

## CONTROLE DE OCORRÊNCIA DE MAUS ODORES EM ETE COM SISTEMA COMBINADO ANERÓBIO/AERÓBIO: REATOR UASB E LODOS ATIVADOS

Data de aceite: 06/01/2020

### **Lucas Martins Machado**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental (DESA).  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Cláudio Leite de Souza**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental (DESA).  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Bruna Coelho Lopes**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental (DESA).  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Roberto Meireles Glória**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental (DESA).  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Déborah de Freitas Melo**

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental (DESA).  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**RESUMO:** O presente trabalho baseia-se no estudo de caso da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da cidade de Catas Altas, em

Minas Gerais. A ETE em questão, em virtude da ocorrência de reclamações por parte da vizinhança de suas instalações e, por vezes, do mau desempenho da estação como um todo, solicitou um trabalho em conjunto com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para solucionar os problemas ocorrentes. A ETE conta com um tratamento composto por uma fase anaeróbia, com reatores UASB e, uma fase aeróbia, com sistema de Lodos Ativados. A ocorrência de maus odores é proveniente da formação de sulfetos de hidrogênio, formados no tratamento anaeróbio e que são, posteriormente, desprendidos para a atmosfera. Em relação ao desempenho da estação, as maiores dificuldades giravam em torno do gerenciamento do lodo gerado nos reatores UASB e no sistema de Lodos Ativados, que demandava ações no tanque de aeração e também no decantador secundário. Assim, o desenvolvimento do projeto entre a ETE e a Universidade foi objeto deste trabalho, que teve como principais objetivos avaliar a formação e emissão de maus odores na estação e propor melhorias para os procedimentos do gerenciamento do lodo. Como principais resultados encontrados, verificou-se que a emissão de maus odores era decorrente do funcionamento não ajustado do sistema de Lodos Ativados, que por um período não acumulou e não manteve a quantidade de lodo

necessária para remoção biológica dos sulfetos formados na etapa anaeróbia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Maus odores, reator UASB, lodos ativados, sulfeto de hidrogênio.

## CONTROL OF BAD ODORS IN WWTP WITH ANEROBIC/AEROBIC COMBINED SYSTEM: UASB REACTOR AND ACTIVATED SLUDGE

**ABSTRACT:** This study is based on the real problem that happened at the Wastewater Treatment Plant (WWTP) in the city of Catas Altas, Minas Gerais. The WWTP in question, due to the occurrence of complaints from the neighborhood of its facilities and, sometimes, the poor performance of the station as a whole, requested a joint work with the Federal University of Minas Gerais (UFMG) to solve the problems. The WWTP has a treatment consisting of an anaerobic phase with UASB reactors and an aerobic phase with activated sludge system. The occurrence of bad odors comes from the formation of hydrogen sulfides, formed in the anaerobic treatment and which are subsequently released into the atmosphere. Regarding the performance of the station, the biggest difficulties were around the management of the sludge generated in the UASB reactors and the Activated Sludge system, which required actions in the aeration tank and also in the secondary decanter. Thus, the project development between the WWTP and the University was the object of this work, whose main objectives were to evaluate the formation and emission of bad odors in the station and to propose improvements to the sludge management procedures. As main results, it was found that the emission of bad odors was due to the unadjusted functioning of the Activated Sludge system, which for a period did not accumulate and did not maintain the amount of sludge necessary for biological removal of sulfides formed in the anaerobic stage.

**KEYWORDS:** bad odors, UASB reactor, activated sludge, hydrogen sulfide.

### 1 | INTRODUÇÃO

O emprego de reatores UASB em estações de tratamento de esgoto é bastante promissor, sobretudo no cenário brasileiro, já que o reator possui vantagens, como, por exemplo, simplicidade de operação e manutenção e baixo custo de insumos operacionais e energéticos. Entretanto, o uso desses reatores ainda apresenta algumas desvantagens, como possibilidade de eventuais descontroles na geração de compostos que podem provocar grandes incômodos de maus odores à população nas proximidades da ETE. Além disso, também há possíveis dificuldades operacionais ainda não plenamente vencidas no meio técnico ordinário, como o estabelecimento de rotina de descarte de lodo, de remoção de espuma e condução e queima do biogás. Adicionalmente, há necessidade de pós-tratamento para o efluente dessa unidade a fim de atender aos padrões de legislação.

Nos sistemas anaeróbios, a atividade microbiana relacionada ao tratamento de esgotos pode levar à formação de diversos compostos que apresentam maus odores,

como o gás sulfídrico ou sulfeto de hidrogênio, as mercaptanas, a amônia, os ácidos graxos voláteis, os álcoois, entre outros. Sendo que, no âmbito do saneamento, o principal gás problemático é o sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) que, apesar de ser um gás incolor e inflamável, apresenta odor semelhante ao de ovo podre, sendo ainda que os compostos de enxofre são os que apresentam menores limites olfativos, o que significa que, mesmo em baixíssimas concentrações, pode-se perceber a sua presença e incômodo (CHERNICHARO, 2007).

Esse sulfeto de hidrogênio possui elevada solubilidade em água, tendendo a permanecer dissolvido no efluente, se desprendendo em situações de turbulência ou de redução do pH (PAGLIUSO *et al.*, 2002; NOYOLA; MORGAN-SAGASTUME; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, 2006).

Quando o desprendimento ocorre no interior dos reatores UASB, o sulfeto de hidrogênio contribui com uma pequena parcela no biogás, juntamente com metano e dióxido de carbono. Porém, quando sai dissolvido no efluente, pode ser desprendido para atmosfera exterior, ocasionando potencialmente os eventos dos maus odores.

Assim, segundo Campos *et al.* (1999), as maiores emissões de sulfeto de hidrogênio para a atmosfera externa ocorrem em locais nos quais se promove a agitação do líquido associados com fluxos gasosos. Como exemplo, nas caixas de passagem entre unidades, nas superfícies dos reatores UASB, quando não são fechados e em unidades de pós-tratamentos que ocorrem em tanques abertos. No caso em estudo do presente trabalho, entende-se que ineficiências do processo de lodos ativados, podem provocar situações problemáticas do ponto de vista da emissão do  $H_2S$ , formado na unidade anterior (reator UASB).

Isso porque, no tratamento por lodos ativados, o processo é predominantemente aeróbio, com estabilização da matéria orgânica por microrganismos que se desenvolvem a partir de oxigenação intensa. Segundo Zhang *et al.* (2007), na presença de oxigênio, o sulfeto de hidrogênio pode ser oxidado parcialmente a enxofre elementar, ficando acumulado nas células de bactérias, ou oxidado de forma completa a sulfato. A rota de oxidação vai depender do nível de oxigênio dissolvido. Além disso, também é princípio fundamental do tratamento biológico o estabelecimento da adequada rotina de acúmulo e descartes do lodo aeróbio, que é o agente do tratamento.

Dessa forma, a junção de um tratamento anaeróbio com um tratamento aeróbio pode levar ao aproveitamento das vantagens de ambos os sistemas, quando operados de maneira correta, consoantes com as necessidades específicas de cada um.

O presente trabalho foi desenvolvido em uma estação de tratamento situada em Catas Altas - MG, a partir da necessidade de melhorias operacionais no sistema (UASB e Lodos Ativados), a fim de controlar ocorrências de maus odores. Sendo assim, foram objetivos desse estudo: i) avaliar as principais unidades potencialmente

responsáveis pela emissão de maus odores na ETE; ii) implementar aprimoramentos no controle operacional para minimizar os efeitos adversos constatados.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Segundo o IBGE (2010), a população estimada de Catas Altas é de 4.846 habitantes, sendo que 4.240 são pertencentes à população urbana. A cidade possui uma rede de esgoto com extensão de 35 km e coleta um volume total de (256.000 m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>), sendo que 75% do total de esgoto coletado é tratado segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017).

De acordo com dados de projeto, a estação foi estimada para obter uma eficiência global em torno de 85% em termos de remoção de matéria orgânica afluente. A Tabela 1 mostra os principais dados de parâmetros utilizados no projeto da Estação.

Parâmetro	Valor	Unidade
População atendida	4.000	hab
Per capita de esgoto	150	L.hab <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>
Carga orgânica por habitante	0,054	kgDBO.hab <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup>
Carga orgânica diária	216	kgDBO.dia <sup>-1</sup>
DBO do esgoto bruto	360	mg.L <sup>-1</sup>
Vazão média	25	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>
Volume médio diário de esgoto	600	m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup>
Vazão mínima	12	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>
Vazão de pico	40	m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>

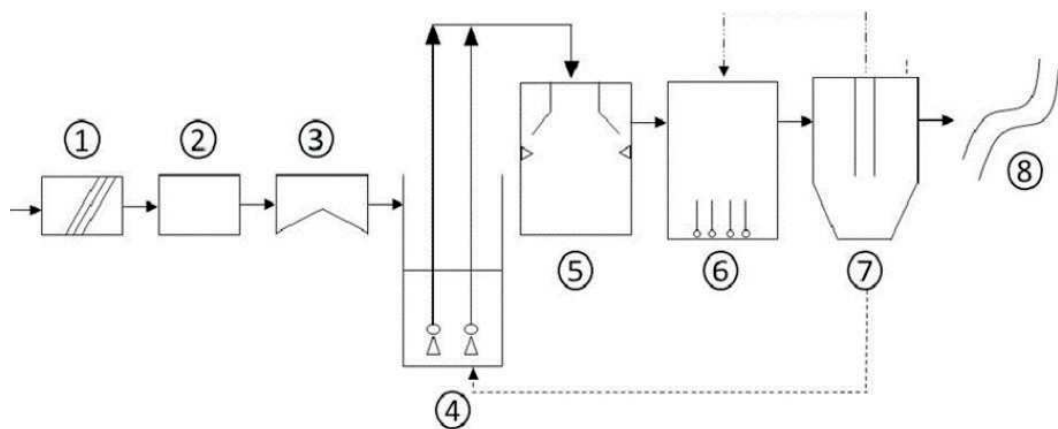
Tabela 1 - Parâmetros de projeto da ETE Catas Altas/MG

O processo de tratamento da ETE contempla do nível preliminar até o secundário, sendo o preliminar composto por grade, desarenador e um medidor de vazão. Em seguida, o esgoto atinge uma estação elevatória, de onde será bombeado, por bomba submersível, para uma caixa distribuidora de vazão na entrada dos reatores UASB. O tratamento secundário é composto por dois reatores UASB (paralelos) e por sistema de lodos ativados, no qual dois tanques de aeração trabalham em paralelo, com inserção de ar fornecido por um soprador, a partir de difusores de membrana no fundo das unidades. Por fim, tem-se os decantadores secundários, também presentes em duas unidades. A Figura 1 mostra a disposição das unidades na ETE.



Figura 1 - Foto da disposição das unidades da ETE

Pelo projeto da ETE, nos decantadores secundários, o lodo aeróbio sedimentado e adensado retorna para os tanques de aeração (linha de recirculação). Esse retorno é efetuado através de um sistema denominado “*air lift*”, que utiliza o mesmo ar de processo gerado pelo soprador. O lodo de excesso é também retirado dos decantadores e encaminhado/descartado para a elevatória de bombeamento do esgoto (após o tratamento preliminar), de forma a se estabilizar no interior dos próprios reatores UASB. A Figura 2 apresenta o layout da ETE.



- Onde:
- |                      |                  |                               |
|----------------------|------------------|-------------------------------|
| ① Gradeamento        | ⑤ Reator UASB    | ----- Linha de lodo excedente |
| ② Caixa de areia     | ⑥ Tanque aerado  | ----- Linha de recirculação   |
| ③ Medidor de vazão   | ⑦ Decantador     | de lodo do decantador         |
| ④ Estação elevatória | ⑧ Corpo receptor |                               |

Figura 2 - Foto da disposição das unidades da ETE

As análises realizadas para o desenvolvimento desse trabalho contemplaram as possibilidades da formação e do desprendimento do sulfeto de hidrogênio, além da possibilidade da remoção biológica do sulfeto de hidrogênio na presença de oxigênio.

Assim, para o cumprimento desse objetivo foram realizadas análises de sólidos (totais e voláteis) do sistema de lodos ativados (tanque de aeração, linha de recirculação e descarte), de sulfeto e sulfato dissolvido nos afluentes e efluentes e de sulfeto de hidrogênio no ar atmosférico imediato das várias unidades do fluxograma.

As análises de sulfato e sólidos foram desenvolvidas conforme o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). As análises de sulfeto dissolvido foram realizadas conforme metodologia adaptada de Plas *et al.* (1992). Para a verificação do sulfeto de hidrogênio no gás atmosférico imediato das unidades foi utilizado o analisador portátil da OdaLog®, que verifica as concentrações de H<sub>2</sub>S de 0 a 200 ppm.

Fez-se as medições de fase líquida, lodo e atmosférica em 3 campanhas anteriores a implementação de melhorias operacionais necessárias levantadas para o controle. Posteriormente, fez-se também pelo menos outras 2 campanhas para verificação dos parâmetros de fase líquida, lodo e atmosférica, no sentido de se avaliar a efetividade das melhorias para o controle dos problemas de emissões levantados inicialmente.

Foram realizadas visitas de diagnóstico e medições até o dia 18/09/2014. Após isso, foram sugeridas modificações no gerenciamento na unidade de lodos ativados, a fim de se obter concentrações de biomassa suficientes no tanque de aeração, conforme indicado em literatura.

A partir do dia 30/10/2014, foram realizadas outras visitas em que se buscou reavaliar as condições de operação e de emissão de maus odores.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Sólidos totais no sistema de lodos ativados

A fim de se avaliar as condições operacionais do sistema de lodos ativados foram realizadas análises de sólidos conforme apresentado na Tabela 2.

Data das coletas	Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )		
	Tanque de aeração	Lodo de recirculação	Lodo de descarte
12/8/14	126,3	-	4.200
22/8/14	91,5	-	4.700
18/9/14	-	77,6	31.300

Tabela 2 - Concentrações de sólidos no sistema de lodos ativados antes das melhorias operacionais

A partir das análises realizadas verificou-se que a concentração de sólidos/biomassa no tanque de aeração e no lodo de recirculação estavam muito baixas, considerando que von Sperling (2002) recomenda valores próximos de 2.000

mg.L<sup>-1</sup> de sólidos totais no tanque de aeração e de 4.500 mg.L<sup>-1</sup> no lodo recirculado. Tal fator inviabiliza tecnicamente o sistema de lodos ativados, além de causar possíveis problemas, como mau desempenho da unidade e maus odores.

Ademais, ao longo do diagnóstico operacional inicial foi levantado que o descarte do lodo excedente do processo aeróbio era feito com pouco controle e de forma excessiva para o poço da elevatória. Tal procedimento inviabiliza o princípio de lodos ativados, que necessita de acúmulo de biomassa/microrganismos no tanque de aeração, com uma mínima idade de lodo.

Assim, visando melhorar o desempenho global da estação, foi sugerido modificações na rotina de descarte e recirculação de lodo no sistema de lodos ativados com intenção de acumular biomassa dentro do tanque de aeração.

Após as modificações sugeridas no gerenciamento do lodo, foram realizadas novas análises de sólidos para avaliar o crescimento da biomassa do tanque de aeração, conforme apresentado na Tabela 3.

Data das coletas	Sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )		
	Tanque de aeração	Lodo de recirculação	Lodo de descarte
30/10/14	600	5.000	40.100
29/01/15	6.200	9.900	34.000

Tabela 3 - Concentrações de sólidos no sistema de lodos ativados após às melhorias operacionais

Apesar da concentração do dia 30/10/2014 ser ainda baixa no tanque de aeração, o lodo de recirculação já apresentava concentração elevada, o que indicava boas perspectivas no sentido de retorno e concentração de biomassa para o tanque de aeração. Tal hipótese pôde ser confirmada na análise realizada dia 29/01/2015, onde verificou-se uma maior quantidade de biomassa acumulada no tanque de aeração, atingindo-se valores indicados para sistemas de lodos ativados com aeração prolongada (VON SPERLING, 2002).

### 3.2 Sulfatos e sulfetos dissolvidos no efluente

A Tabela 4 apresenta as concentrações de sulfato nas diversas unidades da ETE, naturalmente na fase líquida. Em termos de médias, tem-se que no esgoto bruto afluente houve uma concentração de 31,3 mg.L<sup>-1</sup>, ao passo que no efluente do reator UASB tal concentração reduziu para 9,7 mg.L<sup>-1</sup>, correspondendo a uma eficiência de remoção de 69% entre as unidades do processo.

Pontos	Sulfato (mg.L <sup>-1</sup> )			Média
	2/7/14	12/8/14	18/9/14	
Esgoto bruto	49,0	26,2	18,7	31,3
Reator UASB	11,2	13,2	4,8	9,7
Tanque de aeração	-	4,6	-	4,6
Decantador secundário	33,4	8,2	16,6	19,4

Tabela 4 - Valores das concentrações de sulfato dissolvido antes das melhorias operacionais

A quantidade de sulfato encontrada no tanque de aeração (de 4,6 mg.L<sup>-1</sup>), não correspondeu com a esperada para um reator totalmente aeróbio de lodos ativados, uma vez que na presença de oxigênio, o sulfeto de hidrogênio produzido no reator UASB (anaeróbio) seria completamente oxidado, levando à formação de sulfatos, que deveriam então ser encontrados em maiores concentrações. Para esse resultado, ressalta-se que foi realizado apenas uma análise.

Para a concentração de sulfato presente no efluente final, notou-se uma tendência de aumento (de 4,6 mg.L<sup>-1</sup> para 19,4 mg.L<sup>-1</sup>), possivelmente explicada pelo maior tempo em contato do efluente com o ar atmosférico através das superfícies do tanque de aeração e do decantador secundário, que teriam então promovido as reações de oxidação dos sulfetos à sulfatos.

Foram realizadas também, coletas e análises de sulfetos dissolvidos em cinco pontos estratégicos no líquido em tratamento na ETE, apresentados na Tabela 5. A média da concentração de sulfeto dissolvido no tanque de aeração foi de 1,6 mg.L<sup>-1</sup> e 1,1 mg.L<sup>-1</sup> no decantador secundário.

As análises de sulfetos dissolvidos mostraram uma maior concentração presente na caixa de distribuição do efluente do reator UASB, seguida do tanque de aeração e do decantador secundário. Para as outras unidades a concentração de sulfetos dissolvidos foi bastante pequena.

Pontos	Sulfetos (mg.L <sup>-1</sup> )					Média
	2/7/14	22/8/14	22/8/14	18/9/14	18/9/14	
	Manhã	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	
Esgoto bruto	0,0	0,0	0,0	0,3	-	0,1
Caixa de distribuição – afl. UASB	0,0	0,0	0,0	0,2	-	0,1
Caixa de distribuição – efl. UASB	6,3	4,0	0,3	6,9	9,2	5,4
Tanque de aeração	0,0	2,4	1,3	1,7	2,4	1,6
Decantador secundário	0,0	0,8	1,3	1,1	2,1	1,1

Tabela 5 - Concentrações de sulfetos dissolvidos antes das melhorias operacionais

Contudo, a caixa de distribuição do efluente do reator UASB é bem fechada. Nessa condição ela pode ser considerada uma unidade estanque em relação às trocas gasosas com a atmosfera externa e, muito provavelmente, não representa

risco real de emissões. Contudo, considerando o efluente saindo dessa caixa, há uma transferência do problema para unidade de jusante. Isto é, as grandes concentrações de sulfetos dissolvidos, 5,4 mg.L<sup>-1</sup>, poderão encontrar rota de fuga para atmosfera no sistema de lodos ativados.

Análises realizadas no dia 30/10/2014, após o início do crescimento de biomassa no sistema de lodos ativados, mostraram que as concentrações de sulfeto dissolvido eram em torno de zero (Tabela 6). Tais resultados indicaram o início de encaminhamento de um melhor controle de odores, provavelmente devido ao aumento dos sólidos de lodo biológico no reator.

Pontos	Sulfetos (mg.L <sup>-1</sup> )	
	Manhã	Tarde
Esgoto Bruto	0,5	-
Reator UASB	6,0	6,7
Tanque de Aeração	0	0,2
Decantador secundário	0	0

Tabela 6 - Concentrações de sulfetos dissolvidos (30/10/2014) após às melhorias operacionais

### 3.3 Sulfeto de hidrogênio na atmosfera imediata das unidades da ETE

Para as análises de sulfeto de hidrogênio na atmosfera, foram também realizadas medições nas unidades da ETE antes e depois das melhorias implantadas em termos de gerenciamento e descarte de lodo aeróbio. A Tabela 7 apresenta os dados de H<sub>2</sub>S atmosférico antes das modificações realizadas.

As análises de sulfeto de hidrogênio na forma gasosa, ou seja, presentes na atmosfera, mostraram de forma direta quais os pontos de fato eram problemáticos no desprendimento de maus odores na ETE. Para as análises da caixa de distribuição anterior ao reator UASB e da caixa de distribuição do efluente do reator UASB, as análises da atmosfera foram realizadas abrindo-se as tampas correspondentes, para confirmar se a unidade seria produtora contínua do composto odorante.

Pontos	H <sub>2</sub> S (ppm)						Média
	2/7/14		12/8/14		22/8/14		
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	
Tratamento Preliminar	4	2	1	1	3	2	2,2
Estação elevatória – poço	5	-	6	2	11	2	5,2
Caixa de distribuição – afl. UASB	3	1	2	1	-	-	1,8
Caixa de distribuição – efl. UASB	110	-	17	20	16	18	36,2
Tanque de aeração	3	1	4	4	7	6	4,2
Decantador secundário	3	2	2	1	3	2	2,2

Tabela 7 - Concentrações de sulfeto atmosférico antes das melhorias operacionais

A partir dos dados obtidos, confirmou-se que a caixa de distribuição do efluente

dos reatores anaeróbios UASB era uma potencial unidade problema, com média de 36,2 ppm de  $H_2S$ . Porém, conforme discussão realizada anteriormente, não foi considerada efetivamente problemática. Ressalta-se, contudo, que essa unidade poderia ser um ponto interessante para a remoção dos gases dissolvidos, em função do natural desprendimento e confinamento em espaço reduzido, facilitando sua coleta e transporte para sistema adequado de tratamento.

Igualmente, para o poço de sucção da estação elevatória, por ser estanque e bem fechado do meio externo, houve similar entendimento. Apesar, da concentração de 5,2 ppm, não haveria tendência de emissão de fluxo considerável para o ambiente externo, não sendo, portanto, uma unidade problemática na emissão de maus odores para a vizinhança da ETE.

O tanque de aeração se mostrou novamente como uma unidade problemática, com concentração atmosférica odorante preocupante. Portanto, a concentração média de 4,2 ppm de  $H_2S$  na atmosfera imediata ao tanque de aeração, confirmou o problema da unidade.

A Figura 3 mostra a vista de cima do tanque de aeração, do decantador secundário e das caixas de distribuição. Pela Figura, percebe-se a grande área superficial em turbulência que foi considerada como principal unidade problemática da ETE.



Figura 3 – Vista do tanque aerado e do decantador secundário

Em visita realizada dia 30/10/2014, verificou-se crescimento da biomassa a partir da correta gestão do sistema. Por meio de análises de sulfeto de hidrogênio na atmosfera imediata às unidades da ETE (Tabela 8), relatos dos operadores da estação e a falta de reclamações da comunidade, percebeu-se que o problema de mau odor foi em grande parte solucionado.

Pontos	H <sub>2</sub> S (ppm)			
	30/10/14 Manhã	30/10/14 Tarde	29/01/15 Manhã	29/01/15 Tarde
Tratamento Preliminar	0,0	0,0	2,0	2,0
Estação elevatória – poço	11,0	13,0	26,0	22,0
Caixa de distribuição – afl. UASB	4,0	6,0	8,0	5,0
Caixa de distribuição – efl. UASB	195,0	196,0	25,0	110,0
Tanque de aeração	0,0	0,0	0,0	0,0
Decantador secundário	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 8 - Concentrações de sulfeto atmosférico após as modificações após às melhorias operacionais

#### 4 | CONCLUSÕES

Foi constatado um maior potencial de emissão de maus odores na unidade do tanque de aeração, que apresentou concentração média de sulfeto de hidrogênio na atmosfera imediata de 4,2 ppm, e também na unidade do decantador secundário, com concentração média de sulfeto atmosférico de 2,2 ppm, sendo estas unidades problemáticas para a estação, devido à grande superfície em contato com a atmosfera. Entretanto, verificou-se que tal ocorrência se deveu a operação equivocada do sistema de lodos ativados, no que diz respeito à manutenção de biomassa no sistema, uma vez que a mesma esteve em quantidade abaixo do necessário para o adequado funcionamento, com concentrações encontradas de 126,3 mg.L<sup>-1</sup> e 91,5 mg.L<sup>-1</sup> de ST.

Após modificações e adequações implementadas na rotina operacional da estação focaram, particularmente, na diminuição e ajustes da periodicidade de descartes de lodo excedente, o que promoveu o acúmulo e manutenção de biomassa no tanque de aeração, atingindo uma média de 6.200 mg.L<sup>-1</sup> de ST, e concentração de sulfeto de hidrogênio na atmosfera imediata do tanque de aeração e do decantador secundário iguais a zero. Assim, concluiu-se comprovadamente que a falta de biomassa no tanque de aeração era a causa dos eventos de maus odores a partir da ETE.

Dessa forma, entende-se que a presença de biomassa é tão importante quanto a presença de oxigênio no tanque de aeração para que ocorra nessa unidade a oxidação bioquímica intensa do sulfeto de hidrogênio, evitando assim, que esse gás seja emitido para a atmosfera a partir de *stripping* pelo efeito de ascensão das bolhas de ar.

Além disso, parece que a simples oxidação química, na ausência dos microrganismos em quantidade, não ocorre em intensidade necessária para o controle dos sulfeto gerados na etapa anaeróbia anterior (reatores UASB).

Ressalta-se, por fim, que é notória a importância da harmonia entre o

gerenciamento de uma estação de tratamento de esgoto a partir da equipe de operação e das rotinas operacionais mais adequadas para cada sistema. Rotinas estabelecidas por manuais gerais precisam sempre ser ajustadas inicialmente e ao longo do tempo, avaliando-se sempre o atual contexto em que se encontra o tratamento. A operação inadequada da estação pode gerar prejuízos no desempenho, como incômodos a populações do entorno da própria ETE.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao suporte no desenvolvimento da pesquisa principalmente à Prefeitura de Catas Altas. Também importa agradecer a outras instituições: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

## REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 18 th edition. Washington DC.: American Public Health Association, 2005.

CAMPOS, J. R.; PAGLIUSO, J. D. **Tratamento de Gases Gerados em Reatores Anaeróbios. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. J. R. C. (coordenador). Rio de Janeiro, ABES: 464 p. 1999.

CHERNICHARO, C. A. DE L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG. V. 5, 2a edição, 380 p., 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico, 2010**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>.

NOYOLA, A.; MORGAN-SAGASTUME, J. M.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J. E. **Treatment of biogas produced in anaerobic reactors for domestic wastewater: Odor control and energy/resource recovery**. Reviews in Environmental Science and Biotechnology, v. 5, n. 1, p. 93–114, 2006.

PAGLIUSO, J. D.; PASSIG, F. H.; Villela, L. C. H. **Odour treatment and energy recovery in anaerobic sewage treatment plants**. VII Oficina e Simpósio Latino-Americano de Digestão Anaeróbia, Mérida, Yucatán - México, IWA/FEMISCA. 2002.

PLAS, C.; HARANT, H.; DANNER H.; JELINEK E.; WIMMER K.; HOLUBAR P.; and BRAUN R. **Ratio of biological and chemical oxidation during the aerobic elimination of sulfide by colourless sulphur bacteria**. Applied Microbiology and Biotechnology, v.36, n.6, p.817-822, 1992.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Brasília, 2017. Disponível em <[http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/](http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-agua-e-esgotos)>.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Lodos Ativados**.

V. 4, 4ª edição, 461 p. , 2002.

ZHANG, L.; DE SCHRYVER. P.; DE GUSSEME, B.; DE MUYNCK, W.; BOON, N.; VERSTRAETE, W.  
**Chemical and biological technologies for hydrogen sulfide emission control in sewer: A review.**  
Water Research, 2007.