

CIRCUITO MEDIDOR DE CONDUTIVIDADE PARA AVALIAR O PERCENTUAL DE ÁGUA DE CHUVA EM UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTOS

Jonathan Bruno Tavares de Oliveira ⁽¹⁾

Oficial de manutenção elétrica da RVOM – Divisão de Manutenção do Vale do Paraíba – Sabesp.

Endereço ⁽¹⁾: Av. Heitor Villa Lobos, 1.229 – Vila Ema – SP – CEP: 12.243-260 – País – Brasil – Tel. +55 (12) 99650-5600 – e-mail: jbtoliveira@sabesp.com.br

RESUMO

No período de chuva, as estações elevatórias de esgotos mantêm seu tempo de trabalho acima do normal. Para suprir a elevada vazão de entrada, o sistema da estação utiliza toda sua capacidade de transporte do fluido para a estação de tratamento, aumentando seu consumo de energia. O medidor de condutividade tem a finalidade de indicar as modificações da composição do fluido dentro da elevatória, através da medição de uma corrente elétrica que atravessará um volume do líquido. Com o aumento da água de chuva, ocorre a diluição dos poluentes, diminui a sua condutividade e conseqüentemente, a corrosão. O medidor de condutividade avaliara o percentual de diluição do esgoto com a entrada da água de chuva.

PALAVRAS-CHAVE: medidor de condutividade, água de chuva, diluição do esgoto.

INTRODUÇÃO

Nos municípios brasileiros onde existe coleta de esgoto, estima-se que 80% de toda água consumida em uma residência seja coletada pela rede doméstica. Com isso, grande parte do coletado é água. Somente uma pequena parte se constitui de resíduos sólidos.

Logo que saem da rede de esgoto doméstica, o material coletado segue até a estação de tratamento, mas antes passam por outros ramais residenciais e por tubulações maiores, nos quais recebem mais sólidos. Parte do trajeto do esgoto conta com a força da gravidade, porém também pode ser necessário o bombeamento desse material.

A estação elevatória de esgotos é responsável por bombear a água e os resíduos nas tubulações. Estas possuem uma instalação eletromecânica consumidora contínua de energia, localizada em edifício próprio, planejada para aumentar a pressão do líquido na rede de esgotos, segundo a demanda do local instalado.

Nos períodos chuvosos, a quantidade de água de chuva dentro da estação elevatória de esgotos é notável. O volume chega à condição que a vazão de entrada da elevatória supera a capacidade de bombeamento desta. Ou seja: $Q_e > Q_s$. A vazão de entrada é maior que a vazão da saída. Com isso, a estação permanece com suas bombas de pressão funcionando por longos períodos, mas sem eficiência suficiente para enviar todo o conteúdo recebido.

Ocorre então que a composição da água da elevatória, muda, reduz a concentração de íons dos materiais existentes e diminui condutividade elétrica. Um fluido com uma baixa condutividade tem menor influencia poluidora no meio, ou seja, através da condutividade pode-se fazer uma avaliação prévia da condição do líquido.

A capacidade da água de conduzir corrente elétrica é chamada de condutividade. A composição da água, concentrações iônicas, sais existentes e temperatura faz a condutância variar. Essa variação pode estimar o percentual de poluentes concentrados no fluido. Através de uma medição prévia da condutividade em

uma elevatória, pode-se estimar quando a elevatória possui baixa concentração de esgotos devido ao grande volume de água puramente de chuvas.

OBJETIVO

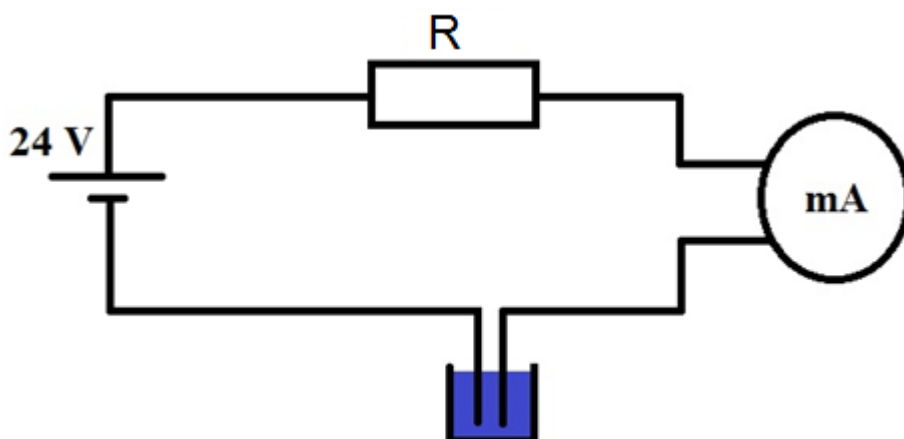
O objetivo deste estudo é a o desenvolvimento barato de um circuito capaz de medir o percentual de diluição do esgoto numa elevatória de esgotos, devido ao grande volume de água de chuvas que entra uma elevatória. Através de uma corrente elétrica gerada pelo circuito, obtendo o percentual de diluição do esgoto. Os testes foram realizados em bancada e nas EEE Vidoca – São José dos Campos e EEE Convento – Taubaté.

MATERIAS E METODOS

Projeto inicial

A ideia inicial para este projeto era a formatação de um componente eletrônico, o ‘relé de condutividade’ que seria capaz de perceber a variação de condutividade da água da estação elevatória, de um nível de condutividade para outro, ele deveria acionar um relé e assim indicar o baixo nível de condutividade. Porém, através dos experimentos, verificou-se a impossibilidade de ajustar a sensibilidade do relé para acionamento nas condutividades desejadas. Então seguiu-se com a ideia do medidor direto da condutividade através da corrente elétrica gerada por um circuito.

Medidor de condutividade por corrente



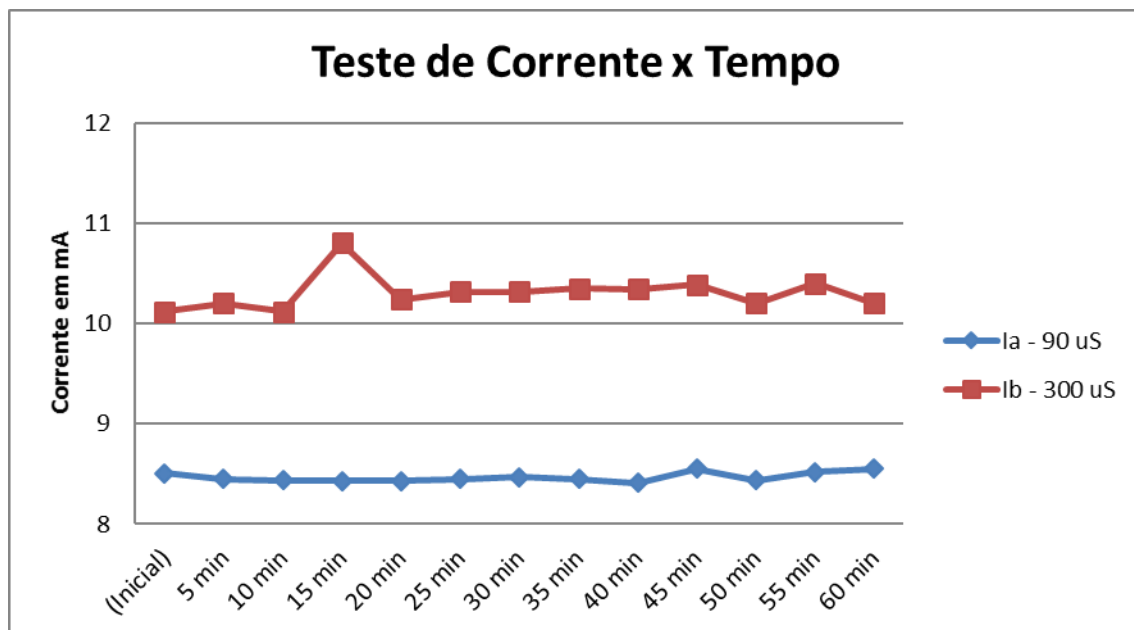
O circuito eletrônico utilizado para gerar a corrente elétrica contém: uma fonte 24 vdc, uma resistência de $2k\Omega$ de 2 watts, dois cilindros de aço inox com área de contato de aproximados $19,5\text{ cm}^2$ e um multímetro digital para medição da corrente. Numa situação prática, a corrente medida iria diretamente para a entrada analógica de um CLP, para através deste ser feito uma avaliação automática das condições da elevatória.

O primeiro ensaio realizado demonstrou que a corrente elétrica varia de acordo com a condutividade da água, no caso foi utilizado uma água com 90 micro-siemens e outra com 300 micro-siemens de condutividade. No experimento de uma hora, observou-se que cada condutividade possui sua faixa de corrente elétrica gerada. Observado na tabela a seguir:

Período	Ia - 90 uS	Ib - 300 uS
(Inicial)	8,51	10,12
5 min	8,45	10,2
10 min	8,44	10,12
15 min	8,43	10,28
20 min	8,43	10,24
25 min	8,45	10,32
30 min	8,47	10,32
35 min	8,45	10,35
40 min	8,41	10,34
45 min	8,55	10,39
50 min	8,44	10,2
55 min	8,52	10,4
60 min	8,55	10,2

(As amostras de corrente elétrica contínua são dadas em milíamper – mA)

Observa-se no gráfico abaixo, a corrente contínua do circuito em cada condutividade testada. A primeira a água com 90 micro-siemens de condutividade apresentou uma corrente contínua entre 8,43 mA e 8,54 mA, uma variação de 0,11 mA. A segunda água, com 300 micro-siemens de condutividade, apresentou uma corrente contínua entre 10,12 mA e 10,30 mA, numa variação de 0,18 mA.



EEE Vidoca – São José dos Campos

Depois dos resultados obtidos no primeiro experimento, foi realizado no laboratório do RVOC um segundo, juntamente com o colaborador Airton Alves de Freitas. Utilizou-se uma amostra de esgoto retirada da EEE Vidoca no dia 7 de janeiro de 2015, às 16:20. Em um recipiente de vidro, foi colocado 150 ml de esgoto, colocado eletrodo e inserido uma tensão contínua para observação da corrente elétrica no período de 30 minutos. Foram anotadas onze amostras de corrente. Após este período foi medido o valor da condutividade no recipiente, para isso foi utilizado o medidor de condutividade Orion 150. Este procedimento foi realizado dez vezes, diluindo-se o esgoto com água deionizada.



Bancada de ensaio

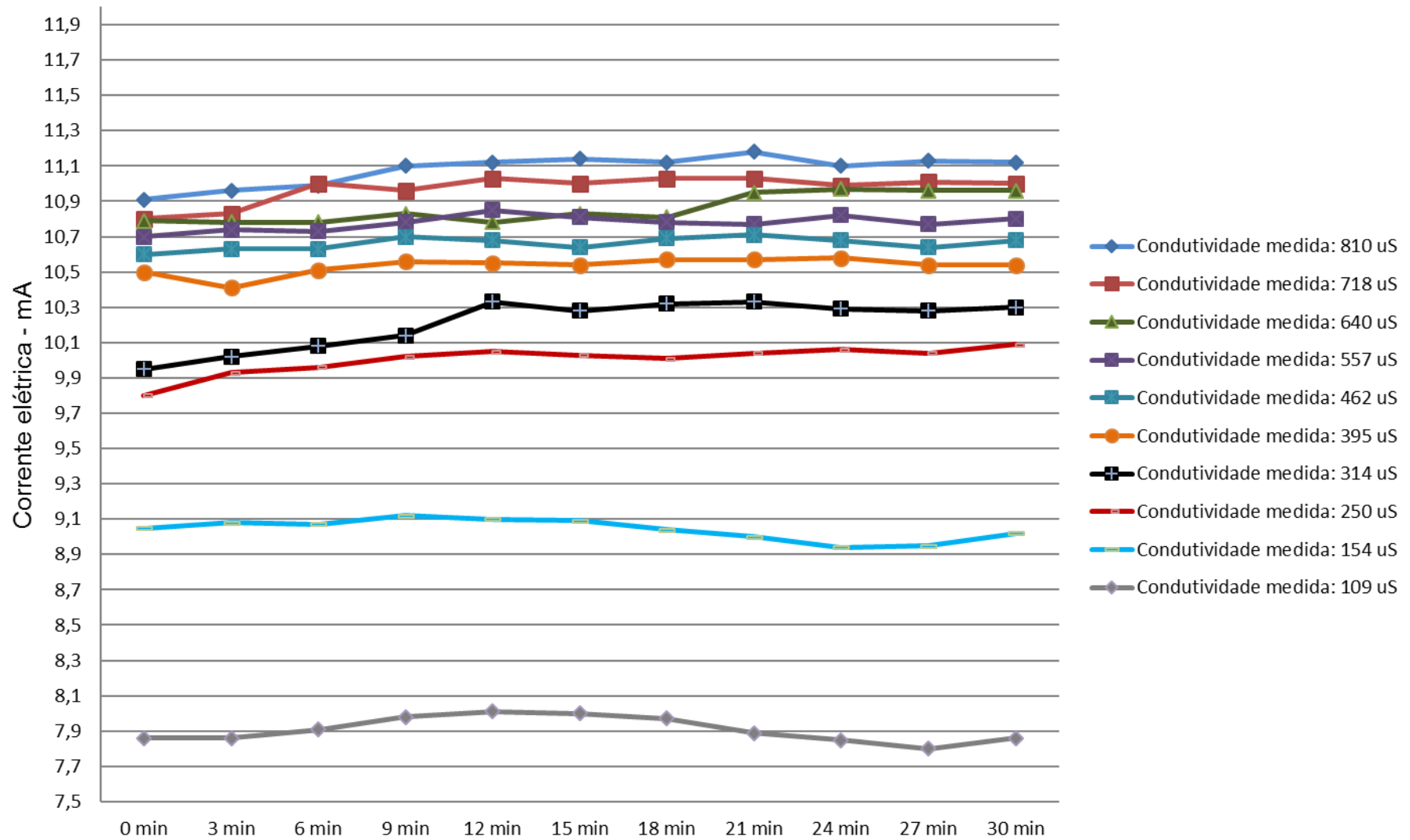
Através deste ensaio observa-se que cada condutividade ou, cada percentual de esgoto diluído, corresponde a uma faixa diferente de corrente, assim foram obtidas as tabelas abaixo e de um gráfico comparativo:

ESGOTO: 10%		ESGOTO: 20%		ESGOTO: 30%		ESGOTO: 40%	
Condutividade medida: 109 uS		Condutividade medida: 154 uS		Condutividade medida: 250 uS		Condutividade medida: 314 uS	
Período	I	Período	I	Período	I	Período	I
0 min	7,86	0 min	9,05	0 min	9,8	0 min	9,95
3 min	7,86	3 min	9,08	3 min	9,93	3 min	10,02
6 min	7,91	6 min	9,07	6 min	9,96	6 min	10,08
9 min	7,98	9 min	9,12	9 min	10,02	9 min	10,14
12 min	8,01	12 min	9,1	12 min	10,05	12 min	10,33
15 min	8	15 min	9,09	15 min	10,03	15 min	10,28
18 min	7,97	18 min	9,04	18 min	10,01	18 min	10,32
21 min	7,89	21 min	9	21 min	10,04	21 min	10,33
24 min	7,85	24 min	8,94	24 min	10,06	24 min	10,29
27 min	7,8	27 min	8,95	27 min	10,04	27 min	10,28
30 min	7,86	30 min	9,02	30 min	10,09	30 min	10,3

ESGOTO: 50%		ESGOTO: 60%		ESGOTO: 70%	
Condutividade medida: 395 uS		Condutividade medida: 462 uS		Condutividade medida: 557 uS	
Período	I	Período	I	Período	I
0 min	10,5	0 min	10,6	0 min	10,7
3 min	10,41	3 min	10,63	3 min	10,74
6 min	10,51	6 min	10,63	6 min	10,73
9 min	10,56	9 min	10,7	9 min	10,78
12 min	10,55	12 min	10,68	12 min	10,85
15 min	10,54	15 min	10,64	15 min	10,81
18 min	10,57	18 min	10,69	18 min	10,78
21 min	10,57	21 min	10,71	21 min	10,77
24 min	10,58	24 min	10,68	24 min	10,82
27 min	10,54	27 min	10,64	27 min	10,77
30 min	10,54	30 min	10,68	30 min	10,8

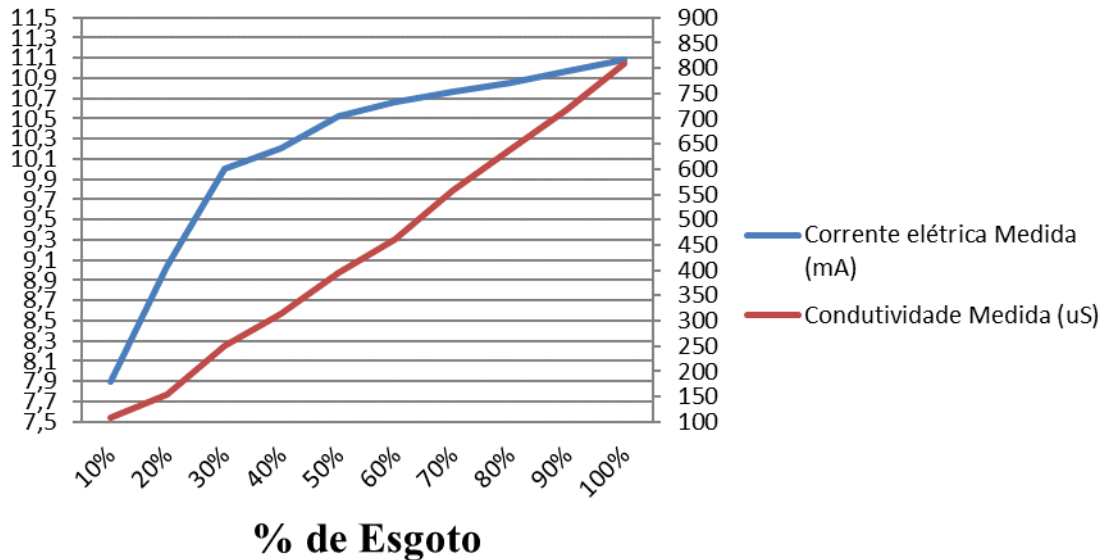
ESGOTO: 80%		ESGOTO: 90%		ESGOTO: 100%	
Condutividade medida: 640 uS		Condutividade medida: 718 uS		Condutividade medida: 810 uS	
Período	I	Período	I	Período	I
0 min	10,79	0 min	10,8	0 min	10,91
3 min	10,78	3 min	10,83	3 min	10,96
6 min	10,78	6 min	11	6 min	10,99
9 min	10,83	9 min	10,96	9 min	11,1
12 min	10,78	12 min	11,03	12 min	11,12
15 min	10,83	15 min	11	15 min	11,14
18 min	10,81	18 min	11,03	18 min	11,12
21 min	10,95	21 min	11,03	21 min	11,18
24 min	10,97	24 min	10,99	24 min	11,1
27 min	10,96	27 min	11,01	27 min	11,13
30 min	10,96	30 min	11	30 min	11,12

Comparação de condutividade x corrente elétrica das amostras



Através da tabela e do gráfico mostra-se a variação da corrente elétrica medida de acordo com cada concentração de condutividade no fluído. Assim, percebe-se que é possível responder qual a concentração de condutividade em uma estação elevatória, através da corrente elétrica lida, através de uma tabela prévia. Os dois elementos, corrente e condutividade, crescem de acordo com o aumento da concentração da condutividade. Ou seja, quanto maior a condutividade, maior a corrente elétrica medida, dentro de um limite de corrente. Observado no gráfico abaixo:

Corrente elétrica x Condutividade



EEE Convento – Taubaté

Na Estação elevatória de esgotos Convento, foi utilizado os mesmos materiais para medição da condutividade. Obteve-se 2,5 litros de esgoto que foi diluído e anotado cada corrente elétrica gerada para cada percentual de diluição. Desta vez foi utilizado uma resistência de 1,2 k para que a faixa de corrente em cada percentual de diluição fosse maior. Com 1,2 k Ω a maior corrente do circuito é de 20 mA, isto por que:

$V = R \times I$ – Tensão é o produto da Resistencia elétrica pela corrente que passa por este.

A condição máxima é quando os eletrodos introduzidos no liquido, ganham o valor de um curto, ou seja, 0 Ω , com isso a única resistência que entra no cálculo é a do próprio resistor. Outro fator pré-definido é que a corrente máxima do circuito não pode ultrapassar 20 mA (vinte miliamper) pois as entradas analógicas dos CLPs que receberão a informação varia de 4 à 20 mA. Com isso:

$$V = R \times I$$

$$V = 24 \text{ v}$$

$$R = ?$$

$$I = 20 \text{ mA ou } 0,02^a$$

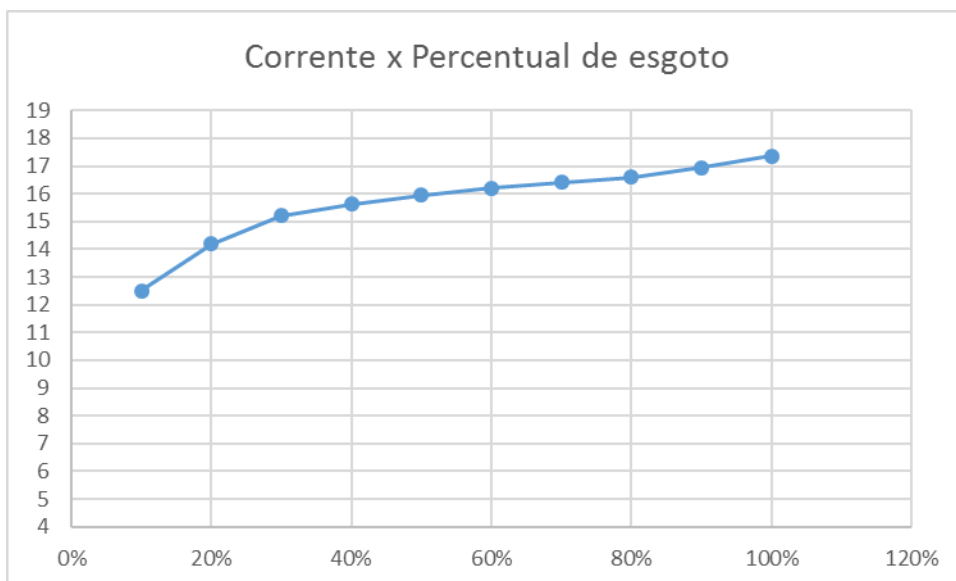
$$R = V/R$$

$$R = 24 / 0,02$$

$$R = 1200 \Omega$$

Portanto, confirma-se que a resistência elétrica para limitar a corrente deve ser de 1,2 k Ω

Observa-se no gráfico abaixo os valores obtidos na EEE Convento. O esgoto puro, em 100% é diluído a cada 10%, e em cada faixa de diluição é dado uma corrente elétrica diferente. Verifica-se que a diferença entre uma faixa e outra, nesta configuração, varia de 0,22mA, nas faixas de maior concentração e, de 1,70mA nas faixas de menor concentração.



Através da tabela:

% Esgoto	I Medida (mA)
100%	17,35
90%	16,95
80%	16,6
70%	16,42
60%	16,2
50%	15,95
40%	15,62
30%	15,2
20%	14,2
10%	12,5

CONCLUSÕES

A condutividade da água não pode ser obtida com 100% de precisão utilizando um medidor direto de corrente, porém, com este pode-se estimar o percentual da concentração de água de chuva na estação elevatória.

Através das experiências realizadas em bancada e em campo, foi possível observar que quanto maior a condutividade, maior a corrente medida e, com o aumento da entrada de água de chuvas numa elevatória, o fluido da elevatória diminui a condutividade.

Também foi possível observar que a resistência limitadora de corrente, utilizada no circuito, não pode ser menor que 1,2k Ω , para garantir que a corrente máxima não seja maior de 20 mA que é o máximo recebido na entrada analógica do CLP.

Por fim, o medidor de condutividade por corrente, é uma opção mais simples e barata para se aplicar em uma estação elevatória de esgotos, afim de, perceber o quanto de água de chuvas ou até águas fluviais então entrando indevidamente dentro de uma elevatória e poder assim agir para obter medidas para que só

o esgoto seja coletado pela estação. Sabendo-se que o sistema eletromecânico trabalha mais devido ao grande volume de fluido que entra na elevatória e que poderia ser reduzido, pode-se economizar e aumentar a eficiência de uma EEE.

RECOMENDAÇÕES

Deve-se obter a curva de condutividade de cada estação elevatória de esgotos antes de utilizar o medidor de condutividade. É recomendado que essa curva seja fixada na programação de um CLP (Controlador lógico programável), para que este, percebendo que o percentual de condutividade diminuiu, pode registrar em uma memória. Após um período de registros, a unidade pode agir para avaliar redes fluviais que são enviadas indevidamente para a EEE e também instalações indevidas na rede de esgoto.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. RICHTER, Carlos A. NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de água**. 1º Ed. - São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1991.
2. TUNDISI, José Galizia. TUNDISI, Takako Matsumura. **Limnologia**. 3º Ed. – São Paulo: Editora Oficina de textos, 2008.
3. OKI, M.C.M. “**A Eletricidade e a Química**” Revista Química Nova na Escola. Vol. 12, p.34 – 37. Novembro, 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a08.pdf> Acesso em: 10 de junho de 2011