

Avaliação do uso de ozônio em tratamento de efluente de microcervejaria

Evaluation of ozone in the treatment of microbrewery effluents

RESUMO

Marina Campaner Fernandes
marina.campaner@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Francisco Beltrão,
Paraná, Brasil

Silvane Morés
mores@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Francisco Beltrão,
Paraná, Brasil

Fernanda Batista de Souza
fernandasouza@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Francisco Beltrão,
Paraná, Brasil

O crescimento de produção e de consumo de cervejas artesanais no Brasil geraram uma constante ascensão no surgimento de variadas microcervejarias. Com isso, muitos benefícios foram ofertados nas áreas econômica e social, pois o surgimento dessas microempresas agradaram o gosto popular, por oferecer uma bebida exclusiva e diferenciada, com ingredientes melhores selecionados. Porém, com essa grande ascensão, houve também um prejuízo em relação ao descarte de efluentes, pois a cerveja é caracterizada por possuir um alto potencial poluidor, necessitando de tratamentos para a diminuição de sua matéria orgânica. Entre as técnicas de tratamento de efluente, destacam-se os Processos Oxidativos Avançados, que utilizam de geração de espécies altamente oxidantes, geralmente, os radicais hidroxilas e promovem um tratamento eficaz, degradando grande parte da matéria orgânica do efluente. Este trabalho propõe o tratamento do efluente de uma microcervejaria com ozônio. Ozônio foi borbulhado em um volume controlado de efluente bruto que apresentava demanda química de oxigênio de 2500 mgO₂/L. Após 10 minutos de contato com esse elemento, a demanda química de oxigênio passou a ser de 300 mgO₂/L, ou seja, houve uma remoção de quase 90% de matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Cerveja. Processos Oxidativos Avançados. Demanda química de Oxigênio.

ABSTRACT

The growth of production and consumption of craft beers in Brazil generated a steady rise in the emergence of various microbreweries. With this, many benefits were offered in the economic and social areas, because the emergence of these micro companies pleased the popular taste, by offering a unique and exclusive, with especially better options. However, with a great rise, there was also a loss in relation to the discharge of effluents, because beer is characterized by having a high polluting potential, requiring treatments to reduce its organic matter. Among the effluent treatment techniques, there are Advanced Oxidative, which use oxidant-generating species, in general, hydroxyl radicals and high efficiency proteins, degrading the organic part of the effluent. This work proposes the treatment of the effluent of a micro voltaic with ozone. Ozone was analyzed in a

controlled volume of raw effluent that had a chemical oxygen demand of 2500 mgO₂/L. After 10 minutes of contact with element, the chemical oxygen demand was 300 mgO₂/L, is there was a removal of almost 90% of organic matter.

KEYWORDS: Beer. Advanced Oxidatives Processes. Chemical oxygen demand.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui um alto consumo de diversificadas bebidas alcoólicas, entre elas, a cerveja se destaca por ser a mais popular entre os brasileiros. Ela está presente em diversas ocasiões, seja em comemorações ou grandes eventos (GIORGI, 2015).

Através de observações pode-se dizer que o descobrimento do processo de fabricação da cerveja foi um acaso (SILVA, LEITE e PAULA, 2016). Com o passar dos anos, várias modificações foram feitas em seu modo de preparo, após muita evolução, a receita europeia foi a que prevaleceu, tendo como base malte de trigo ou cevada, lúpulo e água (LARA, 2018).

A cerveja chegou ao Brasil em 1808, trazida pelos portugueses (SANTOS, 2004). Atualmente, o Brasil é o terceiro país que mais produz cerveja no mundo (SOBRAL, 2016). O que vem se destacando é a constante ascensão das empresas artesanais, como as microcervejarias, pois trouxeram para os brasileiros a opção de consumir produtos cervejeiros exclusivos e diferenciados (PINTO, ZAMBELLI, JUNIOR e PONTES, 2015).

Com todo esse avanço, vários benefícios foram trazidos, principalmente na área econômica, por consequência, houve o surgimento de vários problemas relacionados com o descarte de efluentes gerado por microempresas.

Entre as técnicas existentes de tratamento de efluentes destacam-se os Processos Oxidativos Avançados (POAs), pois apresentam uma grande eficiência para tratamento de resíduos enriquecidos de matéria orgânica, os quais não podem ser degradados apenas por processos biológicos (PORTES, 2016). Esses processos utilizam a geração de espécies altamente oxidantes, em geral, radicais hidroxilas, que é um poderoso oxidante, com a finalidade de promover uma degradação mais eficaz do efluente a ser tratado (BRITO e SILVA, 2012).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é abordar o tratamento de resíduos de microcervejaria, utilizando a Ozonização, um POA, cuja vantagem é realizar um tratamento com um menor percentual de resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais necessários para realização dos experimentos estão listados no Quadro 1.

Quadro 1 – Vidrarias, equipamentos e reagentes utilizados na pesquisa.

Vidrarias	Equipamentos	Reagentes
Tubos para digestão com tampa	Micropipetas	H ₂ SO ₄ concentrado
Béquer	Bloco Digestor	Biftalato de Potássio
Balão volumétrico	Balança Analítica	Dicromato de Potássio
Cubeta de quartzo	Espectrofotômetro UV-Vis	Sulfato de Mercúrio
Pipeta volumétrica	Ozonizador	Sulfato de Prata

Fonte: Autoria própria (2019).

A análise da demanda química de oxigênio, DQO, no efluente bruto e tratado foi realizada com base na metodologia de *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2017). Como a metodologia sofreu adaptações, uma validação foi necessária.

A validação foi feita a partir da curva de calibração externa utilizando os seguintes critérios:

i. Regressão linear;

ii. Coeficiente de Pearson;

iii. Sensibilidade;

iv. Faixa de trabalho;

v. Limite de Detecção e Limite de Quantificação, calculados, respectivamente, como:

$$LD = \frac{3,3 s}{a} \quad (1)$$

$$LQ = \frac{10 s}{a} \quad (2)$$

quando s é o desvio-padrão de 10 medidas do branco e a é o coeficiente angular da curva de calibração;

vi. Precisão, medida pelo desvio-padrão relativo de dez medidas de absorvância da mesma amostra, em três níveis distintos; e

vii. Exatidão, calculada como a Recuperação:

$$Recuperação (\%) = \frac{\text{concentração medida}}{\text{concentração adicionada}} \times 100 \quad (3)$$

A ozonização do efluente bruto foi realizada em coluna que continha uma placa porosa e permitia o borbulhamento do gás ozônio. O volume do efluente foi mantido fixo em 30 mL. Após o início da ozonização, alíquotas do efluente foram recolhidas, nos tempos de 5, 10 e 15 minutos, e a DQO foi analisada para cada um dos tempos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da validação do método de análise de DQO obtidos a partir da curva de calibração estão apresentados no Quadro 2.

A partir dos resultados, é possível afirmar que o método é preciso, pois os valores do desvio-padrão relativo, RSD, para os três níveis distintos são inferiores aos 5%, valor máximo preconizado pela ANVISA (RE 899/2003).

Também é possível afirmar que o método é exato, pois de acordo com a RE 166/2017 da ANVISA são aceitáveis valores de recuperação entre 80% e 120%.

Embora a linearidade da curva de calibração tenha sido ótima, mostrando um valor de R² igual a 0,9977, a sensibilidade do método é baixa e, portanto, o limite de quantificação é alto (150 mg/L).

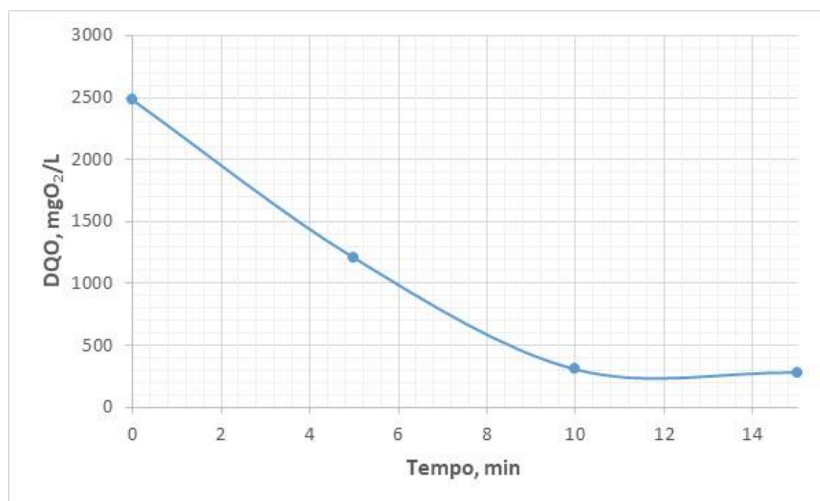
Quadro 2 – Parâmetros de Validação.

Parâmetro de Validação		Resultado
Curva de Calibração		$Y = 0,0004.X + 0,0728$
Coeficiente de Pearson (R ²)		0,9977
Sensibilidade		0,0004L/mgO ₂
Faixa de Trabalho		0 a 600 mgO ₂ /L
Limite de Detecção		49,5 mgO ₂ /L
Limite de Quantificação		150 mgO ₂ /L
Precisão	Repetibilidade em três níveis	RSD = 1,02%
		RSD = 0,18%
		RSD = 2,02%
Exatidão	Recuperação em dois níveis	87,7%
		94,2%

Fonte: Autoria própria (2019).

A ozonização do efluente bruto foi realizada e a sua eficiência na remoção da matéria orgânica foi acompanhada pela análise de DQO.

Figura 1 – Cinética de Degradação de Matéria Orgânica por Ozonização



Fonte: própria autoria (2019).

A partir da Figura 1 pode-se observar a porcentagem de matéria orgânica degradada a partir da ozonização. O efluente bruto apresentou um valor de DQO de aproximadamente 2500 mgO₂/L e depois de dez minutos de ozonização a DQO do efluente decaiu para aproximadamente 300 mgO₂/L, o que significa uma remoção de 88% da matéria orgânica. Pode-se afirmar também, que a partir dos dez minutos de ozonização não houve mudanças significativas nos valores de DQO, que permaneceu quase constante.

CONCLUSÃO

Através dos experimentos realizados, pode-se concluir que a metodologia adaptada para análise de DQO é precisa e exata dentro da faixa de trabalho empregada. Conclui-se também que o tratamento de efluente de microcervejaria com a utilização de ozônio é eficaz, pois em apenas dez minutos de ozonização 88% da matéria orgânica foi degradada.

Outros estudos serão realizados para se conhecer o comportamento do efluente em relação a variação de pH e volume durante a ozonização. Também serão realizados experimentos com intuito de aumentar a porcentagem de degradação da matéria orgânica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UTFPR, pela oportunidade a realização desse trabalho, em especial, ao *campus* de Francisco Beltrão. Agradeço também a Fundação Araucária pela bolsa e apoio concedido durante a realização desse projeto.

REFERÊNCIAS

SOBRAL, Lilian. **Revista Exame**. São Paulo, 2016.

SILVA, Hiury; LEITE, Maria; VIEIRA DE PAULA, Arlete. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**. Minas Gerais: Juiz de Fora, 2016.

GIORGI, Victor de Vargas. **Cultos em cerveja discurso sobre a cerveja artesanal no Brasil**. *Sociedade e Cultura*. Goiás: Goiânia, 2015.

ANVISA. **RESOLUÇÃO – RE Nº 899, DE 29 DE MAIO DE 2003**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE_899_2003_COMP.pdf/ff6fdc6b-3ad1-4d0f-9af2-3625422e6f4b>. Acesso em: 29 maio 2003.

ANVISA. **RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 166, DE 24 DE JULHO DE 2017**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2721567/RDC_166_2017_COMP.pdf/d5fb92b3-6c6b-4130-8670-4e3263763401>. Acesso em: 25 jul. 2017.
SANTOS, Sérgio de Paula. **Ateliê Editorial**. São Paulo: Cotia, 2004.

CRUZ, Renan. **Consumo e Formação de Mercado: um estudo sobre as microcervejarias de Porto Alegre**. 2016. 87 f. Tese (Mestrado Profissional)- Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, RS, 2016.

PORTES, Amanda. **PRÉ-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE MICROCERVEJARIA POR ADSORÇÃO EMPREGANDO ADSORVENTES ALTERNATIVOS**. 2016. 88 f. Tese (Mestrado Profissional)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2016.

BRITO, N. B.; SILVA, Victor. **PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO E SUA APLICAÇÃO AMBIENTAL**. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*. Goiás, 2012.

LARA, Carlos. **Homini Lúpulo**. Disponível em:
<<https://www.hominilupulo.com.br/cultura/historia-da-cerveja/>>, Acesso em: 29 jul.2019.

E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. *American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation*. p.1394. Washington D. C. 2017.

PINTO, Luan Icaro Freitas et al. **Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (Malpighia emarginata DC) e Abacaxi (Ananas comosus L. Merrill)**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. Pombal, v. 10, p.67-71, 2015.