

FONTES E CONTROLE DE ODOR EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL LOCALIZADAS NO REINO UNIDO

Autor Principal: Yanko Guimarães,

Engenheiro civil, mestre em Engenharia Sanitária, atuou na construção de redes de esgoto, águas pluviais e adutoras, projetou e instalou estações de tratamento de efluentes industriais e esgotos domésticos e de resíduos industriais, desenvolveu projetos de investigação e remediação de áreas contaminadas. Foi engenheiro de obras, Gerente e Coordenador de Projetos na Jaakko Poyry, CEO da ERM Brasil e hoje é Diretor Executivo da Odournet Brasil.

Autor: Paul Ottley

Engenheiro ambiental, trabalhou na Agencia Ambiental do Reino Unido e hoje é Coordenador de Projetos na Odournet UK. Tem desenvolvido diversos projetos de avaliação e controle de odor para vários setores empresariais donde se destaca sua experiência em estações de tratamento de esgotos e em instalações para disposição de resíduos. Dentre os principais clientes encontram-se a Thames Water, Severn Trent Water, Clay Mills e United Utilities.

Endereço: R. Dr. Guilherme Bannitz 126, sala 102- Vila Olimpia- São Paulo-SP- CEP 04532-060- Brasil-
Tel: 55 (11) 3040-3062 – Fax: 3040-3041, email: yguimaraes@odournet.com

RESUMO

Geração de odor é parte integrante do tratamento de águas residuais. O crescimento e ocupação populacional no entorno das unidades de tratamento de esgoto aumenta o risco de impacto adverso de odor nos receptores. A quantificação dos processos individuais odoríferos ajuda os operadores a compreender quais são os maiores responsáveis pela geração de odor e oferece oportunidades de encontrar soluções para problemas que possam existir.

Uma ferramenta comumente aplicada para quantificar as emissões odoríferas envolve a amostragem de odor das fontes e sua análise em conformidade com as metodologias descritas na norma europeia EN 13725. Estes resultados combinados com detalhes de dimensão das fontes podem ser usados para estimar as emissões totais de um site e avaliar a importância relativa das fontes odoríferas. Métodos são discutidos, também, para avaliar o desempenho de sistemas de controle de odor instalados.

Três sites baseados no Reino Unido são usados como estudo de caso para comparar exemplos do mundo real e estes destacam as variações esperadas de site para site. Os resultados também demonstram como uma rotina de testes de controle de odor do sistema pode ser usada para identificar proativamente problemas de desempenho.

PALAVRAS-CHAVE: odor, sistemas de remoção de odor, emissões de odor

1 INTRODUÇÃO

Os odores são gerados pelas obras de tratamento de esgoto quando o esgoto é tratado ou movimentado durante o processo de tratamento. Uma variedade de odores será gerada dependendo de vários fatores, tais como bacia hidrográfica, a fase do processo, a composição do esgoto e condições ambientais. Há uma série de tratamentos físicos, biológicos e químicos disponíveis e aqueles utilizados dependerão de uma série de fatores, incluindo:

- Natureza do corpo receptor (por exemplo, rios, estuários, águas costeiras)
- Sensibilidade do corpo receptor aos poluentes
- Bacia de captação, medida como equivalente de população
- Quaisquer poluentes específicos presentes em águas residuais (ex.: teor alto de gordura)

A quantificação de odores de fontes individuais dentro da unidade de tratamento pode ser usada para avaliar a contribuição relativa de processos específicos, total de odores do site e dar “insights” valiosos sobre maneiras de reduzir o risco de impacto de odor de uma instalação.

2 OBJETIVO

O objetivo do estudo é apresentar as principais fontes de odor dentro de uma estação de tratamento de esgotos convencional, suas causas e contribuições relativas e também avaliações de desempenho de sistemas de controle de odor instalados nestas estações

3 VISÃO GERAL DOS MECANISMOS DE GERAÇÃO DE ODOR DE OPERAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A geração de odores provenientes do tratamento de esgoto está principalmente associada com o lançamento de compostos odoríferos orgânicos voláteis (VOC) que são gerados como resultado da quebra anaeróbica da matéria orgânica por microrganismos. Degradação anaeróbia começa dentro do intestino humano e pode continuar dentro da rede de esgotos e tratamento se existirem condições para isto (falta de oxigênio).

Os objetivos fundamentais do processo de tratamento de esgoto são remover matéria orgânica dissolvida e sólida, esta última responsável pela geração da maioria dos odores de esgoto, e tratar quaisquer resíduos contaminantes de forma que as águas possam ser retornadas ao meio ambiente.

Uma vez que a principal fonte de odores e compostos orgânicos voláteis é matéria orgânica sólida, os odores mais intensos e ofensivos tendem a ser gerados a partir das operações que envolvem o tratamento de lodo ou seja, os processos aplicados para secar, tratar e armazenar lodo bruto. Estes processos são geralmente considerados os que apresentam o maior risco de impacto externo de odor, a menos que controles adequados sejam instalados. Dependendo da qualidade do efluente presente nas estações de tratamento, as características do processo de tratamento envolvido e seus estágios (ex: preliminar e primário), frequentemente podem gerar níveis significativos de odores ofensivos.

Odores gerados a partir de processos de tratamento de esgoto na sequência do tratamento primário (ex: lodos ativados e decantação secundária) apresentam um risco significativamente reduzido de impacto de odor. Isto é devido ao fato de que a maioria do material orgânico odorífero foi removida do fluxo já na fase primária, e os processos de tratamento aplicados para remover todos os contaminantes restantes no esgoto são aeróbios, o que inibe a formação da maioria dos compostos reduzidos de enxofre que são responsáveis por odores ofensivos de esgoto.

A taxa de liberação de odor proveniente do esgoto e de lodo é primariamente dependente da temperatura do material orgânico presente e a área de superfície exposta à atmosfera. Como resultado, emissões odoríferas provenientes de operações de tratamento de esgoto tendem a ser mais altas durante os meses de verão. Além disso, atividades que levam a aumentar a área de superfície de materiais odoríferos expostos à atmosfera (ex: devido a turbulência gerada pelo manuseio de processos e agitação do lodo de esgoto) conduzirão inevitavelmente a um aumento na magnitude de odor liberado.

3.1 DESCRIÇÕES DAS FONTES DE ODOR EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS CONVENCIONAL TÍPICA

3.1.1 Tratamento preliminar

O esgoto é bombeado, ou flui sob gravidade para a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE). Ele é então gradeado para remover ítems grosseiros das águas residuais, O fluxo é então enviado para caixas de areia ou equipamentos similares para remover materiais granulares (areia, cascalho, pedras, fragmentos de metal, etc.) de forma a evitar danos às bombas ou interferência com outros processos de tratamento.

3.1.2 Tratamento primário

Tratamento primário envolve a sedimentação de águas residuais, para que a matéria orgânica suspensa possa ser removida. A matéria orgânica recolhida neste processo (lodo) tem um alto potencial para gerar odor, especialmente em condições anaeróbias.

O processo de sedimentação é efetuado em tanques circulares (fluxo radial), quadrados (fluxo ascendente) ou retangulares (fluxo horizontal). A matéria orgânica bruta (lodo) é coletada na base dos tanques, enquanto uma camada de gordura/graxa irá formar na superfície, sendo também recolhida. O esgoto segue então para a próxima fase do tratamento.

O lodo é então removido automaticamente ou manualmente e enviado para processamento adicional. Isso pode ser feito no local ou o lodo pode ser enviado para fora do local para outras unidades de tratamento para processamento.

3.1.3 Tratamento secundário ou biológico

O tratamento secundário ou biológico envolve a remoção de matéria orgânica dissolvida realizada principalmente por meio de processo de lodos ativados em sistemas aerados. Neste sistema os microorganismos presentes consomem a matéria orgânica. Devido à grande oferta de matéria orgânica utilizada pelos microorganismos como alimento, estes crescem e se multiplicam nos tanques.

O efluente segue então para decantação secundária onde o lodo removido retorna aos tanques de aeração para manter um nível adequado de microorganismos naqueles tanques e o excesso é enviado ao sistema de tratamento de lodo.

3.1.4 Tratamento de lodo

Após transferência inicial, o lodo proveniente do tratamento primário e também do secundário tem um alto teor de água o que traria dificuldades e custos elevados para sua disposição final. Além disso, o tratamento poder propiciar seu uso para aproveitamento energético bem como seu uso agrícola, sendo assim o processamento adicional do lodo é normalmente realizado.

O lodo é usualmente desaguado antes de tratamento adicional, através de tanques de espessamento ou sistemas de desaguamento. Em seguida, a forma mais comum de tratamento adicional é a digestão anaeróbica, no qual o lodo é decomposto por microorganismos na ausência de oxigênio. Isso resulta na redução de agentes patogênicos, estabilização do lodo e produção de biogás (metano e dióxido de carbono).

O biogás é potencialmente muito odorífero, mas também tem um alto poder calorífico e como tal a digestão anaeróbia do lodo é considerada como uma fonte de energia renovável. No entanto, emissões fugitivas da produção do biogás são susceptíveis de se transformar em um evento altamente odorífero.

A seguir o lodo digerido é normalmente desidratado para produzir 'torta de lodo' antes da exportação offsite.

4 MONITORAMENTO DE ODOR NO TRATAMENTO DE ESGOTOS

Amostragem de odor é realizada tendo em conta várias finalidades, que incluem:

- Impacto de odor de linha de base para avaliação de melhorias
- Suporte para aplicação de atualizações e melhorias na infra-estrutura da ETE
- Subsidiar decisões de planejamento de uso do solo nas proximidades da ETE
- Comissionamento e testes de desempenho de sistemas de redução de odor

O monitoramento pode assumir várias formas diferentes tais como testes de aspiração (sniff tests), análise de reclamações e diários de odor. Entretanto o método chave para quantificar as emissões odoríferas em uma ETE, envolve a coleta de amostras de ar dos potenciais focos de emissão, seguido de análise sensorial para determinar a força de um odor.

A orientação da Agencia Ambiental do Reino Unido descreve a coleta e análise de amostras de odor da seguinte forma:

O método padrão para medir odor na Europa é Olfatometria Dinâmica de Diluição (BS EN 13725:2003). Isso envolve a análise de uma amostra simples no laboratório até um ponto onde cada membro do painel começa a detectar o odor . O resultado é o número de diluições usadas quando metade do painel pode detectar o odor. Portanto, um nível de detecção de diluição de 10,000: 1 seria uma concentração de odor de 10.000 unidades por m³ (ouE/m³) . Este método é adequado para amostras concentradas, recolhidas na fonte, que são relativamente estáveis.

Um ponto importante a observar é a exigência de amostra na fonte, ao invés de coletar amostras do ar ambiente. Esta técnica também permite a comparação da magnitude das emissões dos vários estágios do processo de tratamento. Uma comparação e discussão de três estudos de caso em que estas técnicas foram aplicadas mostra como as condições podem variar de local para local.

5 ESTUDOS DE CASO

Os estudos foram realizados em três estações de tratamento de esgotos localizadas no Reino Unido.

A ETE A é uma estação de tratamento de esgoto grande, tratando uma combinação de esgoto residencial de áreas comerciais. Ela trata uma população equivalente a aproximadamente 900.000 hab.. O site está localizado dentro de uma área residencial e comercial podendo afetar a população presente nas edificações mais próximas.

ETE B trata uma população equivalente a aproximadamente 400.000 hab. e está localizada em uma área urbana com elevada densidade de receptores de residencias na área circundante da ETE.

ETE C serve uma área de captação de 200 milhas quadradas, tratando de uma combinação de esgoto residencial e de comércio. Ela trata uma população equivalente a aproximadamente 840.000 hab. Existem receptores residenciais e industriais bem próximos às instalações.

Cada uma das estações têm uma gama de potenciais fontes de odor associadas com as atividades de tratamento de esgoto e de lodo que são realizadas nos sites. As fontes de odor típico são resumidas na tabela 1 abaixo. Todos os três sites operam Biofiltros de forma a conter e tratar as emissões odoríferas de certas fontes no local.

Tabela 1: Fontes Típicas de Odor

Estágio do tratamento	Fonte	Natureza do material odoríferos/nível de enclausuramento
Tratamento preliminar	Canais de entrada	Esgoto – canais abertos
	Grades de entrada	Gradeamento – armazenamento aberto
	Caixa de areia	Sedimentos – armazenamento aberto
Tratamento primário	Tanques de decantação primária	Esgoto bruto – canais abertos
	Poços de bombeamento	Lodo bruto - poços abertos
	Canais de esgoto decantado	Esgoto decantado – canais abertos
Tratamento secundário	Lodos Ativados : zona anóxica	Esgoto semi Tratado – tanques abertos
	Lodos Ativados zona aeróbia	Esgoto semi Tratado – tanques abertos
	Retorno de lodos ativados (RAS)	RAS - canais abertos
Manuseio e tratamento de lodo	Edifícios de espessamento de lodo secundário (SAS)	SAS - emissões difusas do edifício fechado
	Tanque pulmão do SAS	SAS - tanque aberto
	Prensas	Grades de lodo – caçambas abertas
	Planta de desidratação de lodo	Klampresses – emissões difusas do prédio fechado
	Digestores secundários	Lodo digerido – tanques abertos
	Torta de lodo fresco	Lodo fresco - fonte de área aberta com agitação intermitente durante a movimentação
	Armazenagem de torta de lodo	Torta estocada - fonte de área aberta com agitação intermitente durante a movimentação
	Unidade de controle de odor de lodo	Emissões tratadas - chaminé de saída

5.1 METODOLOGIA

5.1.1 Programa de medição de odor

Em cada site realizou-se uma campanha de medição do odor que envolveu a medição de taxas de emissão de odor das atividades de processamento mais relevantes em termos de unidades de odor.

Em cada local, foram coletadas amostras de ar usando técnicas de amostragem compatíveis com a EN13725. As amostras coletadas foram transportadas para o laboratório de olfatomia da Odournet UK e foram analisadas para determinar a concentração de odor da amostra em termos de unidades Europeias de odor em conformidade com o British Standard for Olfactometry BSEN13725: 2003-.

Para fontes de tanque, as emissões de odor foram coletadas usando câmaras de isolamento ventilado que flutuam na superfície de um tanque (Lindvall hood). Um fluxo de ar limpo é passado através da superfície odorífera e uma amostra de ar é então coletada na saída da câmara ventilada. As concentrações de odores do ar coletado foram utilizadas juntamente com taxas de ventilação do capô para calcular taxas de emissão específica de área ($\text{ouE}/\text{m}^2/\text{s}$), ou seja, a quantidade de odor liberado por metro por segundo a partir da superfície odorífera.

Para fontes pontuais de emissão (chaminé) a concentração de odor medido é multiplicada pelo fluxo de ar medido na chaminé para se calcular a taxa de emissão de odor (ouE/s).

Para fontes de odor dentro de edifícios, uma concentração de odor do ar interior foi multiplicada por uma taxa de troca de ar estimada para calcular a taxa de emissão por segundo (ouE/s)

A eficiência da unidade de controle de odor foi calculada a partir dos resultados de medição de emissão do fluxo de ar não tratado (bruto) e tratado (limpo) para cada unidade de controle de odor

5.1.2 Estimativa de emissões do site e de emissão de cada processo

As emissões de odor de cada fase das operações do processo de tratamento foram calculadas a partir das medições de emissões coletadas durante o programa de amostragem, em combinação com dados operacionais pertinentes e plantas do local fornecidas pelos operadores do site.

Estimativas de emissão (expressadas em termos de unidades Europeias de odor) para cada fonte foram então definidas a partir dos dados específicos coletados durante a campanha de medição juntamente com informações do banco de dados de emissão da Odournet, que contém dados de emissão de uma ampla gama de instalações de tratamento de esgoto em todo o Reino Unido.

Na definição das emissões, foram considerados os seguintes fatores:

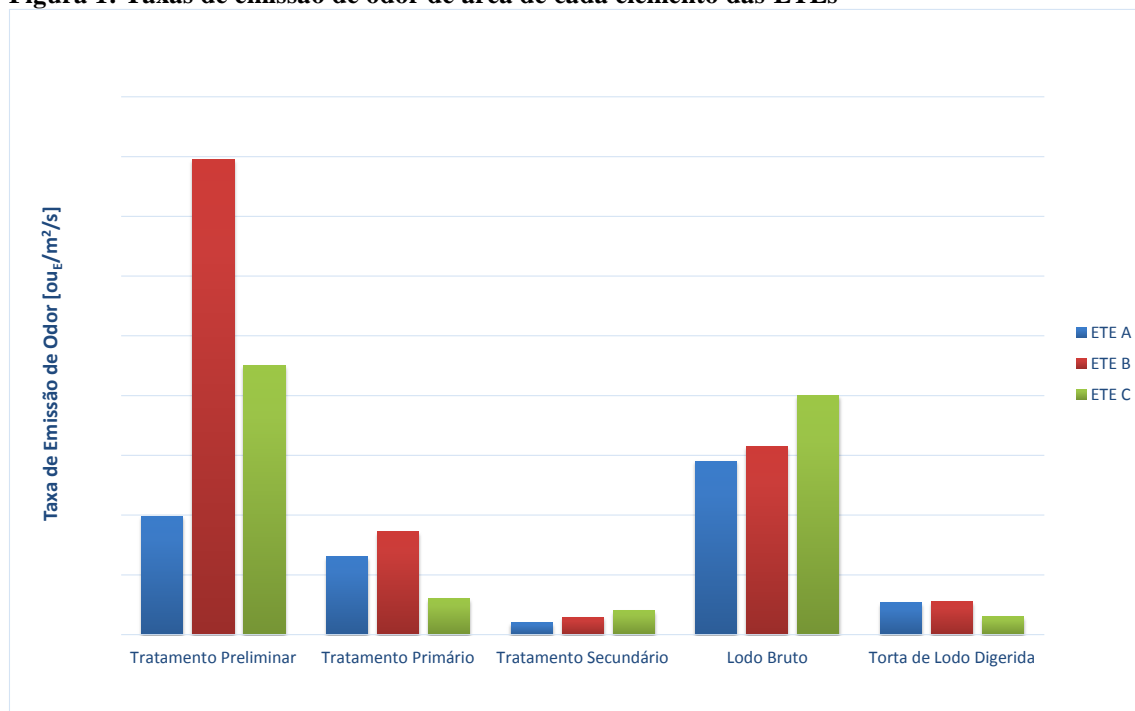
- As dimensões de cada fonte de odor.
- A frequência de uso de cada parte da estação.
- Os potenciais efeitos da turbulência de lodo/água de esgoto.
- A potencial influência de diferenças sazonais em termos de temperatura e precipitação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Comparação das emissões odoríferas de fases diferentes de tratamento

A Figura 1 apresenta a taxa média de emissão medida através das fontes de tanque aberto para cada fase do tratamento em cada um dos sites de estudo de caso.

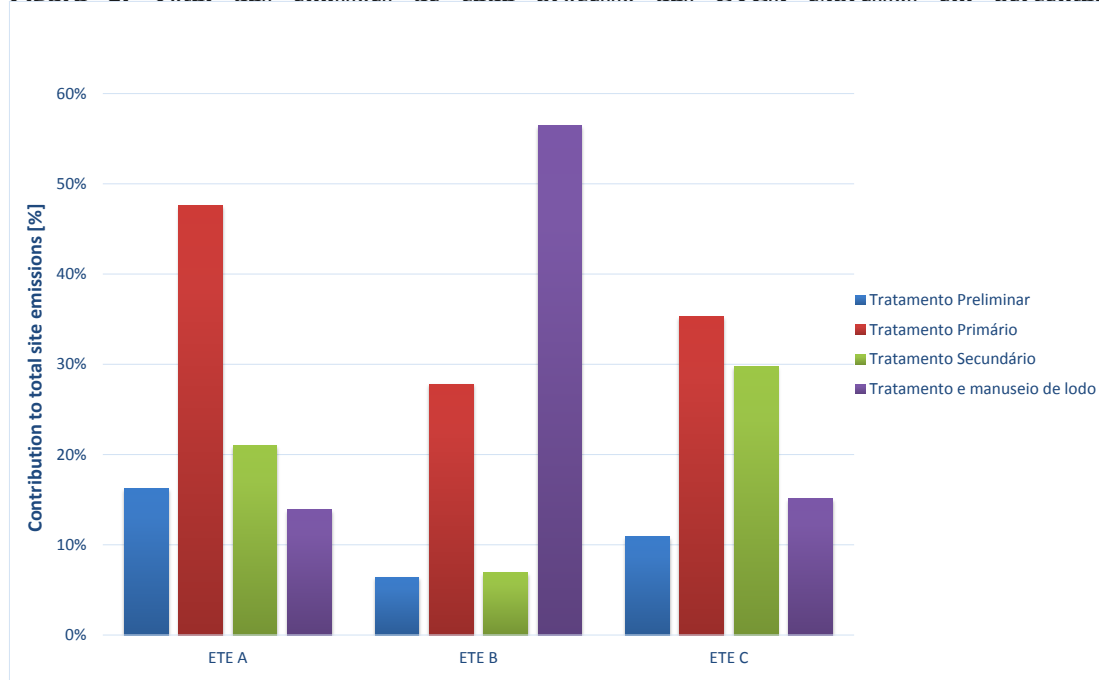
Figura 1: Taxas de emissão de odor de área de cada elemento das ETEs



É evidente a partir da análise da figura que fontes associadas com o tratamento preliminar e operações de armazenamento e processamento de lodo bruto liberam a maior taxa de emissão de odor por unidade de área. À medida que o efluente líquido passa através do sistema de tratamento, o potencial de odor do material é reduzido. As emissões de lodo bruto são elevadas em comparação com as últimas fases de tratamento dos efluentes líquidos e o tratamento subsequente do lodo (digestão) o transforma em um produto com relativamente baixo nível de odor.

No entanto, ao estimar a emissão de cada fase do tratamento também é importante considerar a área da superfície em que as emissões podem ocorrer. A Figura 2 exhibe a contribuição das diferentes fases do tratamento nas emissões totais de cada ETE de forma a demonstrar esse ponto.

Figura 2: Total das emissões de cada processo das ETEs. expressos em percentagem



Esta figura mostra que, embora o odor potencial da fase de tratamento primário, observado sob o ângulo das taxas de emissão, seja menor do que aquele da fase preliminar, na maior parte das vezes o tratamento primário é um dos principais contribuintes para as emissões totais do site. A grande área de superfície dos tanques de tratamento aberto significa que, quando a taxa de emissão de área específica ($ou_E/m^2/s$) é multiplicada pela área da superfície (m^2) para se obter a emissão total da fonte (ou_E/s), resulta em uma contribuição substancial para os odores totais do site.

O site B opera grandes tanques de armazenamento de lodo e a área de superfície na qual os odores podem ser gerados resulta em uma grande contribuição para os odores totais da ETE.

6.2 EFICIÊNCIA DE REDUÇÃO DO ODOR DAS UNIDADES DE CONTROLE

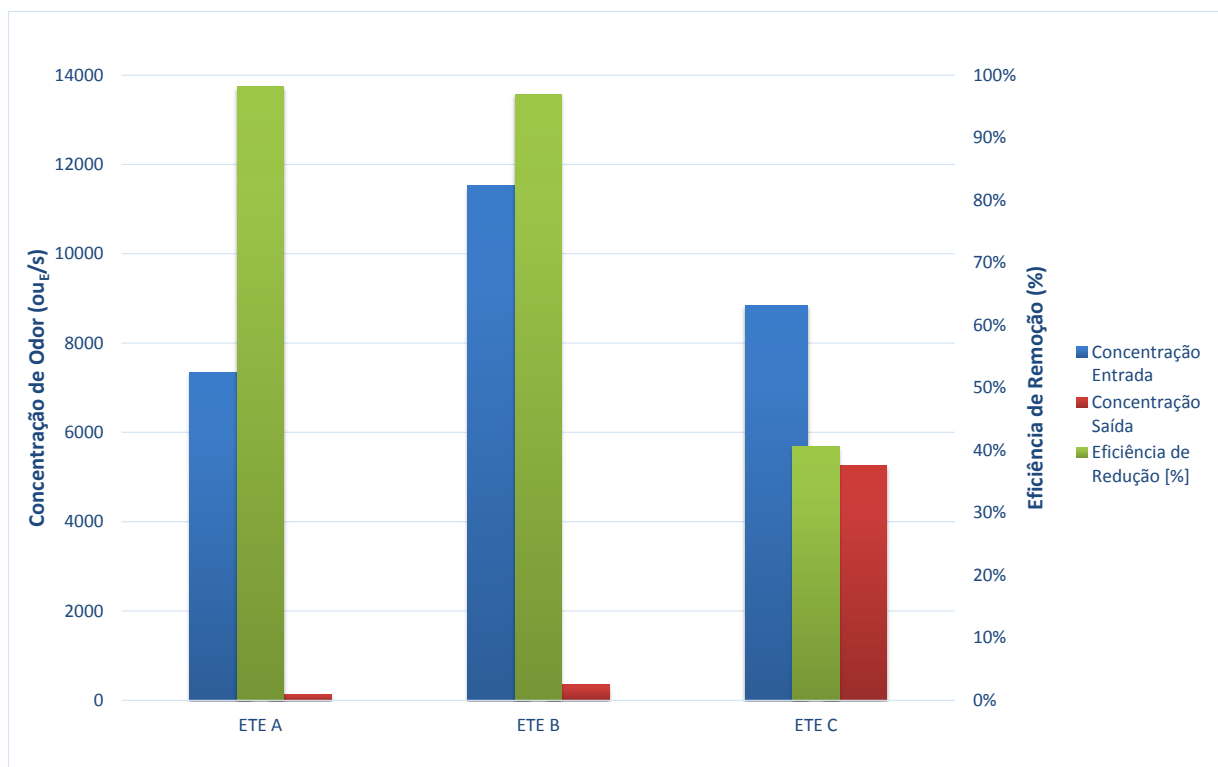
A concentração de odor no fluxo de saída de ar tratado de um Biofiltro pode ser um bom indicador de desempenho do sistema. É esperado que qualquer planta de controle de odor apresente um odor residual. Para biofiltros, onde microorganismos que se desenvolvem no material de substrato são utilizados para o tratamento de odor, o odor residual da planta pode estar mais relacionado ao material ativo do que ao ar de processo. A experiência da Odournet em testes de unidades de controle de odor tipo Biofiltro servindo águas residuais, mostra concentrações de odor típico em sistemas bem operados, na faixa de 200 a 5.000 UOE/m^3 no ar de saída e eficiências de remoção superior a 90%.

Os resultados de remoção das unidades de controle de odor nos três casos do estudo são apresentados na Figura 3. A tabela 2, abaixo, exibe os dados utilizados nas figura 3..

Tabela2: Dados de unidade de controle de odor

Unid Controle Odor	Concentração de odor de entrada [ou_E/m^3]	Concentração de odor de saída [ou_E/m^3]	Eficiência de redução do odor [%]
ETE A	7351	136	98
ETE B	11527	347	97
ETE C	8843	5256	40

Figura 3: Eficiências de redução das unidades de controle de odor p,”



Pode ser visto que as cargas de odor apresentadas na entrada de cada planta de controle de odor se situam em uma faixa comparável, tendo a unidade na ETE B a maior carga. Isto já não ocorre com as concentrações de saída que apresentam grande variação. As concentrações de saída das plantas de controle de odor servindo as ETEs A e B estão abaixo de 1000 ouE/m³ e muito inferior em relação a ETE C.

Os sistemas de controle de odor nas ETEs A e B estão ambos alcançando eficiências de redução do odor superior a 95% o que demonstra um bom desempenho. O sistema de controle de odor da ETE C consegue somente alcançar uma eficiência de redução de 40% o que indica não estar funcionando bem.

A rotina de monitoramento da unidade de controle de odor pode destacar problemas de desempenho e oferece oportunidades, m, num, nn pró-ativas na resolução de problemas, minimizando assim os níveis de exposição offsite

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo mostra que as principais emissões de odor nas estações de tratamento de esgotos estudadas apresentam duas conclusões importantes. As taxas de emissão, medidas em unidade de massa por m² e por segundo, são principalmente provenientes do tratamento preliminar e do manuseio e tratamento de lodo bruto. No entanto, o tratamento primário, que ocupa grandes áreas físicas, quando multiplicado por sua taxa de emissão, resulta na maior contribuição para o odor total emitido pelas ETEs. Em seguida aparecem as emissões totais do manuseio e tratamento de lodo bruto, com contribuições também significativas do tratamento secundário, principalmente devido a zonas anóxicas, e do tratamento preliminar para as emissões de odor totais das unidades.

O estudo também analisou o desempenho de sistemas de controle de odor, tipo biofiltro, instalados nas unidades. A remoção de odor observada em duas das três unidades foi da ordem de 95%, taxa considerada normal para este tipo de sistema. Na terceira unidade o desempenho alcançou somente remoção de 40%, apesar de adequadamente dimensionado, o que indica problemas de manutenção.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BS EN 13725:2003. Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. European Standard. Approved by CEN on 6 December 2002.
2. ENGLISH ENVIRONMENT AGENCY. Additional Guidance for H4 Odour Management. How to comply with your environmental permit. March 2011.
3. DEPARTMENT OF ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS (DEFRA). Code of practice on odour nuisance from Sewage Treatment Works.2006