantes Riacho Grande	2
3	Aquisição, Instalação de medidor de vazão ultrassônico e construção das 4 caixas de concreto para calha Parshall	Discriminação dos pontos de instalação das ETEs: Itapecirica da Serra, Riacho Grande, Jaraguá e Ibirapuera	4
Portanto são (11 + 4) medidores de vazão calhas Parshall, 4 vertedores, 16 data Loggers e 2 eletromagnéticos			

## MATERIAIS

Faz parte dessa atividade todo serviço necessário, como a construção da caixa de concreto, aquisição do medidor de vazão ultrassônico, eletromagnético, vertedor e calha Parshall com medidores primário e secundário, incluindo passagem de eletrodutos e fiação, instalação de painel elétrico para comando e proteção do medidor, materiais e peças especiais como tubulações ponta e bolsa, luvas mecânica e abrigo instalação do medidor secundário, etc.

As calhas que existentes foram redimensionadas, algumas que estavam no final de plano foram substituídas, foi instalado medidores de nível do tipo ultrassônico. Os medidores de nível primário (sensor) foram instalados sobre a calha e vertedor, acima do nível do efluente e na direção do canal de passagem principal. Foram construídos dispositivos de fixação com apoio próprio ao concreto e independente da calha ou do vertedor de medição do fluido.

## RESULTADOS

Os medidores do tipo calha Parshall foram instalados na entrada ou na saída das estações, e até mesmo nas duas posições entrada e saída, alguns casos foram instalado medidor do tipo vertedor. A tabela abaixo serve de orientação para colher dados para parametrização. Possibilita e informa dados para a parametrização específica de cada estação. É necessário que a vazão seja próxima do real, para não perder a precisão na medição e na transmissão.

Quando previsto a aquisição de calha Parshall e construção de uma estrutura de concreto em alvenaria para abrigá-la, foi necessário análise da vazão real nos horários de maior e de menor consumo. As caixas foram construídas no alinhamento da tubulação de entrada ou da saída da ETE. Foram construídas em concreto armado, com ferragens, pedra, areia, cimento, fiação de energia e de medição de vazão, condutele, montagem do equipamento e acessórios e a parametrização e medição final.

Apos a conclusão dos serviços, foi realizado uma parada para interligação sem prejudicar a produção. Para a parametrização foi construído uma tabela de medição para aferir a vazão instantânea. Com essa foi realizada uma medição mecânica e comparado com a medição mecânica eletrônica das calhas Parshall, ao longo do dia nada temos a contestar ou até mesmo comparar a medição de vazão mecânica com o ultrassônico, pois a segunda tem muito mais dados de controle.

Vale ressaltar que a aferição da vazão através de uma tabela mecânica não significa que é uma medição que poderá comparar com uma medição eletrônica, porém em um determinado tempo, é possível adotar um comparativo sem medo de errar. Para isso foi realizado um teste mecânico em bancada e foram aferidas as vazões em vários níveis para todas as calhas de 1 a 36''. Nos testes foram verificadas medições com diferença de 3 décimos, o que significa serem erros por conta de aproximação de casas decimais. Essa diferença foi observada na mesma proporção nas normas ASTM 1941 de 1975 ou na NBR / ISO 9826 de 2009.

As caixas de entrada e saída da calha foram apropriadas conforme dimensionamento de cada vazão. A altura máxima da lâmina foi predominante para a decisão, sendo que foi necessário admitir uma lâmina de até 200 mm. Essa lâmina foi necessária para o dimensionamento, levando se em conta que calhas com velocidade alta na saída, proporcionam formação de espuma, sendo assim foi necessário a redução de velocidade acalmando a saída. Em dois casos nas ETEs Jaraguá e CPD Itapecirica da Serra foram necessárias saídas afogadas até a calha para evitar espuma quando o efluente é lançado ao rio.

A escala é para o dimensionamento da altura que dá a vazão máxima no ponto de medição, conforme os padrões de medida da construção. A caixa de concreto foi construída e fundida no próprio local de medição e as dimensões internas se acoplam da calha Parsllhall.

O serviço foi concluído no eixo da tubulação, independente da instalação atual, ou seja, a obra foi instalada paralela a rede de entrada para a ETE Riacho Grande, CPD Itapecirica da Serra e ETE Jaraguá. Posteriormente a construção da calha em cima da tubulação, foi realizada a paralisação do sistema e interligação da rede projetada à tubulação existente.

Norma ISO NBR / ISSO 9826 de 2009, não foi aceita medidas em não conformidade com as especificadas.

Para isso, foi necessário recorrer às medidas padronizadas. Da mesma forma que outros sistemas de medição foram utilizadas medidas do no padrão Europeu ou padrão Americano de medidas fracionárias. Essa necessidade visa estabelecer um serviço de qualidade e exatidão principalmente quando se trata de inserir produtos químicos no tratamento.

**Tabela para medição de vazão mecânica em calhas Parshall de várias dimensões onde Q = 2,2 x W x H<sup>3/2</sup>**

W largura da calha Parshall Polegada	dimensão 1	dimensão 3	dimensão 6	dimensão 9	1 pé 12	1,5 pé 18	2 pé 24	3 pé 36	Tabela para medição de vazão mecânica em calhas Parshall de várias dimensões onde Q = 2,2 x W x H <sup>3/2</sup>								
									M³/h	M³/h							
Milímetro	H altura da lâmina H metro	25,4	76,2	152,4	228,6	304,8	457,2	609,6	914,4	litros por segundo	M³/h						
cm	altura da lâmina H cm	1	3	6	9	12	18	24	36	litros por segundo	M³/h						
0.000	0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
0.005	0,5	0,02	0,1	0,06	0,2	0,1	0,4	0,2	0,6	0,2	0,9						
0.010	1	0,06	0,2	0,17	0,6	0,3	1,2	0,5	1,8	0,7	2,4						
0.015	1,5	0,10	0,4	0,31	1,1	0,6	2,2	0,9	3,3	1,2	4,4						
0.020	2	0,16	0,6	0,47	1,7	0,9	3,4	1,4	5,1	1,9	6,8						
0.025	2,5	0,22	0,8	0,66	2,4	1,3	4,8	2,0	7,2	2,7	9,5						
0.030	3	0,29	1,0	0,87	3,1	1,7	6,3	2,6	9,4	3,5	12,5						
0.035	3,5	0,37	1,3	1,10	4,0	2,2	7,9	3,3	11,9	4,4	15,8						
0.040	4	0,45	1,6	1,34	4,8	2,7	9,7	4,0	14,5	5,4	19,3						
0.045	4,5	0,53	1,9	1,60	5,8	3,2	11,5	4,8	17,3	6,4	23,0						
0.050	5	0,62	2,2	1,87	6,7	3,7	13,5	5,6	20,2	7,5	27,0						
0.055	5,5	0,72	2,6	2,16	7,8	4,3	15,6	6,5	23,4	8,6	31,1						
0.060	6	0,82	3,0	2,46	8,9	4,9	17,7	7,4	26,6	9,9	35,5						
0.065	6,5	0,93	3,3	2,78	10,0	5,6	20,0	8,3	30,0	11,1	40,0						
0.070	7	1,03	3,7	3,10	11,2	6,2	22,4	9,3	33,5	12,4	44,7						
0.075	7,5	1,15	4,1	3,44	12,4	6,9	24,8	10,3	37,2	13,8	49,6						
0.080	8	1,26	4,6	3,79	13,7	7,6	27,3	11,4	41,0	15,2	54,6						
0.085	8,5	1,38	5,0	4,15	15,0	8,3	29,9	12,5	44,9	16,6	59,8						
0.090	9	1,51	5,4	4,53	16,3	9,1	32,6	13,6	48,9	18,1	65,2						
0.095	9,5	1,64	5,9	4,91	17,7	9,8	35,3	14,7	53,0	19,6	70,7						
0.100	10	1,77	6,4	5,30	19,1	10,6	38,2	15,9	57,3	21,2	76,3						
0.105	10,5	1,90	6,8	5,70	20,5	11,4	41,1	17,1	61,6	22,8	82						
0.110	11	2,04	7,3	6,12	22,0	12,2	44,0	18,3	66,1	24,5	88						
0.115	11,5	2,18	7,8	6,54	23,5	13,1	47,1	19,6	70,6	26,2	94						
0.120	12	2,32	8,4	6,97	25,1	13,9	50,2	20,9	75,3	27,9	100						
0.125	12,5	2,47	8,9	7,41	26,7	14,8	53,3	22,2	80,0	29,6	107						
0.130	13	2,62	9,4	7,86	28,3	15,7	56,6	23,6	84,9	31,4	113						
0.135	13,5	2,77	10,0	8,32	29,9	16,6	59,9	24,9	89,8	33,3	120						
0.140	14	2,93	10,5	8,78	31,6	17,6	63,2	26,3	94,8	35,1	126						
0.145	14,5	3,09	11,1	9,26	33,3	18,5	66,6	27,8	100,0	37,0	133						
0.150	15	3,25	11,7	9,74	35,1	19,5	70,1	29,2	105,2	39,0	140						
0.155	15,5	3,41	12,3	10,23	36,8	20,5	73,7	30,7	110,5	40,9	147						
0.160	16	3,58	12,9	10,73	38,6	21,5	77,2	32,2	115,9	42,9	154						
0.165	16,5	3,75	13,5	11,24	40,4	22,5	80,9	33,7	121,3	44,9	162						
0.170	17	3,92	14,1	11,75	42,3	23,5	84,6	35,2	126,9	47,0	169						
0.175	17,5	4,09	14,7	12,27	44,2	24,5	88,4	36,8	132,5	49,1	177						
0.180	18	4,27	15,4	12,80	46,1	25,6	92,2	38,4	138,3	51,2	184						
0.185	18,5	4,45	16,0	13,34	48,0	26,7	96,0	40,0	144,1	53,4	192						
0.190	19	4,63	16,7	13,88	50,0	27,8	100,0	41,7	149,9	55,5	200						
0.195	19,5	4,81	17,3	14,44	52,0	28,9	103,9	43,3	155,9	57,7	208						
0.200	20	5,00	18,0	14,99	54,0	30,0	108,0	45,0	161,9	60,0	216						
0.205	20,5	5,19	18,7	15,56	56,0	31,1	112,0	46,7	168,0	62,2	224						
0.210	21	5,38	19,4	16,13	58,1	32,3	116,2	48,4	174,2	64,5	232						
0.215	21,5	5,57	20,1	16,71	60,2	33,4	120,3	50,1	180,5	66,8	241						
0.220	22	5,77	20,8	17,30	62,3	34,6	124,6	51,9	186,8	69,2	249						
0.225	22,5	5,96	21,5	17,89	64,4	35,8	128,8	53,7	193,2	71,6	258						
0.230	23	6,16	22,2	18,49	66,6	37,0	133,1	55,5	199,7	74,0	266						
0.235	23,5	6,37	22,9	19,10	68,8	38,2	137,5	57,3	206,3	76,4	275						
0.240	24	6,57	23,7	19,71	71,0	39,4	141,9	59,1	212,9	78,8	284						
0.245	24,5	6,78	24,4	20,33	73,2	40,7	146,4	61,0	219,6	81,3	293						
0.250	25	6,99	25,1	20,96	75,4	41,9	150,9	62,9	226,3	83,8	302						
0.260	26	7,41	26,7	22,22	80,0	44,4	160,0	66,7	240,0	88,9	320						
0.270	27	7,84	28,2	23,52	84,7	47,0	169,3	70,6	254,0	94,1	339						
0.280	28	8,28	29,8	24,84	89,4	49,7	178,8	74,5	268,2	99,4	358						
0.290	29	8,73	31,4	26,18	94,2	52,4	188,5	78,5	282,7	104,7	377						
0.300	30	9,18	33,1	27,55	99,2	55,1	198,3	82,6	297,5	110,2	397						
0.310	31	9,64	34,7	28,93	104,2	57,9	208,3	86,8	312,5	115,7	417						
0.320	32	10,12	36,4	30,35	109,2	60,7	218,5	91,0	327,7	121,4	437						
0.330	33	10,59	38,1	31,78	114,4	63,6	228,8	95,3	343,2	127,1	458						
0.340	34	11,08	39,9	33,24	119,6	66,5	239,3	99,7	358,9	132,9	479						
0.350	35	11,57	41,7	34,71	125,0	69,4	249,9	104,1	374,9	138,8	500						
0.360	36	12,07	43,5	36,21	130,4	72,4	260,7	108,6	391,1	144,8	521						
0.370	37	12,58	45,3	37,73	135,8	75,5	271,7	113,2	407,5	150,9	543						
0.380	38	13,09	47,1	39,27	141,4	78,5	282,7	117,8	424,1	157,1	565						
0.390	39	13,61	49,0	40,83	147,0	81,7	294,0	122,5	441,0	163,3	588						
0.400	40	14,14	50,9	42,41	152,7	84,8	305,4	127,2	458,0	169,6	611						
0.410	41	14,67	52,8	44,01	158,4	88,0	316,9	132,0	475,3	176,0	634						
0.420	42	15,21	54,8	45,63	164,3	91,3	328,5	136,9	492,8	182,5	657						
0.430	43	15,76	56,7	47,27	170,2	94,5	340,3	141,8	510,5	189,1	681						
0.440	44	16,31	58,7	48,93	176,1	97,9	352,3	146,8	528,4	195,7	705						
0.450	45	16,87	60,7	50,61	182,2	101,2	364,4	151,8	546,5	202,4	729						
0.460	46	17,43	62,8	52,30	188,3	104,6	376,6	156,9	564,9	209,2	753						
0.470	47	18,01	64,8	54,02	194,5	108,0	388,9	162,0	583,4	216,1	778						
0.480	48	18,58	66,9	55,75	200,7	111,5	401,4	167,2	602,1	223,0	803						
0.490	49	19,17	69,0	57,50	207,0	115,0	414,0	172,5	621,0	230,0	828						
0.500	50	19,76	71,1	59,27	213,4	118,5	426,7	177,8	640,1	237,1	853						
Polegada		1	25,4	3	76,2	6	152,4	9	228,6	12	304,8	18	457,2	24	609,6	36	914,4
mm		25,4	76,2	152,4	228,6	304,8	457,2	609,6	914,4	25,4	76,2	152,4	228,6	304,8	457,2	609,6	914,4

Tabela 2 Medição de vazão conforme altura do nível do efluente  
Medidas da calha Parshall foram conferidas

Tabela 2 Medição de vazão conforme altura do nível do efluente  
Medidas da calha Parshall foram conferidas segundo norma ASTM 1941(1975)

Sugestão para dimensões das caixas de concreto: Resistência do concreto maior que 20 Mpa, espessura de 0,2m maior que o contorno da calha, nos canais de entrada e de saída do ponto de medição e da calha, diâmetro da ferragem é de 8 mm, espaçamento de 0,1m. A contratada deverá dimensionar a caixa de concreto armado para o local, caso necessário, realizar sondagem do piso para verificar a resistência do solo.

Foto 1 Calha Parshall Biritiba Mirim entrada do efluente





Em torno da caixa de concreto deverá ter guarda corpo com altura de 1 metro para evitar queda de transeunte no local, os espaçamentos do guarda corpo é de 0,35m. Deverá ser construído em aço carbono com espessura de 3 mm, pintado com tinta de fundo para proteção contra oxidação e duas demãos de epóxi cor amarela, fixado no concreto da caixa.

Foto 2 Medidor de nível instalado em posição não sugerida



**Foto 3** RAFA Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente ETE CPD Itapecirica da Serra



**Foto 4** ETE Biritiba Mirim com os aeradores em funcionamento



**Foto 5** Medidor de vazão secundário onde ocorre a transformação matemática da vazão



Para as calhas dos municípios de Itapeçerica da serra e Jaraguá, as instalações de entrada das calhas Parshall foram afogadas para evitar a formação de espuma. Foi necessário visitar o local para definir e dimensionar os dois os pontos de interligação, diâmetro da tubulação atual de saída de efluente e altura do ponto de despejo. Além da medição de vazão, acabamos com a espuma que gerava impressão não muito boa no efluente final.

Tabela 3 Pontos de instalação dos serviços

Instalação de medidores de vazão para as ETEs dos Sistemas Isolados. Dados para a aquisição e controle																		
UN	MUNICÍPIO	Bacias Sub-Bacias	ETE	Bacia de Estada em Operação	Processo de Tratamento	Capacidade de Nominal (l/s)	Vazão Média Anual Tratada (2007-08) (l/s)	Carga orgânica removida a (%)	Carga Receptora		Medição Entrada ETE			Medição saída ETE				
									Resma	Class e	Medidor instalado calha Parshall	compra ultrassônico ultrasonográfico de nível	Construção calha entrada	Medidor instalado calha Parshall	compra ultrassônico ultrasonográfico de nível	Construção calha entrada		
	Anápolis	Alto Tietê - Cabeceiras	Anápolis	Alto Tietê - Cabeceiras	Alto Tietê - Cabeceiras + Lagoa de Descartação + Lagoa de Descartação	150,0	45,0	90	Resma - Durgas	3	3	entrada e saída	existente	compra	não	calha parshall	não medido	não
	Luzia	Bimba Mem - Caboceros	Bimba Mem	Alto Tietê - Caboceros	Alto Tietê - Caboceros + Lagoa de Descartação	65,0	20,0	80	Tata	2	2	9 entrada	existente	compra	não	construído	compra	não
	Subsélite	Alto Tietê - Caboceros	Subsélite	Alto Tietê - Caboceros	Alto Tietê - Caboceros + Lagoa de Descartação	150,0	19,0	77	Paratnga	2	2	não tem	compra	construído	sem calha	verificado	não	não
	Subsélite	Alto Tietê - Caboceros	Subsélite	Alto Tietê - Caboceros	Alto Tietê - Caboceros + Lagoa de Descartação	2,0	0,9	70	Infração	1	1	3 entrada	existente	não	não	sim	não	não
	Onda	Catã	Catã	Alto Tietê - Catã - Guapiranga	Alto Tietê - Catã - Guapiranga	120,0	30,0	87	Catã	3	3	9 saída	existente	não	não	calha parshall	compra	não
	Pratara	Alto Tietê - Jussara Fofres	Pratara	Alto Tietê - Jussara Fofres	Alto Tietê - Jussara Fofres	30,0	3,3	95	Tata	4	4	6 saída	não	não	não	calha parshall	compra	não
	Itapevica	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	CDP Itapevica	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	3,5	5,2	80	Infração	1	1	não	não	não	não	substituído + 1 para 3 compra	compra	não
	Sul	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	30,0	36,3	81	Itapevica - Durgas	1	1	9	existente	não	não	não	não	não
	Embu Guapiranga	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	Embu Guapiranga	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	50,0	10,9	45	Infração	1	1	6	existente	compra	não	não	não	não
	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	24,0	10,9	93	Itapevica - Durgas	2	2	6	existente	compra	não	construído de acordo de	não	não
	Subsélite	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	Subsélite	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	10,0	34,0	71	Itapevica - Durgas	12	12	desativado	não	não	não	não	não	não
	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	24,0	9,1	80	Itapevica - Durgas	2	2	desativado	não	não	não	não	não	não
	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	3,0	13,0	81	Itapevica - Durgas	4	4	6	existente	compra	não	não	não	não
	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	3,0	13,0	81	Itapevica - Durgas	4	4	6	não	desativado	calha	não possível	não	não
	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	38,0	13,0	81	Itapevica - Durgas	4	4	6	existente	compra	não	construído	compra	não
	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	38,0	13,0	81	Itapevica - Durgas	4	4	6	existente	compra	não	construído	compra	não
	Nazari Pta	PCJ	Nazari Pta	PCJ	PCJ	12,0	6,0	87	Itapevica - Durgas	1	1	6	existente	não	não	existente	não	não
	Pratara	PCJ	Pratara	PCJ	PCJ	70,0	5,3	86	Cachoira	2	2	6 x 6	existente	compra	não	existente	compra	não
	Joazeirão	PCJ	Joazeirão	PCJ	PCJ	16,0	19,5	81	Jacaré	1	1	6	existente	compra	não	construído	compra	não
	Pratara	PCJ	Pratara	PCJ	PCJ	14,0	13,2	84	Pratara	2	2	xxxxxx	existente	compra	não	construído	compra	não
	Marquês	Alto Tietê - Jussara Fofres	Marquês	Alto Tietê - Jussara Fofres	Alto Tietê - Jussara Fofres	35,0	50,3	73	Itapevica - Durgas	2	2	3 x 3	existente	compra	não	existente	compra	não
	Marquês	Alto Tietê - Jussara Fofres	Marquês	Alto Tietê - Jussara Fofres	Alto Tietê - Jussara Fofres	1,0	0,7	80	Itapevica - Durgas	1	1	desativado	não construído	desativado	pouca vazão	não construído	desativado	para vazão
	Centro	São Paulo	Centro	São Paulo	São Paulo	30,0	75,4	36	ETE Itapevica	1	1	Medidor ul	não	não	não	não	não	não
	TOTAL					995,0	439,8											

### CONSTRUÇÃO DO ABRIGO

Construímos um abrigo protegendo medidor de vazão secundário, toda construção do abrigo em alvenaria de 1X1X2 (CxLxH) comprimento, largura e altura, com cobertura de laje inclinada a 23°, face para o norte, com porta, tijolo vazado, calçada de 0,5 metro ao redor do prédio, pintura geral na parte interna e externa na cor branca. Instalar pingadeiras de 300 mm em torno da casa de abrigo.

Foto 6 Abrigo do medidor secundário



Tabela 4 Pontos com dados de vazão local, região, e serviço a executar.

Instalação de medidor ultrassônico e construção de calha Parshall												
UN	MUNICÍPIO	Bacias Sub-Bacias	ETE	Capacidade Nominal (l/s)	Vazão Média Anual Tratada (2007-08) (l/s)	Carga orgânica removida (%)	Vazão mensal de março de 2010	Diâmetro dimensionado da calha Parshall	Diâmetro dimensionado da calha Parshall	Aquisição de calha Parshall e medidor de nível ultrassônico	Construção da calha, canal de entrada e saída	Construção do abrigo e instalação de condutores
Sul	Itapevica	Alto Tietê - Cotã - Guapiranga	CDP Itapevica	3,5	5,2	80	1 cada	2,4	3	saída	1,2 e 3	1,2 e 3
Subsélite	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduaí	Riacho Grande	24,0	10,9	93			6	entrada	1,2 e 3	1,2 e 3
Norte	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	Jaraguá	38,0	13,0	81	6 x	14	9	saída	1,2 e 3	1,2 e 3
	São Paulo	Córrego Capoteiro P-16	Ibirapuera	150,0	89,2	3 per 36" polegada	36	98,8	36	entrada		

Serviço 1: Instalação de medidor de vazão do tipo calha Parshall. Serviço 2: Instalação de calha e condutores atarracados para. Serviço 3: Construção de abrigo em alvenaria para proteção do medidor de vazão secundário dimensões e

### Serviço 1

Para cada uma dos pontos de medição foi necessário a construção de um abrigo em alvenaria, com as seguintes medidas: 1 X 1 X 2 (CxLxH) metro de comprimento, largura e altura, cobertura de laje inclinada com que d'água com sua face para o norte. Para abrigar o medidor de vazão secundário, deverá ter tijolos vazados e porta para impedir a entrada de bichos. Com calçada de 0,5 metro ao redor do prédio, pintura geral na parte interna e externa na cor branca, instalar pingadeiras de 300 mm de largura em torno da laje.

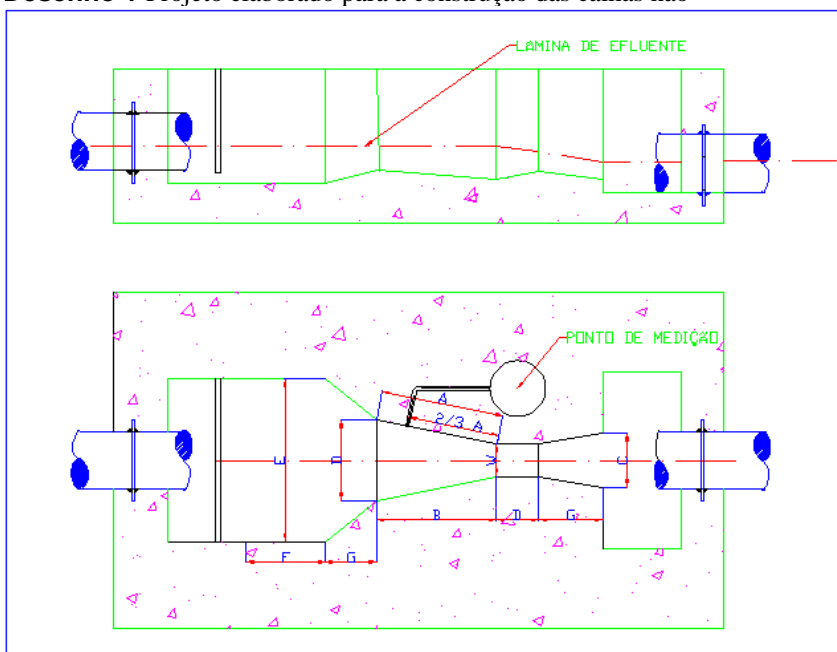
#### Serviço 2

Instalação de condutele e fiação para passar os fios de medição da vazão, referente ao trecho do medidor secundário até a calha Parshall, nesses casos não passa de 30 metros.

#### Serviço 3

Instalação de condutele e fiação para passar os cabos de energia ao ponto de medição da vazão na calha Parshall até o ponto de energia elétrica, que é o espaço entre o medidor de vazão primário e o secundário. O comprimento máximo da maior instalação é de até 150m de eletrodutos corrugados de 2" e os eletrodutos galvanizados. Todo material foi fornecido pela contratada conforme planilha anexa. O maior trecho admissível de condutele foi de 40 metros. Para trecho maior será intercalado com uma caixa em alvenaria de (300X400X200) mm com tampa em concreto com 40 mm de espessura. Além dos condutes, materiais de passagem dos cabos, braçadeiras, buchas e demais acessórios que são necessários para a instalação e passagem dos fios.

**Desenho 1** Projeto elaborado para a construção das calhas não



**Foto 7** Instalação com um poço de medição, sugerido no termo de referência conforme desenho acima





O conversor deve ser micro processado e parametrizável no local, com medidas padrão para saneamento, deverão possibilitar a medição da vazão totalizada e instantânea, com alarmes e sinais de saída, com unidades de engenharia e no mínimo seis dígitos.

A parametrização do conversor é realizada através de teclado alfanumérico, localizado na área frontal, com display frontal de “LCD”, senha de segurança, auto- diagnóstico de falhas, que permita identificar uma ocorrência de problema interno, sinal para alarme, unidades de medidas no sistema internacional SI (m<sup>3</sup>, litro) / (hora, minuto, segundo).

Características elétricas:

Sinais de saída devem ser de 4 – 20 mA, com corrente contínua proporcional à vazão, capacidade de conversão dos sinais em dígitos visuais, possibilidade de comunicação com saída de pulso proporcional à vazão, comunicação via RS 232C/RS 485.

Os dados do medidor primário e secundário devem possibilitar a armazenagem em “Data Logger” e descarregar em micro para posterior análise estatística, com intervalo de tempo mínimo de coleta dos dados é de 5 segundos.

Generalidades

O conversor deve ser micro processado e programável no local, para a medição de vazão, totalização, alarmes e sinais de saída, conter a fórmula matemática que traduz o volume de passagem através da medição do nível de lâmina do efluente para a fórmula abaixo:

$$Q = 2,2 \times W \times H^{3/2}$$

Onde

$$Q = M^3/s$$

$$W = \text{metro}$$

$$H \text{ metro}$$

Funções que devem ser obrigatoriamente incorporadas ao conversor:

Senha de segurança para realizar a programação do medidor por pessoas autorizadas;

Cardápio de auto-diagnóstico de falhas, além de um contato de saída que permita identificar a ocorrência de um problema interno (sinal para alarme);

Indicação de vazão instantânea e totalizada em unidades do S.I. (m<sup>3</sup>, litro) / (hora, minuto, segundo);

Todas as unidades de medida adotadas devem obrigatoriamente constar do Sistema Internacional de Unidades (SI), apesar de que a parametrização poderá ser no sistema Europeu (métrico) ou no sistema Inglês decimal fracionário de polegada.

## RECOMENDAÇÕES

Qualquer detalhe em desacordo com o especificado, em consequência de técnicas próprias de fabricação do Proponente, deve ser relacionado e descrito, sua aceitação fica sujeita à análise da Sabesp, podendo ser desclassificado do processo. A proposta entregue à Sabesp para o processo licitação deve conter:

Desenho esquemático de instalação e curvas de desempenho dos medidores;

Sujeita à análise da Sabesp.

Catálogo e publicações técnico-comerciais dos equipamentos;

Desenho esquemático de instalação

Folha de dados (Anexo B) preenchida pela Proponente;

Descrição técnica dos equipamentos e detalhes construtivos

Manual de instalação.

**Tabela 5** Locais onde foram instaladas as calhas Parshall.

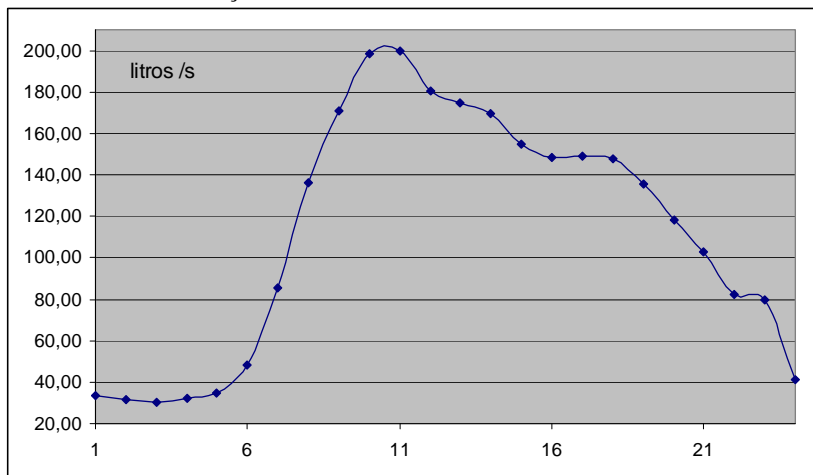
Instalação de medidor ultrassônico e construção de calha Parshall													
UN	MUNICÍPIO	Bacias Sub-Bacias	ETE	Capacidade Nominal (l/s)	Vazão Média Anual Tratada 2007 (L/s)	Carga orgânica removida (%)	calhas entrada e saída	Vazão mensal de março de 2010	Diâmetro dimensionado da calha Parshall	Diâmetro dimensionado da calha Parshall	Aquisição de calha Parshall e medidor de nível ultrassônico	Construção da caixa, canal de entrada e saída	Construção do abrigo e instalação de condutores
Sul	Itapeceira	Alto Tietê - Códia - Guarapiranga	CDP Itapeceira	3,5	5,2	99	saída	24,4		saída	1,2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3
Sudeste	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduateí	Riacho Grande	24,0	10,9	99				entrada	1,2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3
Norte	São Paulo	Alto Tietê - Fanha - Pinheiros	Jaraguá	38,0	13,8	81	6 x	14		saída	1,2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3
Serviço 1:				Serviço 2:				Serviço 3:					
Instalação de medidor de vazão do tipo calha Parshall				Instalação fiação e condutores aterrados para				Construção de abrigo em alvenaria para proteção do medidor de vazão secundário dimensões e					

**Gráfico 1** Distribuição diária



Esse gráfico reflete a realidade, desde que a entrada do efluente seja por gravidade, a maioria dos casos é necessário um poço de bombeamento, pois nem sempre a ETE está localizada no ponto mais baixo da cidade.

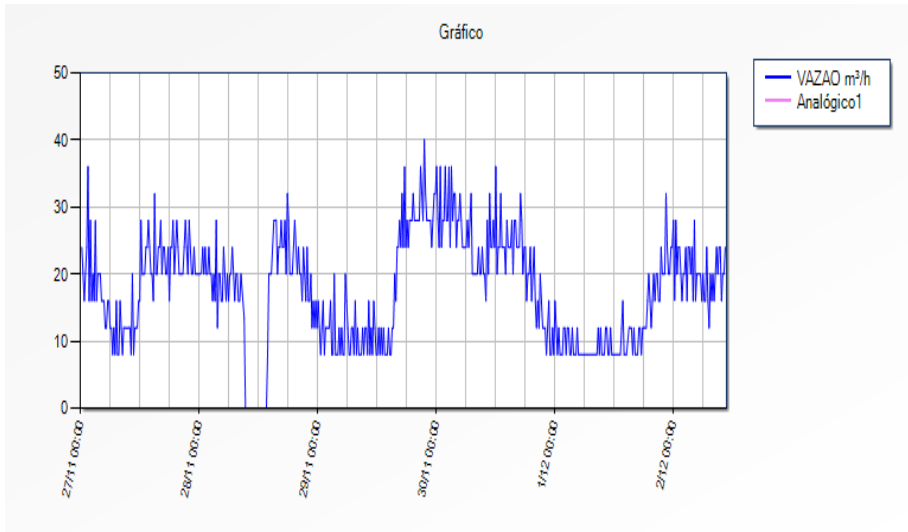
**Gráfico 2** Distribuição diária máxima de 200 l/s e mínima de 30 l/s.



Vale ressaltar que ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) que o efluente entra por gravidade é apenas uma a de Piracéia, essa característica está em desuso, pois a atual da região com um projeto que tão logo receberá contribuição de um poço existente em projeto.

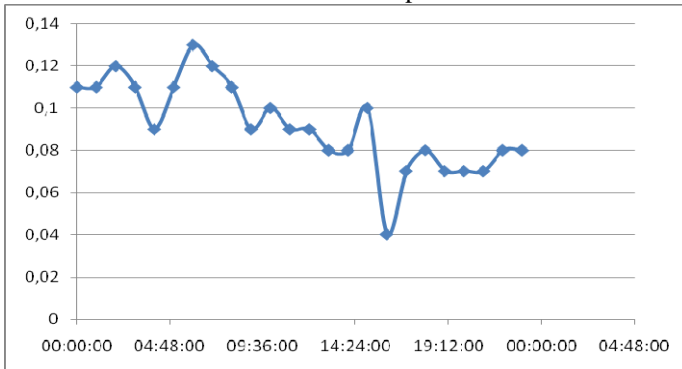
De uma forma geral estações de tratamento de esgoto são únicas, estão localizadas fora da cidade e distante da população na periferia, por isso, necessitam de energia de bombeamento para atingir o ponto mais alto que é na entrada da estação.

**Gráfico 3** Medição de vazão bombeada, saída da ETE Arujá

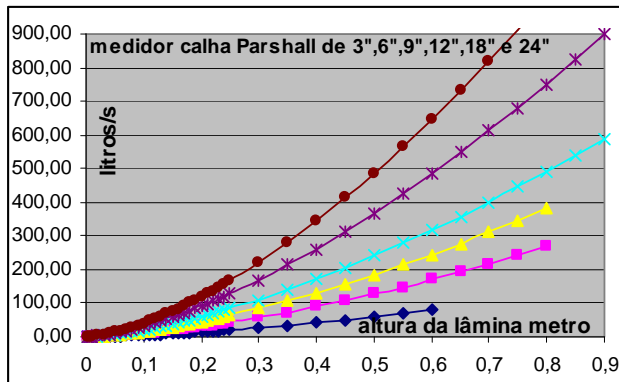


Através do gráfico acima e abaixo, o liga desliga, poço que aduz para a ETE Arujá, em menor escala é fácil de identificar os momentos em que as bombas são ligadas e que a vazão de bombeamento se dá a cada duas horas nos horários de menor consumo da 0 às 6.

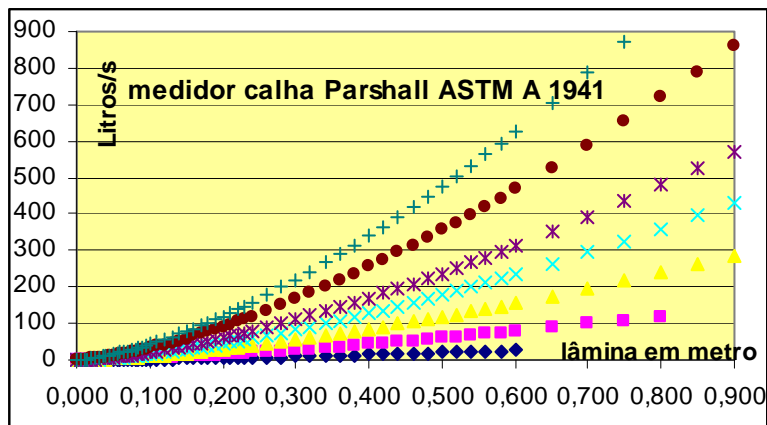
**Gráfico 4** Período de um dia vazão porcentual



**Gráfico 5** Medição de vazão calha Parshall, NBR / ISO 9826 de dimensão de 1" a 24" no sistema métrico



**Gráfico 6** Medidas do sistema fracionário ASTM A 1941



## CONCLUSÃO

Os medidores de vazão foram instalados nos devidos pontos sem qualquer dificuldade, os do tipo calha Parshall e vertedor foram instalados com medidor de nível ultrassônico, os eletromagnéticos foram instalados na rede de entrada das ETEs Bandeirantes, Aclimação e Riacho Grande.

Através dessa experiência avaliamos o comportamento das estações, volume do efluente tratado, constatamos que em alguns casos o tratado foi maior que o consumo de água da população. Esse caso foi verificado em Salesópolis onde havia contribuição constante de um riacho. As bombas não davam conta, foi necessário aumentar a potência.

Através da medição de vazão, foi possível analisar o número de vezes que as bombas operam durante o período de uma hora. Ou seja, os poços de recalque para as ETEs recebem maior volume nos horários de maior consumo e menor volume nos horários de menor consumo. Portanto o liga desliga das bombas é maior nos horários de maior consumo, nos horários de menor consumo os poços demoram mais para chegar ao nível de bombeamento.

Através da medição de vazão realizada nas ETEs, foi verificado que cada estação tem uma característica própria.

Calhas com lâmina alta como se estivessem no fim de plano

Calhas com lâmina baixa em início de plano.

Estações sem medição de vazão.

Pontos de Infiltração

Instalação vertedor apesar de que não temos nada contra.

Estações que operam afogadas em períodos de chuva.

A medição de vazão nos deu um bom aprendizado, pelo tipo de estação de tratamento de esgoto e suas particularidades, deveriam ser incorporadas às melhorias das ETEs tendo em vista que os operadores sempre têm alguma sugestão que possa melhorar o tratamento e medição de vazão precisam estar presente as ETEs. Espero que a medição de vazão possa contribuir no futuro para se comparar a estação de uma Zona com outra, ainda que se tenham populações e tipo de tratamento diferenciado. Esse comparativo visa colocar as estações em um comparativo de eficiência operacional.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Azevedo Netto José M. de, Álvares Guilherme A, Manual de Hidráulica, 8ª Edição 1998.

Delmée Gerard J. Manual de medição de vazão.

Desenho Padrão Sabesp série 0.100.400 D / série E.

Eficiência Operacional Silva J.J. A (2011).

Lamon Geraldo P. S. Pitometria e Macromedição 1ª Edição 2005.

Manual de operação e instalação Incontrol transdutor de nível março (2009).

Medidor de Vazão Eletromagnético Silva J.J. A (2006).

NTS (Norma Técnica Sabesp) 066 Sabesp

Provenza Francisco. Manual de Desenho de Máquinas. 1ª Edição 1960.

Provenza Francisco. Manual de Projetista de Máquinas. 1ª Edição 1960.

SANEAS Anais do X Encontro Técnico Associação dos Engenheiros Agosto de 1999 nº. 10.

Tsutiya Milton Tomoyuki. Coleta e Transporte de Esgoto. 2ª Edição 2005.

Viana Marcos Rocha. Mecânica dos Fluidos para Engenheiros 4ª Edição 2001.