

DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE ODOR EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS E SEUS PROBLEMAS RELACIONADOS

Jéssica Cristine Gontijo¹
Ana Paula Lang Martins Madi²

RESUMO

As Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) possuem um papel fundamental e contribuem para a melhoria das condições de saúde da população e do meio ambiente. Entretanto, a relação entre as unidades de tratamento de esgotos e a população a ser beneficiada, nem sempre é harmônica. O maior desafio e dificuldade de relacionamento são normalmente causados pelos incômodos que uma ETE pode vir provocar em uma área residencial, devido a emissão de maus odores. Esses maus odores associados aos sistemas de esgotos urbanos é uma questão extremamente complexa e a principal causa da exalação de maus odores durante o tratamento de águas residuais é a geração descontrolada de sulfetos, principalmente ao sulfeto de hidrogênio (H₂S). Este trabalho teve por objetivo caracterizar uma ETE localizada na cidade de Curitiba-PR e identificar os principais pontos de geração de odores da ETE e seus problemas relacionados. Os resultados obtidos demonstram que os principais pontos de geração de odor, enquadrados como forte, são o gradeamento, RALF's, adensador por gravidade e pátio de cura. Em entrevistas realizadas com os moradores ao entorno da ETE, foram relatadas reclamações e questionamentos referente ao odor, principalmente no período do inverno.

Palavras-chave: Estação de Tratamento de Esgotos; População; Odor.

¹ Aluna do 9º período do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da FAE Centro Universitário. Bolsista do Programa de Apoio à Iniciação Científica (PAIC 2017-2018). *E-mail:* jessica-gontijo@hotmail.com

² Doutora em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Paraná. Professora da FAE Centro Universitário. *E-mail:* ana.madi@bomjesus.br

INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) são unidades operacionais do sistema de esgotamento sanitário que por meio de processos físicos, químicos e biológicos removem os poluentes, devolvendo ao ambiente o produto final, efluente tratado, em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental (CAMPOS,1999).

As ETEs tem um papel fundamental e contribuem para a melhoria das condições de saúde da população e do meio ambiente. Realizar o tratamento de esgotos sanitários significa utilizar um ou mais processos para reduzir seu teor de impurezas de tal modo que os subprodutos finais possam ser reutilizados ou devolvidos ao meio ambiente sem que suas características sejam alteradas (ANDREOLI, 2001).

Entretanto, muitos são os desafios enfrentados para que a população possa usufruir de maior acesso aos serviços de saneamento. Os principais estão relacionados ao custo associado à implantação e a operação.

A relação entre as unidades de tratamento de esgotos e a população a ser beneficiada, nem sempre é harmônica. O maior desafio e dificuldade de relacionamento são normalmente causados pelos incômodos que uma ETE pode vir provocar em uma área residencial, devido a emissão de maus odores.

A emissão dos maus odores associados aos sistemas de esgotos urbanos é uma questão extremamente complexa. De acordo com Gasi (1984) e Takahashi (1983), a principal causa da exalação de odores durante o tratamento de águas residuais é a geração descontrolada de sulfetos, principalmente ao sulfeto de hidrogênio (H_2S). Gás tóxico e que possui um odor característico de “ovo podre”.

No Brasil, ainda é preciso um grande avanço e de forma rápida para limitar e controlar a emissão de odor. Atualmente são utilizados alguns métodos para combater ou reduzir o odor inerente ao processo de tratamento das ETEs. Especificamente na cidade de Curitiba, os métodos mais utilizados é a adição de compostos químicos durante as fases de tratamento de esgoto, como: o cloro, sais e ferros, nitrato de amônia e peróxido de hidrogênio. Também existem outros métodos como: a utilização de biofiltros e a cortina verde (CARNEIRO et.al, 2009).

1 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo caracterizar uma Estação de Tratamento de Esgoto localizada na cidade de Curitiba-PR e identificar os principais pontos de geração de odores da ETE e seus problemas relacionados. Como objetivo específico: propor medidas corretivas para combater o odor.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 IMPACTO AMBIENTAL OCASIONADO POR EMISSÕES ODORANTES

Em geral, as ETEs são as principais fontes de reclamações aos órgãos ambientais e prefeituras devido à emissão de maus odores. De acordo com a Resolução nº 001 de janeiro de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente:

...considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultantes das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:
I – saúde, a segurança e o bem estar da população...

A avaliação do impacto ambiental causado por emissão de maus odores ao entorno de ETEs é de grande importância para qualidade de vida da população. Uma pesquisa realizada por Brostel e Souza (2005), identificou que os principais impactos estão atribuídos à saúde, ao meio ambiente e sociais.

Segundo Grasel (2014), os odores são sensações provocadas por moléculas de naturezas diversas que interagem com o sistema olfativo, causando impulsos transmitidos ao cérebro, que uma vez processados, relacionam a substância odorífera à memória olfativa dos indivíduos. Fora o incômodo, os gases odorantes podem ocasionar problemas relacionados à saúde e, dependendo da concentração, podem causar a síndrome do desconforto respiratório, danos neurológicos e até óbito em comunidades no entorno das fontes emissoras.

2.2 COMPOSTOS QUÍMICOS CAUSADORES DE EMISSÕES ODORANTES

Luduvic et al. (2015), destacam os principais compostos químicos odorantes nas ETEs e suas características associadas (Quadro 1).

QUADRO 1 – Principais compostos químicos odorantes nas ETEs

H ₂ S (Gás Sulfídrico)	Formado à partir da ação de micro-organismos 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). Em ETEs o H ₂ S é produzido nos decantadores primários, adensadores por gravidade, tanques de estabilização e áreas de manejo de lodo. É facilmente liberado para a atmosfera. Possui odor desagradável, semelhante ao de “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.
NH ₃ (Amônia)	Geralmente encontrada nos esgotos em concentrações relativamente baixas de até 100 mg/l. Amônia também é produzida à partir da quebra dos compostos orgânicos nitrogenados durante o tratamento anaeróbio de lodos. A concentração de detecção é a mesma da concentração limite de exposição ocupacional, 5 ppm, o que significa que quando presente em concentrações perceptíveis a amônia representa também um risco potencial a saúde do operador.
Aminas	Compostos orgânicos que contém o grupo amina (R-NH ₂), sendo o mais conhecido a trietilamina (CH ₃ CH ₂) ₃ N detectável em concentrações de 0,2 ppb e responsável pelo “cheiro de peixe” muitas vezes observado.
Ácidos Orgânicos, Aldeídos, Cetonas, e Esteres	Grande variedade de compostos químicos. Todos com odor desagradável e baixa concentração de detecção.

FONTE: Adaptado de Luduvic et al. (2015)

2.3 PRINCIPAIS FONTES DE GERAÇÃO DE ODOR NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Neder et al. (2015), afirmam que as unidades de tratamento preliminar, as quais consistem no gradeamento, desarenadores e caixas de areia, são fontes geradoras de odores em potencial, devido à grande concentração de material putrescível e sólidos grosseiros. Os decantadores (tratamento primário), reatores biológicos e lagoas aeradas (tratamento secundário) também contribuem como principais fontes de odor.

Segundo Pinto et al. (2015), estima-se que cerca de 50% das reclamações contra ETEs estão vinculadas ao processo do manejo e tratamento do lodo. Os processos de digestão, desidratação, secagem e estocagem são fontes em potencial para geração de odores desagradáveis.

De acordo com Pegorini et al. (2003), a produção de lodo de esgoto em 2003, na cidade de Curitiba, somente em uma ETE, denominada Belém, tem uma produção diária de aproximadamente 9,6 toneladas de matéria seca. Nesse mesmo contexto, o Autor afirma que a produção deve aumentar em curto prazo com as perspectivas de descarte de lodos dos novos sistemas, gerando uma expectativa de produção de 120 toneladas (13 a 15% de matéria seca) diárias de lodo, demonstrando que a disposição do lodo é um dos grandes desafios da companhia responsável por tratar o esgoto na cidade Curitiba e no Paraná.

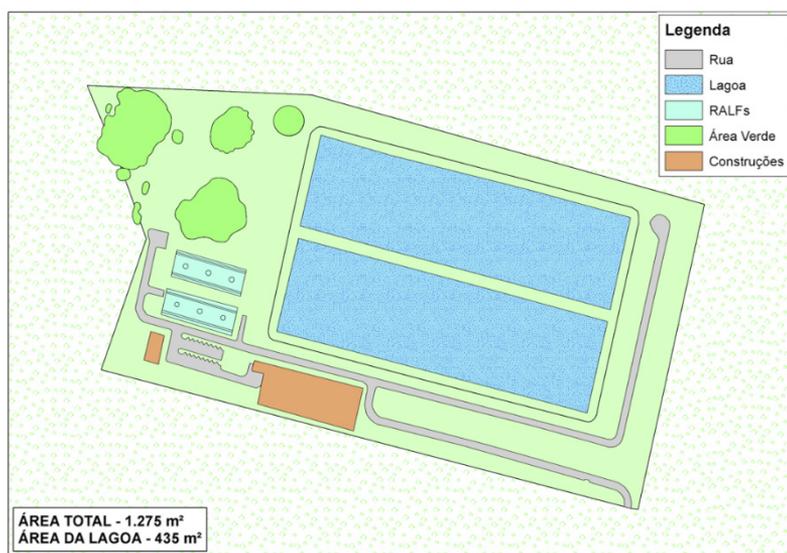
3 METODOLOGIA

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este estudo classifica-se como de natureza científica, de caráter descritivo, pois tem como objetivo caracterizar uma unidade de tratamento de esgoto doméstico e gerar propostas corretivas para combater a emanações de maus odores.

A ETE localiza-se na cidade de Curitiba, Paraná. Na FIG. 1 é possível observar uma representação da estação por meio de um croqui.

FIGURA 1 – Croqui da ETE estudada



FONTE: As autoras (2018)

3.3 DESCRIÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO PARA CARACTERIZAR A ETE E IDENTIFICAR OS PRINCIPAIS PONTOS DE GERAÇÃO DE ODOR

Nos dias 03, 17 e 24 de outubro de 2017, foram realizados caminhamento por toda à ETE para identificar e caracterizar as unidades de tratamento de esgoto em operação. Também foi realizado levantamento dos parâmetros químicos analisados na ETE, sendo: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e potencial Hidrogeniônico (pH). Todas as análises foram realizadas seguindo o método de Winkler, no laboratório de química da ETE estudada.

O caminhamento foi realizado para identificar os principais pontos de geração de odor na ETE. Nesse estudo não foi utilizado nenhum equipamento eletrônico para medir com mais precisão o nível de odor. Somente os caminhamentos foram realizados.

O critério para enquadrar os pontos com menor e maior relevância de odor foram baseados na percepção olfativa ao decorrer do caminhamento, enquadrando como: forte, regular, fraco e indetectável (TAB. 1).

TABELA 1 – Enquadramento do nível de odor

Enquadramento	Nível
Forte	8 - 10
Regular	5 - 7
Fraco	1 - 4
Indetectável	0

FONTE: As autoras (2018)

Outra ferramenta utilizada foi à entrevista realizada com os moradores do entorno da ETE. Quinze moradores que residiam muito próximos a estação foram entrevistadas com perguntas direcionadas ao odor ocasionado pela ETE.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ETE

A operação da ETE iniciou-se em dezembro de 2002. Ocupa uma área total de 1.275 m², possui capacidade para tratar 440 L/s. Entre os anos de 2016 e 2017, operou com uma vazão de 370 L/s e é considerada de médio porte. Seu sistema de tratamento é anaeróbio composto por gradeamento, desarenador, seis RALF's, com capacidade nominal de 70 L/s cada um, e duas lagoas aeradas. O tratamento do lodo resultante do

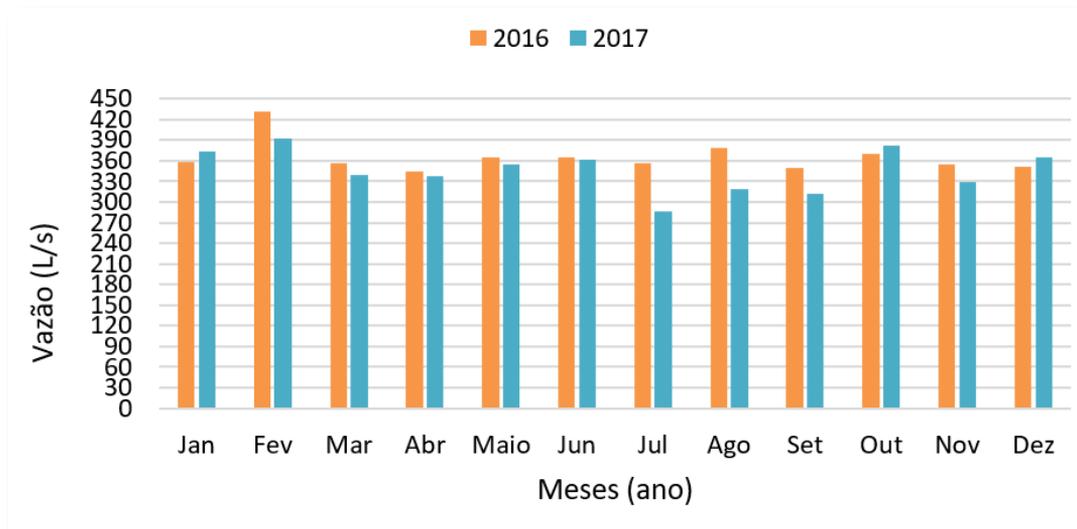
sistema de tratamento de esgotos é realizado por um sistema constituído de adensador por gravidade, secagem mecânica por centrífugas, pátio de cura e higienização de lodo desidratado com cal.

Para caracterizar-se uma ETE as análises de DBO, DQO e pH são de extrema importância. Pois, além de identificar se o processo de tratamento de esgoto está sendo efetivo é necessário atender as exigências instituídas na Resolução CONAMA nº 430/11 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes nos corpos hídricos.

É possível observar nos GRAF. 1 a GRAF. 6 os resultados obtidos desses principais parâmetros analisados entre os anos de 2016 e 2017 e a vazão da ETE.

No GRAF. 1 é apresentado a média da maior vazão registrada na estação no ano de 2016 de 432,23 L/s no mês de fevereiro. No ano de 2017, a média da maior vazão também foi registrada no mês de fevereiro ao valor equivalente de 392,70 L/s. Um fator importante a ser considerado é o nível pluviométrico do mês de fevereiro que, de acordo com os operadoras da ETE, foi registrado 368 mm/mês no ano de 2016 e 215 mm/mês no ano de 2017.

GRÁFICO 1 – Vazão média da ETE estudada nos anos de 2016 e 2017

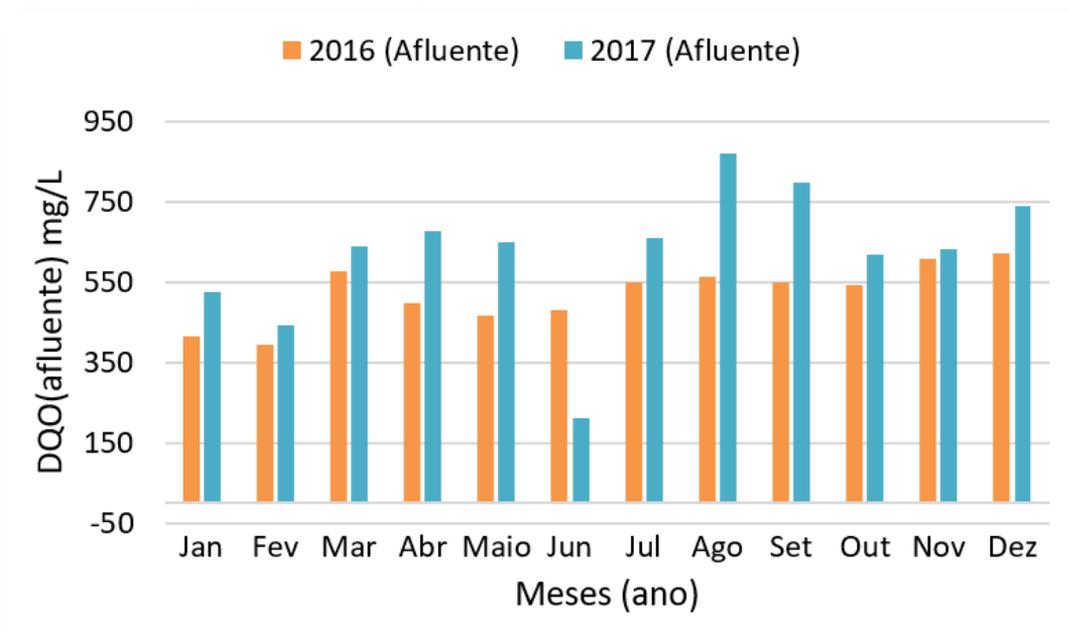


FONTE: As autoras (2018)

Em relação a DQO afluente (analisada na entrada da estação) foi registrada a sua média mais alta no mês de dezembro ao valor equivalente de 622 mg/L. Já no de 2017, a média mais alta foi registrada no mês de agosto ao valor de 871 mg/L.

A DQO é um parâmetro essencial em uma ETE, pois é possível saber a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por um agente químico.

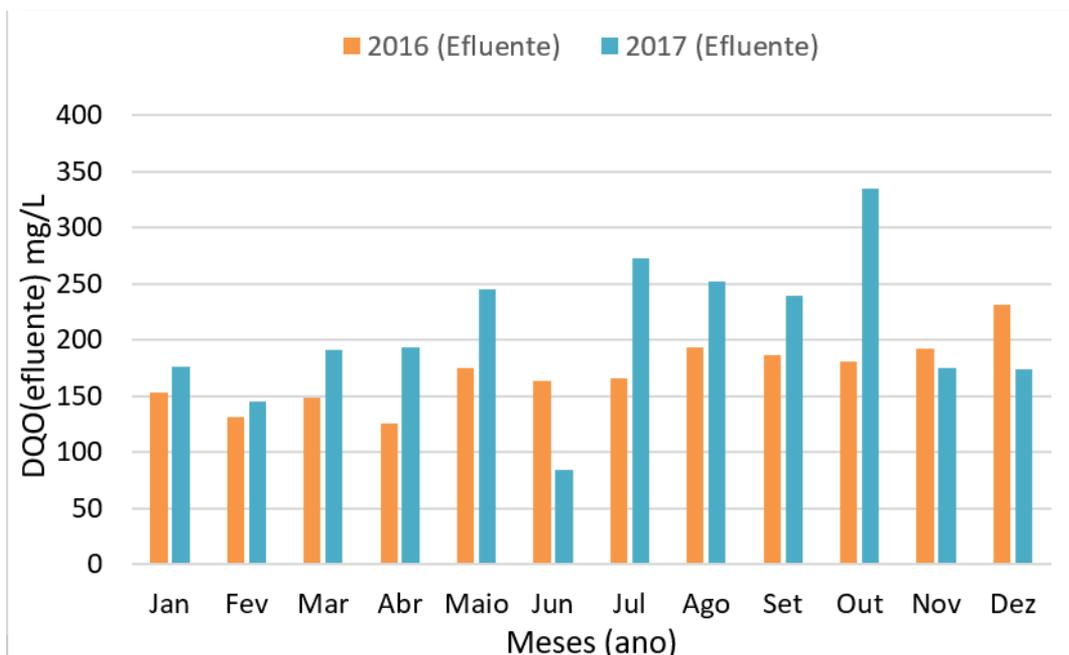
GRÁFICO 2 – DQO afluente média da ETE estudada nos anos de 2016 e 2017



FONTE: As autoras (2018)

Quanto a DQO efluente, (analisada na saída da estação), sua média mais alta registrada em 2016 foi no mês de dezembro, ao valor equivalente de 741 mg/L. Em 2017 o valo registrado foi de 871 mg/L no mês de agosto.

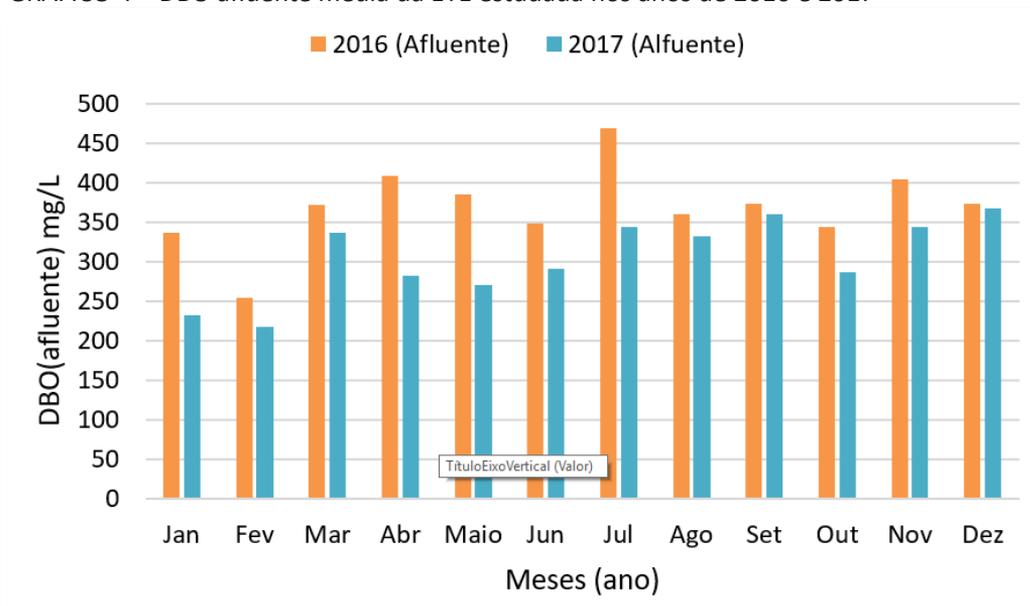
GRÁFICO 3 – DQO efluente média da ETE estudada nos anos de 2016 e 2017



FONTE: As autoras (2018)

Em relação à DBO afluente, a média mais alta registrada em 2016 foi no mês de julho, ao valor equivalente de 470 mg/L. Em dezembro de 2017, a média mais alta registrada foi 368 mg/L.

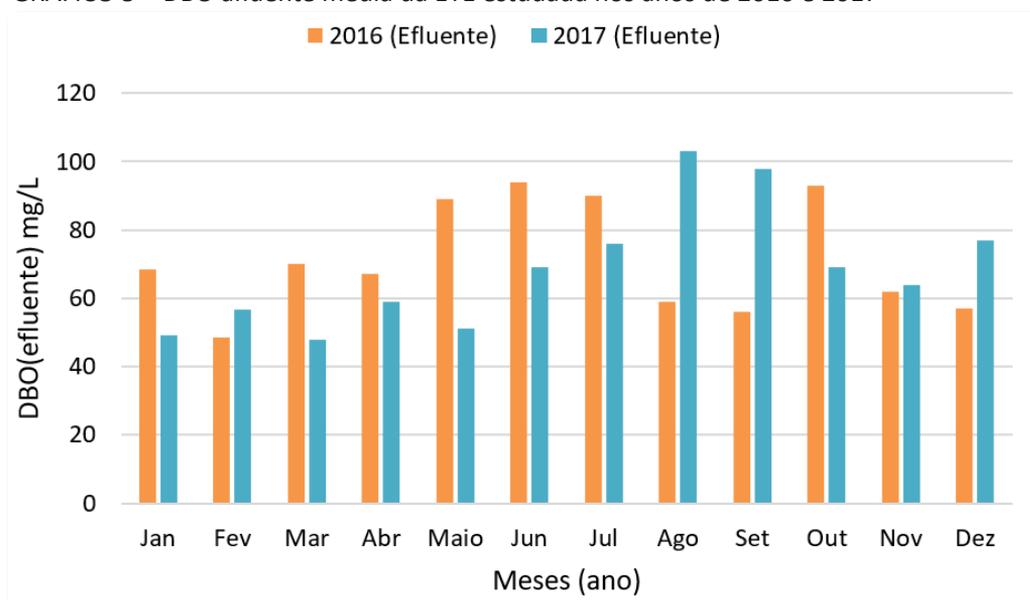
GRÁFICO 4 – DBO afluente média da ETE estudada nos anos de 2016 e 2017



FONTE: As autoras (2018)

Quanto a DBO efluente, a média mais alta registrada em 2016 foi no mês de agosto, ao valor equivalente de 93 mg/L. Em abril de 2017, a média mais alta foi registrada em agosto, chegando ao valor de 103 mg/L.

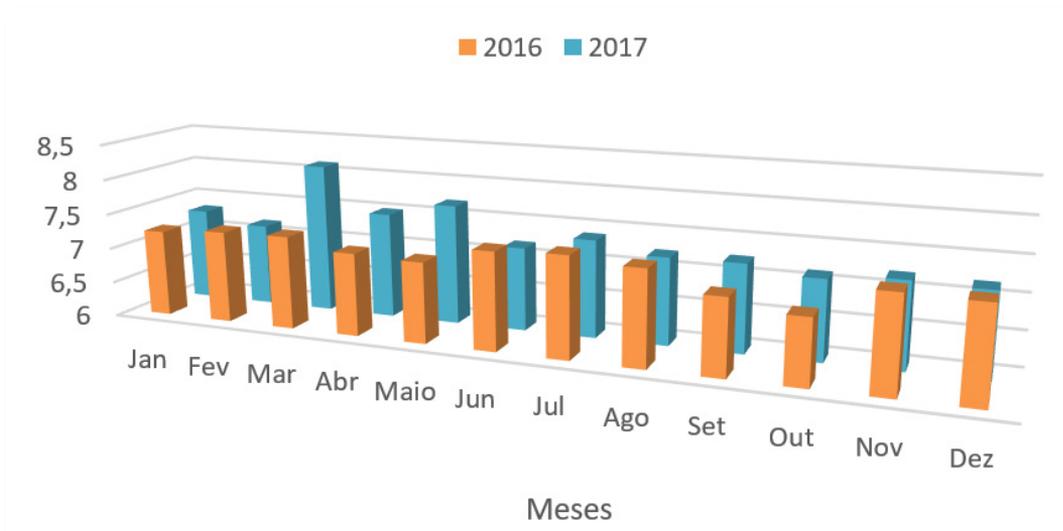
GRÁFICO 5 – DBO efluente média da ETE estudada nos anos de 2016 e 2017



FONTE: As autoras (2018)

Em relação ao pH, as médias dos anos de 2016 e 2017 ficou entre $7,0 \leq \text{pH} \leq 7,9$, exceto o mês de outubro de 2016, que foi registrado um valor equivalente de 6,92 e em 2017, no mês de março, um valor equivalente de 8,13.

GRÁFICO 6 – Média do pH entre os anos de 2016 e 2017 na ETE estudada



FONTE: As autoras (2018)

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PONTOS DE GERAÇÃO DE ODOR

As visitas na ETE ocorreram no período manhã e da tarde dos dias 03, 17 e 24 de outubro de 2017. O caminhamento foi realizado desde a entrada da estação até a última etapa do processo de tratamento de esgoto, denominada lagoas mecanizadas.

Durante a caminhada foram identificados 17 principais pontos de geração de mau odor. A TAB. 2 apresenta quais foram estes pontos, o enquadramento e seu respectivo nível de percepção olfativa.

TABELA 2 – Pontos, enquadramento e nível de odor na ETE estudada

continua

PONTO	Enquadramento	Nível	LOCAL
1	Fraco	3	Entrada da Estação
2	Forte	10	Pátio de Cura (lodo)
3	Forte	9	RALF 1
4	Forte	9	RALF 2
5	Forte	10	RALF 3
6	Forte	10	RALF 4
7	Forte	10	RALF 5
8	Forte	10	RALF 6

PONTO	Enquadramento	Nível	LOCAL
9	Regular	5	Entorno dos RALFs
10	Fraco	3	Escritório
11	Regular	7	Lagoa
12	Regular	6	Lagoa (x)
13	Forte	8	Gradeamento
14	Indetectável	0	Fundo do escritório
15	Fraco	2	Próximo ao queimador enclausurado
16	Forte	10	Adensador
17	Indetectável	0	Área verde

FONTE: As autoras (2018)

O pátio de cura é o local onde o lodo oriundo do processo de tratamento de esgoto é depositado. O volume de lodo armazenado neste local é grande e ficam em torno de 3 a 4 meses estocados até sua destinação final. O principal problema associado é cheiro desagradável, semelhante ao de “ovo podre”. Característica esta do gás sulfídrico e amônia presente no lodo.

Os RALF's e o adensador destacam-se como as principais fontes de geração de odor e com enquadramento de nível de percepção olfativa de mau cheiro alta, por conta do processo de degradação anaeróbica, que ocorre em seu interior, e a grande quantidade de lodo gerada. Durante este processo, os micro-organismos envolvidos na digestão, transformam a matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos micro-organismos). Nesta etapa de digestão, o gás sulfídrico é gerado em grande quantidade e a emissão de maus odores é muito intensa.

Destaca-se ainda que, ao entorno dos RALF's, existe o resíduo denominado espuma. A espuma é gerada em grande quantidade durante a etapa de degradação da matéria orgânica. Na ETE estudada, este resíduo não é reaproveitado e é destinado diretamente para o aterro sanitário. Segundo os operadores da ETE, quinzenalmente a espuma é retirada por caminhões tanques que levam até o aterro. Nos dias em que ocorrem este manejo, o odor é intenso em grande parte da estação, inclusive nos pontos em que, geralmente, o odor é fraco ou indetectável.

O gradeamento é o local onde o esgoto bruto, não tratado, chega à estação. Neste ponto, o mau cheiro é intenso devido a uma grande carga de poluentes, micro-organismos e resíduos que são encontrados neste efluente, acarretando assim o mau cheiro.

Nas lagoas, o odor não era muito forte. Por isso, foi enquadrado como regular. Esta é a última etapa do processo de tratamento antes de ser lançado ao corpo hídrico.

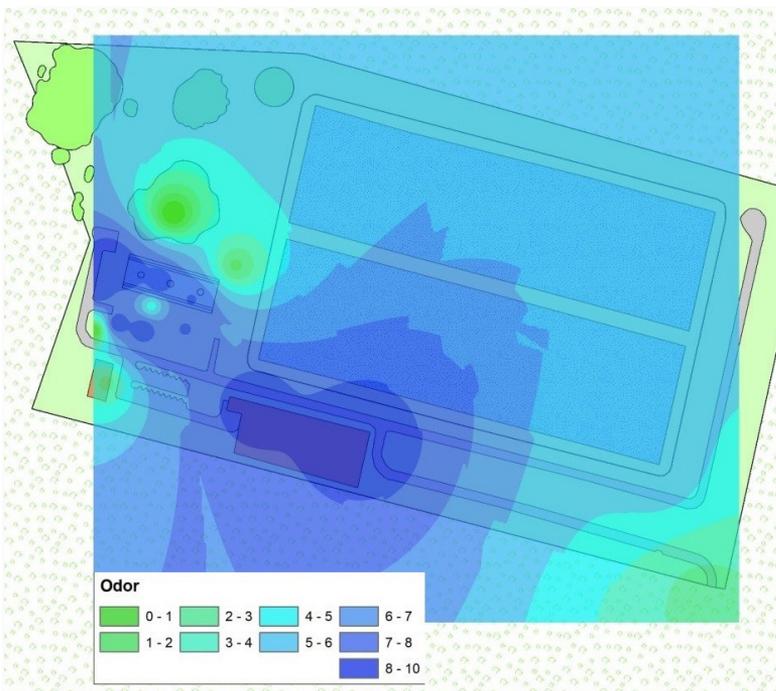
Os locais (entrada da estação, fundo do escritório, próximo ao queimador enclausurado e área verde), enquadrados como fraco ou indetectável, quase não apresentaram mau cheiro ou até mesmo não apresentaram.

Na ETE, existem algumas medidas para combater e/ou minimizar o odor. A principal é a utilização do peróxido de hidrogênio. O peróxido é dosado e aplicado nas canaletas, logo após o tratamento biológico. Segundo os relatos dos operadores da ETE, desde que a estação aderiu a utilização deste produto como forma de combate ao odor, os resultados tem sido positivos, mas ainda sim muito distante do considerado “suficiente”.

Outra técnica muito utilizada, não só pela ETE estudada, mas por diversas outras, é a cortina vegetal, mais conhecida como cortina verde. Cortina verde é a plantação de espécies arbóreas ao entorno da estação, criando uma espécie de cercado vegetacional com o intuito de contribuir para minimização dos odores gerados nos processos de tratamento da estação. Entretanto, o tempo de maturação de uma cortina verde depende da velocidade de crescimento das espécies selecionadas e das condições ambientais da área, mas sempre demandam um prazo de alguns anos para começar a apresentar seus efeitos.

Na FIG. 2 é apresentado um mapa estilo hipsométrico de acordo com o enquadramento e o nível de odor identificados.

FIGURA 2 – Mapa de enquadramento com os principais pontos de geração de odor da ETE estudada



FONTE: As autoras (2018)

4.3 ENTREVISTA COM OS MORADORES DO ENTORNO DA ETE

Outra ferramenta utilizada foi a entrevista com os moradores do entorno da ETE. O intuito de realizar as entrevistas foi diagnosticar como os moradores se comportam diante a dificuldade da emanção dos maus odores ocasionados pela ETE.

Quinze pessoas foram entrevistadas. Dentre elas, cinco do sexo masculino e dez do sexo feminino. Todos os moradores entrevistados residiam próximos a ETE, cerca de 800 a 900 metros.

As perguntas elaboradas foram direcionadas da seguinte forma:

1. Quais tipos de incômodo o odor ocasiona?
2. O odor se assemelha com algum cheiro conhecido?
3. Qual horário o odor é mais forte?
4. Existe algum período do ano em odor é mais forte?
5. Para você, o tempo influencia no odor?

Analisando cada resposta foi possível perceber que, de fato, a emanção de maus odores ocasionados pela ETE é a principal reclamação e questionamento dos moradores.

De maneira geral, as respostas obtidas foram muito semelhantes. De acordo com os moradores entrevistados, o incômodo e odor intenso da ETE ocasionam muito desconforto, baixa qualidade de vida e alguns ainda mencionaram sintomas como enjoo, dores de cabeça e mal estar. Cheiro muito semelhante ao de “ovo podre”.

Segundo relatos dos moradores, os horários mais intensos em que a emanção de maus odores ocorre é no período da manhã/tarde, próximo ao horário de almoço, entre 11h às 13h e, no período da noite, entre 18h às 20h.

Um relato interessante realizado por duas moradores foi referente ao caminhão que realiza a retirada do lodo da ETE. O trajeto que o caminhão realiza após sair da estação é a rua onde essas duas moradoras residem. De acordo com as entrevistadas, logo em que o caminhão sai da estação e começa a percorrer a rua, parte do lodo contido no caminhão cai no asfalto, seca e gera muito mau cheiro.

Em relação ao período do ano e o tempo em que o mau cheiro é mais forte, cem por cento dos moradores entrevistados relataram que ocorre no inverno e na época em que o frio na cidade de Curitiba é mais intenso, mas não souberem explicar o porquê.

Analisando todas as respostas obtidas e de acordo com a caracterização da ETE, o mau cheiro pode aumentar significativamente no inverno, pois nesse período ocorre diferença de massa de ventos e de nuvens, o que acaba interferindo na dispersão dos odores.

Em relação aos horários em que o odor é mais intenso está associado a sobrecarga no sistema de abastecimento de água e geração de esgoto sanitário. Ou seja, os horários em que as pessoas encontram-se em casa e a demanda aumenta. Desta forma, a vazão na estação aumenta proporcionalmente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ETE estudada é caracterizada por um sistema de tratamento de médio porte que tem capacidade de tratar 440L/s. Nos anos de 2016 e 2017, operou com uma vazão de 370 L/s. O gradeamento, desarenador, seis RALF's e duas lagoas aeradas são as principais unidades de tratamento existentes.

A vazão e os parâmetros de DBO e DQO (afluente e efluente) e pH foram analisados, pois fazem parte da caracterização da ETE e os principais parâmetros para controle de lançamento nos corpos hídricos.

A emanação dos maus odores associados aos sistemas de esgotos urbanos é uma questão complexa. O odor é uma característica oriunda do processo de tratamento, entretanto podendo ser controlado.

A ETE, objeto deste estudo, apresentou características fortemente evidentes de que o odor é existente e torna-se necessário buscar alternativas para minimização deste problema.

Os principais pontos enquadrados na percepção olfativa do mau odor e com nível de odor forte foram: no gradeamento, RALF's, adensador por gravidade e pátio de cura. Estas são as principais unidades de tratamento no interior da ETE, locais onde o efluente é efetivamente tratado e local onde o resíduo gerado é disposto.

Em relação as entrevistas com os moradores foi possível retratar o grande incômodo e desconforto em relação ao odor ocasionado pela unidade de tratamento estudada. Alguns detalhes simples como, parte do lodo contido no caminhão cair sobre o asfalto ocasionando desconforto para os moradores.

Combater o odor ocasionado pelas ETE's é um desafio, pois é uma característica intrínseca do processo de tratamento. Porém, é possível reduzir e/ou minimizar de forma significativa. Entende-se que o combate ao mau odor neste caso está vinculado ao tipo do processo de tratamento, as características da ETE, a quantidade do lodo gerado e o local disposição. Desta forma, a proposta de melhoria para combater o mau odor é identificar alternativas que se enquadrem nas características da ETE e que sejam eficazes para diminuir significativamente o mau cheiro. A aplicação de compostos químicos durante o processo de tratamento é uma alternativa quase sempre viável, porém necessita de um acompanhamento mais rigoroso em relação as dosagens e as reações.

Portanto, conclui-se que o odor em ETE's deve ser combatido de acordo com suas características operacionais.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C. V.; SPERLING, M. V.; FERNANDES, F. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 001, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 jan. 1986.
- BROSTEL, R. C.; SOUZA, M. A. A. Uma proposta para avaliação do grau de impacto ambiental provocado por estações de tratamento de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., Campo Grande. **Anais Eletrônicos**. Campo Grande, 2005.
- CAMPOS, J. R. Função de uma estação de tratamento de esgotos. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processos anaeróbios e disposição controlada**. Rio de Janeiro: PROSAB, 1999. p. 4-6.
- CARNEIRO, C. et al. **Manual técnico para implantação de cortinas verdes e outros padrões vegetais em estações de tratamento de esgoto**. Curitiba: Sanepar, 2009.
- GASI, T. M. T. et al. Controle de odores em sistemas de esgotos. **Revista DAE**, São Paulo, v. 44, n. 137, p. 122143, jun. 1984.
- GRASEL, M. A. **Determinação de sulfeto de hidrogênio nas proximidades de estações de tratamento de esgoto em Curitiba-PR, Brasil**. 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- LUDUVICE, M. Controle de odores em estações de tratamento de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: ABES, 2015.
- NEDER, K. D. Controle de odores em estações de tratamento de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: ABES, 2015.
- PEGORINI, E.S. et al. Produção e disposição final de lodo de esgoto na reciclagem agrícola da região metropolitana de Curitiba-PR. In: SIMPÓSIO SOBRE BIODISSÓLIDOS NO ÂMBITO DO MERCOSUL, 3., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2003.
- PINTO, M. T. Controle de odores em estações de tratamento de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: ABES, 2015.

