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://wwweficienciaoperacional.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 réguas 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 emtrada e saída, Biritiba 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: Itapecerica 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, condulete, 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 Parslhall.

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 aceito 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 $^{3/2}$

W largura da calha Parshall		dimensão Polegada		dimensão Polegada		dimensão Polegada		dimensão Polegada		1 pé		1,5 pé		2 pé		3 pé	
Polegada	W	1		3		6		9		12		18		24		36	
		largura da calha milimetros		largura da calha milimetros		largura da calha milimetros		largura da calha milimetros		largura da calha milimetros		largura da calha milimetros		largura da calha milimetros		largura da calha milimetros	
Milimetro	H	25,4		76,2		152,4		228,6		304,8		457,2		609,6		914,4	
altura da lâmina H metro	altura da lâmina H cm	vazão litros por segundo	M³/h	vazão litros por segundo	M³/h	vazão litros por segundo	M³/h	vazão litros por segundo	M³/h	vazão litros por segundo	M³/h	vazão litros por segundo	M³/h	vazão litros por segundo	M³/h	vazão 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	0,0	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	0,4	1,3	0,5	1,7	0,7	2,6
0,010	1	0,06	0,2	0,17	0,6	0,3	1,2	0,5	1,8	0,7	2,4	1,0	3,6	1,3	4,8	2,0	7,2
0,015	1,5	0,10	0,4	0,31	1,1	0,6	2,2	0,9	3,3	1,2	4,4	1,8	6,7	2,5	8,9	3,7	13,3
0,020	2	0,16	0,6	0,47	1,7	0,9	3,4	1,4	5,1	1,9	6,8	2,8	10,2	3,8	13,7	5,7	20,5
0,025	2,5	0,22	0,8	0,66	2,4	1,3	4,8	2,0	7,2	2,7	9,5	4,0	14,3	5,3	19,1	8,0	28,6
0,030	3	0,29	1,0	0,87	3,1	1,7	6,3	2,6	9,4	3,5	12,5	5,2	18,8	7,0	25,1	10,5	37,6
0,035	3,5	0,37	1,3	1,10	4,0	2,2	7,9	3,3	11,9	4,4	15,8	6,6	23,7	8,8	31,6	13,2	47,4
0,040	4	0,45	1,6	1,34	4,8	2,7	9,7	4,0	14,5	5,4	19,3	8,0	29,0	10,7	38,6	16,1	57,9
0,045	4,5	0,53	1,9	1,60	5,8	3,2	11,5	4,8	17,3	6,4	23,0	9,6	34,6	12,8	46,1	19,2	69,1
0,050	5	0,62	2,2	1,87	6,7	3,7	13,5	5,6	20,2	7,5	27,0	11,2	40,5	15,0	54,0	22,5	81,0
0,055	5,5	0,72	2,6	2,16	7,8	4,3	15,6	6,5	23,4	8,6	31,1	13,0	46,7	17,3	62	25,9	93,4
0,060	6	0,82	3,0	2,46	8,9	4,9	17,7	7,4	26,6	9,9	35,5	14,8	53,2	19,7	71	29,6	106,4
0,065	6,5	0,93	3,3	2,78	10,0	5,6	20,0	8,3	30,0	11,1	40,0	16,7	60,0	22,2	80	33,3	120,0
0,070	7	1,03	3,7	3,10	11,2	6,2	22,4	9,3	33,5	12,4	44,7	18,6	67,1	24,8	89	37,3	134,1
0,075	7,5	1,15	4,1	3,44	12,4	6,9	24,8	10,3	37,2	13,8	49,6	20,7	74,4	27,5	99	41,3	148,7
0,080	8	1,26	4,6	3,79	13,7	7,6	27,3	11,4	41,0	15,2	54,6	22,8	81,9	30,3	109	45,5	163,9
0,085	8,5	1,38	5,0	4,15	15,0	8,3	29,9	12,5	44,9	16,6	59,8	24,9	89,7	33,2	120	49,9	179,5
0,090	9	1,51	5,4	4,53	16,3	9,1	32,6	13,6	48,9	18,1	65,2	27,2	97,8	36,2	130	54,3	195,5
0,095	9,5	1,64	5,9	4,91	17,7	9,8	35,3	14,7	53,0	19,6	70,7	29,5	106,0	39,3	141	58,9	212,1
0,100	10	1,77	6,4	5,30	19,1	10,6	38,2	15,9	57,3	21,2	76,3	31,8	114,5	42,4	153	63,6	229,0
0,105	10,5	1,90	6,8	5,70	20,5	11,4	41,1	17,1	61,6	22,8	82	34,2	123	45,6	164	68,4	246,4
0,110	11	2,04	7,3	6,12	22,0	12,2	44,0	18,3	66,1	24,5	88	36,7	132	48,9	176	73,4	264,2
0,115	11,5	2,18	7,8	6,54	23,5	13,1	47,1	19,6	70,6	26,2	94	39,2	141	52,3	188	78,5	282,4
0,120	12	2,32	8,4	6,97	25,1	13,9	50,2	20,9	75,3	27,9	100	41,8	151	55,7	201	83,6	301,0
0,125	12,5	2,47	8,9	7,41	26,7	14,8	53,3	22,2	80,0	29,6	107	44,5	160	59,3	213	88,9	320,1
0,130	13	2,62	9,4	7,86	28,3	15,7	56,6	23,6	84,9	31,4	113	47,1	170	62,9	226	94,3	339,5
0,135	13,5	2,77	10,0	8,32	29,9	16,6	59,9	24,9	89,8	33,3	120	49,9	180	66,5	239	99,8	359,2
0,140	14	2,93	10,5	8,78	31,6	17,6	63,2	26,3	94,8	35,1	126	52,7	190	70,3	253	105,4	379,4
0,145	14,5	3,09	11,1	9,26	33,3	18,5	66,6	27,8	100,0	37,0	133	55,5	200	74,0	267	111,1	399,9
0,150	15	3,25	11,7	9,74	35,1	19,5	70,1	29,2	105,2	39,0	140	58,4	210	77,9	280	116,9	420,7
0,155	15,5	3,41	12,3	10,23	36,8	20,5	73,7	30,7	110,5	40,9	147	61,4	221	81,8	295	122,8	441,9
0,160	16	3,58	12,9	10,73	38,6	21,5	77,2	32,2	115,9	42,9	154	64,4	232	85,8	309	128,7	463,5
0,165	16,5	3,75	13,5	11,24	40,4	22,5	80,9	33,7	121,3	44,9	162	67,4	243	89,9	324	134,8	485,4
0,170	17	3,92	14,1	11,75	42,3	23,5	84,6	35,3	126,9	47,0	169	70,5	254	94,0	338	141,0	507,6
0,175	17,5	4,09	14,7	12,27	44,2	24,5	88,4	36,8	132,5	49,1	177	73,6	265	98,2	353	147,3	530,2
0,180	18	4,27	15,4	12,80	46,1	25,6	92,2	38,4	138,3	51,2	184	76,8	277	102,4	369	153,6	553,1
0,185	18,5	4,45	16,0	13,34	48,0	26,7	96,0	40,0	144,1	53,4	192	80,0	288	106,7	384	160,1	576,3
0,190	19	4,63	16,7	13,88	50,0	27,8	100,0	41,7	149,9	55,5	200	83,3	300	111,1	400	166,6	599,8
0,195	19,5	4,81	17,3	14,44	52,0	28,9	103,9	43,3	155,9	57,7	208	86,6	312	115,5	416	173,2	623,6
0,200	20	5,00	18,0	14,99	54,0	30,0	108,0	45,0	161,9	60,0	216	90,0	324	120,0	432	179,9	647,7
0,205	20,5	5,19	18,7	15,56	56,0	31,1	112,0	46,7	168,0	62,2	224	93,4	336	124,5	448	186,7	672,2
0,210	21	5,38	19,4	16,13	58,1	32,3	116,2	48,4	174,2	64,5	232	96,8	348	129,1	465	193,6	696,9
0,215	21,5	5,57	20,1	16,71	60,2	33,4	120,3	50,1	180,5	66,8	241	100,3	361	133,7	481	200,5	722,0
0,220	22	5,77	20,8	17,30	62,3	34,6	124,6	51,9	186,8	69,2	249	103,8	374	138,4	498	207,6	747,3
0,225	22,5	5,96	21,5	17,89	64,4	35,8	128,8	53,7	193,2	71,6	258	107,4	386	143,1	515	214,7	772,9
0,230	23	6,16	22,2	18,49	66,6	37,0	133,1	55,5	199,7	74,0	266	110,9	399	147,9	533	221,9	798,8
0,235	23,5	6,37	22,9	19,10	68,8	38,2	137,5	57,3	206,3	76,4	275	114,6	413	152,8	550	229,2	825,0
0,240	24	6,57	23,7	19,71	71,0	39,4	141,9	59,1	212,9	78,8	284	118,3	426	157,7	568	236,5	851,5
0,245	24,5	6,78	24,4	20,33	73,2	40,7	146,4	61,0	219,6	81,3	293	122,0	439	162,6	585	244,0	878,2
0,250	25	6,99	25,1	20,96	75,4	41,9	150,9	62,9	226,3	83,8	302	125,7	453	167,6	604	251,5	905,3
0,260	26	7,41	26,7	22,22	80,0	44,4	160,0	66,7	240,0	88,9	320	133,3	480	177,8	640	266,7	960,1
0,270	27	7,84	28,2	23,52	84,7	47,0	169,3	70,6	254,0	94,1	339	141,1	508	188,2	677	282,2	1016,0
0,280	28	8,28	29,8	24,84	89,4	49,7	178,8	74,5	268,2	99,4	358	149,0	536	198,7	715	298,1	1073,0
0,290	29	8,73	31,4	26,18	94,2	52,4	188,5	78,5	282,7	104,7	377	157,1	565	209,4	754	314,2	1131,0
0,300	30	9,18	33,1	27,55	99,2	55,1	198,3	82,6	297,5	110,2	397	165,3	595	220,4	793	330,6	1190,0
0,310	31	9,64	34,7	28,93	104,2	57,9	208,3	86,8	312,5	115,7	417	173,6	625	231,5	833	347,2	1250,0
0,320	32	10,12	36,4	30,35	109,2	60,7	218,5	91,0	327,7	121,4	437	182,1	655	242,8	874	364,2	1311,0
0,330	33	10,59	38,1	31,78	114,4	63,6	228,8	95,3	343,2	127,1	458	190,7	686	254,2	915	381,4	1372,9
0,340	34	11,08	39,9	33,24	119,6	66,5	239,3	99,7	358,9	132,9	479	199,4	718	265,9	957	398,8	1435,8
0,350	35	11,57	41,7	34,71	125,0	69,4	249,9	104,1	374,9	138,8	500	208,3	750	277,7	1000	416,5	1499,6
0,360	36	12,07	43,5	36,21	130,4	72,4	260,7	108,6	391,1	144,8	521	217,3	782	289,7	1043	434,5	1564,3
0,370	37	12,58	45,3	37,73	135,8	75,5	271,7	113,2	407,5	150,9	543	226,4	815	301,8	1087	452,8	1629,9
0,380	38	13,09	47,1	39,27	141,4	78,5	282,7	117,8	424,1	157,1	565	235,6	848	314,2	1131	471,2	1696,4
0,390	39	13,61	49,0	40,83	147,0	81,7	294,0	122,5	441,0	163,3	588	245,0	882	326,6	1176	490,0	1763,8
0,400	40	14,14	50,9	42,41	152,7	84,8	305,4	127,2	458,0	169,6	611	254,5	916	339,3	1221	508,9	1832,1
0,410	41	14,67	52,8	44,01	158,4	88,0	316,9	132,0	475,3	176,0	634	264,1	951	352,1	1267	528,1	1901,2
0,420	42	15,21	54,8	45,63	164,3	91,3	328,5	136,9	492,8	182,5	657	273,8	986	365,0	1314	547,6	1971,2
0,430	43	15,76	56,7	47,27	170,2	94,5	340,3	141,8	510,5	189,1	681	283,6	1021	378,2	1361	567,2	2042,0
0,440	44	16,31	58,7	48,93	176,1	97,9	352,3	146,8	528,4	195,7	705	293,6	1057	391,4	1409	587,1	2113,7
0,450	45	16,87	60,7	50,61	182,2	101,2	364,4	151,8	546,5	202,4	729	303,6	1093	404,8	1457	607,3	2186,2
0,460	46	17,43	62,8	52,30	188,3	104,6	376,6	156,9	564,9	209,2	753	313,8	1130	418,4	1506	627,6	2259,4
0,470	47	18,01	64,8	54,02	194,5	108,0	388,9	162,0	583,4	216,1	778	324,1	1167	432,1	1556	648,2	2333,5
0,480	48	18,58	66,9	55,75	200,7	111,5	401,4	167,2	602,1	223,0	803	334,5	1204	446,0	1606	669,0	2408,4
0,490	49	19,17	69,0	57,50	207,0	115,0	414,0	172,5	621,0	230,0	828	345,0	1242	460,0	1656	690,0	2484,0
0,500	50	19,76	71,1	59,27	213,4	118,5	426,7	177,8	640,1	237,1	853	355,6	1280	474,2	1707	711,2	2560,5
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
Por Eng. Joel Jayme Athaniel Silva em 26/08/2010 MTP 3368.6801		Polegadas	mm	Polegadas	mm	Polegadas	mm	Polegadas	mm	Polegadas	mm	Polegadas	mm	Polegadas	mm	Polegadas	mm

Página 1

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 Anaeróbio 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 Itapecerica 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

Instalacao de medidores de vazao para as ETEs dos Sistemas Isolados. Dados para a aquisicao e controle

DADOS DAS ETEs												Medicao Entrada ETE			Medicao saida ETE		
UN	MUNICIPIO	Bacias Sub-Bacias	ETE	Data de Entrada em Operação	Processo de Tratamento	Capacidade Nominal (L/s)	Vazão Média Anual Tratada 2007 (L/s)	Carga orgânica removida (%)	Corpo Receptor Nome	Classe	calhas entrada e saída	Medidor instalado calha Parshall	comprar ultrasonico eletromagnetico de nivel	Construcao calha entrada	Medidor instalado calha Parshall	comprar ultrasonico eletromagnetico de nivel	Construcao calha
Leste	Anajá	Alto Tietê - Cabeceiras	Anajá	jul/04	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação + Lagoa de Aeração Final	150,0	45,8	86	Baquirivu-Guaçú	3	9 entrada e saída	existente	compra	não	calha parshall	ok medindo	não
	Bimbia Mirim	Alto Tietê - Cabeceiras	Bimbia Mirim	jun/04	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação	66,0	28,0	89	Tietê	2	9 entrada	existente	compra	não	construir	compra	sim
	Salesópolis	Alto Tietê - Cabeceiras	Salesópolis	1996	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de	15,0	19,0	77	Paraitinga	2	não tem	não tem	compra	construir	sem calha	vertedouro	sim
	Salesópolis	Alto Tietê - Cabeceiras	Remédios	ago/01	Lagoa Facultativa + Valas de Infiltração	2,0	0,9	92	Infiltração	-	3 entrada	existente	não	não	xx	não	não
Oeste	Cotia	Alto Tietê - Cotia - Guarapiranga	Cotia	jul/04	RAFA + Flotação	120,0	30,3	57	Cotia	3	9 saída	existente	não	não	calha parshall	compra	não
	Pirapora	Alto Tietê Jusante Pinheiros -	Pirapora	ago/04	Reator Aeróbio por Batelada	30,0	3,1	95	Tietê	4	6 saída	não	não	não	calha parshall	compra	não
Sul	Itapecerica	Alto Tietê - Cotia - Guarapiranga	CDP Itapecerica	fev/94	RAFA + Tanque de Aeração + Decantador Secundario + Leitos de	3,5	5,2	88	Infiltração	-	1 saída	não	não	não	substituir + 1 para 3 compra	compra	sim
	Embu Guaçu	Alto Tietê - Cotia - Guarapiranga	Embu Guaçu	nov/99	RAFA + Lagoa Facultativa	90,0	36,3	85	Ribeirão Santa Rita	1	9 s/ vertedouro	existente	não	não	não	não	não
	Embu Guaçu	Alto Tietê - Cotia - Guarapiranga	Cipó	nov/99	RAFA + Lagoa Facultativa + Leitos de Infiltração	50,0	10,9	45	Infiltração	-	6 s nnn	existente	compra	não	não	não	não
Sudeste	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduateí	Riacho Grande	jan/04	Valos de Oxidação + Decantador Secundário	24,0	10,9	93	Represa Billings	2		instalado recente	compra	sim	controle de retorno de	sim	sim
	Ribeirão Pires	Alto Tietê - Billings - Tamanduateí	Ribeirão Pires	ago/04	RAFA	70,0	34,8	71	Córrego Ribeirão	2		desativando	não	não	não	não	não
	Rio Grande da Serra	Alto Tietê - Billings - Tamanduateí	Rio Grande da Serra	1998	Lagoa Facultativa	24,0	9,1	96	Córrego da Grama	2		desativando	não	não	não	não	não
	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduateí	Pinheirinho	jan/04	RAFA + Biodiscos + Decantor Secundario +	7,0			Córrego Ribeirão			Existente	compra	não	não	não	não
Norte	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	Bandeirantes	mai/01	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	3,0			Córrego Ipiranga			não	comprar eletromagnetico	contratacao calha	não possivel	não	não
	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	Jaraguá	jul/04	RAFA + Biodiscos	38,0	13,0	93	Córrego Jaraguá	4	6 s	existente	compra	não	construir	compra	sim evitar
	Nazaré Pta	PCJ	Nazaré Pta	1982	Lagoa Facultativa	12,0	6,0	87	Atibainha	1		existente	não	não	existente	não	não
	Piracaia	PCJ	Piracaia	ago/02	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação	70,0	5,3	86	Cachoeira	2	6 x 6	existente	Compra	não	existente	compra	não
	Joanópolis	PCJ	Joanópolis	dez/99	Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação	16,0	19,5	61	Jacareí	1	6 s vertedouro	instalacao recente	instalacao recente	instalacao recente	vertedouro	existente	parametrizar
	Pinhalzinho	PCJ	Pinhalzinho	abr/05	Lagoa Facultativa	14,0	13,2	84	Pinhal	2	xxxxxx	instalacao recente	instalacao recente	instalacao recente	instalacao recente	instalacao recente	instalacao
	Mamporá	PCJ	Mamporá	1974	Lagoas Anaeróbia + Lagoas Facultativa	36,0	50,3	73	Córrego Bom Jubjuer	2	9 x 9	existente	Compra	não	Existente	compra	não
	Vargem	PCJ	Vargem	fev/03	RAFA + Biofiltro + Decantador Secundário	1,0	0,7	86	Ribeirão da Limeira	1	desativada	não convem	desativada	poca vazao	não convem	desativada	poca vazao
Centro	São Paulo	Alto Tietê - Tamanduateí	Jesus Neto	1936	RAFA + Filtro Biológico + Leitos Alinados	80,0	75,4	90	ETE Barueri**			Medicao ok	não	não	não	não	não
TOTAL		-		-	-	909,5	420,8										

DADOS DAS EFIEs									Corpo Receptor			Medicao Entrada ETE			Medicao saida ETE		
UN	MUNICIPIO	Bacias Sub-Bacias	ETE	Data de Entrada em Operação	Processo de Tratamento	Capacidade Nominal (L/s)	Vazão Média Anual Tratada	Carga orgânica removida (%)	Nome	Classe							
Centro	São Paulo	Corrego Aclimação TA-19	Aclimação	set/98	Flotação	50,0	3,9	59				construir	compra	sim	não	não	não
	São Paulo	Corrego Sapateiro P-16	Ibirapuera	out/00	Flotação	150,0	89,2	67				existente	compra	não	não	não	não
	São Paulo	Córrego Caboçu de Cima TC-28	Horto Florestal	out/01	Flotação	50,0	12,1	66				existente	compra	não	não	não	não
TOTAL		-		-	-	250,0	105,2										
TOTAL - SISTEMAS ISOLADOS				-	-	1.159,5	534,0										

* Lançamento na galeria de águas pluviais.
** Lançamento no interceptor TA-1, que encaminha para ETE Barueri, sendo que 37% é destinado para reúso industrial.

planilha em 01.04.2010
Eng. José Jaime Alhanati Silva

Página 1

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	MUNICIPIO	Bacias Sub-Bacias	ETE	Capacidade Nominal (L/s)	Vazão Média Anual Tratada 2007 (L/s)	Carga orgânica removida (%)	calhas entrada e saida	Vazão mensal de março de 2010	Diâmetro dimensionado da calha Parshall	Diâmetro dimensionado da calha Parshall	Aquisição de calha Parshall e medidor de nivel ultrassônico	Construção da caixa, canal de entrada e saida	Construção do abrigo e instalação de condutetes
Sul	Itapecerica	Alto Tietê - Cotia - Guarapiranga	CDP Itapecerica	3,5	5,2	88	1 saida	24,4	3	saida	1,2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3
Sudeste	SBC	Alto Tietê - Billings - Tamanduateí	Riacho Grande	24,0	10,9	93			6	entrada	1,2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3
Norte	São Paulo	Alto Tietê - Penha - Pinheiros	Jaraguá	38,0	13,0	61	6 x	14	9	saida	1,2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3
	São Paulo	Córrego Sapateiro P-16	Ibirapuera	150,0	89,2	3 pes 36" polegada	36	98,8	36	entrada			
Serviço 1: instalação de medidor de vazão do tipo calha Parshall				Serviço 2 instalação flação e condutetes aterrados para				Serviço 3 Construção de abrigo em alvenaria para proteção do medidor de vazão secundário dimensões e					

Página 1

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 dàgua 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 condulete 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 condulete 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 condulete 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 conduletes, 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

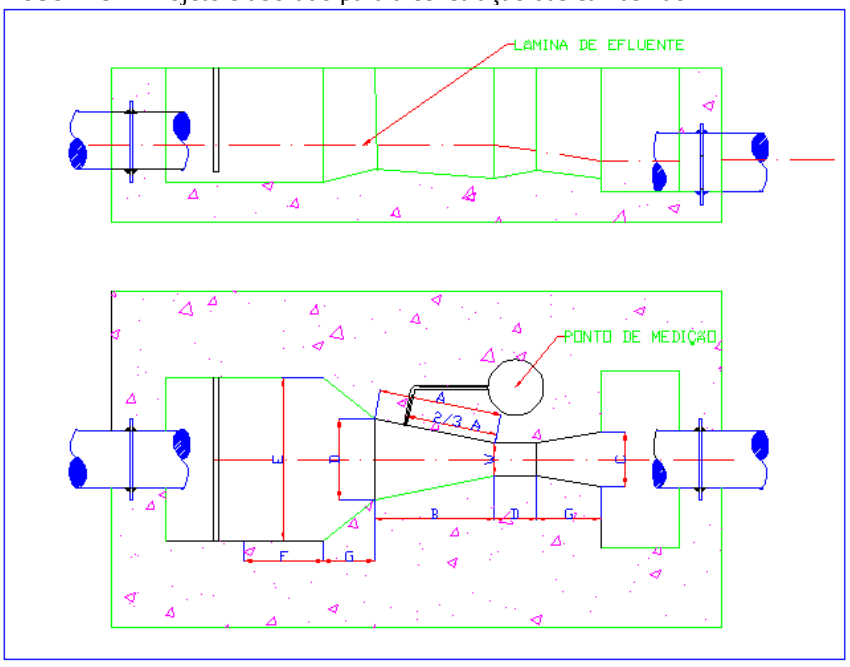


Foto 7 Instalação com um poço de medição, sugerido no termo de referência conforme desenho acima



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^3, 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:
$Q = 2,2 \times W \times H3/2$
Onde
$Q = M^3/s$
W = metro
H 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^3, 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

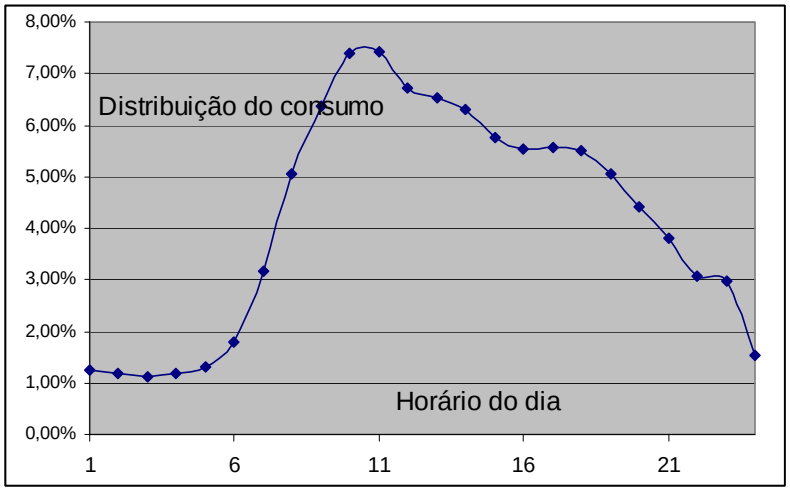
Qualquer detalhe em desacordo com o especificado, em conseqüência de técnicas próprias de fabricação do Proponente, deve ser relacionado e descrito, sua aceitação fica sujeita à análise da Sabesp, podendo ser desclassificado do processo. A proposta entregue à Sabesp para o processo licitação deve conter:
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	MUNICIPIO	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 conduletes
Sul	Itapecerica	Alto Tietê - Cotia - Guarapiranga	CDP Itapecerica	3,5	15,2	69	1 única	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	93				entrada	1,2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3
Norte	São Paulo	Alto Tietê - Penha - 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: Instalação de medidor de vazão do tipo calha Parshall				Serviço 2: Instalação fiação e conduletes aterrados para				Serviço 3: Construção de abrigo em alvenaria para proteção do medidor de vazão secundário dimensões e					

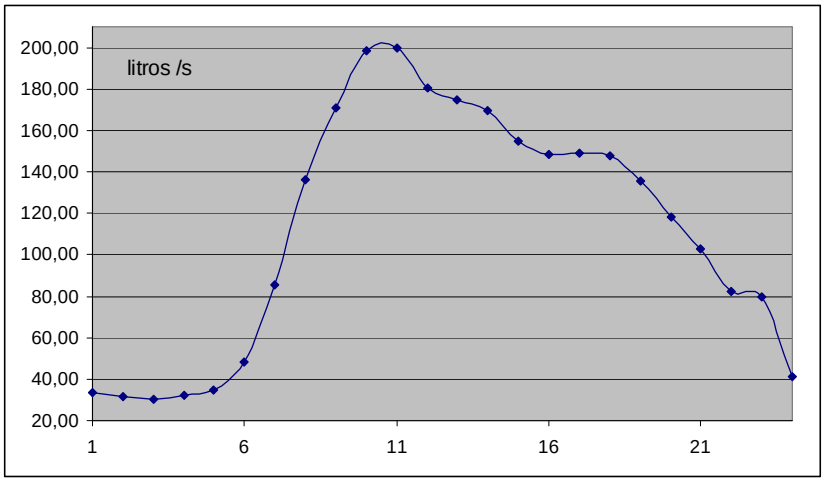
Página 1

Gráfico 1 Distribuição diária



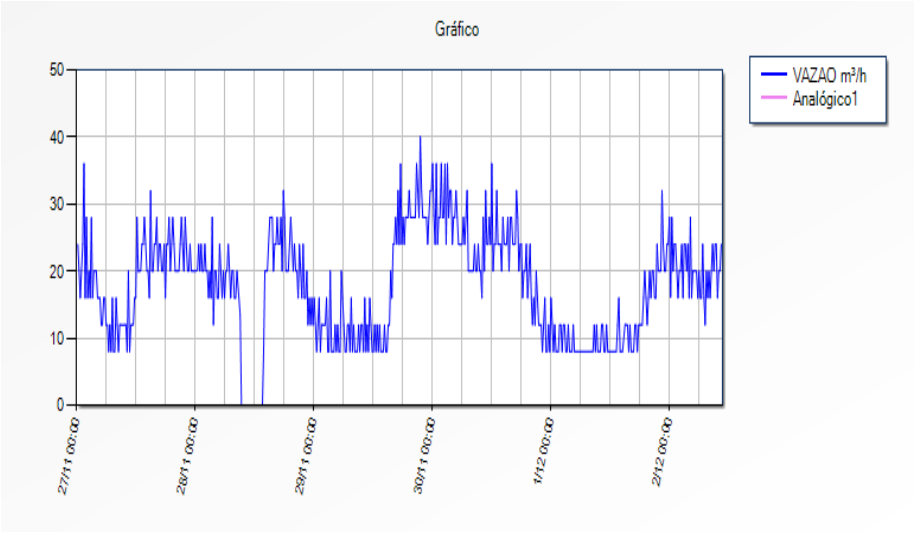
Esse gráfico reflete a realidade, desde que a entrada do efluente seja por gravidade, a maioria dos casos é necessário um poço de bombeamento, pois nem sempre a ETE está localizada no ponto mais baixo da cidade.

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 Piracaia, 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

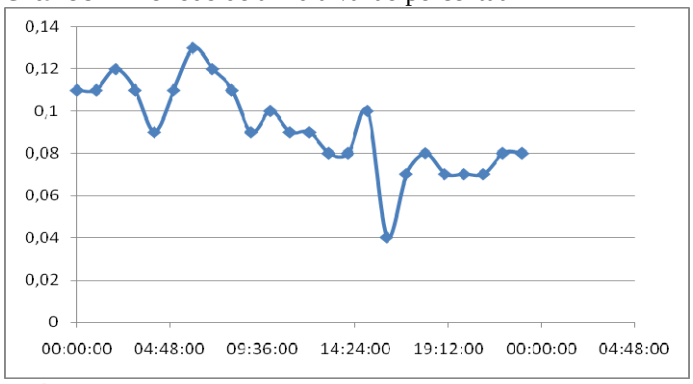


Gráfico 5 Medição de vazão calha Parshall, NBR / ISSO 9826 de dimensão de 1” a 24” no sistema métrico

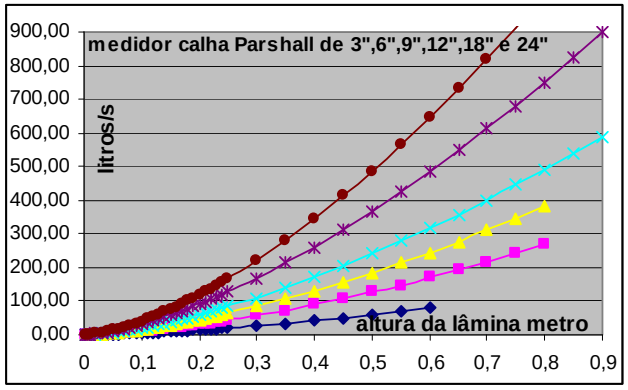
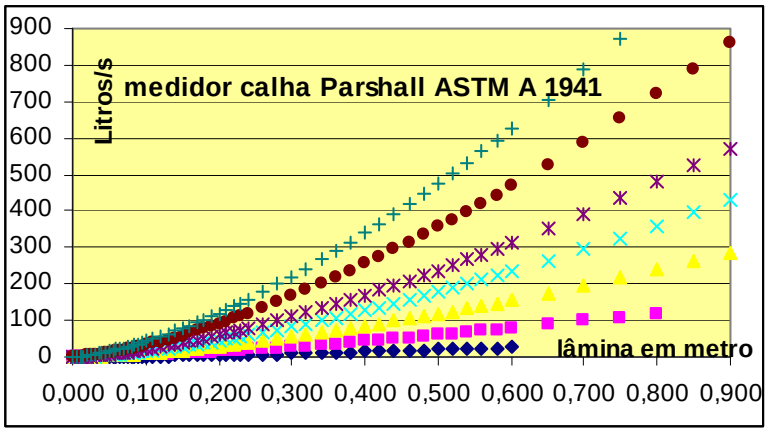


Gráfico 6 Medidas do sistema fracionário ASTM A 1941



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 Guilhermo A, Manual de Hidráulica, 8º 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 1º 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. 1º Edição 1960.

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

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

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

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