



## II-277 – USO DE SISTEMA AUTOMATIZADO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO DE CAMPO PARA CANAIS ABERTOS: APLICABILIDADE NA ETE INFRAERO

**Emerson Luis Reis Sarmanho**<sup>(1)</sup>

Graduando em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará – UFPA. Bolsista do Grupo de Estudos em Gerenciamento de Água e Reúso de Efluentes – GESA.

**Daniele Barbosa Pinheiro**

Graduando em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará – UFPA

**Neyson Martins Mendonça**

Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Hidráulica e Saneamento - UFPA

**Adiel José Passos da Cunha Júnior**

Engenheiro Civil pela UFPA, Mestre em Hidráulica e Saneamento pela UFPA.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua dos Mundurucus, 351 - Guamá - Belém - PA – CEP: 66073-000 - Brasil - Tel.: (91) 88055641 - email: emersonluiz\_22@hotmail.com

### RESUMO

O presente trabalho apresenta e analisa os resultados obtidos, após a implementação de um sistema automatizado para medição de vazão em canais abertos, no Aeroporto Internacional de Val-de-Cans, em Belém-PA. Além da obtenção de informações a respeito do volume de esgoto tratado, relação do volume de areia pelo volume de esgoto e da carga orgânica poluidora, o trabalho foi desenvolvido em duas etapas. A etapa 1, realizada no período de julho a setembro de 2007 quando o sistema era dotado por grade, consiste na medição de vazão do esgoto bruto que chega a ETE do AIB, utilizando um medidor de vazão ultra-sônico no qual se efetuava leituras de registro de nível a cada 1 minuto, durante 24 horas. A etapa 2, executada de outubro a dezembro de 2007, já com a instalação de uma peneira, segue a mesma metodologia descrita na Etapa 1, foram gerados hidrogramas do comportamento da vazão para melhor visualização dos resultados. Como resultados. Nos hidrogramas é possível verificar que a vazão tem um comportamento semelhante nas duas etapas. Na etapa 1 a vazão máxima é de 2,5 l/s atingida às 11:00 horas, sendo que como a etapa 2 foi realizada em um período em que há maior ocorrência de chuva, o número de leituras feitas pelo medidor foi maior do que na etapa 1, além de atingir o valor máximo da etapa 1 de 2,5 l/s às 10:30 da manhã, tendo como vazão máxima 3,5 l/s de 14:00 às 16:30 horas. A relação do volume de areia com o volume de esgoto tratado na etapa 1, foi de 8 mL de areia em 1000 L de esgoto. Já na etapa 2 foi de 7 mL de areia em 1000 L de esgoto tratado. A carga orgânica obtida a partir das análises de DQO foram de 72,34 kgDQO/dia na etapa 1 e 42,50 kgDQO/dia na etapa 2, tendo uma redução de 41,25% em relação à etapa 1, o que demonstra melhor eficiência com a utilização da peneira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vazão, Medidor ultra-sônico, ETE INFRAERO;

### INTRODUÇÃO

No Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística apontam que, atualmente cerca de 75,6% da população brasileira reside na área urbana, o que ocasiona produção diária de cerca de 14,5 milhões de metros cúbicos de esgoto. Dessa parte, apenas 25,6% (média nacional) são tratados, segundo o diagnóstico dos serviços de água e esgoto de 2001.

Nos últimos anos, as crescentes exigências dos órgãos ambientais têm provocado uma revolução às estações de tratamento de águas residuárias implantadas nos centros urbanos, a fim de garantir que essas unidades realmente assegurem a qualidade de vida da população e do meio ambiente. No caso específico dos aeroportos, a estação de tratamento de esgoto recebe águas residuárias provenientes das aeronaves, do terminal de passageiros e das áreas de administração. Para corrigir as características indesejáveis presentes no esgoto bruto, como sólidos em suspensão, material orgânico, nutriente (N e P) e os organismos patogênicos segundo os padrões de lançamento de efluentes e de classificação dos cursos d'água da legislação ambiental brasileira (CONAMA N.357/05).

Na Região Metropolitana de Belém (PA) encontra-se implantado o Aeroporto Internacional de Val-de-Cans, localizado cerca de 12 km do centro da capital paraense. O esgoto gerado nesse aeroporto é encaminhado a ETE, a qual possui intuito de minimizar danos ao corpo receptor e se enquadrar as resoluções vigentes. A ETE do Aeroporto Internacional de Val-de-Cans tem a capacidade de tratar aproximadamente 360 m<sup>3</sup>/dia de esgoto, pelo processo de lodos ativados. O trabalho a seguir descrito descreve a implementação de sistema automatizado para medição de vazão em canais abertos, as informações obtidas como: volume de esgoto tratado, da relação do volume de areia pelo volume de esgoto e da carga orgânica poluidora, servirão de base para analisar a eficiência da ETE do Aeroporto Internacional de Val-de-Cans.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### INSTALAÇÕES EXPERIMENTAIS

O presente trabalho foi desenvolvido nas instalações do Aeroporto Internacional de Belém (AIB) distante aproximadamente 12 km do centro da cidade. Atualmente existem dois sistemas distintos para a coleta e transporte das águas residuárias geradas no AIB. O primeiro sistema coleta as águas residuárias geradas nas dependências da INFRAERO e no terminal de passageiros, sendo destinada para tubulações que transportam, por gravidade, até a Estação Elevatória de Esgotos (EEE). No segundo sistema estão as águas residuárias coletadas diretamente nas aeronaves, lançadas na casa cloacal seguindo por descarga hidráulica até a EEE, onde ocorre o recalque até a ETE. A ETE do AIB é composta por tratamento preliminar (caixa de areia, grade e peneira estática), suporte para o equipamento de medição de vazão, vertedor triangular, estes componentes são visualizados na figura 1, além de um reator de mistura completa (tanque de aeração), um decantador para a separação das fases sólido/líquido, um tanque de digestão do lodo e um tanque de contato no qual ocorre à desinfecção do esgoto tratado com hipoclorito de sódio.



**Figura 1. Componentes da ETE.**

**Fonte: Direta**

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas. A etapa 1 foi realizada no período de julho a setembro de 2007 quando no tratamento era utilizada a grade, e a etapa 2 sendo executada de outubro a dezembro de 2007 após a instalação da peneira.

### ETAPA 1

Para medição de vazão do esgoto bruto que chega a ETE do AIB foi utilizado um medidor de vazão ultrassônico (figura 2), instalado no canal de acesso da ETE.



**Figura 2. Medidor de vazão ultra-sônico.**  
**Fonte: Direta**

A investigação experimental desse trabalho foi realizada por meio da programação de perfis de medição de vazão, com auxílio de um software, no qual se efetuava leituras de registro de nível a cada 1 minuto, durante 24 horas. Após a obtenção dos registros de nível, os dados foram transferidos para um PC, no qual eram obtidos os hidrogramas de vazão. Através da fórmula de Thompson descrita abaixo.

$$Q = 1,4 \times H^{2,5}$$

Q = vazão (m<sup>3</sup>/s)

H = altura da lâmina d'água (m)

Foram realizadas remoções de areia do canal de acesso na ETE de forma manual, no período de setembro a dezembro de 2007, a areia era transferida para um recipiente, onde era quantificada para relacionar o volume de areia removido por unidade de esgoto tratado, através da seguinte equação:

$$Va / Ve = Va / (Q \cdot T).$$

Va: volume de areia removido durante a limpeza da unidade (m<sup>3</sup>);

Ve: volume de esgoto tratado entre as limpezas (m<sup>3</sup>);

T: período de tempo entre as limpezas (dia);

Q: vazão média de esgoto durante o perfil de 24 horas (m<sup>3</sup> / dia).

Foi determinada ainda a contribuição per capita de esgoto sanitário em termos da matéria orgânica, de acordo com a expressão a seguir:

$$Co = DQO \times Q \quad (1)$$

$$CP = Co / P \quad (2)$$

Co: carga orgânica (g. P- 1.d-1);

P: população em termos de funcionários e passageiros (dia);

Q: vazão média de esgoto durante o perfil de 24 horas (L./ d -1);

DOQ: concentração da variável de interesse (carboidratos, proteínas e lipídios (g.m-3);

CP: carga per capita poluidora diária de acordo segundo a variável de interesse (kg./hab.dia).

## ETAPA 2.

Essa etapa segue a mesma metodologia descrita na Etapa 1.

As informações levantadas durante a execução das medições foram tratadas de forma estatística, para serem estudadas, avaliadas, e apresentadas sob forma gráfica e tabelada.



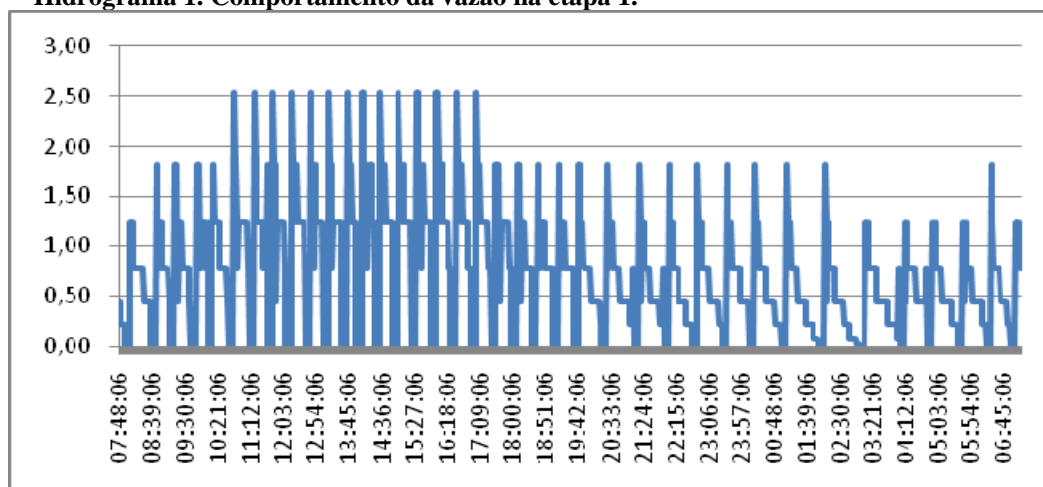
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da medição de vazão, das duas etapas do trabalho são apresentados na tabela 1 e nos hidrogramas 1 e 2.

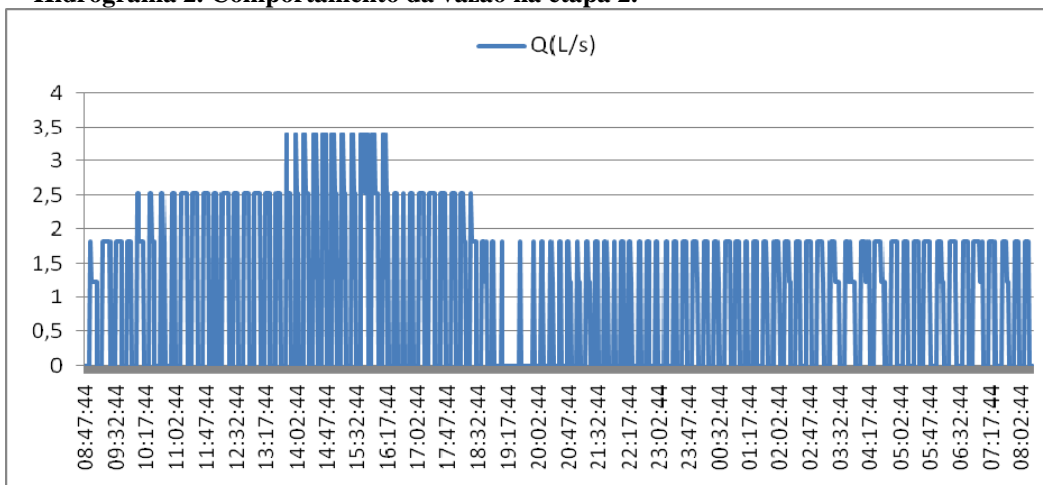
**Tabela 1. Vazão (L/s)**

	Grade	Peneira
<b>Média</b>	1,02	2,06
<b>Dp</b>	0,40	0,49
<b>Max</b>	1,63	3,4
<b>Min</b>	0,25	1,3
<b>Nº Dados</b>	39	89

**Hidrograma 1. Comportamento da vazão na etapa 1.**



**Hidrograma 2. Comportamento da vazão na etapa 2.**



A remoção de areia foi realizada com processo manual, no tratamento preliminar na ETE-INFRAERO. Na tabela 2, estão apresentadas as quantidades de areia, em kg, removidas por mês.



Tabela 2 - Remoção de areia.

Mês	Quantidade (Kg)	Quantidade (kg)/dia	Kg/remoção	Vol. de areia (m³) / remoção	Va/Ve
Ago./07	72,9	2,43	24,4	0,0098	0,00001
Set/07	73,3	2,44	24,43	0,0098	0,00001
Out/07	51,9	1,67	25,95	0,0104	0,000005
Nov/07	72,9	2,43	24,3	0,0097	0,000011
Dez/07	76,23	2,45	19,06	0,0076	0,00001

A relação do volume areia com o volume de esgoto tratado na etapa 1, foi de 8 mL de areia em 1000 L de esgoto. Já na etapa 2 foi de 7ml de areia em 1000L de esgoto tratado.

A partir dos dados levantados junto a administração do aeroporto, foi possível obter a media populacional no período da pesquisa, a qual foi de 191.214 hab/mês.. A Carga orgânica obtida a partir das análises de DQO foram de 72,34 kgDQO/dia na etapa 1 e 42,50 kgDQO/dia na etapa 2.

## CONCLUSÕES

Na segunda etapa a vazão que chega a ETE dobrou em relação à primeira etapa, o que já era esperado, pois ao final do ano há um aumento na ocorrência de chuvas na capital paraense, o que leva a o aumento da vazão a ser bombeado na elevatória, já que o sistema de drenagem do aeroporto é do tipo combinado.

Nos hidrogramas é possível verificar que a vazão tem um comportamento semelhante nas duas etapas. Na etapa 1 a vazão máxima é de 2,5l/s atingida as 11:00 horas. Sendo que como a etapa 2 foi realizada em um período em que há maior ocorrência de chuva, o numero de leituras feitas pelo medidor foi maior do que na etapa 1, além de atingir o valor máximo da etapa 1 de 2,5 l/s as 10:30 da manha, tendo como vazão máxima 3,5 l/s de 14:00 as 16:30 horas.

Esta relação é pequena devido o sistema de esgotamento sanitário do AIB apresentar um tratamento prévio realizado pela caixa de retenção. Observou-se durante a pesquisa que uma parcela da quantidade de areia presente no esgoto se deposita nesta unidade. Vale ressaltar também que no poço de sucção ocorre depósito de areia.

A carga orgânica obtida na etapa 2 teve uma redução de 41,25% em relação à etapa 1, o que demonstra melhor eficiência com a utilização da peneira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WPCF (1998) *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20<sup>th</sup>. Edition. Washington, D.C., Estados Unidos.
2. Campos, J.R (1999). Tratamento de Esgotos Sanitários Por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo. Programa de Saneamento Básico (PROSAB) Edital 01, Rio de Janeiro, ABES, 464p.
3. Dilallo, R. AND Albertson, O. E. (1961) Volatile acids by direct titration. *Journal of Water Pollution Control Federation*, Vol.33, N.4, 357-365p.
4. Mendonça N. M., Niciura C.L, Gianotti E. P. e. Campos, J.R (2004). Full scale fluidized bed anaerobic reactor for domestic wastewater treatment:performance, sludge production and biofilm. *Water Science & Technology*. Vol. 49, N.11-12, pp.1-7.
5. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5ª. Edição Rio de Janeiro: ABES, 932p. 2005