

## Caracterização e tratamento de efluente de abatedouro por ozonização

## Characterization and treatment of slaughterhouse effluent by ozonation

### RESUMO

A indústria frigorífica produz resíduos em todos os setores, entre eles o de abate animal. Este efluente é considerado um potencial degradador do meio ambiente, pois sua composição é bastante diversificada, contendo poluentes tóxicos e recalcitrantes aos sistemas convencionais de tratamento. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar e avaliar a eficiência de tratamento do efluente industrial através de técnicas de ozonização. Os dados das análises físico-químicas do efluente bruto do abatedouro bovino mostraram que o efluente bruto possui características em desacordo com o estabelecido pelas principais legislações aplicadas no estado do Paraná, apresentando índices superiores aos permitidos para os parâmetros de DQO, DBO, oxigênio dissolvido, cor, turbidez, óleos e graxas totais e sólidos totais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ozônio. Efluente industrial. DQO.

### ABSTRACT

The slaughterhouse industry produces waste in all sectors, including animal slaughter. This effluent is considered a potential degrader of the environment, because it's composition is quite diverse, containing toxic pollutants and recalcitrant to conventional treatment systems. The objective of the present work was to characterize and evaluate the efficiency of industrial wastewater treatment using ozonation techniques. The data from the physical-chemical analyzes of the raw effluent from the bovine slaughterhouse showed that the raw effluent presents indexes and characteristics that do not agree with the established by the main legislation applied in the state of Paraná.

**KEYWORDS:** Ozone. Industrial effluent. COD.

Júlia Rydz

[juliarydzz@gmail.com](mailto:juliarydzz@gmail.com)

UTFPR, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

Fernanda Batista de Souza

[fernandasouza@utfpr.edu.br](mailto:fernandasouza@utfpr.edu.br)

UTFPR, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

O alto grau de contaminação das águas, do solo e da atmosfera, aliado a tendência do esgotamento de recursos naturais renováveis, a possibilidade de perdas irreparáveis na biodiversidade e a ocorrência de acidentes ambientais de grandes proporções, justificam a necessidade dos muitos estudos que têm sido realizados com intuito de desenvolver tecnologias capazes de minimizar o volume e a toxicidade dos efluentes industriais e do esgoto doméstico, uma vez que estes, caso não sejam previamente tratados, causam grande impacto sobre o meio ambiente e a saúde pública.

O tratamento convencional para efluentes contaminados com corantes, por exemplo, consiste na remoção de sólidos suspensos de maiores dimensões, óleos e gorduras (tratamento primário), seguido por um tratamento biológico (tratamento secundário) para remover a matéria orgânica dissolvida ou coloidal, sendo mais convencional e comumente utilizado o processo de lodo ativado. O tratamento biológico diminui significativamente o teor de matéria orgânica, mas o efluente resultante é ainda bastante colorido. Dependendo do destino do efluente tratado, este processo pode ser concluído com um tratamento terciário para remover a cor, detergentes e/ou salinidade. Este tratamento de refinação pode permitir a reutilização da água tratada (SOARES et al., 2006).

Segundo Souza (2009), o ozônio é capaz de reagir com uma numerosa classe de compostos orgânicos, devido, principalmente, ao seu elevado potencial de oxidação ( $E^\circ = 2,08 \text{ V}$ ), superior ao de compostos reconhecidamente oxidantes, como  $\text{H}_2\text{O}_2$  e o cloro. Ainda que muitos compostos orgânicos como os organoclorados reajam lentamente com o ozônio molecular, em determinadas condições, o ozônio leva a formação de radicais hidroxilas ( $\text{OH}^\cdot$ ), cujo potencial de oxidação é ainda mais elevado ( $E^\circ = 2,80 \text{ V}$ ). Os processos que implicam na formação do radical hidroxila são denominados Processos Oxidativos Avançados (POAs).

A ozonização catalítica atua na transformação do ozônio em espécies mais reativas, melhorando a utilização do ozônio e seu grau de mineralização. Além do carvão ativado, que possui uma excelente capacidade de adsorção e elevada atividade catalítica, os óxidos metálicos também são utilizados para a ozonização catalítica. Além disso, catalisadores de ferro são normalmente utilizados, devido ao preço relativamente baixo e elevada atividade catalítica (WU et al., 2015).

Antes do tratamento, todo efluente industrial precisa ser caracterizado por completo e a biodegradabilidade de seus constituintes determinada. Para escolher o tipo de tratamento, parâmetros muito importantes na caracterização devem ser analisados, sendo eles: o potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, oxigênio dissolvido (OD) demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais, voláteis e sedimentáveis e óleos e graxas (MANAHAN, 2016; NUNES, 2012; VON SPERLING, 1996).

A DQO e DBO são parâmetros muito relevantes, tendo relação na indicação da biodegradabilidade do efluente. São parâmetros que indicam de maneira indireta a concentração de matéria orgânica presente no efluente. A DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos biodegradem a matéria orgânica. A DQO é a medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica. Parâmetros estes a serem considerados

para avaliar a escolha do tipo de tratamento a ser empregado (VON SPERLING, 1996).

A indústria frigorífica, por exemplo, produz resíduos em todos os setores, sendo estes bastante diversificados na sua composição química. Podem variar desde compostos inorgânicos a orgânicos, contendo poluentes tóxicos e recalcitrantes aos sistemas convencionais de tratamento (SANTOS DE ARAÚJO et al., 2016).

Os parâmetros para controle da carga orgânica variam dependendo do estado, a legislação vigente no Paraná, especifica que a concentração máxima de DBO para frigoríficos deve ser 60 mg O/L e para DQO de 200 mg O/L (IAP, I. A. D. P., 2009).

O objetivo do presente trabalho é caracterizar e avaliar a eficiência de tratamento do efluente industrial através de técnicas de ozonização.

## MATERIAIS E MÉTODOS

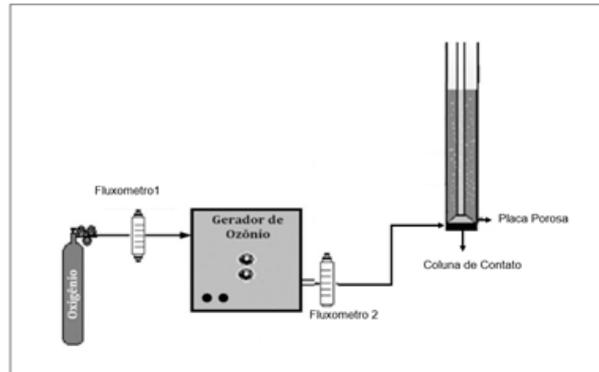
A parte experimental realizada até o presente momento, bem como as demais etapas, serão desenvolvidas nos Laboratórios de Águas e efluentes e no Laboratório de Polímeros da Universidade Tecnológica Federal do Paraná câmpus Francisco Beltrão.

O ozonizador utilizado na realização do procedimento experimental é de fabricação OzônioBRAS, modelo S009. A capacidade de produção seria medida a partir do método iodométrico, método 4550-Cl (APHA-AWWA-WPCF, 2017). Dois fluxômetros (Protec) foram utilizados, um para auxiliar o fluxo de saída de oxigênio do cilindro de oxigênio e da bomba de aquário e outro para a entrada de ozônio na coluna de vidro. O sistema de geração de ozônio foi montado em escala de bancada. Utilizou-se um cilindro de oxigênio como alimentação do sistema, fazendo uso de um fluxômetro na saída para controlar o fluxo de saída de gás, com o objetivo de fornecer os dados de vazão do gás em litros por minuto. Este, foi conectado ao ozonizador por uma mangueira de silicone, assim como todas as outras conexões do sistema, que, sequencialmente, conectava-se a outro fluxômetro, obtendo assim a vazão de ozônio na entrada da coluna de ozonização, sendo esta feita de vidro, com volume total igual a 300 mL. Conforme mostra a Figura 1, a base da coluna era composta de uma placa porosa para diminuir o tamanho da bolha.

O efluente foi coletado em um frigorífico da região sudoeste do Paraná. As análises físico-químicas para caracterização do efluente foram realizadas em laboratório particular - LGQ. As respectivas metodologias utilizadas estão na Tabela 1. As análises de demanda química de oxigênio serão adaptadas do manual Standart Methods, SMWW 5220 (APHA-AWWA-WPCF, 2017).

Os experimentos de tratamento do efluente por ozonização não puderam ser realizados devido a Pandemia do Corona vírus (COVID-19). As instruções normativas publicadas pela UTFPR até o presente momento, suspenderam as atividades presenciais até o dia 10 setembro. Dessa forma, o acesso aos laboratórios dos bolsistas voluntários de iniciação científica foi restringido, o que não permitiu a conclusão das atividades propostas.

Figura 1 – Protótipo do sistema de ozonização, com alimentação por cilindro de oxigênio.



Fonte: Autoria própria (2020)

Tabela 1 – Análises físico-químicas e métodos de referência.

Análise	Método
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	SMWW 23a Edição 2017, Método 5210B
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	SMWW 23a Edição 2017, Método 5520D
Oxigênio Dissolvido (OD)	SMWW 23a Edição 2017, Método 4500-O C
Sólidos Totais (ST)	SMWW 23a Edição 2017, Método 2540B
Óleos e Graxas Totais	SMWW 23a Edição 2017, Método 5520D
Turbidez	SMWW 23a Edição 2017, Método 2130B
Cor aparente	SMWW 23a Edição 2017, Método 2120C
Amônia (NH <sub>3</sub> )	SMWW 23a Edição 2017, Método 4500-NH <sub>3</sub> F; PA-FQ 062 - VER

Fonte: Autoria própria (2020)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE BRUTO

Os dados das análises físico-químicas do efluente bruto do abatedouro bovino (Tabela 2) mostram que o efluente bruto apresenta pH tendendo a neutralidade, alta carga de matéria orgânica, apontado pela concentração de DBO e DQO, índice elevado de óleos e graxas, presença elevada de sólidos totais, baixo teor de oxigênio dissolvido, cor e turbidez em desacordo com o estabelecidos legalmente para lançamento. Para a legislação ambiental, Resolução CEMA Nº 70/2009 (IAP, 2009), verifica-se que todos os valores estão acima dos permitidos para lançamento. Dentre os parâmetros avaliados, o único que não apresentou valor acima dos preconizados pela Resolução CONAMA Nº 430/2011 (BRASIL, 2011) foi

a amônia. Para medidas de comparação dos parâmetros tomou-se como pressuposto o lançamento em corpo hídrico classificado como Classe 2, com base na resolução CONAMA Nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

Tabela 2 – Caracterização físico-química do efluente bruto do frigorífico bovino.

Parâmetro	Unidade	Efluente Bruto	CONAMA nº357/05	CONAMA nº430/2011	CEMA nº70/2009
pH	-	6,22	6 – 9	5 – 9	5 - 9
DBO	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	1256,96*	-	-	60
DQO	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	2281,99*	-	-	200
OD	mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	<0,57*	>5	-	-
Cor	mg Pt-Co <sup>-1</sup>	2888,00*	75	-	-
Turbidez	NTU	184,50*	100	-	-
Óleos e graxas totais	mg L <sup>-1</sup>	76,60*	50	50	50
Sólidos Totais	mg L <sup>-1</sup>	1898,00*	500	-	-
Amônia	mg L <sup>-1</sup>	18,60	-	20	-

Fonte: Autoria própria (2020)

\* Valor acima do estabelecido pelas Resoluções.

O efluente bruto se mostra com grande potencial poluidor, por apresentar elevada carga orgânica, ocasionando o decréscimo de oxigênio dissolvido. Valores de DBO elevados expressam a capacidade da matéria orgânica consumir o oxigênio dissolvido presente na amostra. Na ausência de OD, a decomposição da matéria orgânica vai continuar, porém através de bactérias anaeróbias, onde parte do carbono é oxidado na forma de gás carbônico e o restante reduzido a metano, contribuindo para a poluição atmosférica (BAIRD, 2011; MANAHAN, 2016).

A relação DQO/DBO<sub>5</sub> é baixa (1,81) quando comparado aos dados utilizados por Von Sperling (1996), no estudo de esgoto doméstico bruto, onde varia de 1,7 a 2,4. Ele ressalta também que para efluentes industriais a relação pode variar amplamente. Numericamente a relação obtida indica fração biodegradável elevada. Quanto maior for a relação DQO/DBO<sub>5</sub>, maior será a eficiência do tratamento, quando comparar o efluente bruto com o efluente tratado.

Os óleos e graxas de origem animal, apresentam cadeias longas e são insolúveis em água, impedindo a penetração dos raios solares e prejudicando de forma direta a biota no local de despejo do efluente, também podem alterar a turbidez, trazendo prejuízo a canalização causando entupimento (PEREIRA et al., 2014, p. 101 - 105).

A turbidez elevada é resultante dos sólidos em suspensão orgânicos e inorgânicos (VON SPERLING, 1996), os quais estão presentes em grande quantidade possivelmente por não ter tempo hábil de ser digerido pelo ruminante antes do abate. Quanto mais concentrado o efluente maior será a turbidez.

A distribuição de nitrogênio no esgoto bruto é representada pela Amônia. O pH inferior a 8,0, segundo Von Sperling (1996), confere que praticamente toda a forma de distribuição amônia é  $\text{NH}_4^+$ . Na faixa usual de pH, próximo a neutralidade, a amônia apresenta-se praticamente ionizada, fator positivo este, pois, a amônia livre é tóxicas para animais aquáticos. Porém, o nitrogênio é o elemento indispensável para crescimento de algas, alto teor dele no corpo hídrico pode conduzir ao fenômeno da eutrofização do corpo receptor.

## CONCLUSÃO

Devido a pandemia do Corona vírus (COVID-19), foi possível realizar apenas a etapa de caracterização do efluente do frigorífico. Dessa forma, pode-se concluir que o efluente estudado apresentou índices superiores aos permitidos pelas principais legislações aplicadas no Paraná, para os parâmetros DQO, DBO, oxigênio dissolvido, cor, turbidez, óleos e graxas totais e sólidos totais.

## REFERÊNCIAS

- APHA-AWWA-WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23rd Washington, DC: American Public Health Association, 2017. 1 v.
- BAIRD, M. C. C. **Química ambiental**. Porto Alegre, 2011.
- BRASIL, M. D. M. A.-. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. 2005.
- BRASIL, M. D. M. A. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. 2011.
- IAP, I. A. D. P. Resolução CEMA 70/2009 - **Condições e padrões de lançamento de efluentes líquidos industriais**. 2009.
- MANAHAN, S. E. **Química ambiental**. Bookman Editora, 2016.
- NUNES, J. A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. 6 Ed. ARACAJU, 2012.
- PEREIRA, A. et al. **Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João, em Campo Belo Minas Gerais, sob interferência do efluente tratado do abate de bovinos e suínos**. Natureza Online, v. 13, p. 101-105, 2014.

SANTOS DE ARAÚJO, K. et al. **Processos oxidativos avançados**: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 11, n. 2, 2016.

SOARES, O. S. G. P. et al. **Ozonation of textile effluents and dye solutions under continuous operation**: Influence of operating parameters. *Journal of Hazardous Materials*, v. 137, n. 3, p. 1664-1673, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389406004511>. Acesso em: 29 jul 2020.

SOUZA, F. B. D. **Remoção de compostos fenólicos de efluentes petroquímicos com tratamentos sequenciais e simultâneos de ozonização e adsorção**. Florianópolis, 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 1996.

WU, J. et al. **Degradation of Crystal Violet by catalytic ozonation using Fe/activated carbon catalyst**. *Separation and Purification Technology*, v. 147, p. 179-185, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586615002464>. Acesso em: 29 jul 2020.