



II-036 - MONITORAMENTO DE ODOR EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO ANAERÓBIO DE ESGOTO EM CURITIBA/PR E REGIÃO METROPOLITANA

Giancarlo Lupatini⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina, área de concentração em Tecnologias de Saneamento Ambiental. Engenheiro Civil da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Fernanda Armelinda Cardoso

Química Ambiental voltada à Indústria pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Bióloga pela Universidade Tuiuti do Paraná. Assistente da Diretoria de Meio Ambiente e Ação Social da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Cinthia Monteiro Hartmann

Engenharia Civil e Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná. Engenheira Civil da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Clarissa Oliveira Dias

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná. Estagiária na Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Cleverson Vítório Andreoli

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências do Solo e Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná. Professor da UniFAE – Centro Universitário. Engenheiro de Pesquisa da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

Endereço⁽¹⁾: Rua Engenheiros Rebouças, 1376 - Rebouças - Curitiba - PR - CEP 80215-900 - Brasil - Tel. +55 (41) 3330-3126 - Fax +55 (41) 3333-9952 – e-mail: giancarlo@sanepar.com.br

RESUMO

A preocupação com o lançamento de compostos odoríferos na atmosfera a partir de sistemas de tratamento de esgoto aumentou muito nos últimos anos. A cada dia, mais pessoas são expostas a estes compostos e há uma preocupação real no sentido de minimizar essa exposição, por questões de saúde, ambientais e mesmo do direito da população a um ambiente agradável, sem a presença de maus odores que podem estar relacionados a compostos tóxicos. Neste contexto, o primeiro passo de uma estratégia de controle de odores compreende a identificação destes e uma análise para quantificação do odor. Nesta linha de ação, foi escolhido o gás sulfídrico como composto de referência, tido pela literatura como maior responsável pelos odores de uma estação de tratamento com processo anaeróbio. O monitoramento da concentração de H_2S presente no ar atmosférico foi realizado nas seguintes estações: ETE Menino Deus (Quatro Barras, PR), ETE Santa Quitéria (Curitiba, PR) e ETE Cachoeira (Araucária, PR). Foram coletadas amostras sobre o Reator Anaeróbio de Lodo Fluidizado (RALF), bem como na saída do esgoto tratado. A metodologia baseou-se no encaminhamento do ar para uma solução alcalina, de forma a reter nesta solução o H_2S em sua forma dissociada (S^{2-}) e analisar, posteriormente, este líquido. Os resultados apresentaram grande variabilidade e evidenciaram a grande dificuldade em se quantificar o odor. A concentração de H_2S obtida na superfície do reator variou de 8 a 1354 ppb. Observou-se pouca correlação entre os parâmetros analisados, estando a concentração de H_2S fortemente relacionada a turbulência do meio líquido no efluente do reator.

PALAVRAS-CHAVE: Coletor de Gás, Gás Sulfídrico, Monitoramento de Odor, Odor, Tratamento Anaeróbio.



INTRODUÇÃO

São diversos os casos em que, após a instalação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE), ocorre a ocupação do entorno devido ao crescimento da população nas grandes cidades, gerando assim, um grande problema no que se refere a reclamações sobre a geração de maus odores.

O primeiro passo de uma estratégia de controle de odores compreende a identificação destes e a análise para quantificação dos compostos presentes. A literatura (ASCE, 1995) relata diversos compostos já conhecidos capazes de gerar odor, como por exemplo, o sulfeto de hidrogênio, a amônia, a cadaverina, as mercaptanas, os ácidos orgânicos, etc. Esta grande diversidade de compostos com potencial de geração de odor resulta em um problema para o acompanhamento e quantificação do odor produzido, pois é inviável a análise de todos os compostos que podem estar presentes. Uma alternativa para esta questão é a definição de um ou mais compostos como referência para o monitoramento de odor (ASCE, 1995). No caso de esgoto sanitário, os compostos de enxofre e de nitrogênio estão entre os principais responsáveis pela geração de odores. Portanto, com objetivo de viabilizar a quantificação do odor em ETEs, uma metodologia a ser adotada é a análise quantitativa, por exemplo, do gás sulfídrico, composto comumente presente em ETEs que utilizam tecnologia anaeróbia como alternativa para a remoção de matéria orgânica.

Esta sensibilidade olfativa ao gás sulfídrico se dá devido à fácil percepção de seu odor característico de ovo podre, o qual é perceptível, ao olfato humano, em baixas concentrações presentes no ar, cerca de 0,5 ppb. Ademais, além do efeito da percepção do mau odor gerado pelo H_2S , há também o problema com a exposição da população aos efeitos nocivos à saúde causados por este gás, o qual, dependendo da concentração no ambiente e ao tempo de exposição, pode passar de ofensivo (3 - 10ppm) à agente intoxicante, causando dor de cabeça e enjoos (10 - 50ppm), lacrimejamento dos olhos (50 - 100ppm), conjuntivite, perda do olfato e irritação do sistema respiratório (100 - 300ppm), edema pulmonar (300 - 500ppm), alterações no sistema nervoso central (500 - 1000ppm), e até paralisia respiratória e morte (1000 a 2000ppm).

Segundo Gostelow et al. (2001) o esgoto normalmente contém de 3 a 6 $mg.L^{-1}$ de enxofre orgânico proveniente de proteína e uma média de aproximadamente 4 $mg.L^{-1}$ proveniente de detergentes domésticos sulfonados. Enxofre inorgânico na forma de sulfato está presente em certa concentração, dependendo da dureza da água (podendo chegar a valores de até 60 $mg.L^{-1}$).

A formação de H_2S pode ser proveniente de duas fontes, a redução do sulfato e a dessulfurização de materiais orgânicos (M.O.) contendo enxofre na forma reduzida (equações 1 e 2).



MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia compreendeu três etapas principais:

- 1) Definição de procedimentos para a amostragem de gases e para a quantificação do H_2S .
- 2) Seleção das estações de tratamento, definição dos locais de amostragem e realização das coletas para quantificação de H_2S .
- 3) Avaliação da série histórica de dados.

A amostragem do gás sulfídrico presente na atmosfera foi feita pelo borbulhamento do ar em uma solução de hidróxido de sódio ($pH > 12$), de forma a reter nesta solução o H_2S em sua forma dissociada (S^{2-}). O equipamento para amostragem, figura 1, consistiu em uma bomba a vácuo que succionou o ar para um lavador de gás, contendo 200 ml de solução de hidróxido de sódio (NaOH) com concentração no meio líquido de 500 $mg.L^{-1}$. Foi utilizado, como referência, um período mínimo de amostragem do ar atmosférico de uma hora.

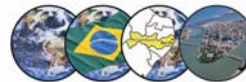


Figura 1: Equipamento para amostragem do ar no ambiente.



Para obter a concentração do gás na atmosfera foi necessário definir a vazão das quatro bombas a vácuo utilizadas (bombas 1, 2 e 3 da marca Prismatec – 131, 2 CV e bomba 4 da marca FANEM – Diapump, compressor aspirador). Esta vazão foi estimada por testes práticos, com a medição do tempo de sucção de um volume conhecido. Em função do tempo em que a bomba ficou ligada foi possível calcular o volume de ar que passou pelo lavador de H_2S .

Para a quantificação de H_2S na solução de NaOH do lavador foi utilizado o método azul de metileno e leitura em espectrofotômetro (WTW PhotoLab S12; comprimento de onda: 664nm) conforme Standard Methods (2005).

As amostragens do gás foram realizadas em três estações de tratamento de esgoto, todas com reator anaeróbio de manto de lodo como opção de tratamento secundário. Sendo elas:

1. ETE Menino Deus, localizada no município de Quatro Barras/PR, com vazão média de $70 L.s^{-1}$.
2. ETE Cachoeira, localizada no município de Araucária/PR, com vazão média de $50 L.s^{-1}$. A ETE conta com aplicação de hipoclorito de sódio no efluente do reator para controle de odor.
3. ETE Santa Quitéria, localizada na cidade de Curitiba/PR, com vazão média de $300 L.s^{-1}$. A ETE conta com aplicação de cloro gasoso no efluente do reator para controle de odor.

Além da coleta do ar atmosférico foram realizadas as seguintes medições complementares: vazão média de esgoto tratado no dia; período do dia; temperatura média; condição do tempo; direção e intensidade do vento; pressão atmosférica e anotação das ações e condições de operação na estação (limpeza de espuma e situação do reator com relação ao regime hidráulico, ou seja, canaleta de coleta de efluentes afogada – sem ressaltos hidráulicos), durante a coleta do ar.

RESULTADOS

Os resultados das amostragens para as três ETEs estão apresentados nas tabelas 1, 2 e 3, juntamente com os parâmetros complementares de monitoramento.


Tabela 1 – Resultados do monitoramento do gás sulfídrico na ETE Menino Deus.

Data	Bomba	Local	Concentração (ppb)	Temperatura (°C)	Vazão média (L/s)	Período do dia	Condição do tempo	Vento		P atm. (mmHg)	Ações da Operação
								Direção	Intensidade		
30/08/06	4	A	110	17,0	47,22	MANH	NUVENS	W	FORTE	695	2
						À					
30/08/06	4	A	60	15,0	47,22	TARDE	NUVENS	W	FORTE	689	1
06/09/06	4	A	125	12,0	58,09	TARDE	SOL	W	FORTE	695	1
15/09/06	4	A	365	25,0	49,28	TARDE	SOL	N	FRACO	688	3
04/10/06	4	A	78	25,0	84,62	TARDE	SOL	N	FRACO	690	1
20/10/06	4	A	231	17,5	66,03	TARDE	NUVENS	SE	FORTE	690	4
25/10/06	4	A	363	20,0	61,93	TARDE	SOL	N	FRACO	690	3
17/11/06	4	A	176	28,5	60,56	TARDE	SOL	N	PARADO	690	3
24/11/06	4	A	225	27,5	65,24	TARDE	SOL	E	PARADO	690	3
07/12/06	4	A	58	21,5	66,12	TARDE	SOL	E	FORTE	688	3
08/12/06	4	A	8	21,0	72,05	Manhã/ tarde	NUVENS	N	FRACO	688	2
21/12/06	4	A	511	26,0	55,23	TARDE	NUVENS	SW	PARADO	689	4
24/01/07	4	A	28	27,0	64,62	TARDE	SOL	NW	1,0*	690	3
25/01/07	4	A	79	28,0	67,57	TARDE	SOL	S	1,4*	690	3
01/02/07	4	A	58	28,0	87,13	TARDE	SOL	S	1,2*	690	3
02/02/07	4	A	47	22,0	84,78	TARDE	NUVENS	E	2,0*	690	3
06/02/07	4	A	33	30,0	75,16	TARDE	SOL	NW	2,2*	688	3
07/02/07	4	A	29	24,5	68,09	TARDE	NUVENS	S	2,5*	689	3
12/02/07	4	A	53	20,0	95,39	TARDE	NUVENS	SE	2,2*	690	3
13/02/06	4	A	44	23,0	106,64	TARDE	SOL	S	3,5*	690	3
14/02/06	4	A	48	23,5	93,29	TARDE	SOL	SE	2,1*	689	3
16/02/06	4	A	61	27,0	81,84	TARDE	SOL	SE	2,1*	688	3
04/09/07	1	A	21	36,1	49,85	TARDE	SOL	NE	0,5*	695	3
05/03/08	1	C	25	29	70	TARDE	SOL	S	MÉDIO	689	3
05/03/08	3	B	4	29	70	TARDE	SOL	S	MÉDIO	689	3

A – Saída do reator, próximo a canaleta de descarga final; B – entrada da lagoa, C – próximo ao gradeamento na entrada da ETE; 1 – Limpeza de espuma + Canaleta afogada; 2 – Limpeza de espuma + Canaleta não afogada; 3 – Sem limpeza de espuma + Canaleta afogada; 4 – Sem limpeza de espuma + Canaleta não afogada. * valor em m/s.

Tabela 2 – Resultados do monitoramento do gás sulfídrico na ETE Cachoeira.

Data	Bomba	Local	Concentração (ppb)	Temperatura (°C)	Vazão média (L/s)	Período do dia	Condição do tempo	Vento		Pressão atm. (mmHg)
								Direção	Intensidade	
20/11/07	2	A	186,49	29	60	TARDE	Sol	S	Forte	764,31
20/11/07	1	A	320,75	29	60	TARDE	Sol	S	Forte	764,31
27/11/07	1	A	355,65	28	68	TARDE	Nuvens	N	Fraco	763,56
27/11/07	2	B	1354,89	28	68	TARDE	Nuvens	N	Fraco	763,56
28/11/07	1	A	296,90	29	51	TARDE	Sol	N	Fraco	765,81
28/11/07	2	B	529,14	29	51	TARDE	Sol	N	Fraco	765,81
29/11/07	1	B	254,37	32	76	TARDE	Sol	N	Fraco	766,56

A – saída do reator, próximo a canaleta de descarga final; B – torre de aplicação de hipoclorito de sódio
Em todos os dias a canaleta estava afogada e não houve limpeza de espuma.

Tabela 3 – Resultados do monitoramento do gás sulfídrico na ETE Santa Quitéria.

Data	Bomba	Local	Concentração (ppb)	Temperatura (°C)	Vazão média (L/s)	Período do dia	Condição do tempo	Direção do vento (°)	Pressão atm. (mmHg)
04/10/07	1	B	42,87	21,8	-	TARDE	Sol	330	763,56
16/10/07	2	A	49,31	23,5	364,65	TARDE	Chuva	90	763,56
16/10/07	1	C	0,73	23,5	364,65	TARDE	Chuva	90	763,56
17/10/07	1	C	1,40	25,3	304,10	TARDE	Sol	330	762,81
24/10/07	2	A	44,68	16,3	304,22	TARDE	Nuvens	270	767,31
24/10/07	1	C	4,36	16,3	304,22	TARDE	Nuvens	270	767,31

A – saída do reator, próximo a canaleta de descarga final; B – após a aplicação de cloro gasoso na canaleta de descarga final; C – guarita na entrada da ETE, região mais próxima à ocupação humana.



CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A grande maioria dos resultados encontra-se numa faixa de valores abaixo dos limites de detecção (1ppm) dos aparelhos portáteis normalmente utilizados para monitoramento de H_2S nas estações de tratamento de esgoto. Contudo, estes valores estão acima do limite de detecção do sistema olfativo humano (0,5ppb).

Dentre os pontos avaliados, o que apresentou as maiores concentrações de H_2S foram àqueles próximos as canaletas de descarga do reator. Desta maneira, ações de combate ao mau odor teriam que ocorrer prioritariamente nestes pontos.

Há pouca correlação entre concentração de H_2S no ambiente e parâmetros complementares. De maneira geral, para a ETE Menino Deus, foram verificadas concentrações mais baixas de H_2S no ar quando o reator opera em regime afogado, evitando a formação de cascadeamento. Contudo, ressalta-se a necessidade da avaliação de uma maior quantidade de dados históricos envolvendo situações operacionais distintas para validar esta constatação.

É recomendado o monitoramento simultâneo de uma maior quantidade de pontos dentro das ETES e em seus entornos de maneira a fornecer dados para a elaboração de um mapeamento de odores na região. Tal ferramenta pode ser útil na definição das fontes potenciais de emissão dentro e fora das ETES, bem como na avaliação da dispersão do gás sulfídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, (1992). American Public Health Association. GREENBERG, A., CLESCERI, L., EATON, A. (editores), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Ed., Washington, D.C.
2. ASCE, (1995). American Society of Civil Engineers. Perry L. Schafer (editor), Odor control in wastewater treatment plants, 1st Ed., New York, NY, p. 282.
3. FRECHEN, F. B., Regulations and policies. In: STUETZ, R. e FRECHEN, F.B. (editors). Odours in Wastewater Treatment – Measurement, Modelling and Control. United Kingdom: IWA Publishing, 2001.
4. GOSTELOW, P.; PARSONS, S. A.; STUETZ, R. M. (2001). Odour measurements for sewage treatment works. Water Research, v. 35, n. 3, p. 579-597.
5. STANDARD METHODS. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th edition, Eaton, Andrew D.; Clesceri, Lenore S.; Rice, Eugene W.; Greenberg, Arnold E., Franson, Mary Ann H., (editors). APHA (American Public Health Association), AWWA and WEF (Water Environment Federation), Washington D.C., 2005.