

SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H₂S)

Abraão Evangelista Sampaio (*), Almira dos Santos França Carvalho, Marylia Albuquerque Braga, Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

* Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE (abraao.sampaio@cagece.com.br)

RESUMO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais estão cada vez mais sendo discutidos no meio científico, social e político. Em decorrência dessas questões, novos processos e soluções biotecnológicas estão sendo desenvolvidas e utilizadas com a finalidade de minimizar esses impactos no ambiente. O sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico é um dos principais causadores de poluição do ar, que provoca danos à saúde e está diretamente relacionado à biodegradação da matéria orgânica presente, por exemplo, no efluente sanitário, além de possuir outras fontes naturais. É um gás incolor, de cheiro desagradável característico, extremamente tóxico e mais denso do que o ar. A poluição atmosférica é considerada um dos problemas ambientais mais graves nas grandes aglomerações urbanas. As reclamações devido ao mau cheiro próximo as ETEs e EEEs são um problema constante para as empresas de saneamento e muitas vezes sem solução, levando inclusive a mudança de moradores para outros locais e desvalorização de propriedades particulares próximas as estações. O objetivo desse trabalho foi de desodorizar, reduzir a emissão de gás sulfídrico nas estações elevatórias de efluentes (EEE) e também reduzir o sulfeto solúvel no efluente sanitário e ao longo da rede coletora, onde foram selecionados além das EEEs dois PVs para monitoramento e também a Estação de Pré Condicionamento (EPC), final da rede. O trabalho foi desenvolvido através da aplicação simples e direta de um biorremediador no efluente das Estações Elevatórias de Esgoto, a formulação do produto era pronta para uso e apresentou baixo custo e alta eficiência. Além da inoculação de microrganismos adaptados para a estabilização do sistema, o produto ainda induz um processo de oxidação enzimática, eliminando gases odoríferos a partir do local de aplicação e promovendo no sistema de tratamento uma condição de degradação mais rápida. Diante do objetivo proposto no trabalho, obteve-se resultados satisfatórios no que se refere à redução da concentração do gás sulfídrico e do sulfeto dissolvido nos pontos de aplicação (EEE) e ao longo da rede coletora até a EPC. Dessa forma, constatou-se que os objetivos foram atingidos ficando demonstrado a viabilidade do uso do biorremediador, na redução de odores ofensivos provocados pelo gás sulfídrico, chegando a eliminar por completo a detecção deste gás, e também a redução do sulfeto dissolvido no efluente, e conseqüentemente diminuindo a corrosão das tubulações na rede coletora de esgoto e demais equipamentos das Estações de Tratamento e ou Elevatórias.

PALAVRAS-CHAVE: biorremediação, gás sulfídrico, poluição atmosférica, mau odor, desodorização.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais estão cada vez mais sendo discutidos no meio científico, social e político. Em decorrência dessas questões, novos processos e soluções biotecnológicas estão sendo desenvolvidas e utilizadas com a finalidade de minimizar esses impactos no ambiente.

O sulfeto de hidrogênio (ou gás sulfídrico) é um dos principais causadores de poluição do ar, que provoca danos à saúde e está diretamente relacionado à biodegradação da matéria orgânica presente, por exemplo, no efluente sanitário, e também possui outras fontes naturais. É um gás incolor, de cheiro desagradável característico, extremamente tóxico e mais denso do que o ar.

A ação tóxica do sulfeto de hidrogênio nos seres humanos é conhecida desde o século XVIII, entretanto, passados tantos anos, ainda ocorrem casos de intoxicações, inclusive com mortes. Sua agressividade também é avaliada nos contatos com materiais e equipamentos dispostos ao longo da rede coletora de efluentes e estações de tratamento, resultando, na maioria das vezes, em deteriorações ou fraturas com conseqüências catastróficas (Mainier, 1996).

O mau odor causado pelo gás sulfídrico tem sido um transtorno ambiental e público nos últimos anos. Em particular, estão os odores emitidos por indústrias de alimentos, sistemas de tratamento de efluentes, plantas de processamento de resíduos sólidos (Wani *et al.*, 1999).

Os mecanismos de geração de H₂S necessitam de uma fonte de enxofre, tais como: sulfato solúvel (SO₄²⁻), sulfato de sódio (Na₂SO₄) ou sulfato de cálcio (CaSO₄); um mediador como as bactérias ou as elevadas temperaturas de superfície e um agente catalisador cuja presença implicará na velocidade da reação de oxidação-redução (Mainier *et al.*, 1994). No caso das bactérias redutoras de sulfato (BRS), outros parâmetros como pH, teor de matéria orgânica, salinidade (cloreto de sódio), temperatura e ausência de oxigênio são fundamentais no desenvolvimento do processo de geração de H₂S, conforme mostra a reação a seguir:



O gás sulfídrico é produzido no processo de digestão anaeróbia através da quebra de sais de enxofre presentes na matéria orgânica. A quantidade de H_2S efluente dependerá da composição do efluente (Hobson *et al.*, 1993).

A poluição atmosférica é considerada um dos problemas ambientais mais graves nas grandes aglomerações urbanas. As reclamações devido ao mau cheiro próximo as ETEs e EEEs são um problema constante para as empresas de saneamento e muitas vezes sem solução, levando inclusive a mudança de moradores para outros locais e desvalorização de propriedades particulares próximas as estações.

Neste projeto foi realizado o tratamento do efluente em três EEEs operadas pela empresa Companhia de Água e Esgoto do Ceará, a CAGECE, desenvolvido através da aplicação simples e direta do biorremediador nas EEEs, produto que já vem pronto para uso, de baixo custo e alta eficiência. Para avaliar o percentual de eficiência realizamos o monitoramento das emissões atmosféricas e analisamos todos os parâmetros propostos.

OBJETIVOS

Reduzir a concentração de sulfeto dissolvido resultante do início da biodegradação do efluente e também do gás sulfídrico atmosférico liberado pela biodegradação do efluente, e conseqüentemente minimizar os odores fétidos provocados por esse gás que incomodam a vizinhança próxima às Estações Elevatórias de Esgoto – EEE: PF II - Praia do Futuro, SD II – Vila Velha e Pajeú - Centro, estas bombeiam o efluente para os interceptores leste e oeste, localizados na vertente marítima de Fortaleza.

Tratar o efluente nas EEEs buscando a redução do gás (H_2S) e do sulfeto dissolvido no efluente ao longo da rede coletora até a Estação de Pré-Condicionamento – EPC.



Figura 1 – Localização das EEEs, PVs e EPC em Fortaleza-CE, Brasil.

METODOLOGIA

1 - CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO

As EEEs são formadas por bombas hidráulicas e tanques que aumentam a pressão do líquido no sistema de captação do efluente na rede coletora de cota mais baixa para uma mais elevada e bombeiam até a EPC.

Justifica-se a utilização do biopolímero ionizado como medida remediadora para minimizar a emissão do gás sulfídrico e redução da concentração de sulfeto produzido pela biodegradação da matéria orgânica presente no esgoto, esse poluente acarreta fortes odores e impactos ambientais e sociais.

Além da inoculação de microrganismos adaptados para a estabilização do sistema, o produto ainda induz um processo de oxidação enzimática, eliminando gases odoríferos a partir do local de aplicação e promovendo no sistema de tratamento uma condição de degradação mais rápida.

Esta tecnologia está incluída nos chamados Processos Oxidativos Avançados (POA). Tais métodos visam “mineralizar” os poluentes, e converte-los em gás metano, CO₂, H₂O e ácidos minerais. O processo ocorre rigorosamente à temperatura ambiente e produz intermediários altamente reativos, de elevado potencial de oxidação, que atacam e destroem os compostos poluentes.

2 - CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO

O produto é natural, não tóxico, não corrosivo. É uma suspensão líquida composta por “biopolímeros ionizados” com propriedades estruturais e funcionais para sintetizar novos produtos no campo da Biotecnologia Mineral, com altas repercussões em vários campos da bioengenharia.

Contém diferentes substâncias dissolvidas tanto orgânicas e inorgânicas com elevada solubilidade em solventes polares, parcialmente solúveis e em solventes apolares. Possui alta concentração de espécies cromóforas como reagente específico para degradar a matéria orgânica e reduzir odores. Sua composição é essencialmente matéria orgânica, elaborada via fermentação/ respiração através da utilização de catalisadores a partir de enzimas (amilase, lipase, protease, oxidase, redutase, etc.), coenzimas, cofatores, bactérias do gênero *Bacillus*.

Em relação aos seus constituintes básicos podemos enfatizar os seguintes componentes e aspectos físico-químicos:

Apresentação: Solução aquosa com coloração marrom castanho, odor moderado característico, temperatura de atuação: entre 15°C e 40° C, massa específica (g/cm³): 0,9998, parcialmente solúvel em água, pH: 6,81, faixa de atuação em pH: 4,0 a 10,0, estabilidade: 1 ano, não tóxico, não cáustico, não corrosivo, não volátil, não inflamável, ponto de fulgor não observado até a temperatura de 97°C.

O REMEDIADOR não apresenta em sua composição microrganismos geneticamente modificados nem patogênicos.

3 - DESENVOLVIMENTO

A **duração** do tratamento foi de 45 dias (em média), iniciando na primeira semana de março/18, e se estendeu até maio de 2018.

Tabela 1: Planilha de dosagem do biopolímero nas estações.

BIOPOLÍMERO				
ESTAÇÃO	Q méd. (L/s)	Dose mL/m ³	Vazão dil. (mL/min)	Dosagem (L/dia)
EEE PF II	300	3,85	350	100
EEE SD II	900	2,5	350	220
EEE PAJEÚ	1200	2,5	350	280

Diariamente, o biorremediador foi diluído em um reservatório d'água de 500L, posicionada próxima ao poço de sucção de bombeamento, após a desarenação, e aplicado diretamente no efluente por gotejamento na vazão calculada para 24 horas (ver tabela 02), a dosagem inicial do biorremediador variou de 2,5 a 3,85 ml para cada m³ de efluente, mas segundo o fabricante poderia ser reduzida para 1,85 ppm após a estabilização. Todo o projeto foi orientado e acompanhado por um técnico da empresa fabricante do produto.

4 - COLETA DE AMOSTRAS

Foi contratado um laboratório do Instituto Federal do Ceará para realizar as análises laboratoriais e apresentar laudo técnico com resultados. As amostras foram devidamente coletadas e preservadas por um profissional capacitado, acompanhado de técnicos responsáveis pelo monitoramento.

Tabela 2: Descrição dos parâmetros e metodologia;

PARÂMETRO	MÉTODO
Óleos e Graxas	SM 5520 D e E
Sulfeto	SM 4500 D. 4-175
Sulfato	SM 4500 E
H2S	Eletrométrico, Analisadores eletroquímicos de Sulfeto Modelo: Drager x-am 5600 e Gas Alert Max XT II



Figura 2 – Preparação da solução biorremediadora na EEE;

RESULTADOS

No tratamento aplicado nas estações elevatórias de esgoto, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 3: Parâmetros e resultados da coleta em março/18 aprox. 15 dias de tratamento com biorremediador;

DATA DA COLETA: 22/03/18

LOCAL	Horário da coleta	Sulfeto Total (ppm)	Sulfeto Gasoso (ppm)	Sulfato (ppm)	Óleos graxas (ppm)	T (°C)	pH
EEE SD II	10:12h	2,29	4,5	64,9	203	31,1	7,0
PV - Av. Leste Oeste	11:33h	1,5	222	75,8	30,9	31,3	7,0
EEE PAJEÚ	13:20h	2,56	18	87,6	62,4	31,4	7,0
EPC - Estação de Pré Condicionamento	11:00h	1,29	515	79,1	47,9	31,5	7,0
EEE PF II	12:37h	7,03	1,6	66,2	32,2	31,7	7,0

PV - Rua Frei Mansueto/
Rua da Paz

12:02h 0,73 242 29,3 26,3 32,2 7,0

Fonte: Laboratório de Tecnologia Química, IFCE.



Figuras 3 e 4: Coleta de amostras na EPC e Estações Elevatórias de Esgoto. Data: 22/03/18;

Tabela 4: Parâmetros e resultados da coleta em maio/18 após 45 dias de tratamento com Biopolímero.

DATA DA COLETA: 17/05/18

LOCAL	Horário da coleta	Sulfeto Total (ppm)	Sulfeto Gasoso (ppm)	Sulfato (ppm)	Óleos graxas (ppm)	T (°C)	pH
EEE SD II	10:00h	0,12	ND	56,7	87,8	30,5	8,0
PV - Av. Leste Oeste	14:55h	1,23	41,8	63,7	94,5	30,7	7,9
EEE PAJEÚ	11:25h	0,34	60,6	84,6	97,2	30,5	8,0
EPC - Estação de Pré Condicionamento	11:45h	0,15	338	57,2	46,8	31,1	8,0
EEE PF II	14:10h	0,33	ND	57	84	30,3	7,9
PV - Rua Frei Mansueto/ Rua da Paz	14:30h	0,66	126	32,2	32,6	31,1	7,8

Fonte: Laboratório de Tecnologia Química, IFCE.

Sulfeto Gasoso - Comparativo

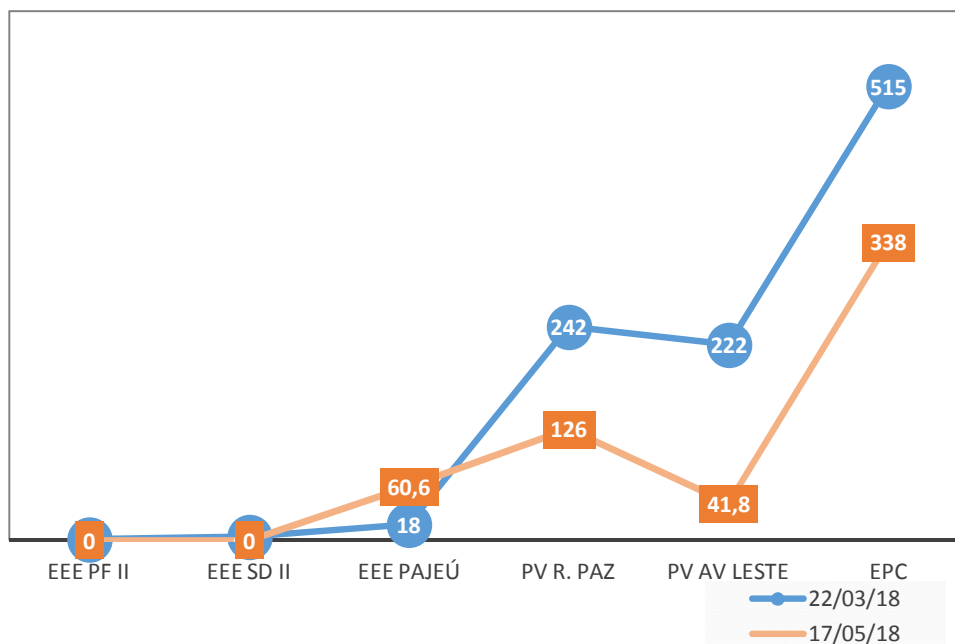


Figura 5: gráfico com os resultados obtidos de sulfeto gasoso (em ppm) nas medições realizadas em março/18 e maio/18. . – ND(Não detectado)

Tabela 5: Resumo dos resultados obtidos pelo IFCE após o termino do tratamento;

Sulfeto Gasoso (ppm)	EEE PF II	PV r. Paz	Sulfeto Total (ppm)	EEE PF II	PV r. Paz
22/03/2018	1,6	242	22/03/2018	7,03	0,73
17/05/2018	0	126	17/05/2018	0,33	0,66
REDUÇÃO	100,0%	47,9%	REDUÇÃO	95,3%	9,6%

Sulfeto Gasoso (ppm)	EEE SD II	PV Av Leste	Sulfeto Total (ppm)	EEE SD II	PV Av Leste
22/03/2018	4,5	222	22/03/2018	2,29	1,5
17/05/2018	0	41,8	17/05/2018	0,12	1,23
REDUÇÃO	100,0%	81,2%	REDUÇÃO	94,8%	18,0%

Sulfeto Gasoso (ppm)	EEE PAJEÚ	EPC	Sulfeto Total (ppm)	EEE PAJEÚ	EPC
22/03/2018	18	515	22/03/2018	2,56	1,29
17/05/2018	60,6	338	17/05/2018	0,34	0,15
REDUÇÃO	-236,7%	34,4%	REDUÇÃO	86,7%	88,4%

CONCLUSÕES

Diante do objetivo proposto no trabalho, obteve-se resultados satisfatórios no que se refere à redução da concentração do gás sulfídrico e do sulfeto dissolvido nos pontos de aplicação (EEE) e ao longo da rede coletora até a EPC. Observe que não foi possível fazer medições antes do início da aplicação do biorremediador, sendo a primeira medição realizada com aproximadamente 15 dias de aplicação, colhendo resultados com significativa redução nos parâmetros analisados, o que

ficou comprovado quando comparado a EEE Pajeú onde houve aumento do gás sulfídrico devido à falta de aplicação do produto por aproximadamente 12 dias antes da segunda medição.

Na EEE SD II a concentração do gás reduziu de 4,5 ppm (em março/18) à 0 ppm, ou seja, o H₂S não foi detectado pela sonda, considerando eficiência de 100%. E o sulfeto reduziu de 2,29 ppm para 0,12 ppm, cerca de 94,8%. No PV da Av. Leste Oeste, foi medida uma concentração de gás na ordem de 222 ppm inicialmente, vindo a reduzir para 41,8 ppm após 45 dias de tratamento, resultando na eficiência de 81,2%. Também houve uma redução de 18,0% em relação ao sulfeto do efluente que reduziu de 01,5 para 1,23 ppm.

O tratamento aplicado na EEE PF II apresentou resposta positiva, onde também não foi detectado o gás pelo equipamento de medição, a concentração do gás sulfídrico reduziu de 1,6 ppm (em março/18) à 0 ppm. Na análise de sulfeto, os resultados também foram satisfatórios, reduzindo de 7,03 ppm para 0,33 ppm com 95,3% de eficiência. Em relação ao PV localizado no cruzamento das ruas Frei Mansueto e Rua da Paz, verificou-se uma concentração de gás sulfídrico na ordem de 126 ppm, diminuindo cerca de 48% em relação à primeira coleta (em março/18) que foi de 242 ppm. Também houve uma pequena melhora de 9,6% em relação ao sulfeto do efluente que reduziu de 0,73 para 0,66 ppm.

Houve também uma diminuição bastante satisfatória na medição realizada no PV localizado na EPC, onde detectou-se uma concentração de gás sulfídrico de 515 ppm (em março/18), reduzindo para 338 ppm (em maio/18) com eficiência de 34,4%. Para sulfeto, obteve-se uma redução da concentração de 1,29 ppm para 0,15 ppm, equivalente a 88,4%.

Já na EEE Pajeú, obtivemos um resultado parcial, pois a frequência da aplicação do produto foi interrompida por conta da falta de reposição do estoque das bombonas em tempo hábil, entre outros motivos, comprometendo a eficiência do tratamento. No momento da coleta, dia 17/05/18, não estava havendo aplicação, portanto estava há 12 ou mais dias sem aplicação, o ambiente apresentava mau odor com concentração de 60,6 ppm, comparando com 18 ppm (em março/18) observamos um aumento considerável. Porém a concentração do sulfeto no efluente reduziu em 86,7% passando de 2,56 ppm (março) para 0,34 ppm.

Ressalta-se que, para manter o equilíbrio no meio ambiente e reduzir os efeitos da emissão do gás sulfídrico sentidos pela população e pelos operadores das estações em termos de segurança ocupacional, faz-se necessário dar continuidade a aplicação do biorremediador e comprometer-se obedecendo a frequência diária sem interrupções.

O ocorrido na EEE Pajeú em relação as demais EEEs demonstra que o biorremediador opera de duas formas, uma no curto prazo, diária, reduzindo os odores provenientes do gás sulfídrico e outra a longo prazo, onde o biopolímero induz a criação de um biofilme ao longo da rede de esgotamento onde há a redução do sulfeto dissolvido, e também reduzindo as incrustações nas redes e grades de bombas das elevatórias, desta forma reduz também as manutenções preventivas e corretivas.

Constatou-se que os objetivos foram atingidos ficando demonstrado a viabilidade do uso do biorremediador, na melhoria da eficiência na redução de odores ofensivos provocados pelo gás sulfídrico, chegando a eliminar por completo a detecção deste gás, e também a redução do sulfeto dissolvido no efluente, e conseqüentemente diminuindo a corrosão das tubulações na rede coletora de esgoto e demais equipamentos das Estações de Tratamento e ou Elevatórias. Podendo ser considerada uma excelente ferramenta para eliminar os odores provenientes do efluente sanitário com aplicação direta, baixo custo, sem a necessidade de equipamentos sofisticados e de manutenção dispendiosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. < <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/> >. Acesso em 26 de agosto de 2018;
2. Hobson, P. N., Wheatley, A., Anaerobic Digestion: Modern Theory and Practice. Elsevier Applied Science. London; New York, 1993.
3. Mainier F. B., M. R. Rodriguez, H₂S: um problema de corrosão, segurança, meio ambiente ou uma fonte de enxofre de alta pureza. Anais: 5º Congresso Brasileiro de Petróleo, Rio de Janeiro, 1994, 12p;
4. Mainier F. B., Sulfeto de hidrogênio: Rotas de aproveitamento industrial frente aos problemas de corrosão e contaminação ambiental. Anais: 11º Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Rio de Janeiro, Setembro, 1996;
5. Wani, A. H. Lau A. K., Branion R. M. R., - Biofiltration control of pulping odors – hydrogen sulfide: performance, macrokinetics and coexistence effects of organo – sulfur species. **J. Chem. Technol. Biotechnol.** V.74, p.9-16, 1999.