



## X-004 - DETECTORES DE GASES: ANÁLISE SOBRE A MANUTENÇÃO E CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE SEGURANÇA EM SANEAMENTO

### Rafael Francis Leite (1)

Engenheiro Eletricista, Especialista em Saneamento Ambiental, Engenharia de Produção e de Segurança do Trabalho. Técnico Profissional na Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, Gerência de Pesquisa e Inovação – GPIN. Experiência nas áreas de Eletromecânica, Instrumentação, Controle e Automação Industrial em processos de Saneamento.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** R. Engenheiros Rebouças, 1376, Rebouças, Curitiba, Paraná, Brasil - CEP 80215-900 - Brasil - Tel: +55 (41) 99908-0063 - e-mail: rfleite@sanepar.com.br

### RESUMO

Pesquisa e desenvolvimento de metodologias voltadas à redução do consumo de energia elétrica em unidades operacionais. O projeto visa a otimização no funcionamento em automático dos dispositivos eletromecânicos (bombeamento de processo) nas EEE (Estação Elevatória de Esgoto), proporcionando um novo set point de controle para se obter a melhor eficiência energética.

Através de uma análise do histórico de funcionamento do sistema de bombeamento, buscando o ajuste ótimo do setpoint para o de funcionamento das bombas, obtendo melhor eficiência no sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Detectores de Gases - Multigás | Manutenção e Calibração de Instrumentos de Segurança | Segurança em Estações de Tratamento de Esgoto e Estações Elevatórias de Esgoto.

### INTRODUÇÃO

Indispensáveis em ambientes de trabalho que apresentem riscos devido a presença de gases tóxicos ou inflamáveis, os detectores de gases são equipamentos de segurança capazes de identificar diversos tipos de gases presentes na atmosfera de um ambiente. Diariamente, profissionais que atuam em plantas de saneamento utilizam desses instrumentos no desenvolvimento de suas atividades.

Os detectores de gases são equipamentos importantes para determinar se o ambiente de trabalho está próprio para a realização das atividades, ou se está contaminado com gases tóxicos e/ou inflamáveis.

Em atividades desenvolvidas no saneamento, os procedimentos operacionais de segurança em Estações de Tratamento de Água e Esgoto (ETA e ETE), Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) e Reservatórios de Água Tratada necessitam o monitoramento de possíveis vazamentos de gases e da proliferação destes.

No processo de tratamento de água, dependendo da metodologia utilizada, é preciso garantir que o processo não permita vazamentos de amônia e cloro, dentre outros. No tratamento de efluentes, em alguns processos, ocorre a geração de gases inflamáveis e tóxicos, subproduto da decomposição da matéria orgânica como por exemplo os gases metano e sulfeto de hidrogênio. Por sua vez, a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), realiza estudos relacionados ao controle de odores em ETEs e EEEs, com o intuito de auxiliar nestas unidades operacionais junto ao plano de gestão de odores.



## OBJETIVO

Análise do melhor custo-benefício na prestação de serviço de manutenção e calibração em instrumentos de segurança quanto a presença de gases tóxicos ou inflamáveis em para processos de saneamento relacionados a geração de odores. Os instrumentos detectores de gases são utilizados na detecção de gases em atividades operacionais, manutenção e pesquisas realizadas em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e em Estações Elevatórias de Esgoto (EEE).

Para o processo mapeamento de odor em ETEs e EEEs é necessário a utilização de alguns Instrumentos específicos, sendo necessário análises distintas de custo benefício entre os equipamentos.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A Gerência de Pesquisa e Inovação (GPIN) realiza pesquisa aplicada e desenvolvimento de experimentos voltados às demandas internas da Companhia de Saneamento o Paraná (SANEPAR), A GPIN coordena diversos projetos de P&D+i para melhoria de processos e/ou avaliação de novas tecnologias e muitas delas necessitam de instrumentos para análise de parâmetros operacionais inseridos nas linhas de pesquisa desenvolvidas: Tratamento de esgoto; Valorização de resíduos: lodo, escuma, biogás e materiais orgânicos; Energia e automação e Gestão sustentável. Sendo assim, a GPIN dispõe de uma gama de equipamentos para atender as demandas provenientes desses projetos.

- A tecnologia adotada para tratamento de esgoto se dá por via anaeróbia, na maior parte das estações o tratamento da Sanepar é realizado por este tipo de reator;
- O processo de tratamento de esgoto doméstico em reatores anaeróbios gera alguns subprodutos, entre eles gases como o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S), Nitrogênio (N<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Hidrogênio (H<sub>2</sub>), podendo conter traços de Oxigênio (O<sub>2</sub>);
- A Sanepar, por intermédio da GPIN, realiza estudos relacionados ao controle de odores em ETEs, com o intuito de auxiliar as unidades da Sanepar no plano de gestão de odores;
- As medições dos parâmetros O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> e NH<sub>3</sub> são necessárias para qualificar e quantificar emissões, assim como para associar emissão a unidade de tratamento e também identificar os principais pontos de emissão;
- As tecnologias para se medir o O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> e NH<sub>3</sub> são importantes para estimar a taxa de emissão para a atmosfera, detectar as falhas do sistema de controle e reduzir os conflitos com a vizinhança;
- Os equipamentos de segurança, tais como os detectores de gases em pauta, são úteis por serem de tamanho e pesos reduzidos e por apresentarem tempo de resposta rápido e verificação simultânea de diversos tipos de gases. Para os estudos relacionados a odores, é utilizado o detector de gás portátil Gas Alert Micro;
- Para determinação da eficiência de novas tecnologias de tratamento de gases odorantes, faz-se necessário a medição da composição de gases antes e depois da unidade de tratamento;
- A comprovação da eficiência de novas tecnologias de tratamento de gases odorantes auxilia no planejamento e projeto de controle de odor de ETEs e EEEs além de possibilitar a prospecção da viabilidade das modificações tecnológicas ou funcionais;
- Para o desenvolvimento destas atividades são de uso obrigatório os equipamentos de proteção individual. Os EPI's são equipamentos que visam à segurança dos operários, dos pedestres e veículos que circulam pela via pública, tais como: os detectores de gases, máscaras, macacões, cinto de segurança, sapatos,

capacetes, roupas, botas, botinas de bico de aço, luvas, sinais de trânsito, cones e placas de sinalização. (MEDEIROS FILHO, 2005)

- Os equipamentos de segurança, tais como os detectores de gases em pauta, são úteis por serem de tamanho e pesos reduzidos e por apresentarem tempo de resposta rápido e verificação simultânea de diversos tipos de gases. Para os estudos relacionados a odores, é utilizado o detector de gás portátil Gas Alert Micro;



**Figura 1 - Detector de Gás Portátil GasAlertMicro 5 – Multigás**

- A manutenção dos equipamentos é necessária, pois eles apresentaram falha nos sensores de O<sub>2</sub> depois de determinado tempo, o que impossibilita a utilização dos instrumentos de medição;
- A calibração deve ser realizada periodicamente e é uma condição necessária para que os resultados de medição sejam confiáveis e que propiciem tomadas de decisões seguras;
- A calibração do detector de gás deve ser realizada por laboratórios acreditados, esse procedimento além proporcionar mais segurança para os usuários dos instrumentos e para o ambiente por meio de medições precisas, é obrigatório de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR/ISO IEC 17025, a NR-33 e a NBR-16577.
- O processo de calibração certifica o desempenho do equipamento, garantindo que seja capaz de fornecer os resultados de forma precisa, mantendo o nível de desempenho e também auxiliando nos requisitos de qualidade, deixando os dispositivos sempre em constante disponibilidade;
- O serviço de calibração é realizado por laboratórios de calibração que podem oferecer serviços acreditados e rastreados, que fornecem certificado de calibração ao final do processo;

Segundo o Guia Técnico da NR-33, divulgado pelo Ministério do Trabalho, essa operação deve sempre ser realizada por um Organismo de Certificação Credenciado (OCC) pelo Inmetro, ou seja, um laboratório acreditado (RBC). Após a realização da calibração, o laboratório deve identificar o aparelho por meio de uma etiqueta de calibração que contenha a logomarca de acreditação do Inmetro.

- Os equipamentos analisados foram adquiridos em 2019, expirando a vida útil dos sensores de O<sub>2</sub>, que conforme informação do fabricante é de 1 a 3 anos.



- Dessa maneira, para assegurar a continuidade dos projetos de P&D relacionados ao controle de odores, faz-se necessária a contratação da prestação do serviço de calibração e manutenção corretiva destes equipamentos periodicamente.
- Nas manutenções são analisados o conjunto de sensores dos instrumentos responsáveis por medir O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> e NH<sub>3</sub>, estes são importantes para estimar a taxa de emissão para a atmosfera, detectar as falhas do sistema de controle e reduzir os conflitos com a comunidade do entorno.



Figura 2 - Conjunto de Sensores GasAlertMicro 5

Quanto aos efeitos do H<sub>2</sub>S sobre a saúde humana, estes variam de acordo com o nível de exposição. Segundo Mainer e Viola (2005), o H<sub>2</sub>S é um gás altamente tóxico, é incolor e possui cheiro de ovo podre. É um gás explosivo na ordem de 4,3% no ar (em volume), e sendo mais denso do que o ar se condensa em vapor d'água a 62°C de temperatura. A solubilidade do H<sub>2</sub>S em água a 20°C é de 3850 mg/L (0,385 %).

Em baixas concentrações (10 ppm), podemos começar sentindo irritação ocular e até mesmo perda momentânea de consciência, quando a exposição dura muito tempo. Em concentrações maiores, entre 100-200 ppm, podemos desenvolver quadros mais graves como edema pulmonar e convulsão. Por fim, concentrações mais altas (acima de 900 ppm) podem levar à morte. No Brasil, os limites de exposição ao H<sub>2</sub>S seguem as recomendações da NR 15 do Ministério do Trabalho.

Algumas etapas foram seguidas para realização do estudo:

- Levantamento da demanda de utilização do equipamento.
- Verificar a disponibilidade de Detectores de Gás.
- Levantamento de fornecedores para realização da contratação de manutenção e calibração.
- Orçamentação para montagem do processo.
- Estudo de viabilidade econômica entre aquisição do instrumento ou contrato de locação
- Desenvolvimento de Relatório das variáveis medidas na Estação.

Para o processo de mapeamento de odor a demanda atual dos projetos de pesquisa e desenvolvimento, é necessária disponibilidade semanal de 80 horas mês de Instrumentos Detector de Gás.

## RESULTADOS OBTIDOS

Para o processo de mapeamento de odor a demanda atual dos projetos de pesquisa e desenvolvimento, é necessária disponibilidade semanal de 80 horas mês de Instrumentos Detector de Gás.

Quando trabalhamos com aquisição de instrumentos em empresas de saneamento é necessário o atendimento das premissas da lei das estatais 13.303/2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias. Nestas modalidades de empresa faz se necessário instaurar processo licitatório de aquisição destes equipamentos.

Ao optar pela aquisição do ativo, é necessário o levantamento de alguns cenários importantes, com intuito de garantir a disponibilidade do equipamento durante a execução das atividades em campo. Anualmente é necessário montar processo administrativo para a realização das manutenções e obtenção das certificações necessárias para que o instrumento tenha seu funcionamento em perfeito estado, garantindo a confiabilidade dos dados adquiridos, assim como a segurança do seu usuário. Na tabela abaixo é demonstrado exemplo de calibração e manutenção realizada anualmente nos detectores de gás.

MANUTENÇÃO DETECTOR PORTÁTIL MULTIGÁS			
MODELO:	GAS ALERT MICRO 5	GASES	CO/L.E.L/ H2S/O2/NH3
CALIBRAÇÃO:	jan/23	VALIDADE CERTIFICADO	jan/24
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	PREÇO	VALOR
2	Calibração em detector de gases Micro 5	R\$ 350,00	R\$ 700,00
2	Manutenção Sensor de O2	R\$ 790,00	R\$ 1.580,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 2.280,00</b>

Tabela 01: Exemplo Custos Calibração e Manutenção Detecção de Gás

Em simulação realizada através de dados adquiridos junto aos fornecedores dispostos na tabela 03, foi detalhado os custos de troca do sensor de O2 a cada dois anos e uma previsão de substituição de cada um dos sensores durante os 10 anos de uso. Foi considerado também a substituição das baterias dos equipamentos neste mesmo período.

SIMULAÇÃO CUSTO DA GESTÃO DO ATIVO (10 ANOS)			
AQUISIÇÃO	DESCRIÇÃO	PREÇO UNID.	VALOR
4	MEDIDOR DE GAS MOD GASALERT MICRO5	R\$ 13.630,00	R\$ 54.520,00
MANUTENÇÃO	DESCRIÇÃO	PREÇO	VALOR
40	Calibração em detector de gases Micro 5	R\$ 350,00	R\$ 14.000,00
20	Manutenção Sensor de O2	R\$ 790,00	R\$ 15.800,00
4	Manutenção Sensor de NH3	R\$ 790,00	R\$ 3.160,00
4	Manutenção Sensor de CO	R\$ 790,00	R\$ 3.160,00
4	Manutenção Sensor de LEL	R\$ 790,00	R\$ 3.160,00
4	Manutenção Sensor de H2S	R\$ 790,00	R\$ 3.160,00
4	Substituição Bateria M5-BAT08	R\$ 2.737,00	R\$ 10.948,00
<b>TOTAL MENSAL</b>	<b>R\$ 899,23</b>	<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>R\$ 10.790,80</b>
			<b>CUSTO TOTAL</b>
			<b>R\$ 107.908,00</b>

Tabela 02: Simulação Custos: Aquisição, Calibração e Manutenção Detecção de Gás.

## ANÁLISE CUSTOS SOBRE DE INSTRUMENTOS DE DETECÇÃO DE GÁS LOCADOS

Em simulação realizada através de dados adquiridos junto aos fornecedores dispostos na tabela 01, foi realizada a simulação dos custos relativos a contrato de serviço de locação dos detectores de gás. Considerando contrato de locação por dias de utilização, foi considerado a demanda de 10 dias utilizando o valor de referência para 15 dias.



SIMULAÇÃO CUSTO SERVIÇO DE LOCAÇÃO (10 ANOS)					
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO		PREÇO UNIT.	VALOR	
1	Locação Detector 5 gases Micro 5 PID		R\$ 52,67	R\$ 526,67	
1	Transporte		R\$ 27,40	R\$ 109,60	
<b>TOTAL MENSAL</b>	<b>R\$ 636,27</b>	<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>R\$ 7.635,20</b>	<b>TOTAL 10 ANOS</b>	<b>R\$ 76.352,00</b>

Tabela 03: Simulação Custos de Serviço de Locação de Instrumentos de Detecção de Gás

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Resultados financeiros:

- Redução no Custo de manutenção dos instrumentos de Detecção de Gás;
- Melhoria na gestão de ativos, através dos dados do histórico, possibilitando ser mais assertivo nas contratações e na geração de relatórios justificando a substituição de dispositivos.
- Possibilidade de revisão no processo de aquisição de instrumentos de segurança para demais processos;
- Gestão compartilhada dos ativos através do fornecedor;
- Rastreabilidade dos ativos, certificados e histórico de todos os Instrumentos;

Resultados ambientais e sociais:

- Com atuação contínua do monitoramento dos odores é possível atual dentro dos parâmetros ambientais;
- Melhoria na relação com a comunidade do entorno das ETEs e EEEs;

Impactos na satisfação do consumidor final e imagem da companhia:

- Aumento da confiabilidade da população no serviço prestado, graças ao trabalho contínuo na previsão de odores e redução do impacto ambiental;

Impactos na relação com demais stakeholders da Sanepar (acionistas, colaboradores, etc.):

- Implementação destes controles aumenta a confiabilidade da gestão operacional. Além disso, também podem atuar frente a gases causadores do efeito estufa – GEEs, como é o caso do metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

## CONCLUSÕES

Com a evolução tecnológica e de mercado para os Instrumentos de Detecção de Gases industriais, a cada dia fica mais atrativo para as empresas de saneamento buscarem parceiros para o fornecimento destes equipamentos através de contratos de locação.

A importância da alteração do modelo de contratação permite maior disponibilidade operacional do ativo e da prestação do serviço. Resultando em um melhor atendimento tanto ao cliente interno quanto ao cliente externo.

Ainda assim, a processo permite a garantia de atuar sempre com instrumentos calibrados e com certificação padronizada proporcionando credibilidade aos resultados dos monitoramentos. Existe ainda um campo enorme de desenvolvimento e estudos sobre a gestão destes equipamentos na companhia, vista as mais de 925 unidades operacionais, dentre as Estações de Tratamento e Estações Elevatórias de Esgoto implantadas.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CRESPO, P. G. Elevatórias nos sistemas de esgoto. Belo Horizonte, UFMG, 2001.
2. NUVOLARI, Ariovaldo. Esgoto sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola. 1. ed. Brasil: Blucher, 2011. v. 1
3. MEDEIROS FILHO, C. F. de. Esgotos sanitários. In: MEDEIROS, C.F.de. Manutenção de sistemas de esgotos. 1ª ed. João Pessoa: Universitária. cap. 17, p.377-382.
4. JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5.ed. Rio de Janeiro, 2009.
5. VON SPERLING, M. Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996.
6. SOUZA, Vanessa Moura de. Estudo de Sequestrantes de H<sub>2</sub>S para Sistemas de Produção de Óleo e Gás. 2012. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Programa de Pós-graduação em Engenharia 48 Metalúrgica e de Materiais, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
7. LODGE, J. P., Métodos de Amostragem no Ar e Análise: Determinação do Teor de Sulfeto de Hidrogênio na Atmosfera (Método do Azul de Metileno). Tradução de José Walderley Coelho Dias, 2003. Lewis Publishers, Inc., 3dr ed. 1989, pp. 486- .492.
8. SYSADMIN. Saúde e Segurança no Trabalho. Sulfeto de hidrogênio H<sub>2</sub>S. 2017- 07-07. Disponível em: <<http://saudeesegurancaotrabalho.com/author/sysadmin>>. Acesso em: 07 jun. 2023.
9. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2009. Disponível em: <<https://www.gov.br/participamaisbrasil/nr-33-seguranca-e-saude-nos-trabalhos-em-espacos-confinados>>. Acesso em: 08 de jun. de 2023.
10. PROMETAL EPIS. In.: Detectores de Gases: O que são?. Disponível em: <<https://prometalepis.com.br/blog/detectores-de-gases-o-que-sao/>>. Acesso em 07 de jul. de 2023.
11. GENERAL INSTRUMENTS In.: A importância da calibração do detector de gás ser feita em laboratórios acreditados. Disponível em: <<https://www.generalinstruments.com.br/blog/a-importancia-da-calibracao-do-detector-de-gas-ser-feita-em-laboratorios-acreditados/>>. Acesso em 20 de jul. de 2023.
12. MAINIER, Fernando B.; VIOLA, Eliana Delaidi Monteiro. O sulfeto de hidrogênio (h<sub>2</sub>s) e o meio ambiente. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 46 SEGeT 2005. Disponível em: <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/261\\_H2S.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/261_H2S.pdf)>. Acesso em: 29 julho. 2023.