

USO DO OZÔNIO NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS VISANDO QUALIDADE DOS PRODUTOS PARA CONSUMO HUMANO

Isabella R.CAMARGO^{1*}, Pedro H. da S. BATISTA¹, Natalia Y. KASHIWAQUI¹, Gerson NAKAZATO¹, Renata K. T.KOBAYASHI¹, Rafael FAGNANI¹, Livia H. MOREIRA^{1,2}.

Isabella.rodriques0@uel.br*, livia.moreira@uel.br

¹Universidade Estadual de Londrina

²Universidade Anhembi Morumbi

Resumo

Na indústria alimentícia, a higienização é fundamental para evitar contaminações, compreendendo duas etapas, limpeza e sanitização. A utilização de compostos clorados destaca-se neste contexto, porém são menos viáveis devido à sua toxicidade e resíduos. Assim, o ozônio pode ser uma alternativa de agente sanitizante que não apresenta a formação de resíduos nos produtos alimentícios ou no ambiente em que foi utilizado. Estudos apontaram a capacidade do ozônio em interagir e inativar constituintes celulares das bactérias, sem, entretanto, gerar resistência microbiana. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico para avaliar o uso do ozônio como sanitizante na indústria de laticínios, focando na redução microbiana em diferentes aplicações. Uma revisão bibliográfica nas bases de dados: Google Acadêmico, Portal Capes e PubMed, no período de 2016 a 2024, foram investigados. Foram encontrados 400.000 artigos sobre o tema, porém 6 artigos foram utilizados neste trabalho porque abordavam a indústria de alimentos. Conclui-se o ozônio apresenta um grande potencial como sanitizante podendo ser empregado na indústria de laticínios.

Palavras-chave: Qualidade, Sanitização, Ozônio, Alimentos, Resíduos.

Introdução

Na indústria alimentícia, a higienização é fundamental para evitar contaminações, garantindo padrões admissíveis de carga microbiológica, que estejam em conformidade com a legislação (Monteiro, 2021). A higienização compreende duas etapas, limpeza e sanitização. A limpeza significa remoção de partículas aderidas, por meio de ação mecânica e química, já a sanitização tem como objetivo eliminar microrganismos que persistem nas superfícies (Dias et al., 2020). Na indústria leiteira esses processos são indispensáveis, haja vista o nível de aderência de matéria orgânica nas tubulações das ordenhadeiras, gerando risco potencial de contaminação microbiana, que é elevado.

Neste contexto, destacam-se os compostos clorados, amplamente utilizados como sanitizantes na indústria mas, os subprodutos da cloração apresentam toxicidade tornando esse processo menos viável devido aos seus resíduos (Silva et al., 2011). Estudos indicam que o uso em excesso e em elevadas concentrações de desinfetantes alcalinos ou ácidos podem favorecer o surgimento de microrganismos resistentes à desinfecção, diminuindo a eficiência do processo de sanitização (KHADRE et al., 2001).

Diante do exposto, o ozônio pode ser uma alternativa de agente sanitizante que não gera resíduos nos produtos alimentícios ou no ambiente em que foi utilizado. Isso porque a molécula de

ozônio apresenta um tempo de meia-vida na água entre 10 a 20 minutos em temperatura ambiente, seguido da sua decomposição em oxigênio molecular (Guillen, 2008). Além disso, tem sido demonstrado a sua capacidade de interagir e inativar constituintes celulares microbianos, tais como proteínas, lipídeos insaturados, enzimas de membrana, entre outros, sem entretanto gerar resistência microbiana (CHIATTONE et al., 2008). Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico sobre o uso do ozônio na indústria de laticínios e a sua relação com a qualidade dos produtos para o consumo humano.

Material e Métodos

Neste trabalho foi realizado uma revisão bibliográfica sobre o uso de ozônio na indústria de alimentos e especificamente em laticínios com a sua relação com a qualidade dos produtos para o consumo humano. Foi realizado um levantamento em artigos científicos nos bancos de dados Google Acadêmico, Portal Capes e PubMed, utilizando as palavras-chave sozinhas e combinadas “ozônio”, “ozone”, “sanitização”, “sanitization”, “leite”, “milk”, “laticínio”, “dairy”, “indústria de alimentos”, “food industry”, “qualidade”, e quality. Como critério de inclusão foram utilizados artigos que abordassem temas relacionados com o uso de ozônio na indústria de laticínios ou de temas relacionados ao processo de obtenção de leite no período entre 2016 e 2024. E como critério de exclusão, artigos que não relacionam o potencial oxidante do ozônio como sanitizante na indústria alimentícia.

Resultado e Discussões

Ao total foram obtidos 400.000 artigos consultados com o tema com as palavras-chaves, destes 6 foram utilizados para este trabalho de revisão. Borkholeeva et al. (2020) em seu trabalho testando o efeito da sanitização do ozônio em superfícies de diferentes materiais (metal, madeira, plástico) e sonda mamária contaminadas, utilizou o ozônio na concentração 0,15 mg/L onde aferiram as cargas microbianas em diferentes tempos de exposição ao gás ozônio (10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 minutos). Os resultados demonstraram que os tempos de exposição para desinfecção total das superfícies de metal, plástico e madeira foram de 30, 70 e 60 minutos, respectivamente. As sondas mamárias eram contaminadas por microrganismos provenientes do manejo animal e pelo leite mastítico, sendo expostos ao gás ozônio por 10, 20 e 30 minutos. Em ambos os casos, após 30 minutos de exposição, as contagens de UFC foram reduzidas a zero, concluindo que a taxa de desinfecção está em função do tipo de material utilizado e pelo tempo de exposição.

Tirpanci, et al. (2023) avaliaram a eficácia do ozônio como desinfetante em sistemas de limpeza no local (CIP) na indústria de alimentos, utilizando s concentração de ozônio de 10 ppm por 10 minutos sendo eficaz na remoção de biofilmes tanto de superfícies lisas quanto de superfícies rugosas. Em relação às bactérias, houve maior eficiência na eliminação das Gram negativas do que



as Gram positivas e não observaram corrosão do aço inoxidável da tubulação sendo um agente sanitizante em potencial para sistemas CIP na indústria de alimentos. No estudo de El-dahshan et al. (2016) avaliaram o uso do ozônio para a diminuição da carga microbiana de amostras de iogurte por *Staphylococcus aureus* (UFC/g), Coliformes Totais (UFC/g) e Contagem Total de Fungos (UFC/g). As amostras foram tratadas nas concentrações de 40, 60 e 70 ppm de ozônio por um período de 10 minutos, os resultados obtidos demonstraram que o gás ozônio reduziu a carga microbiana do iogurte em todos os tratamentos, com diferença significativa nas amostras que receberam a concentração de 70 ppm de ozônio, além de não provocar efeitos adversos sobre a qualidade sensorial do iogurte nos diferentes tratamentos e aumentou a vida útil do iogurte.

Couto et al. (2016) no estudo sobre o efeito da ozonização em *Staphylococcus aureus* inoculado no leite utilizaram as concentrações de ozônio 34,7 mg/L e 44,8 mg/L nos períodos de exposição de 5 a 25 minutos em leite desnatado e integral. Os autores observaram que o ozônio diminuiu a contagem bacteriana nos dois tipos de leite, porém a redução foi maior nas concentrações mais altas e com maior tempo de exposição. No entanto, a gordura do leite interferiu na ação do ozônio, promovendo reduções menores em leite integral. Em relação à contagem de *S. aureus* inoculado no leite integral e desnatado, o ozônio foi capaz de redução após 10 minutos de ozonização para ambas as concentrações testadas, mas os efeitos foram mais pronunciados após 20 minutos de ozonização.

De acordo com Khudhir & Mahmood (2017) investigaram a influência do tratamento com ozônio a 0,5 ppm na qualidade microbiológica do leite cru, considerando a contagem de bactérias aeróbias totais, coliformes e *Staphylococcus aureus*, em diferentes temperaturas de armazenamento, ambiente e refrigeração. Os resultados mostraram que todas as amostras estavam contaminadas com aeróbios totais e coliformes, sendo 60% delas contaminadas por *Staphylococcus aureus*. Constataram que houve redução significativa microbiana após o tratamento com ozônio, sendo a maior redução percentual nas amostras armazenadas em temperatura de refrigeração, mas apesar dos resultados as cargas microbiológicas remanescentes após os tratamentos ainda enquadram o leite cru como impróprio para consumo.

Panebianco et al. (2022) estudaram o efeito do tratamento do gás ozônio em biofilme de cepas de *Pseudomonas* spp. isoladas de laticínios, as amostras foram expostas a diferentes concentrações de ozônio (0, 1, 2, 3 e 4 ppm) por 10, 15, 20 e 30 minutos e obtiveram como resultado que o ozônio gasoso (50 ppm por 6 horas) não foi eficiente para eliminar os biofilmes já consolidados de *Pseudomonas* spp. mas a eficácia foi de 85%, sendo capaz de reduzir a formação de novas colônias em até 99,9%, a depender da concentração e tempo de exposição e a concentração mínima inibitória (CMI) do ozônio variou entre 1 e 3 ppm, dependendo da cepa de *Pseudomonas* spp do estudo.

Conclusões

Com base nas literaturas encontradas o ozônio se mostrou um agente promissor para sanitização em diversos contextos, mas sua eficácia varia de acordo com o tipo de material, microrganismo alvo, concentração, temperatura e tempo de exposição do material testado ao ozônio.

Referências

BORKHOLEEVA, A. V. et al. The use of ozone-air mixture for the disinfection of milk catheters. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2020. p. 062012.

CHIATTONE, Priscila Vasconcellos; TORRES, Lisiane Mendes; ZAMBLAZI, Rui Carlos. Aplicação de ozônio na indústria de alimentos. **Alimentos e Nutrição (Brazilian Journal of Food and Nutrition)**, v. 19, n. 3, p. 341-350, 2008.

COELHO, Nástia Rosa Almeida. Noções de higienização na indústria de alimentos. **Material de estudo**. Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2014.

COUTO, Emanuel Pereira et al. Effect of ozonation on the Staphylococcus aureus inoculated in milk. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 1911-1918, 2016.

DIAS, Juliana Alves; BELOTI, Vanerli; OLIVEIRA, A. Ordenha e boas práticas de produção. SALMAN, AKD; PFEIFER, LF, 2020.

EL-DAHSHAN, Hanan A.; MOHAMMED, Gihan MO; HAFEZ, Taghreed A. EFFECT OF OZONE TREATED MILK ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY AND SHELF-LIFE OF YOGURT.

KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E.; KIM, J.-G. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. **Journal of food science**, v. 66, n. 9, p. 1242-1252, 2001.

KHUDHIR, Zina Saab; MAHMOOD, Mazin Raad. The efficacy of ozone treatment on the microbiological quality of raw milk at different storage temperatures. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 5, p. 930-34, 2017.

MONTEIRO, Jeniffer Caroline. Avaliação do uso do ozônio na sanitização de facas e na eliminação de Salmonella sp. em língua suína. 2021.

PANEBIANCO, Felice et al. Effect of gaseous ozone treatment on biofilm of dairy-isolated Pseudomonas spp. strains. **Italian Journal of Food Safety**, v. 11, n. 2, 2022.

SILVA, SB da et al. Potential use of ozone in the food processing. 2011.

TIRPANCISIVRI, Goksel et al. Removal of Pseudomonas fluorescens biofilms from pilot-scale food processing equipment using ozone-assisted cleaning-in-place. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, p. 1141907, 2023.

AGRADECIMENTOS: A Empresa BIOZONE pelo fornecimento do equipamento e a FAZESC representado pelo Prof. Luiz Fernando Massaro pelo apoio nas pesquisas.

