

PROPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ABATEDOURO DE PEQUENO PORTE

Camilla A. de Paiva (*), Izabelle C. L. Marques, Anibal F. Santiago, Cleia C. Barbosa, Vera Lúcia de M. Guarda. (*) Grupo de Estudo da Água, NUCAT-UFOP E-mail: camilladriane_paiva@hotmail.com

RESUMO

Abatedouros utilizam grandes volumes de água e devido as suas características peculiares, consequentemente geram águas residuais com altas cargas orgânicas e sólidos em suspensão. Como em qualquer outro estabelecimento de abate animal, nos abatedouros bovinos, as águas residuais necessitam de um tratamento antes de serem lançadas em curso d'água, como estabelece as resoluções CONAMA 273/2005 e 430/2011. Este trabalho teve como objetivo propor adequações ao tratamento de água residual a um abatedouro, localizado na Região dos Inconfidentes/MG, de modo a adequar o seu efluente dentro dos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação. Após as análises para se realizar o diagnóstico da qualidade do efluente e considerando as questões financeiras do empreendimento optou-se em complementar o tratamento físico-químico já aplicado, adicionando ao mesmo as operações de decantação e filtração. As análises posteriores à mudança no tratamento constataram a eficiência do mesmo, que adequou quatro dos cinco parâmetros principais analisados (DBO, DQO, pH, sólidos sedimentáveis e N-amoniaco) ao exigido pelas especificações das normas ambientais. Portanto, o tratamento adequado do efluente evitou a poluição do corpo d'água receptor, além de garantir a continuidade de funcionamento ao abatedouro em questão.

PALAVRAS-CHAVE: Abatedouro, Tratamento de efluente, Qualidade de água e Legislação.

INTRODUÇÃO

A água residual dos estabelecimentos de abate animal têm características peculiares como, alta carga orgânica, principalmente, devido ao grande aporte de sangue; alto conteúdo de óleos e graxas; variações de pH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos; altos conteúdos de macronutrientes (nitrogênio, fósforo e sais minerais), esses em grandes quantidades podem levar ao fenômeno de eutrofização, acarretando um aumento no crescimento de plantas aquáticas e algas; variações de temperatura (uso de água quente e fria) que facilita a proliferação de bactérias temogênicas, entre outros. Desta forma, os despejos de frigoríficos possuem altos valores de DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio) – parâmetros utilizados para quantificar carga poluidora orgânica nos efluentes; e também sólidos em suspensão, graxas e material flutuante. (PACHECO, 2006).

Devido a essas diversas características, o efluente de abatedouros, assim como qualquer efluente industrial, deve receber um tratamento adequado antes de ser lançado nos corpos d'água, conforme padrão legal estabelecido pelas resoluções CONAMA 357/2005 e CONAMA 430/2011. A primeira dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e a segunda sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores (CONAMA, 2005; CONAMA, 2011).

Para se projetar o tratamento para qualquer efluente devem-se levar em conta as condições do curso d'água receptor como o estudo de autodepuração e os limites definidos pela legislação ambiental, e as características do efluente bruto gerado (FEISTEL, 2011).

Nos abatedouros animais, antes do tratamento, há uma separação inicial dos efluentes líquidos em duas linhas principais: verde e vermelha. A linha verde recebe, principalmente, os efluentes da água de lavagem e dejetos dos animais nas instalações de recepção e nos canais de circulação dos mesmos; os resíduos gerados nos setores da bucharia, triparia, graxaria e todo resíduo gerado na sangria. A linha vermelha por sua vez é constituída pelos efluentes gerados no abate, constituído de sangue e água de lavagem da área de sangria, degola e toaleta. O Quadro 1 resume as principais fontes e resíduos decorrentes do abate bovino.

O tratamento pode variar de empresa para empresa, mas um sistema de tratamento típico do setor constitui-se de etapas, que segundo FEISTEL (2011), são resumidas em tratamento primário, equalização, tratamento secundário e se necessário o terciário, e que segundo o mesmo autor, são definidas como:

- Tratamento primário: para remoção de sólidos grosseiros, suspensos sedimentáveis e flotáveis, principalmente por ação físico-mecânica; na sequência, caixas de gordura (com ou sem aeração) e/ ou flotores, para remoção de gordura e outros sólidos flotáveis; em seguida, sedimentadores, peneiras e flotores para remoção de sólidos sedimentáveis ou em suspensão e emulsionados – sólidos mais finos ou menores;

– Equalização: realizada em um tanque de volume e configuração adequadamente definidos, com vazão de saída constante e com precauções para minimizar a sedimentação de eventuais sólidos em suspensão, por meio de dispositivos de mistura. Isto facilita e permite otimizar a operação da estação como um todo, contribuindo para que se atinja os parâmetros finais desejados nos efluentes líquidos tratados;

– Tratamento secundário: para remoção de sólidos coloidais, dissolvidos e emulsionados, principalmente por ação biológica, devido à característica biodegradável do conteúdo remanescente dos efluentes do tratamento primário, após equalização. Nesta etapa é comum tratamentos biológicos.

– Tratamento terciário (se necessário, em função de exigências técnicas e legais locais): realizado como “polimento” final dos efluentes líquidos provenientes do tratamento secundário, promovendo remoção suplementar de sólidos, de nutrientes (nitrogênio, fósforo) e de organismos patogênicos. (FEISTEL, 2011).

Quadro 1. Fontes e resíduos decorrentes do abate bovino - Fonte: Adaptado de Feistel, 2011.

Fontes	Resíduos e efluentes gerados
Curral	Esterco
Sala de abate	Sangue, resíduos de carne e gordura
Tripária, bucharia	Conteúdo de estômagos, intestinos, gordura e líquidos com grande quantidade de sólidos
Preparo de carcaças	Resíduos de carne, gordura e sangue
Fusão de gordura	Líquidos ricos em gorduras
Subprodutos	Gorduras e resíduo não comestível

O tratamento adequado vai evitar a poluição do corpo d'água e a dispersão de microrganismo provenientes do abate. Assim, vai impedir a disseminação de doenças transmitidas pela água e vai preservar a sua biodiversidade, além de manter uma água de qualidade para as populações a jusante. Isto posto, buscou-se com este trabalho a validação do sistema de tratamento da água residual de um abatedouro bovino da região dos Inconfidentes, Minas Gerais, a fim de alcançar as especificações estabelecidas pela Resolução CONAMA 430/2011.

METODOLOGIA

O Abatedouro, licenciado para o abate de 19 bovinos e 40 suínos, dia, está localizado em uma região próxima a descarga de uma Estação de Tratamento de Água, considerado como um local de preservação. Cinco campanhas foram realizadas no período de 20 de abril a 30 de Agosto de 2015. As duas primeiras campanhas ao Abatedouro, realizadas nos dias 20 de abril e 2 de julho de 2015, foram para realizar o diagnóstico, conhecer suas instalações de tratamento de efluentes e verificar o tratamento empregado. Nas demais campanhas, coletaram-se amostras. Em duas campanhas para verificar a eficiência do sistema em operação e auxiliar no diagnóstico. E uma última campanha com a finalidade de averiguar a eficiência do sistema, após as mudanças propostas no sistema de tratamento.

Baseando-se nas especificações da Resolução CONAMA 430/2011 escolheram-se os parâmetros de análise: pH, materiais sedimentáveis, óleos e graxas, gordura animal, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal total e a contagem de coliformes totais e termotolerantes. Na análise desses parâmetros utilizaram-se as metodologias padronizadas pelo Standard Methods (2005).

Na verificação do pH utilizou-se um potenciômetro AZ 86505. O nitrogênio amoniacal total foi determinado pelo Método Kjeldahl. A demanda química de oxigênio (DQO) foi determinada utilizando reator de digestão. Os sólidos sedimentáveis foram determinados utilizando o teste de sedimentação espontânea durante 1 hora em cone Inhoff. Na determinação de óleos e graxas empregou-se a extração em Soxhlet. E a pesquisa de

coliformes totais e *Escherichia coli* utilizou-se o método qualitativo Imunoenzimático com o reativo da marca COLILERT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de água em abatedouros é elevado, girando em torno de 2.500 litros de água por cabeça, o que gera grande quantidade de efluente. Esses efluentes por sua vez, se caracterizam por uma alta concentração de DBO e conteúdo rico em proteínas, que se não tratados, causarão odores bem acentuados (SCARASSATI, D. et al, (2003). E pode ser fonte de nutrientes para crescimento do micro organismos.

O diagnóstico revelou a presença desse odor característico e a utilização de tratamento por operações e processos físico-químicos incompletos. A etapa inicial do tratamento consistia da mistura das águas residuais provenientes das linhas verde e vermelha do abatedouro e na sequência seguia-se uma etapa de coagulação/floculação no mesmo tanque agitador. Nessa etapa se verificaram as seguintes falhas no tratamento: Os agentes coagulantes não eram dosados da maneira correta; a variação do pH e da turbidez do efluente não era considerada diariamente; Após a mistura do coagulante, a velocidade de agitação era mantida rápida e impedia a formação dos flocos; e ao final, o efluente era lançado em um rio de classe 2, a jusante das instalações de tratamento do abatedouro, na figura 1 mostra-se o aspecto geral das instalações de tratamento.



Figura 1: Tanque de agitação: Coagulação (A) e Efluente tratado (B). Fonte: Autor do trabalho.

O efluente tratado, no sistema já em funcionamento, quando lançado apresentava muitos sólidos sedimentáveis, e vários outros parâmetros excediam aos valores máximos permitidos especificados pela legislação, revelando assim, um tratamento ineficaz, pois, segundo SANTOS, 2006; PHILIPPI et al, 2007, citado por GOMES, 2010: “Os processos físico-químicos são eficientes na remoção de sólidos em suspensão coloidal, ou mesmo dissolvidos, substâncias que causam odor, cor e turbidez, substâncias odoríferas, metais pesados, óleos emulsionados, ácidos, álcalis”.

RESULTADOS ANÁLISES DAS CAMPANHAS DE DIAGNÓSTICO

Dos parâmetros avaliados nas campanhas de diagnóstico, apenas o pH se apresentou dentro dos limites especificados pela Resolução CONAMA 430/2011, que estabelece pH entre 5 e 9, (Figura 2). O parâmetro materiais sedimentáveis que tem o limite estabelecido pela legislação de 1mL/L, apresentou valores superiores a esse limite. Na primeira campanha de 22/04/2015 o valor encontrado foi de 3,8mL/L e na segunda campanha de 02/07/2015, o valor de 38 mL/L, o que demonstra a inconstância do efluente e a importância de um tanque de equalização nas instalações de tratamento.

O parâmetro N amoniacal também apresentou valores superiores aos limites da CONAMA 430/2011 que é de 20mg/L de N, (Figura 3). Óleos e graxas que têm valor máximo permitido de 50mg/L, apresentaram valores superiores ao limite estabelecido, de 3.400mg/L para óleos e graxas, este parâmetro foi analisado apenas na primeira campanha. E em todas as análises microbiológicas qualitativas indicaram a presença de *Escherichia coli*, vale salientar que na legislação federal de padrões de lançamento de efluentes industriais, CONAMA 430/2011, não existe disposição a respeito de análise microbiológica.

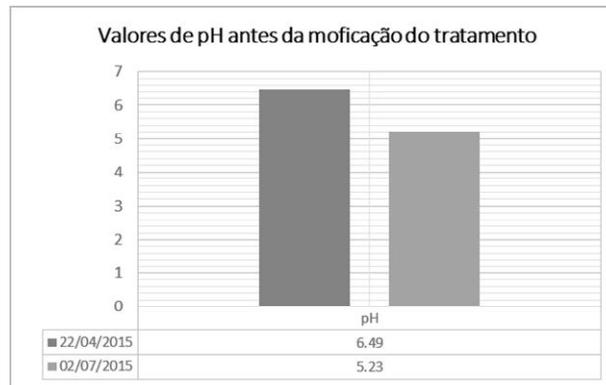


Figura 2: Valores de pH antes da modificação do tratamento. Fonte: Autor do trabalho.

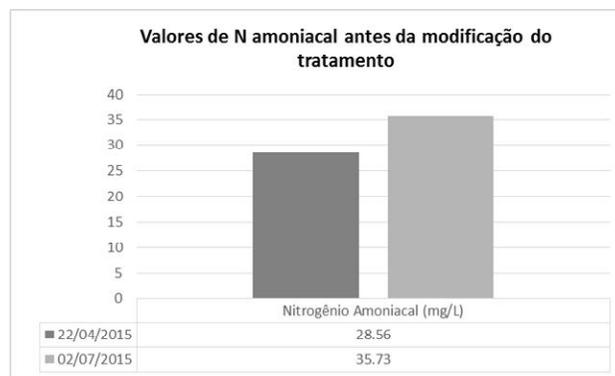


Figura 3: Valores de Nitrogênio Amoniacal (mg/L) antes da modificação do tratamento. Fonte: Autor do trabalho.

Os parâmetros de DBO e DQO são comparativos e as especificações para os mesmos são apresentadas como porcentagem de remoção, [CONAMA 430/2011(60% para DBO) e Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG (55% para DQO)]. A porcentagem de remoção desses parâmetros foi feita apenas para a segunda campanha diagnóstica, do dia 2 de julho de 2015. Os valores anteriores ao tratamento de DBO e DQO, foram respectivamente, 147,8mg/L e 967,8mg/L. Já os valores de DBO e DQO, posteriores ao tratamento, foram respectivamente: 139,93mg/L e 770,88mg/L. Ao se calcular a porcentagem de remoção, conforme equações (1) e (2), observou-se que os resultados obtidos para ambos não atenderam as especificações vigentes:

$$\% \text{ Remoção de DBO} = \frac{147,8 - 139,93}{147,8} \cdot 100\% = 5,32\% \quad \text{equação (1)}$$

$$\% \text{ Remoção de DQO} = \frac{967,08 - 770,88}{967,08} \cdot 100\% = 20,28\% \quad \text{equação (2)}$$

COMPLEMENTAÇÃO DO TRATAMENTO

Após os resultados das observações e das análises preliminares, alterações foram sugeridas para a complementação do tratamento:

1. Implantação de um tanque de equalização para o efluente, visto que o efluente tem composição muito variada, devido aos vários fatores: o número de animais abatidos (que influencia na quantidade de sangue), a forma de lavagem das instalações do abatedouro, etc. O objetivo do tanque é uniformizar o efluente a fim de não comprometer o tratamento.
2. Melhoria do tratamento físico-químico, acrescentando as operações de decantação e filtração;
3. Tratamento biológico do efluente.

Para diminuir o problema de alta carga de materiais sedimentáveis, a proposta de número 2 foi contemplada.

A dosagem de coagulantes foi implantada, bem como a verificação do pH e da turbidez, com a correção do pH para a melhor formação dos flocos, através do uso de produtos auxiliares de coagulação. Na sequência foi construído um tanque de decantação e um sistema de filtração. (Figura 4).



Figura 4: Instalações do tanque de decantação (A) e Instalações do filtro de areia (B). Fonte: Autor do trabalho.

A filtração veio a aumentar a clarificação do efluente, além de que, ao longo do tempo este filtro poderá se tornar um filtro biológico, devido à grande quantidade de micro organismos no efluente, dando melhor polimento ao mesmo.

A possibilidade de se implantar o tratamento biológico do efluente (Alternativa 3) também foi estudada, o que é o convencional para efluentes de abatedouro, (SILVA, 2011). Mas, a limitação de recursos, a falta de área para se implantar lagoas de estabilização e a relação DQO/DBO elevada, inviabilizou a sua implantação. Von Sperling. (2005) explica que o alto valor da relação entre demanda química e demanda bioquímica se traduz em pouca fração biodegradável. E quando a fração não biodegradável é mais importante em termos de contribuição para poluição do corpo receptor, o tratamento físico-químico é mais recomendável.

As análises feitas após a implantação de melhorias no sistema de tratamento apontaram resultados positivos. (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros analisados e especificações legais

Parâmetros	Resultados da análise	¹ Especificações
pH	5,25	Entre 5 e 9
Sólidos Sedimentáveis	< 0,1 mL/L	≤ 1 mL/L
Nitrogênio Amoniacal	20,77 mg/L de N ²	20,00 mg/L N
DBO antes do tratamento	35,45 mg/L	Ausente
DBO depois do tratamento	8,53 mg/L	Remoção de 60%
DQO antes do tratamento	1.186,40 mg/L	Ausente
DQO depois do tratamento	60,243 mg/L	Remoção de 55% ³
Coliformes totais	Presentes	Ausentes
<i>Escherichia coli</i>	Presentes	Sem especificações

¹ As especificações relacionadas são da Resolução nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011.² Coeficiente de Variação 0,96.³ Minuta da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG

Os parâmetros pH, sólidos sedimentáveis e as porcentagens de remoção do DQO e DBO atenderam os padrões especificados pela resolução CONAMA 430/2011 e deliberação normativa COPAM. O parâmetro nitrogênio amoniacal teve seu valor reduzido, após melhorias no tratamento, no entanto ainda ultrapassou o limite especificado na legislação. Com os valores de DBO e DQO antes e depois do tratamento foi possível calcular a

porcentagem de remoção, de 75,94% para DBO e 94,94% para DQO, as quais apresentaram uma melhoria significativa, quando comparadas às taxas obtidas no sistema de tratamento antigo.

CONCLUSÕES

As análises do diagnóstico foram primordiais para o ajuste do tratamento do efluente do abatedouro estudado neste trabalho, assim como a adequação técnica do tratamento levando-se em consideração as condições econômicas do empreendimento e os valores máximos exigidos pela legislação.

As novas etapas adicionadas ao tratamento físico-químico já existente, decantação e filtração, a fim de aprimorar o mesmo, se mostraram eficientes para tratar o efluente, visto que dos cinco parâmetros analisados, com referência na legislação, apenas um não foi alcançando, sendo este ainda possível de ser melhorado.

Portanto, este trabalho, atingiu o resultado esperado, apesar da falta de recursos, o estudo permitiu uma qualidade de efluente dentro dos padrões especificados pela legislação: porcentagem de remoção, de 75,94% para DBO e 94,94% para DQO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. EATON, A.D et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21ª ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
2. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2015**. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.
3. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430, 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
4. Feistel, J.C. **Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros**. Coordenadoria de Inspeção Sanitária Dos Produtos de Origem Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2011. Disponível em: < https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011_Janaina_Costa_2c.pdf>. Acesso em 24 de junho de 2016.
5. Gomes, B.M.F. **Pré-tratamento Físico-Químico de Efluentes Industriais de um Abatedouro Bovino**. 77p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Passo Fundo, 2010.
6. Pacheco, J.W. **Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína)** / José Wagner Pacheco. São Paulo: CETESB, 2006. 85p. (1 CD) : il. ; 30 cm. - (Série P + L) Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>.
7. Scarassati, D., Carvalho, R.F., Delgado, V.L. Coneglian, C.M.R., Brito, N.N., Tonso, S., Dragoni Sobrinho, G., Pelegrini, R. **Tratamento de Efluentes de Matadouros e Frigoríficos**. III Fórum de Estudos Contábeis, Faculdades Integradas Claretianas, Rio Claro, SP, 2003 9p.
8. Silva, A.N. **Manejo de Resíduos Sólidos Industriais: Frigorífico Araguaina – TO**. Monografia (Bacharelado em Administração), Universidade de Brasília, 2011. Disponível em <http://bdm.unb.br/handle/10843/2968>. Acesso em 12 de julho de 2016.
9. Von Sperling, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, v.01. 3ª edição, Minas Gerais: ABES, 2005.