

SAÚDE E AMBIENTE

V.9 • N.3 • 2024 - Fluxo Contínuo

ISSN Digital: 2316-3798

ISSN Impresso: 2316-3313

DOI: 10.17564/2316-3798.2024v9n3p232-241



## ANTAGONISMO DO DIÓXIDO DE CLORO FRENTE A PATÓGENOS PELO TESTE DE DIFUSÃO EM PLACAS

ANTAGONISM OF CHLORINE DIOXIDE AGAINST  
PATHOGENS BY PLATE DIFFUSION TEST

ANTAGONISMO DEL DIÓXIDO DE CLORO CONTRA PATÓGENOS  
MEDIANTE ENSAYO DE DIFUSIÓN EN PLACA

Flaviane Capobiango Bicalho Barbosa<sup>1</sup>

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins<sup>2</sup>

Vanice Lopes Anacleto<sup>3</sup>

Maurício Henriques Louzada Silva<sup>4</sup>

Onofre Barroca de Almeida Neto<sup>5</sup>

André Narvaes da Rocha Campos<sup>6</sup>

Kamila Ferreira Chaves<sup>7</sup>

## RESUMO

Compostos clorados são amplamente utilizados na indústria de alimentos com a finalidade de eliminar microrganismos patogênicos e reduzir os alteradores até níveis considerados seguros. Dentre eles, se encontra o dióxido de cloro que possui a vantagem de reagir menos com a matéria orgânica. O presente estudo objetivou avaliar a ação antagônica do dióxido de cloro frente a patógenos. O teste de difusão em placa foi realizado com os quatro principais microrganismos que podem causar doenças de origem alimentar: *Salmonella ssp*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* e foram utilizadas quatro concentrações do dióxido de cloro (50; 100; 150 e 200 ppm). A concentração de 50 ppm não inibiu os patógenos avaliados. Com o aumento da concentração observou-se que o halo de inibição frente aos patógenos estudados também aumentou, indicando eficiência desse sanitizante.

## PALAVRAS-CHAVE

Dióxido de Cloro. Microrganismos. Sanitizantes.

## ABSTRACT

Chlorinated compounds are widely used in the food industry with the purpose of eliminating pathogenic microorganisms and reducing alterants to levels considered safe. Among them is chlorine dioxide, which has the advantage of reacting less with organic matter. The present study aimed to evaluate the antagonistic action of chlorine dioxide against pathogens. The plate diffusion test was carried out with the four main microorganisms that can cause foodborne illnesses: *Salmonella* ssp, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* and four concentrations of chlorine dioxide were used (50; 100; 150 and 200 ppm). The concentration of 50 ppm did not inhibit the pathogens studied. With the increase in concentration, it was observed that the inhibition halo against the studied pathogens also increased, indicating the efficiency of this sanitizer.

## KEYWORDS

Chlorine Dioxide; microorganisms; sanitizers.

## RESUMEN

Los compuestos clorados son ampliamente utilizados en la industria alimentaria con el propósito de eliminar microorganismos patógenos y reducir los alterantes a niveles considerados seguros. Entre ellos se encuentra el dióxido de cloro, que tiene la ventaja de reaccionar menos con la materia orgánica. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la acción antagonista del dióxido de cloro contra patógenos. La prueba de difusión en placa se realizó con los cuatro principales microorganismos que pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos: *Salmonella* ssp, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* y se utilizaron cuatro concentraciones de dióxido de cloro (50; 100; 150 y 200 ppm). La concentración de 50 ppm no inhibió los patógenos estudiados. Con el aumento de la concentración se observó que también aumentó el halo de inhibición contra los patógenos estudiados, lo que indica la eficiencia de este sanitizante.

## PALABRAS CLAVE

Dióxido de Cloro. Microorganismos. Sanitizantes.

## 1 INTRODUÇÃO

A elaboração de produtos alimentícios com padrões de higiene satisfatórios é essencial tanto para a indústria que precisa comercializar seu produto, quanto para o consumidor que o adquire, podendo em caso de falhas gerar alimentos responsáveis pela ocorrência de surtos de doenças de origem alimentar. A aplicação regular de procedimentos de higienização é necessária para evitar instalação de microrganismos patogênicos e deteriorantes em equipamentos e utensílios (Carvalho *et al.*, 2019).

O cloro é o sanitizante mais utilizado para reduzir a veiculação de doenças hídricas e patógenos contaminantes dos alimentos porque é efetivo contra uma variedade de microrganismos (Schmidt, 1997).

Dentre os compostos clorados utilizados para impedir a proliferação de microrganismos o dióxido de cloro apresenta excelentes resultados quando comparado a outros agentes sanitizantes (Ferreira *et al.*, 2019).

O dióxido de cloro desempenha um papel significativo nos ambientes industriais como sanitizante devido à sua ampla propriedade antimicrobiana, sendo muito utilizado em ambientes de preparação de alimentos. A desnaturação de proteínas é o principal mecanismo do dióxido de cloro para inativar microrganismos, mesmo em baixas concentrações. As reações adversas não são amplamente relatadas devido ao uso típico em baixa concentração. A eficácia do dióxido de cloro contra vários microrganismos, tanto na forma líquida como gasosa, numa vasta gama de pH e numa concentração extremamente baixa, confirmou o dióxido de cloro como um sanitizante versátil (Yee *et al.*, 2020).

O sistema de controle de qualidade microbiológico para a avaliação dos sanitizantes consiste no reconhecimento do perfil de sensibilidade microbiana. A atividade dos sanitizantes é avaliada a partir do crescimento de halos de inibição em milímetros por meio da técnica de difusão em ágar com a finalidade de ampliar os conhecimentos a respeito da necessidade de um sistema de controle de qualidade microbiológico (Rodrigues *et al.*, 2021).

Os testes feitos em metodologia de difusão de placa, também chamados de antibiogramas, são ferramentas importantes para a gestão antimicrobiana, pois, podem ser usados para avaliar tendências na sensibilidade e resistência antimicrobiana, maximizando o sucesso do tratamento (Lorenz *et al.*, 2023).

Diante do exposto, o presente estudo pretende avaliar a ação antagônica do dióxido de cloro frente a patógenos.

## 2 METODOLOGIA

A análise microbiológica do presente estudo foi realizada no laboratório de microbiologia, no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do IF Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba.

Para realização do estudo da atividade antibacteriana do sanitizante, todas as cepas se mantiveram em meio BHI semi-sólido a uma temperatura de 8°C. As cepas foram mantidas sob refrigeração e repiques foram feitos a partir das culturas primárias.

Os microrganismos ativos utilizados no teste, foram *Escherichia coli* ATCC 8739, *Salmonella Enteritidis* ATCC 13076, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Listeria Monocytogenes* ATCC 19111, que, segundo Vidal; Netto (2018) são os mais comuns contaminantes em alimentos.

As cepas que estavam em meio BHI semi-sólido a uma temperatura de 8°C, foram ativadas em tubos contendo 5 mL de BHI semi-sólido com posterior incubação a 37°C por 24 horas. Após, uma alça do meio contendo o microrganismo foi transferida para tubos contendo 10 mL de BHI na forma líquida e os tubos incubados a 37°C por 24 horas, por duas vezes consecutivas segundo a técnica utilizada nos estudos de Mustafa *et al.* (2020).

Uma solução salina a 0,85% foi preparada para padronizar a turbidez, utilizando um inóculo bacteriano de aproximadamente  $1,5 \times 10^8$  UFC/mL padronizado de acordo com a turbidez do tubo 0,5 da escala de McFarlan (Medeiros *et al.*, 2019).

Para a garantia da padronização do inóculo bacteriano, além da utilização da escala de *McFarland*, as suspensões bacterianas também foram testadas no espectrofotômetro ELISA (Bio-Rad, iMark) com o comprimento de onda de 595 nm, no qual foram utilizadas diferentes concentrações do inóculo conforme metodologia proposta por Alexandre *et al.* (2023).

O inóculo foi espalhado uniformemente sobre toda a superfície da placa em três direções, sendo o estudo feito em duplicata (CLSI, 2017).

Placas de Petri esterilizadas foram cobertas por 15-20 mL do meio de cultura ágar Muller Hinton. Este meio foi utilizado por ser recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) pelo seu alto padrão de determinação de bactéria. O *swab* de algodão estéril foi mergulhado na suspensão de inóculo e o excesso de fluido removido girando o *swab* contra o interior do tubo para evitar a inoculação excessiva das placas. O inóculo foi espalhado uniformemente sobre toda a superfície da placa em três direções, sendo o estudo feito em duplicata (CLSI, 2017).

A aplicação das concentrações dos sanitizantes impregnados nos discos de papel de filtro foram realizadas conforme Silva *et al.* (2019). As placas de Petri de 150 mm foram divididas em quatro quadrantes para estabelecer o lugar a serem colocados os discos embebidos com as diferentes concentrações do dióxido de cloro (50; 100; 150 e 200 mg.L<sup>-1</sup>).

As placas contendo o microrganismo e a solução sanitizante foram incubadas em estufa entre 35.5 °C e 36.5 °C por 24 horas para verificar a sensibilidade bacteriana em diferentes sanitizantes conforme realizado por Veloso *et al.* (2020).

Os discos de papel de filtro (205 µm de espessura) com 6 mm de diâmetro foram esterilizados, e impregnados com cada amostra das diferentes concentrações do sanitizante, conforme a metodologia proposta por Silva *et al.* (2019). As placas de Petri contendo os inóculos bacterianos foram divididas em quatro quadrantes para estabelecer o lugar a serem colocados os discos embebidos com as diferentes concentrações do sanitizante.

A capacidade de inibir o crescimento bacteriano e a atividade antagonista foi verificada por meio da formação de halos ao redor dos discos, sendo os diâmetros dos halos medidos com auxílio de um paquímetro. O comprimento da zona de inibição formada foi medido em milímetros e os dados obtidos analisados descritivamente e apresentados em gráficos nos resultados (Achmad *et al.*, 2020).

## 2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Trata-se de um estudo montado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, tendo em vista que: 1. Os experimentos em placas de petri apresentam baixa variação ambiental, o que dispensa o controle local e leva ao delineamento inteiramente casualizado; 2. Como foram avaliados diferentes níveis de dois fatores distintos (quatro microrganismos e quatro concentrações de dióxido de cloro), o mais adequado é a utilização do esquema fatorial.

A análise, considerando estas características, deve ser sempre feita considerando inicialmente se os fatores interagem ou não entre si. Para este caso não houve interação entre os fatores, o que leva a avaliação dos fatores de forma independente, ou seja, sem que sejam considerados os níveis do outro fator. Assim, os resultados foram apresentados em dois gráficos independentes, um considerando apenas a comparação do crescimento entre as espécies bacterianas em resposta à presença de dióxido de carbono (independente da concentração de dióxido de carbono) e outro considerando apenas o efeito das concentrações de dióxido de carbono no crescimento bacteriano (independente da espécie).

Após a análise de variância para o fator de forma independente, foi utilizado para a comparação das médias das bactérias o teste Scott-Knott à 5% de probabilidade. Já para o fator concentração de dióxido de carbono foi utilizada a análise de variância da regressão, onde foram verificadas a significância do modelo matemático e dos coeficientes da regressão pelo teste F.

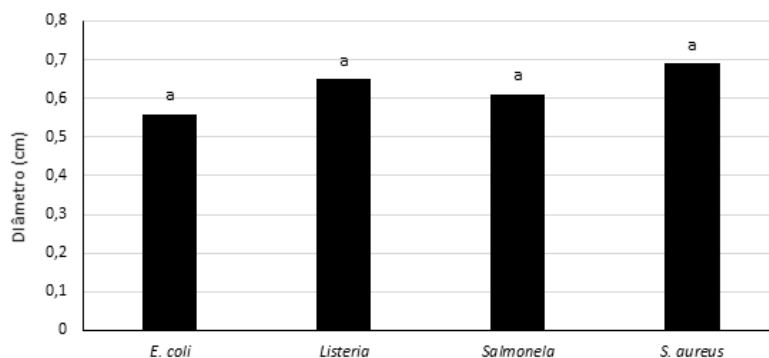
Foi utilizado o software R para realização das análises. Neste programa, foi utilizado o pacote *ExpDes.pt* (Ferreira *et al.*, 2011), que possui os procedimentos analíticos validados e disponibilizados pelo R Core Team (2021).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação entre os fatores determinados, que foram avaliados individualmente. Para o fator microrganismos não foram observadas diferenças entre os tratamentos (Figura 1). Para o fator concentração, a análise de variância indicou a diferença entre os tratamentos (Figura 2) e o coeficiente de variação para o experimento foi de 43%.

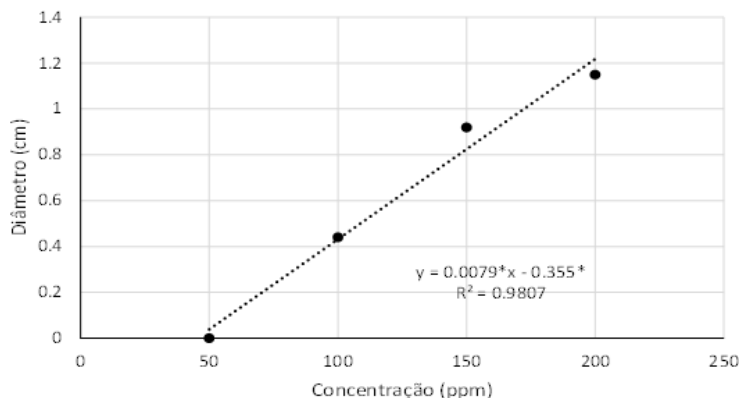
A análise de variância da regressão indicou que o modelo linear apresentou ajustamento significativo à 5% de probabilidade pelo teste F. Para este fator foi ajustada a equação  $y = 0,0079x - 0,355$ , onde os coeficientes da regressão também foram considerados significativos à 5% de probabilidade (Figura 2).

**Figura 1** – Diâmetro médio do halo de inibição após tratamento para os diferentes microrganismos avaliados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade



Fonte: Dados da pesquisa

**Figura 2** – Diâmetro médio do halo de inibição após tratamento com doses crescentes de antimicrobiano. O modelo matemático e os coeficientes da regressão foram significativos nas análises de variância da regressão à 5% de probabilidade pelo teste F



Fonte: Dados da pesquisa

A concentração de 50 mg.L<sup>-1</sup> não apresentou inibição frente aos patógenos estudados. Observa-se que quanto maior a concentração do sanificante, maior o halo de inibição frente aos patógenos.

Em cada concentração do dióxido de cloro avaliado (Figura 2), todos os microrganismos estudados foram igualmente inibidos. Resultados compatíveis ao presente estudo foram encontrados por Kocharunchitt *et al.* (2020), que ao avaliarem uma concentração de 15 mg.L<sup>-1</sup> de dióxido de cloro utilizado na água de resfriamento de carcaças bovinas verificaram que o sanitizante foi igualmente eficaz na redução de *Escherichia coli* e *Salmonella* spp.

À medida que aumentou a concentração de dióxido de cloro, o diâmetro do halo de inibição também teve aumento (Figura 2). Portanto, comparando as concentrações estudadas (50, 100, 150 e 200 mg.L<sup>-1</sup>), a concentração de 200 mg.L<sup>-1</sup> foi a que apresentou maior diâmetro do halo de inibição frente aos patógenos.

Estudos mostram que diferentes concentrações de dióxido de cloro são efetivas frente a patógenos (Anfruns-Estrada *et al.*, 2019; Kocharunchitt *et al.*, 2020; Rossi *et al.*, 2020; Byun *et al.*, 2021; Jefri *et al.*, 2022).

Estudos de Byun *et al.* (2021) mostraram que a concentração de 100 mg.L<sup>-1</sup> de ClO<sub>2</sub> reduziu *Salmonella* em 6,55 log UFC/cm<sup>2</sup> nas superfícies de aço inoxidável, 6,68 log UFC/cm<sup>2</sup> nas superfícies de borracha de silicone e 6,60 log UFC/cm<sup>2</sup> em plástico, indicando a eficiência do sanitizante na concentração estudada.

Rossi *et al.* (2020) afirmaram que a adição de 30 mg.L<sup>-1</sup> de dióxido de cloro inibiu totalmente *Salmonella typhimurium* na temperatura de 4 °C na água para resfriamento de frangos (água de *Chiller*).

Estudos laboratoriais dos autores Yee *et al.* (2020), também corroboram com os dados da pesquisa mostrando que as contagens de microrganismos naturais ou inoculados, incluindo bactérias, leveduras e fungos, podem ser reduzidas eficazmente na faixa de 1-5 log usando 3 a 100 mg.L<sup>-1</sup> de solução de ClO<sub>2</sub>.

Resultados satisfatórios para redução bacteriana de microrganismos em diferentes superfícies incluem 100% de inativação de bactérias em 6 log após exposição durante 12 horas a 20 mg.L<sup>-1</sup> de dióxido de cloro (Bento *et al.*, 2023).

Anfruns-Estrada *et al.* (2019) reportaram que a única razão possível para usar diferentes concentrações de dióxido de cloro pode ser baseada nas diretrizes sobre os diversos microrganismos testados. Como resultado, a maioria dos estudos que testaram a eficácia do dióxido de cloro contra vírus usou uma concentração maior em comparação com a concentração usada para bactérias e fungos. Para bactérias e fungos, mesmo a menor concentração possível de dióxido de cloro produz efeito. Como resultado, mesmo a concentração mais baixa usada mostra um certo nível de seu efeito, e a concentração mais alta fornece uma remoção completa de microrganismos.

Embora o dióxido de cloro seja um antimicrobiano mais expansivo para ser utilizado na preservação de alimentos, seu uso é uma alternativa interessante, devido à sua menor reação com matéria orgânica e, conseqüentemente, produzir menos substâncias tóxicas nos alimentos após seu uso (Contini *et al.*, 2018).

## 5 CONCLUSÃO

Um dos principais sanitizantes proposto a ser utilizados como alternativa ao cloro nos diversos segmentos industriais é o dióxido de cloro. Apresenta propriedades como um oxidante altamente eficaz; segurança na aplicação; não confere odor e sabor característicos do cloro na água e não reage com a matéria orgânica.

De acordo com os resultados o dióxido de cloro mostrou-se efetivo para reduzir microrganismos patogênicos. Estudo com o teste de difusão em placa, mostrou que concentrações a partir de 100 ppm de dióxido de cloro inibem patógenos que podem ser encontrados na indústria de leite e derivados.

Novos estudos podem ser realizados a fim de verificar microrganismos aderidos na superfície e a ação antimicrobiana do dióxido de cloro, variando tempo de exposição do sanificante, tempo e temperatura de contato e tipo de superfície.

## REFERÊNCIAS

ACHMAD, H. *et al.* Review of bandotan leaf extract (*Ageratum conyzoides* L.) in inhibition test to the growth of bacteria (*Porphyromonas gingivalis*) case of periodontitis disease. **Sys Rev Pharm**, v. 11, n. 4, p. 390-395, 2020.

ALEXANDRE, A.S. *et al.* Triterpenes, steroids and phenolic isolated from *Minquartia guianensis* Aubl. (Coulaceae) and antibacterial activity: Triterpenos, esteroides e fenólico isolados de *Minquartia guianensis* Aubl. (Coulaceae) e atividade antibacteriana. **Concilium**, v. 23, n. 3, p. 883-895, 2023.

ANFRUNS-ESTRADA, E. *et al.* effectiveness of consumers washing with sanitizers to reduce human norovirus on mixed salad. **Food**, v. 8, n. 637, p. 1-7, 2019.

BENTO, K.L. *et al.* Viral disinfection of porous fomites utilizing a bacteriophage model and chlorine dioxide gas. **Health Security**, v. 21, n. 4, p. 303-309, 2023.

BYUN, K.H. *et al.* Efficacy of chlorine-based disinfectants (sodium hypochlorite and chlorine dioxide) on Salmonella Enteritidis planktonic cells, biofilms on food contact surfaces and chicken skin. **Food Contr**, v. 123, p 1-8, 2021.

CARVALHO, A.N.P. *et al.* Formação e resistência do biofilme microbiano em indústrias processadoras de alimentos. **Encicl Biosf**, v. 16, n. 30, p. 311-325, 2019.

CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing**. 27<sup>a</sup> Ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2017.

CONTINI, F. *et al.* Evaluation of the effect of chlorine dioxide on strawberries to control spoilage micro-organisms. **Lat Am Appl Res**, v. 48, n. 2, p. 75-80, 2018.

FERREIRA, E.B. *et al.* Experimental designs: um pacote R para análise de experimentos. **Rev Estatístic UFOP**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2011.

FERREIRA, S.C. *et al.* Simulation of the ClO<sub>2</sub> generation process in a paper manufacturing industry. **Braz J Prod Eng**, v. 5, n. 2, p. 181-190, 2019.



JEFRI, U.H.N. *et al.* A systematic review on chlorine dioxide as a disinfectant. **J Med Life**, v. 15, n. 3, p. 313-318, 2022.

KOCHARUNCHITT, C. *et al.* Application of chlorine dioxide and peroxyacetic acid during spray chilling as a potential antimicrobial intervention for beef carcasses. **Food Microbiol**, v. 87, p. 1-24, 2020.

LORENZ, C. *et al.* Antibigrams as one-health tools for antimicrobial stewardship: California's experience with livestock antibiogram. **J Am Vet Med Assoc**, v. 9, p. 1-9, 2023.

MEDEIROS, M.A.A. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial de lavandula hybrida grosso contra cepas de *Escherichia coli*. **Rev Saude Cien**, v. 8, n. 2, p. 58-65, 2019.

MUSTAFA, S.E. *et al.* Impact of prebiotics on equol production from soymilk isoflavones by two Bifidobacterium species. **Heliyon**, v. 6, p. 1-7, 2020.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 3 jul 2023

RODRIGUES, F.C. *et al.* Perfil comparativo da eficácia antibacteriana de desinfetantes caseiros e comerciais vendidos em São Luís – MA. **Braz J Dev**, v. 7, n. 9, p. 87016-87032, 2021.

ROSSI, A.P. *et al.* Uso de ultrassom e dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) na redução da carga microbiana de *Salmonella typhimurium* na água de resfriamento de carcaças de frango. In: 7ª Simpósio de Segurança Alimentar. **Anais**, Bento Gonçalves, 2020.

SILVA, M.G. *et al.* Estudo químico e de atividade antibacteriana de extratos e óleo essencial de *Citrus x Limonia*. **Braz J H Pharm**, v. 1, n. 4, p. 11-18, 2019.

SCHMIDT, R.H. **Basic elements of equipment cleaning and sanitizing in food processing and handling operations**. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS, 1997.

VELOSO, D.J. *et al.* Potential antibacterial and anti-halitosis activity of medicinal plants against oral bacteria. **Arch Oral Biol**, v. 110, p. 1-7. 2020.

VIDAL, A.M.C.; NETTO, A.S. **Obtenção e processamento do leite e derivados**. 1ª Ed. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2018.

YEE, S. *et al.* Efficacy of chlorine dioxide as a disinfectant. **HH Publish**, v. 3, n. 1, p. 1-3, 2020.

1 Farmacêutica; Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais; Farmacêutica. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9166-3083>. E-mail: [flavecaptopbiango@yahoo.com.br](mailto:flavecaptopbiango@yahoo.com.br)

2 Bacharel em Tecnologia de Laticínios; Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Professora do Mestrado Profissional em Ciência e Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0664-7492>. E-mail: [aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br](mailto:aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br)

3 Discente do Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG, Rio Pomba. Brasil. ORCID <https://orcid.org/0009-0004-5697-2500>. E-mail [vanicelopesmkn15@gmail.com](mailto:vanicelopesmkn15@gmail.com)

4 Engenheiro de Alimentos; Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos; Professor do Mestrado Profissional em Ciência e Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9006-5796>. E-mail: [mauricio.louzada@ifsudestemg.edu.br](mailto:mauricio.louzada@ifsudestemg.edu.br)

5 Químico; Doutor em Engenharia Agrícola. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7844-9671>. E-mail: [Onofre.neto@ifsudestemg.edu.br](mailto:Onofre.neto@ifsudestemg.edu.br)

6 Agrônomo. Doutor em Microbiologia Agrícola. Professor do Mestrado Profissional em Ciência e Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3379-871X>. E-mail: [andre.campos@ifsudestemg.edu.br](mailto:andre.campos@ifsudestemg.edu.br)

7 Graduada em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Doutora em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Espírito Santo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9865-9011>. E-mail: [kamila.fc@gmail.com](mailto:kamila.fc@gmail.com)

**Recebido em:** 8 de Dezembro de 2023

**Avaliado em:** 25 de Fevereiro de 2024

**Aceito em:** 19 de Março de 2024



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

Copyright (c) 2023 Revista Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente



Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

