

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

A GERAÇÃO DE MAUS ODORES NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS LAGOA ENCANTADA NO MUNICÍPIO DE CUIABÁ-MT

Carmo Junior, Gersina N. Rocha¹ & Hinnah, Suéllenn dos Santos²

RESUMO – A maioria das emissões gasosas que causam odores, sejam de ações antropogênicas ou naturais, são compostas por misturas complexas de diferentes componentes individuais lançados na atmosfera. Uma grande variedade de atividades urbanas, industriais e agrícolas são fontes de emissões de odores no ar ambiente. Essas emissões podem causar sérios incômodos na circunvizinhança da fonte de emissão, especialmente em áreas densamente povoadas. A avaliação precisa dos odores não é uma tarefa fácil, é substancialmente diferente das avaliações de outros poluentes. A relação entre as estações de tratamento de esgotos (ETE) e a população circunvizinha, nem sempre é harmônica. Os incômodos que uma ETE pode vir a provocar em área residencial, devido à geração de odores desagradáveis, que podem ser observados a qualquer momento em diferentes intensidades. O presente trabalho objetivou avaliar a concentração de sulfeto de hidrogênio como fonte odorante, nas águas residuárias da Estação de Tratamento de Esgotos Lagoa Encantada no município de Cuiabá-MT, através de análises físico-químicas e o emprego de cálculo para concentração de H₂S. As coletas e as análises aconteceram semanalmente em dois períodos (manhã e tarde). A média de concentração de sulfeto total no esgoto bruto foi de 15,99 mg/L (manhã) e 17,37 mg/L (tarde).

ABSTRACT– Most of the gaseous emissions that cause odors, whether from natural or anthropogenic actions, consist of complex mixtures of different individual components while released into the atmosphere. A great variety of urban, industrial and agricultural activities are sources of emissions of odours in ambient air. These emissions can cause serious discomfort around the emission source, especially in densely populated areas. The accurate assessment of odors is not an easy task, as it is substantially different from the reviews of other pollutants. The relationship between the sewerage treatment plants (ETE) and the surrounding population, is not always harmonious. The troublesome that a ETE may cause in residential areas, due to the generation of unpleasant odors, can be observed at any time at different intensities. The present study aimed to assess the concentration of hydrogen sulfide as a source in odorant wastewater Sewage treatment plant in the municipality of Lagoa Encantada Cuiabá-MT, through physical-chemical analysis and the use of calculation for concentration of H₂S. Collections and analyses were held weekly in two periods (morning and afternoon). The average concentration of total sulfide in raw sewage was 15.99 mg/L (morning) and 17.37 mg/L (afternoon).

Palavras-chave: sulfeto de hidrogênio, águas residuárias, lagoa de estabilização.

1) Professor Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cuiabá, Mato Grosso. Fone/Fax: (65)36158721, gersina@cpd.ufmt.br

2) Engenheira Sanitarista, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, (65)36158721, suellennhinnah@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A poluição do ar tem originado nas últimas décadas uma preocupação entre a comunidade científica e a sociedade em geral. Atualmente, parte da poluição atmosférica é fruto de um crescimento acelerado e sem critérios ambientais da industrialização e da urbanização. Dentre os poluentes atmosféricos, os compostos responsáveis por maus odores aparecem como uma fonte de contaminação ambiental (Souza, 2007).

A percepção dos odores possui sua complexidade, pois é uma resposta sensitiva de pessoas quando expostas a eles, que apresentam um comportamento psicofísico em função de aspectos ambientais, de saúde e tipo de emissão entre outros. Estas características estão relacionadas com as condições de exposições das pessoas e dos fatores odorantes de: frequência, intensidade, concentração, duração, característica hedônica e aspecto psicofísico (Belli Filho e De Melo Lisboa, 1998).

Segundo Luduvise *et. al* (1999), o H_2S é formado à partir da ação de microorganismos sobre sulfatos e outros compostos de enxofre em condições anaeróbias. Pode ser encontrado nos esgotos afluente a ETE, quando o tempo de retenção no sistema coletor for elevado (ex.: regiões metropolitanas) ou existir forte contribuição de efluente industrial. Em ETEs o H_2S é produzido nos decantadores primários, adensadores por gravidade, tanques de estabilização e áreas de manejo de lodo. É facilmente liberado para a atmosfera, principalmente em locais de fluxo turbulento. Possui odor desagradável (“ovo podre”) sendo detectado pela maioria dos indivíduos em concentrações extremamente baixas, 2 – 4 ppb. É letal em concentrações acima de 300 ppm. Ataca o concreto, ferro, além de outros metais

A importância dessa avaliação das emissões de gases odorantes está relacionada à qualidade de vida das pessoas que estão na vizinhança da estação de tratamento de esgoto (ETE), pois tais gases podem levar a estresses psicológicos, insônias, perda de apetite, entre outros problemas. Além de influenciar na depreciação do valor do terreno, inibindo o crescimento econômico, também afeta a queda na arrecadação de impostos e vendas.

A Estação de Tratamento de Esgoto Lagoa Encantada, composta por gradeamento, caixa de areia, calha parshall, uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação encontra-se localizada a cem metros aproximadamente da área urbana, ela vem sendo objeto de reclamações da população circunvizinha devido à emissão de eventuais odores. Procurando localizar as causas e encaminhar solução para o problema, iniciou-se processo para identificar, e se possível, quantificar as fontes de odor nas diversas fases do tratamento.

Assim, o presente trabalho procurou avaliar mediante emprego de análises físico-químicas, potencialidade odorante da Estação de Tratamento de Esgoto Lagoa Encantada (ETE Lagoa Encantada), analisando o sulfeto de hidrogênio na fase líquida como fonte odorante com intuito de minimizar esses gases através de ações mitigadoras.

MATERIAIS E MÉTODOS

área de estudo

A ETE Lagoa Encantada (Figura1) estudada no presente trabalho foi criada em 1986, sendo constituída por sistema de lagoas de estabilização, localiza-se no bairro denominado CPA e mais tarde Morada do Ouro, na cidade de Cuiabá/MT e é operada pela Companhia de Saneamento da Capital (SANECAP).



Figura 1 - a) Entrada da ETE Lagoa Encantada; b) Vista aérea da ETE.

De acordo com os dados obtidos junto a Companhia de Saneamento da Capital (SANECAP), a lagoa facultativa possui uma área superficial igual a 6,67 ha e sua profundidade é 1,25 m, com uma capacidade de 83.314,05 m³. As lagoas de maturação possuem área superficial igual a 3,27 ha e profundidade de 0,90 m, sendo cada uma com capacidade de 29.443,97 m³. Abaixo encontra-se a Tabela 1 com a vazão média e o tempo de detenção hidráulico das lagoas facultativa e maturação.

Tabela 1 - Vazão média afluyente e tempo de detenção hidráulico das lagoas

Lagoa	Volume (m ³)	Qmed afluyente (m ³ /d)	θh (dias)
Facultativa	83.314,05	4713,0675	17,7
Maturação I	29.443,97	4713,0675	6,2
Maturação II	29.443,97	4713,0675	6,2

Fonte: Destro (2007).

metodologia e pontos de amostragem

As coletas e análises foram realizadas semanalmente, sendo uma coleta no turno matutino e a outra no vespertino durante o período de 05 de setembro a 24 de outubro de 2011, totalizando 08 amostragens, as quais foram realizadas em cinco pontos conforme são apresentados na Figura 2:

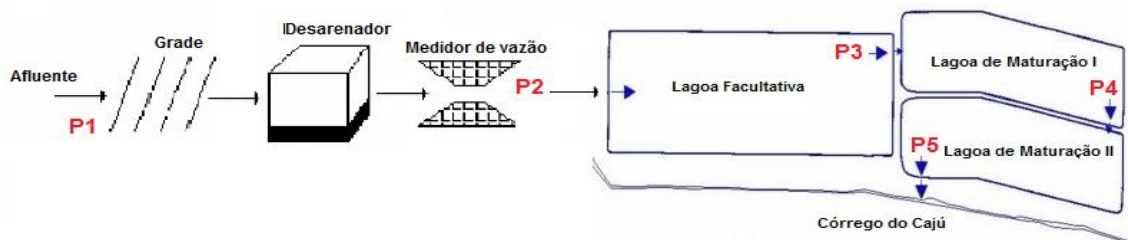


Figura 2 - Fluxograma da ETE Lagoa Encantada e os pontos de coleta.

P1: esgoto bruto (afluente ao sistema)

P2: esgoto efluente do tratamento preliminar (gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão – Calha Parshall).

P3: efluente da lagoa facultativa. Localizava-se nas proximidades da calha de passagem da lagoa facultativa para a primeira lagoa de maturação do sistema.

P4: efluente da primeira lagoa de maturação. Localizava-se nas proximidades da calha de passagem da primeira lagoa de maturação para a segunda lagoa de maturação do sistema.

P5: efluente final do sistema. Localizava-se nas proximidades do dispositivo de saída que o conduziria ao corpo receptor Córrego do Cajú.

Estes pontos foram utilizados também para as análises *in loco* de condutividade, pH, OD e temperatura e no laboratório DQO, DBO, OD (Winkler), sulfeto total, enxofre elementar e sulfato.

As coletas foram realizadas, no período da manhã entre as 06:30h e 08:30h, e no período da tarde entre as 15:30h e 16:30h, aproximadamente e encaminhadas, logo em seguida, ao Laboratório de físico-química do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso. Nas amostras em que seriam realizadas análises de OD e sulfeto total, utilizou-se frascos de OD de 300mL com o auxílio de um coletor, para evitar o contanto com o ar e a sua preservação em campo. Para os demais parâmetros analisados (DQO, DBO, sulfato e enxofre elementar) foram usados frascos de polietileno.

Os procedimentos de coleta, preservação e a metodologia analítica para determinação dos parâmetros foram executados de acordo com Silva (2000), com exceção da DQO e DBO que foram descritos conforme o manual do espectrofotômetro Hach modelo DR 2010 e a NBR 12614, respectivamente.

Os métodos utilizados para determinação dos parâmetros medidos em campo (pH, condutividade elétrica e temperatura) e em laboratório estão descrito na Tabela 2. O parâmetro oxigênio dissolvido medido, foi determinado por dois métodos. Foram realizadas três medições dos perfis de OD e da temperatura onde foram aferidos de 30 em 30 cm de profundidade com o auxílio do oxímêtro no período da manhã, com exceção do P5 que foram efetuadas duas medições pelo motivo de acúmulo de lodo no leito da lagoa ter alterado a profundidade.

Tabela 2 – Métodos e equipamentos utilizados nas análises.

Parâmetro	Método/Equipamento
Potencial de Hidrogeniônico (pH)	Medidor de Ph Digital- ITPH 2100
Condutividade elétrica (CE)	Condutivímetro Portátil mCA 150P
Temperatura (°C)	Condutivímetro e oxímêtro
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Oxímêtro hq 40d Hach e pelo método de Winkler
Demanda química de oxigênio (mg/L)	Método Hach de digestão (DR 2010 espectrofotômetro)
Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)	Método de incubação 20°C e cinco dias (NBR 12614)
Sulfeto total	Método iodométrico
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	Método turbidimétrico
Enxofre elementar (S ⁰)	Método de Jorgensen modificado por Silva (2000)

Para determinação da concentração de H₂S na fase líquida, utilizaram-se procedimentos de cálculos proposto por Apha (1999) *apud* Silva (2007).

cálculo concentração de sulfeto de hidrogênio (H₂S)

De acordo com Apha (1999) *apud* Silva (2007), a concentração de H₂S é determinada a partir da concentração de sulfeto total, pH, temperatura e condutividade elétrica.

Para determinação da constante de dissociação (pK_1), considerando a intensidade iônica zero, através da Equação 1.1, tem-se:

$$pK_1(T) = 32,55 + \frac{1519,44}{T} - 15,672 \times \log_{10} T + 0,2722T$$

onde T é a temperatura em Kelvin ($^{\circ}K = T^{\circ}C + 273,15$) e $T^{\circ}C$ é a temperatura em Celsius.

Em seguida, através da Equação 1.2 calculou-se a intensidade iônica (I).

$$I = 1,6 \times 10^{-5} \times CE \quad (1.2)$$

onde CE é a condutividade elétrica em $\mu S.cm^{-1}$.

O parâmetro de Debye-Huckel (A) e o logaritmo negativo do coeficiente de atividade iônica (pf_m) foram calculados pelas Equações 1.3 e 1.4, respectivamente.

$$A = 0,7083 - 2,277 \times 10^{-3} T + 5,399 \times 10^{-6} T^2 \quad (1.3)$$

$$pf_m = A \left(\frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,3I \right) \quad (1.4)$$

A constante de ionização condicional (K'_1) é obtida pela Equação 1.5 e a concentração de íon hidrogênio $[H^+]$, Equação 1.6.

$$K'_1 = 10^{-pK_1 + 2pf_m} \quad (1.5)$$

$$[H^+] = 10^{-pH + pf_m} \quad (1.6)$$

Finalmente, calcula-se a concentração de sulfeto de hidrogênio não ionizado através da Equação 1.7.

$$[H_2S] = \frac{S_T}{1 + \frac{K'_1}{[H^+]}} \quad (1.7)$$

onde S_T é o sulfeto total.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

concentração de matéria orgânica

A vazão média no horário de amostragem, durante os estudos foi de 101,25 m³/h e 78,75 m³/h, nos períodos matutino e vespertino, respectivamente. No período matutino apresentaram as maiores vazões, chegando atingir de 110 m³/h. Nos dias 26/09/11 e 03/10/11 o valor da vazão foi o mesmo para ambos os períodos cujos valores são 90 e 100 m³/h, respectivamente.

A média de concentração de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no esgoto bruto afluente ao sistema nos dois períodos foi de 336,8 mg/L de manhã e no período da tarde 371,1 mg/L, enquanto que a demanda química de oxigênio (DQO) média apresenta um valor de 721 mg/L pela manhã e 789 mg/L na tarde. As lagoas em série promovem remoção graduais de matéria orgânica, atingindo concentrações médias de DBO e DQO no efluente final de 52,2 e 260,7 mg/L no período

da manhã e no período da tarde cerca de 56,9 e 320,1 mg/L. Essa variação de DBO e DQO entre os períodos da manhã e da tarde se deve a concentração do esgoto. Conforme já foi observado a vazão no período da manhã, na maioria das coletas foi maior em comparação com o da tarde, ou seja, o esgoto da tarde se mostrou mais concentrado por possuir baixa vazão e alta quantidade de matéria orgânica, em contraposição com o esgoto da manhã.

Analisando todos os pontos foi possível perceber uma suave queda na concentração da DBO e DQO nas coletas referente aos dias 17/10 e 24/10 devido à chuva nas últimas 24 horas antes da coleta. O P2 algumas vezes teve concentrações da DBO e DQO maior que o P1 isso significa que o processo do tratamento preliminar pode não ter apresentado uma boa eficiência. O efluente desse tratamento pode permanecer com a mesma concentração do seu afluente, porém o caso de aumentar as concentrações de matéria orgânica do efluente indica que há uma falha na operação do sistema.

A falta de manutenção do tratamento preliminar, como estava ocorrendo em ocasião dessas coletas, também pode ter sido favorável para o P2 não ter uma concentração menor de DBO e DQO em relação ao esgoto bruto. Em algumas coletas do período vespertino, notou-se que a grade do tratamento preliminar da ETE encontrava-se coberta de sólidos grosseiros dificultando a passagem do esgoto bruto caracterizando falta de manutenção da mesma. A manutenção deve-se ter uma periodicidade favorável para não haver uma grande retenção de sólidos ao ponto de dificultar a passagem do esgoto bruto pela grade, a retenção desses sólidos por um longo período pode fazer com que a decomposição aconteça naquele ponto de onde parte do afluente permanece represado provocando assim a produção de odores naquele local.

Segundo Luduvic *et. al* (1999) as unidades de tratamento preliminar são as principais fontes geradoras de compostos fétidos, devido a grande concentração de material putrecível e sólidos grosseiros. O acúmulo de material orgânico em canais, grades e esteiras transportadoras devem ser evitadas através da limpeza e lavagem regular destas unidades e equipamentos.

temperatura e oxigênio dissolvido

No sistema de tratamento a temperatura média nos primeiros 30 cm foi de 29,3°C, tendo sido observado valores mínimo de 23,8°C e máximos de 37,5°C. O P5 atingiu a maior temperatura do sistema no período da tarde, apresentando uma média de 31,71°C. Nos dias analisados só ocorreu queda da temperatura do ar em dois dias, 12 e 19/09, chegando a marcar 22°C.

O oxigênio dissolvido (OD) e temperatura do líquido nas três lagoas foram analisados para verificar a possível ocorrência de anaerobiose e a produção de sulfeto nas mesmas. Foram realizadas três medições dos perfis de OD e da temperatura como mostra nas Figuras 3, 4 e 5 onde foram aferidos de 30 em 30 cm de profundidade com o auxílio do oxímêtro no período da manhã, com

exceção do P5 que foram efetuadas duas medições pelo motivo de acumulo de lodo no leito da lagoa ter alterado a profundidade.

Analisando as três lagoas, o perfil da temperatura teve pouca variação nas profundidades de 30, 60 e 90 cm, provavelmente devido a pouca profundidade das lagoas, o que proporciona que, durante a tarde, os raios solares provavelmente penetrem em toda profundidade. No P3 (Figura 3) foram observados alguns valores com a temperatura maior ou igual nos primeiros 30 cm da superfície, o que favorece a emissão de H_2S , pois a temperatura é inversamente proporcional à solubilidade do gás. Ainda na Figura 3 mostra que a temperatura na profundidade de 30 cm sendo baixa e em 90 cm elevada, provavelmente pode ter ocorrido uma sutil inversão térmica, onde a camada inferior foi revolvida para a camada superior, ou seja, a camada mais fria e mais viscosa foi revolvida para parte superior e a mais quente e menos viscosa foi para a parte inferior da lagoa, podendo ocasionar emissões de odores enquanto houver essa inversão térmica, que pode ter ocorrido durante o clima ameno durante a noite e ter permanecido até o período da manhã.

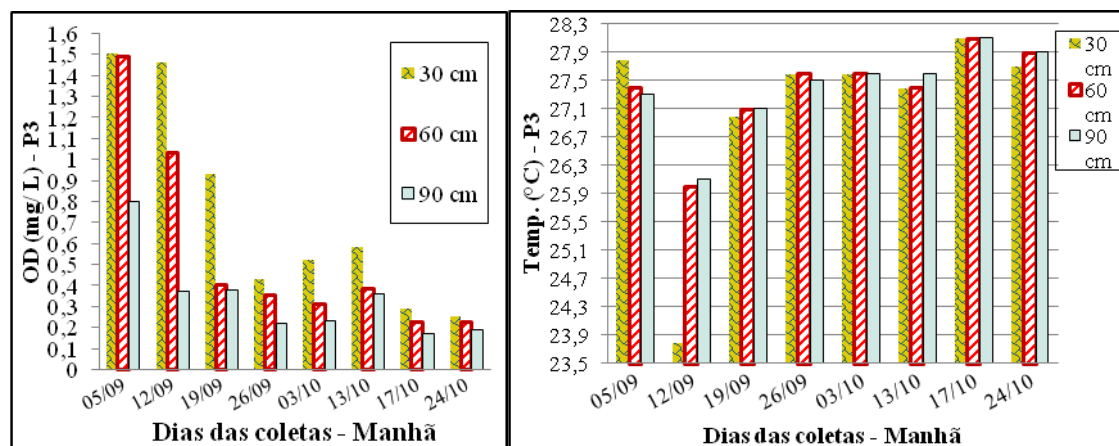


Figura 3 – Perfil de OD e temperatura da lagoa de maturação I no período da manhã.

As concentrações de OD na profundidade nas três lagoas tiveram uma variação na maioria do tempo, inferiores no P3 a 1,5 mg/L, no P4 a 3,16 mg/L e no P5 a 5,15 mg/L. Segundo Silva (2007) os problemas de odor e a corrosão ocorrem nessa fase de condições anaeróbias devido à redução de sulfatos a sulfeto de hidrogênio e o P3 foi o ponto mais crítico de condições anaeróbias por apresentar concentrações médias de OD a 30 cm de 0,75 mg/L. Nessa lagoa também foi observado nas coletas que dos três sistemas de distribuição de esgoto que ela possui, só um estava em funcionamento, dando origem a zonas mortas nas extremidades próximas ao início da lagoa facultativa.

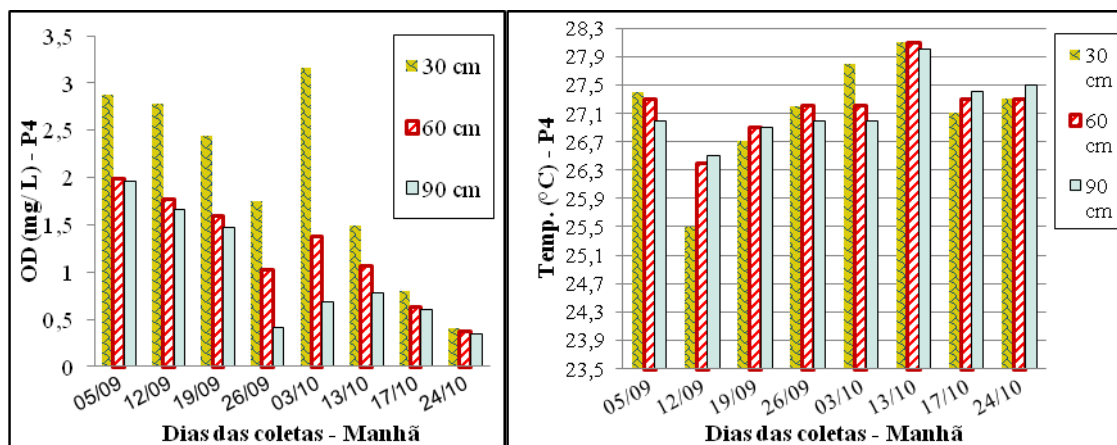


Figura 4 – Perfil de OD e temperatura da lagoa de maturação I no período da manhã.

Verificou-se que no dia 24/10 todas as lagoas em ambas as profundidades apresentaram concentração de oxigênio dissolvido inferior a 0,45 mg/L, sendo constatado condições de anaerobiose que favorece a emissões de odores. Também verificou-se na lagoa facultativa uma coloração diferente ao encontrado nos outros dias, uma água turva de coloração marrom, com a superfície coberta de sólidos em suspensão, e exalando odor muito forte (descrito pelo odor ofensivo de urina), esse fato atípico na lagoa provavelmente deve-se a despejo inadequado de efluente industrial (limpa fossa), uma vez que parte da estrutura da entrada do sistema da ETE incluindo a tampa de concreto encontrava-se limpa desde a primeira coleta, porém está ultima do dia 24/10 estava coberta por lodo. O efluente que foi lançado no sistema sem o conhecimento da SANECAP pode conter uma grande quantidade de sólidos, elevada carga orgânica além de produtos químicos, características essas desfavoráveis quando não esta descrita em projeto.

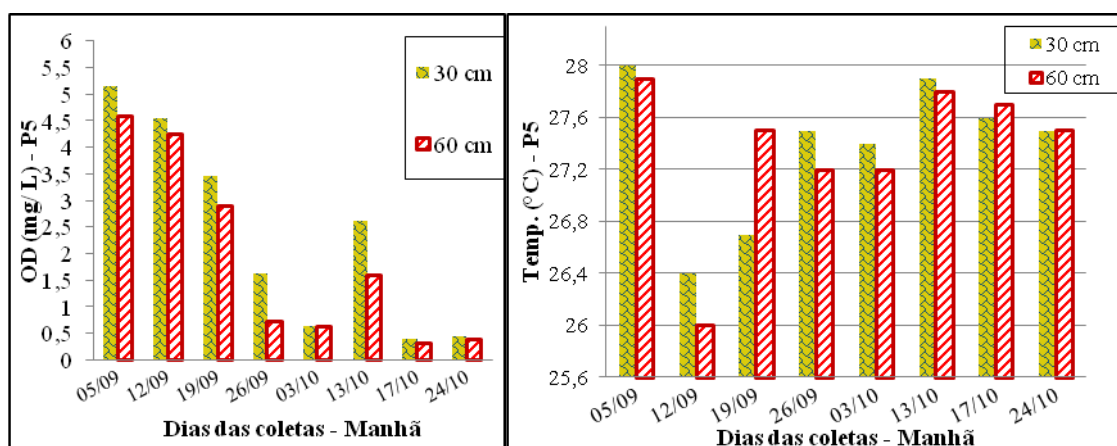


Figura 5 – Perfil de OD e temperatura da lagoa de maturação II no período da manhã.

Outro parâmetro analisado nessa data que se destacou foi a condutividade atingindo no P1 no período da manhã 1141 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, indicando uma grande solubilidade de sais na água em comparação com a média dos outros dias cujo valor foi 822,77 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, pode-se dizer que nesse dia em especial a carga poluidora nesse ponto se encontrava muito elevada.

O perfil decrescente do OD que se formou na Figura 3 e 4 se deve ao horário de coleta, que nas duas primeiras coletas era próximo das 8:00h sendo as outras coletas realizadas por volta de 06:00h, ou seja, quanto mais tarde mais elevada era a radiação solar nas lagoas favorecendo a produção de oxigênio através do processo de fotossíntese realizado pelas algas.

sulfeto total, enxofre elementar e sulfato

As alterações dos compostos de enxofre no ambiente aquático envolvem reações químicas de oxidação e redução, que podem ocorrer espontaneamente ou integradas a processos biológicos. Algumas dessas transformações podem gerar problemas tais como toxicidade e liberação de odores (Silva, 2007) .

As concentrações de enxofre elementar, sulfato e o sulfeto total analisada no período da manhã apresentaram valores no afluente a ETE variando entre 0,32 mg/L e 2,90 mg/L; 8,61 mg/L e 23,39 mg/L e 1,40 mg/L e 36,9 mg/L, respectivamente. Já no efluente lançado ao córrego do Caju possuía concentrações de enxofre elementar, sulfato e o sulfeto total variando entre 0,32 mg/L e 1,3 mg/L; 8,61 mg/L e 14,43 mg/L e 3,20 mg/L e 36,9 mg/L, respectivamente.

Silva (2000) afirma que, em lagoas e reservatórios de estabilização, o enxofre elementar aparece como produto final da reação química espontânea entre oxigênio molecular e sulfeto e como produto intermediário de reações bioquímicas de oxidação de sulfeto promovidas por certas bactérias, entre as quais as coloridas (púrpuras e verdes), anaeróbias, fotossintetizadoras anoxigênicas.

A concentração de enxofre elementar referente ao dia 17/10 no período da tarde teve uma concentração de 30,72 mg/L no P2, 24,96 mg/L no P3, 30,72 mg/L no P4 e 30,72 mg/L no P5.

Em todos os pontos de coleta, notou-se uma concentração de sulfeto total elevada em comparação a produção de sulfato (baixa), ou seja, provavelmente na fase de anaerobiose devido a ação biológica ocorreu a redução do sulfato. Piveli e Kato (2005), explicam que em menor proporção o íon de sulfeto pode também ser gerado da decomposição biológica de matéria orgânica contendo enxofre, notadamente as proteínas albuminóides.

sulfeto de hidrogênio (H₂S)

Nos dois horários de amostragem (manhã e tarde), observou-se que o teor de sulfeto de hidrogênio no efluente do tratamento preliminar foi mais elevado no período da tarde que os demais pontos de coleta na ETE tendo uma média de 7,47 mg/L, podendo-se considerar que o principal ponto de emissão de H₂S em toda a ETE é no P2.

Os pontos P1 e P2 possuem maiores concentração de H₂S em ambos horários estudados, em relação aos outros pontos P3, P4 e P5. Porém conforme Silva (2007), quando a temperatura do

esgoto aumenta, a solubilidade do sulfeto de hidrogênio diminui o que favorece a emissão de H_2S . Então, o fato do H_2S ter diminuído quando a temperatura do esgoto aumentou, pode significar maior emissão do mesmo, principalmente no P3 onde a lagoa facultativa apresentou baixa concentração e temperaturas elevadas no período da tarde.

É importante salientar que variações em alguns parâmetros no esgoto podem aumentar ou mesmo reduzir o valor das emissões de sulfeto de hidrogênio. Assim, qualquer alteração em parâmetros como temperatura do efluente e pH, influi na separação líquido-ar dos gases.

Pôde-se notar olfativamente que, no período da tarde, a sensação de odor era mais intensa (embora essa sensação olfativa não tenha seguido uma metodologia científica utilizada no estudo). Segundo Silva (2007) acredita-se que temperaturas mais elevadas durante à tarde favoreçam a formação de sulfeto, pois aumenta a velocidade da reação entre os compostos.

A Tabela 3 mostra a eficiência de remoção da concentração de H_2S no efluente do sistema em porcentagem, onde a maior eficiência no período da manhã foi de 98,15 % e na tarde chegando a atingir 99,79%.

A remoção de compostos odorantes pode ser reduzida com a adição de produtos químicos como, por exemplo, a cal, esse método é utilizado na ETE Lagoa Encantada quando o sistema se encontra com a concentração de OD baixo. Nas oito coletas realizadas foi constatado a possível adição de cal no sistema devido a crosta de cal formada na calha parshall, provavelmente o resultado foi ocultado pela adição desse reagente.

Tabela 3 – Eficiência de remoção de H_2S na ETE Lagoa Encantada em (%).

Data da coleta	Remoção de H_2S em	Remoção de H_2S em
	% (manhã)	% (tarde)
05/09/2011	5,93	98,07
12/09/2011	96,52	99,76
19/09/2011	96,39	99,44
26/09/2011	98,15	99,83
03/10/2011	53,49	99,79
13/10/2011	96,83	99,04
17/10/2011	91,42	n/d
24/10/2011	94,58	99,40

n/d = não determinado

CONCLUSÃO

A concentração de sulfeto total no sistema teve em destaque o tratamento preliminar com uma média 19,08 mg/L foi à unidade de tratamento que mais produziu sulfeto. Entende-se que a concentração de H_2S apresentou variabilidade com relação aos horários de coleta, o que deve ser devido às variáveis externas e ao próprio processo de tratamento. No período da manhã, a

concentração de H_2S no esgoto foi sempre mais baixa que nos horários da tarde (odor mais intenso). É proposta a hipótese de que as temperaturas mais elevadas durante a tarde favoreçam a formação de sulfeto.

Dentre as unidades de tratamento de esgotos da ETE Lagoa Encantada, o tratamento preliminar apresentou maiores concentrações de H_2S nos horários monitorados (manhã e tarde), o qual pode ter havido emissão de H_2S . Porém, não se descarta a hipótese de que as lagoas sejam também grandes emissoras de gases odorantes, devido suas grandes áreas superficiais.

Os parâmetros DBO, DQO e sulfato revelaram-se como sendo indicadores da redução do sulfato a sulfeto no esgoto. Pois, houve uma redução suave na concentração de sulfato e no teor de matéria orgânica, tanto na lagoa facultativa como nas lagoas de maturação, o que indica a predominância das bactérias redutoras de sulfato. Então, com a predominância desse grupo de bactérias, pôde-se observar que, nestas unidades de tratamento, ocorreu produção de sulfeto e, consequentemente, produção de H_2S .

Dentre as concentrações de OD nos pontos de coleta monitorados na lagoa no período da manhã o P3 ficou, na maioria do tempo, em concentração crítica de oxigênio dissolvido para a produção de H_2S no esgoto. Esse fato pode ter ocasionado a liberação de odores, devido a formação de sulfeto com a redução de sulfato.

Em relação à manutenção e operação, observaram-se as seguintes falhas: não retirada constante do lodo sobrenadante; alta de um funcionamento contínuo do sistema de distribuição do afluente na lagoa facultativa; alta de local adequado para disposição final do lodo sobrenadante das lagoas; falta de área adequada para disposição da areia retirada no tratamento preliminar; falta de medidor de vazão do efluente do sistema e falta de controle dos veículos que entram na estação e lançam efluentes industriais no sistema, como por exemplo, de limpa fossa.

RECOMENDAÇÕES

A partir dos dados obtidos nas análises e da pesquisa realizada, é possível fazer as seguintes recomendações. Os dados obtidos neste trabalho devem servir como incentivo para novas pesquisas relacionadas à emissões de compostos odoríferos por técnica de medição direta ou modelos matemáticos; para futuros trabalhos de análise da emissão de H_2S é recomendado elaborar um questionário com os habitantes circunvizinhos à ETE para avaliar a percepção, intensidade do odor e o grau satisfação ou insatisfação da ETE; estudar a presença de bactérias redutoras de sulfato, pois a sua presença aumenta a concentração de sulfeto no esgoto, que por sua vez também eleva a produção de sulfeto de hidrogênio gerando odores; avaliar a produção de algas juntamente com a concentração de matéria orgânica nas lagoas para se ter uma melhor resposta ao acúmulo de lodo;

realizar monitoramento da vazão afluyente do sistema em 24 horas para saber se o tempo de detenção hidráulico houve alguma alteração; estudar um plano de administração de odor para instalações de ETEs em áreas urbanas, indicando as tecnologias de controle e que estratégias poderão ser implementadas para a redução da emissão de odores em ETEs; na elaboração de projetos de ETEs, considerar a sua localização de no mínimo 3 km de distância da área urbana, e conter futuros avanços de construções habitacionais em sua direção; toda ETE deve conter portões para restringir o acesso de veículos não autorizados nas proximidades do sistema de tratamento de esgoto; alterar parâmetros da manutenção, como manter desobstruído o sistema de distribuição de esgoto na lagoa facultativa, no tratamento preliminar realizar a remoção regular da areia e sólidos grosseiros da grade e disposição adequada ao lodo e também o lodo sobrenadante das unidades de tratamento de esgoto e verificar possíveis diminuições ou eliminação de emanções de odores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Belli Filho, P.; De Melo Lisboa, H. M. *Avaliação de emissões odorantes*. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 3 (4), 101-106p, 1998.

Destro, C. A. M. ; Amorim, R. *Avaliação do desempenho do sistema de Lagoas de Estabilização do Bairro CPA III em Cuiabá/MT, a partir de variáveis físico-químicas e biológicas*. I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. A Busca pelo Uso Sustentável dos Recursos Hídricos das Regiões Norte e Centro-Oeste, Cuiabá – MT, 2007.

Luduvica, M. L *et al.* *Controle de odores em estações de tratamento de esgotos*. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro - RJ, 1999.

Silva, A. B. *Avaliação da produção de odor na estação de tratamento de esgoto Paranoá e seus problemas associados*. Dissertação de Mestrado, Publicação PTARH.DM- 105/2007, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 111p, 2007.

Silva, S. A. *Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias. Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários - EXTRABES*. Campina Grande - Paraíba, Brasil, 266p. 2000.

Souza, M. L. *Avaliação de um biofiltro piloto para desodorização de compostos orgânicos voláteis de combustível*. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UFSC, Florianópolis-SC, 2007.