

BIOFILTRO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS: ESTUDO DE CASO DE UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE SUBPRODUTOS CÁRNEOS

Dienifer Klagenberg Brugnarotto Panceri*

Marta Veronica Buss**

Rafael Hoppen dos Santos***

Resumo

Um grande passivo ambiental proveniente do processamento de subprodutos residuais cárneos é a liberação de compostos orgânicos voláteis com odor desagradável. Para o tratamento destes, a biofiltração é muito utilizada. Neste contexto, o presente trabalho estudou o sistema de tratamento de gases odorantes de uma indústria de graxaria localizada no meio Oeste de catarinense, com o objetivo de diagnosticar o sistema de tratamento de gases odorantes. O diagnóstico foi realizado in loco, com verificação das dimensões do biofiltro, que apresenta uma área de 450m² e um volume de meio filtrante de 450m³. Todo o sistema apresentou vários problemas e necessitou de reformas e adequações. Registrou-se alta temperatura de entrada de vapor no sistema (de 50 a 95 °C). Também calculou-se a interferência da precipitação sobre o filtro que, pela falta de cobertura, colabora com até 750m³.ano⁻¹. Sendo assim, além da reforma já em andamento sugere-se: a cobertura do biofiltro; a instalação de sistema de drenagem das águas a montante da área de contribuição; e a instalação de um sistema trocador de calor para assimotimizar o sistema e possibilitar a melhoria da salubridade ambiental na indústria.

Palavras-chaves: Biofiltro. Compostos odorantes. Graxaria. Subprodutos cárneos.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente consumo de proteína animal no Brasil e no mundo (BONASSI, 2014), houve também o aumento da geração de resíduos provenientes da manufatura e processamento das carnes, citam-se: vísceras; ossos; aparas de carne; partes condenadas. Estes subprodutos das indústrias alimentícias, inicialmente eram destinados à aterros sanitários e, em situações mais caóticas à locais irregulares popularmente conhecidos como "lixões". Entretanto, com o advento da introdução de legislações ambientais mais restritivas, as empresas geradoras de resíduos viram-se obrigadas a adequar-se aos requisitos legais a fim de manter as suas atividades industriais (FEISTEL, 2011).

Neste contexto, tem-se desenvolvido uma gama de novos empreendimentos industriais, estes utilizam os subprodutos residuais do processamento cárneo como matéria-prima principal. A exemplo apresentam-se as denominadas graxarias, local onde é realizado o processamento de subprodutos residuais cárneos, onde os despojos de frigoríficos são transformados em farinha de carne e gordura animal, sendo o primeiro inserido na alimentação animal e o segundo destinado à fabricação de biodiesel (GERALDES, 2010).

Nas graxarias, os principais passivos ambientais são a geração de águas residuárias e as emissões atmosféricas odorantes altamente fétidas. Os gases são compostos orgânicos voláteis gerados a partir da hidrólise proteica, estes, são liberados durante o processo de cocção da matéria prima. A geração de odores é agravada quando a matéria-prima processada já encontra-se em estado avançado de decomposição (PACHECO, 2006).

Conforme Converti e outros (1999?), os tratamentos mais usuais empregados são os lavadores de gases e biofiltros. Os biofiltros oxidam os compostos orgânicos por via biológica (ALVES, 2005). Nas pequenas

indústrias, estes sistemas são os mais empregados, devido à facilidade operacional e custo reduzido de instalação (CONVERTI et al., 1999?).

O objetivo do presente estudo é de diagnosticar o sistema de tratamento de gases odorantes instalado em uma empresa de processamento de subprodutos residuais cárneos. Para tanto, verificaram-se as dimensões do biofiltro; calculou-se do volume do meio filtrante; aferiu-se a temperatura do vapor na entrada do sistema; calculou-se a precipitação média anual sobre o biofiltro. Após, melhorias foram propostas para otimizar o sistema de tratamento de odores.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

Este projeto foi desenvolvido por meio de um estudo de caso, realizado em um sistema de biofiltro empregado para o tratamento de odores fétidos, instalado em uma indústria de processamento de subprodutos residuais cárneos, popularmente conhecida como "graxaria", situada no meio Oeste de Santa Catarina.

As emissões odorantes da indústria são provenientes do processo de cocção da matéria-prima, no mesmo momento que é extraída toda a umidade da matéria-prima, são feitas quebras proteicas liberando gases odorantes.

Os gases odorantes são conduzidos por uma tubulação de 800mm de diâmetro e aproximadamente 30 metros de comprimento até o sistema de tratamento de odores, constituído de um biofiltro, que antes de sua entrada possui um ponto para verificação de temperatura e um exaustor que distribui o vapor pelo sistema.

A verificação das dimensões do biofiltro foi realizada por medições in loco, com auxílio de um operador, onde as medidas foram obtidas com trena de 10 metros de comprimento. A partir das dimensões foi calculado a área do biofiltro, através da Equação 01: $A = C \times L$

Onde: A= Área (m²); C = comprimento (m) ; L = largura (m)

O volume do meio filtrante foi calculado com a aferição da medida da espessura da camada utilizando uma trena de 10 metros de comprimento. A partir da espessura do meio filtrante e das dimensões do biofiltro, foi realizado o cálculo de volume pela Equação 02: $V = C \times L \times h$

Onde: V = Volume (m³); C = Comprimento (m); L = Largura (m);
h = altura (m)

A verificação da temperatura foi realizada com medição da mesma semanalmente de período de junho a novembro de 2015. A medição foi realizada no termômetro da Marca Asta e possibilita medição de temperaturas de 0 a 350°C, sendo que o mesmo estava instalado na tubulação de entrada do biofiltro.

Como o biofiltro não possuía cobertura, a fim de verificar a dimensão e o potencial acúmulo de água que adentra no sistema, foi necessário calcular a vazão de precipitação incidente sobre o mesmo. Para tanto, foi considerado a área do filtro e, a precipitação média anual da série histórica de 14 anos (1667,1 mm) registrada na Estação Meteorológica de Irakitan (interior de Tangará-SC). A vazão precipitada sobre o sistema foi calculada pela Equação 03: $Q_{\text{Filtro}} = P \times A$

Onde: Q_{Filtro} = Precipitação anual sobre o biofiltro (litros); P= Média de precipitação anual; A= Área do sistema de tratamento de odores

Entretanto, como também há interferência no sistema a água da chuva proveniente do escoamento superficial da área de contribuição a montante ao biofiltro, visto que não há sistema de drenagem de águas pluviais instalado. Desta forma, foi calculado também a vazão desta água que inevitavelmente adentra no sistema e, reduz a eficiência do tratamento e ainda proporciona um aumento representativo na vazão de água residuária a ser tratada na Estação de Tratamento de Efluente (ETE).

A intensidade de precipitação foi obtida utilizando-se a equação da chuva de Videira, de Colombelli e Mendes (2012), apresentada na Equação 04: $I_{\text{Videira}} = 1258,538 \times T^{0,154} / (t + 13,585)^{0,780}$

Onde: $I_{Videira}$ = Intensidade de precipitação (mm/h); T = Período de retorno em anos, adotou-se 10 anos; t = Duração da precipitação em minutos, adotou-se 10 minutos.

Após mensurar-se a intensidade para precipitação pela Equação 04, foi aferido a área de contribuição utilizando-se de equipamento GPS. Após, foi calculada a vazão de escoamento superficial da área de contribuição a montante com a Equação 05: $Q_{\text{área contribuição}} = 0,278 \times C \times I_{Videira} \times A$

Onde: $Q_{\text{área contribuição}}$ = Vazão da área de contribuição (m^3/h); C = Variável por tipo de ocupação, utilizado o valor de 0,8; $I_{Videira}$ = Intensidade de precipitação (mm/h); A = Área de contribuição (ha)

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No início do estudo, foi verificado que o sistema de tratamento de odores estava com problemas estruturais de sustentação do cavaco, onde parte deste havia caído, fazendo com que os gases odorantes fossem liberados para a atmosfera sem tratamento biológico, desta forma tornando o sistema ineficiente.

O primeiro passo, foi a constatação das condições do meio filtrante em todo o biofiltro, como diversos pontos apresentavam problemas estruturais e más condições do meio filtrante, todo o cavaco foi retirado com o auxílio de uma retro escavadeira, o piso foi lavado para remover resíduos e o efluente foi direcionado para a ETE.

Foi identificado que o sistema não possuía impermeabilização nas laterais, bem como o piso apresentava rachaduras. Sendo assim, perante aos problemas evidenciados, no mês de Agosto foram iniciados todo o processo de reforma estrutural do sistema de tratamento de gases odorantes. Primeiramente, foi feita a escavação das laterais para uniformizar o tamanho do sistema, depois foram quebradas as rampas, que eram utilizadas como isolamento lateral.

O isolamento lateral do sistema foi feito com a construção de paredes de blocos de concreto. Para a reforma do isolamento inferior do sistema foi utilizado piso de concreto polido.

No final deste estudo estavam em construção os pilares e vigas, que sustentarão os suportes de madeira que formarão o fundo falso e sustentar o meio filtrante que é o cavaco.

2.2.1 Dimensões do Biofiltro

Através da verificação das dimensões obteve-se para comprimento o valor de 30m e largura de 15m, considerando a Equação 01 citada, calculou-se que o sistema apresenta uma área de 450m². A profundidade do biofiltro que estava preenchida com cavaco foi de 1m metro e, o mesmo possui um fundo falso de 0,6m para uma melhor distribuição do vapor no meio filtrante.

2.2.2 Volume do meio filtrante

O biofiltro apresentou o volume de 450m³ de meio filtrante, sendo utilizado cavaco de eucalipto para tal fim. Quando foi retirado parte do cavaco para verificar as condições foi constatado que este estava em estado avançado de degradação, onde era facilmente quebrado com as mãos e apresentava coloração muito escura, fazendo com que isso o efluente de saída do biofiltro, que é o vapor condensado no cavaco, ficasse com coloração muito escura, portanto, dificultando o tratamento de efluentes realizado posteriormente na ETE.

2.2.3 Temperatura dos gases

Os microrganismos aeróbios normalmente presentes no biofiltro são os mesófilos, para o bom desempenho destes, a temperatura deve ser mantida de 20°C a 40°C, embora, os microrganismos possuem uma ótima

capacidade de adaptação ao meio e, podem se adaptar, resistindo à temperaturas de até 50°C, mas quase nunca acima de 65°C (CONVERTI et al., 1999?).

Foram realizadas aferições de temperatura uma vez por semana nos meses de Setembro e Outubro. Portanto, as temperaturas aferidas e registradas ficaram entre 50°C e 95°C, a variação se dá proporcional a quantidade de digestores em funcionamento. No início ou final da produção quando existem 2 ou 3 digestores em funcionamento a temperatura é mais baixa, no entanto na maior parte do tempo, considerando todos os digestores em utilização a temperatura fica na faixa em média de 78°C, temperatura acima do recomendado por Cabral (2002), onde este cita que temperaturas ideais para ótima capacidade de adaptação de microrganismos ao meio devem ficar entre 20 e 40°C, e que quase nunca se adaptam a temperaturas acima de 65°C.

2.2.4 Vazão do Biofiltro

Não foi possível medir a vazão do sistema de tratamento de odores, pois na entrada do sistema, o efluente entra em forma de vapor. Como o estudo já iniciou quando o sistema de tratamento de odores não estava mais operando, não foi possível verificar também a vazão de saída.

2.2.5 Precipitação anual sobre o Biofiltro

Considerou-se a média de precipitação dos últimos 14 anos na região (1667,1mm), a área superficial do sistema de tratamento de odores (450m²) e utilizando-se da Equação 03, calculou-se que a precipitação anual sobre o meio filtrante foi de aproximadamente 750m³.

A precipitação sobre o sistema de tratamento de odores faz com que aumente o volume de efluente para tratamento no sistema posterior, como também faz com que a biomassa aderida no meio filtrante seja arrastada.

Utilizou-se a equação da chuva de Videira (Equação 04) considerou-se uma chuva de TR 10 com duração de 10 minutos, obteve-se uma intensidade de precipitação de 152,48 mm/h.

A área de contribuição na drenagem do local próximo ao biofiltro foi verificada com o auxílio de um GPS, onde cada ponto foi marcado visualizando o escoamento superficial da precipitação conforme o relevo do local, a área de contribuição da drenagem que escoar para dentro do biofiltro foi de 1,0023 hectares. Portanto, considerou-se então uma área de contribuição do local de aproximadamente 1 hectare, ou 10000 m².

Aplicou-se a Equação 05, considerou-se o coeficiente de escoamento de 0,8, intensidade de precipitação de 152,48 e área de contribuição de 1 hectare, obteve-se como resultado uma vazão de contribuição da área de 33,91 m³/s.

Os resultados numéricos reveraram a importância de se efetuar um projeto de drenagem a montante do sistema de tratamento de odores, para assim evitar que um grande volume de águas provenientes da precipitação adentrem no sistema.

2.2.6 Propostas de melhorias

Inicialmente e urgentemente, faz-se necessária a impermeabilização do sistema de tratamento de odores, pois originalmente o piso apresentava rachaduras e as laterais eram compostas por uma parede com inclinação de cerca de 45°.

A reforma ainda consiste na construção de paredes nas laterais do sistema, para evitar que as águas originadas de precipitação adentrem no sistema, como também para evitar que o efluente condensado no meio filtrante contamine o solo através de infiltração.

Sugere-se também, a instalação de um trocador de calor na entrada do sistema de tratamento de gases odorantes, com o objetivo de melhorar a eficiência da degradação biológica e aumentar o tempo de vida do meio filtrante, visto que a temperatura de entrada atual do biofiltro é de 78°C,

temperatura muito alta para um sistema biológico. Após a instalação do trocador de calor na entrada do sistema de tratamento de odores (que deve ser feita antes do biofiltro entrar em operação), a temperatura de entrada do sistema não pode passar 40°C, para desta forma garantir uma boa degradação microbiológica. Portanto, deve-se prever o monitoramento contínuo da temperatura no sistema.

Indica-se a instalação de um sistema de drenagem eficiente e compatível ao relevo acidentado do local, visto a grande área de contribuição a montante do sistema de tratamento de odores. Outro fator importante que deve ser estudado para otimizar a eficiência do biofiltro é fazer sua cobertura, com a qual eliminaria-se o arraste do biofilme aderido no cavaco, diminuindo o volume de efluente a ser tratado.

Uma das opções de cobertura orçada foi com filme plástico, onde o custo fica, aproximadamente, R\$9.440,00. Esse tipo de cobertura é de custo reduzido, no entanto, terá menor durabilidade. No segundo orçamento, com cobertura e aluzinco, o custo total é de R\$30.500,00, sendo este um valor mais alto, no entanto, é uma estrutura com maior durabilidade. A opção de cobertura do sistema de tratamento de odores fica a critério da gerência da empresa.

Desta forma, foram estabelecidas como prioridades: urgente finalização da reforma; instalação de sistema trocador de calor para diminuir a temperatura de entrada no biofiltro; construção de um sistema de drenagem a montante do biofiltro; construção de cobertura para evitar que águas pluviais adentrem no sistema.

3 CONCLUSÃO

Durante a realização do presente estudo, com o acompanhamento do funcionamento do biofiltro, foi possível fazer um diagnóstico deste, em que se identificou a falta de manutenção que culminou na reforma urgente do mesmo para que a eficiência do sistema possa ser restabelecida.

Assim, conclui-se que o biofiltro possui uma área superficial de 450m²; volume de meio filtrante a ser preenchido com cavaco de 450m³; a temperatura de vapor na entrada do biofiltro foi de 50°C a 95°C, ficando com uma média de 78°C; calcula-se que sob o sistema adentrem anualmente 750m³ de água da chuva e, 33,91m³/s de água pluvial da área de contribuição a montante.

Portanto, como melhorias sugerem-se urgente finalização da reforma; instalação de trocador de calor; e implantação de cobertura e construção de sistema de drenagem ao entorno do biofiltro.

Desta forma, a realização deste trabalho foi de fundamental importância para a aplicação do conhecimento adquirido em sala de aula no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, onde foi necessária a correlação de diversas áreas do conhecimento para colocar em prática o que foi aprendido na teoria.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se realizar um estudo sobre a eficiência da oxidação de compostos orgânicos voláteis utilizando outros materiais como meio filtrante. Como pode-se constatar, é de grande importância ambiental a atividade econômica desenvolvida na indústria, que evita a disposição incorreta de resíduos frigoríficos no meio ambiente. Assim como é imprescindível, um sistema de tratamento de odores para gases gerados neste processo produtivo, o que promove a salubridade ambiental e bem-estar social da população das proximidades da indústria.

REFERÊNCIAS

BONASSI, M. Mercado de proteína animal. TecnoFood Brasil, 2014. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/ATG/AIC/Palestras_Workshop/Potencial_Mercado_Brasileiro_Proteina_Origem_Animal_Empresario_Jose_Mayr_Bonassi.pdf>. Acesso em 26/05/2015.

FEISTEL, J. C. Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros. Goiânia, 2011. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011_Janaina_Costa_2c.pdf> Acesso em: 20/09/2015

GERALDES, D. Graxaria Brasileira, ano 3, edição 16, julho-agosto 2010, 35 páginas.

GERVÁSIO, E. W. Suinocultura, análise da conjuntura agropecuária.

Disponível em:

<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura_2012_2013.pdf>. Acesso em: 25/10/2015.

RACHECO, J. W. Guia técnico ambiental de graxarias – série P+L. CETESB, São Paulo, 2006. Disponível em: <www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=4266> Acesso em: 20/05/2015.

CONVERTI, A.; ZILLI, M. A Biofiltração: Uma tecnologia já afirmada no tratamento de emissões gasosas. Università Degli Studi di Genova, Genova, Itália. Disponível em:

<http://www.dichep.unige.it/old_site/Italiano/ricerca/pub_biotec_av/1999/1999_18.pdf> Acesso em 22/05/2015.

ALVES, M.M. Concepção e estudo de um biofiltro para tratamento de compostos orgânicos voláteis- COV's. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005. Disponível em:

<<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/15940/1/MarileideMA.pdf>> Acesso em: 21/09/2015.

CABRAL, F. A. S., Tratamento de odores em digestor anaeróbio utilizando o processo de biofiltração. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002. Disponível em:

<<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/vi-004.pdf>>. Acesso em: 18/10/2015.

COLOMBELLI, K; MENDES, R. Determinação dos parâmetros da equação de chuvas intensas para o município de Videira-SC. Universidade do Oeste de Santa Catarina, 2013.

Sobre o(s) autor(es)

Acadêmica da Engenharia Sanitária e Ambiental da Unoesc Videira. E-mail: dieni.brugnarotto@hotmail.com

**Mestre em Ciência e Biotecnologia e Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Unoesc Videira. Professora da Unoesc Videira. E-mail: marta.buss@unoesc.edu.br

***Mestrando em Ciência e Biotecnologia pela Unoesc Videira, Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela UFSC. Professor da Unoesc Videira. E-mail: rafael.santos@unoesc.edu.br