



AVALIAÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DE BENZOATO DE SÓDIO POR EXTRATO DE CAMOMILA NA CONSERVAÇÃO DO SUCO DE GOIABA

Ana Beatriz Pina da Silva
Emilly Benicio Teles
Gabrielly Martins Moisés
Jennifer Dayannie Santos Leal
Orientadoras Profas Aline Alves Ramos e Thais Taciano dos Santos

RESUMO

Os conservantes, como o benzoato de sódio, são usados para evitar a deterioração dos alimentos, mas seu consumo excessivo pode causar problemas de saúde. O aumento no consumo de sucos processados, devido à ausência de tempo no cotidiano para se alimentar bem, levanta preocupações. A interação entre o presente conservante e o ácido ascórbico em alimentos processados pode levar à formação de benzeno, uma substância de caráter cancerígeno. A indústria alimentícia busca alternativas naturais, como extratos de camomila rico em flavonoides, para substituir conservantes químicos. Após análises quantitativas e qualitativas, evidenciou-se uma concentração de flavonoides no extrato de camomila abaixo da concentração descrita na literatura ($41,54 \pm 1,18$ mg/g). Assim, testes como alterações organolépticas após dois dias, eficácia antioxidante e identificação de colônias bacterianas em placas com amostras de compostos fenólicos adicionados a suco de goiaba natural destacam a necessidade de mais pesquisas. Aspectos como conservação, estabilidade química, método de armazenamento, análise sensorial e validade merecem investigações adicionais. Esse estudo inicial indica que a substituição do benzoato de sódio pelo extrato de camomila na conservação de suco de goiaba é parcialmente viável.

Palavras-chave: Benzoato de sódio. Camomila. Ácido Ascórbico.

ABSTRACT

Preservatives, such as sodium benzoate, are used to prevent food deterioration, but their excessive consumption can lead to health problems. The increase in the consumption of processed juices, due to the lack of time in daily life to eat well, raises concerns. The interaction between the present preservative and ascorbic acid in processed foods can lead to the formation of benzene, a carcinogenic substance. The food industry is seeking natural alternatives, such as chamomile extracts rich in flavonoids, to replace chemical preservatives. After quantitative and qualitative analyses, a concentration of flavonoids in chamomile extract was found to be below the literature's expectations (41.54 ± 1.18 mg/g). Therefore, tests such as organoleptic changes after two days, antioxidant efficacy, and identification of bacterial colonies on plates with phenolic compounds added to natural guava juice highlight the need for further research. Aspects like preservation, chemical stability, storage method, sensory analysis, and shelf life deserve additional investigation. This preliminary study indicates that replacing sodium benzoate with chamomile extract in guava juice preservation is partially feasible.

Keywords: Sodium benzoate. Chamomile. Ascorbic acid.

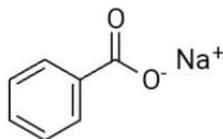
1 INTRODUÇÃO

Os conservantes são substâncias capazes de impedir ou retardar a decomposição causada pela ação de microrganismos e enzimas sobre o alimento. (DE BARROS et al., 2021)

A ingestão de conservantes químicos pode causar acúmulo no organismo e ocasionar doenças, mesmo considerando sua metabolização no metabolismo, sendo necessário o cuidado quanto às doses de ingestão. (PANTEC, 2023; ANVISA, 2009; LEDERER, 1990)

Por conter menos riscos, dentre os conservantes mais utilizados, é possível citar o benzoato de sódio, figura 1, que recebeu autorização da ANVISA por meio da RDC nº05 em 2007. A produção anual de 638.000 toneladas de ácido benzóico resulta em cerca de 100.000 toneladas de benzoato de sódio, sendo 70% destinados à conservação. Sua estrutura envolve a substituição do próton carboxi do ácido benzóico por um íon sódio. Tal fato evidencia sua importância como conservante alimentar, sendo usado em bebidas não alcoólicas, gaseificadas e não gaseificadas, como em suco de frutas processados, até 0,05 g/100mL, agindo como proteção contra microrganismos em pH 4,5. (ANVISA, 2007; ANVISA 2023; WILLIAMS; LOCK, 2005; HONG et al., 2009; EUROPEAN COMMISSION, 2005)

Figura 1: Fórmula estrutural do benzoato de sódio

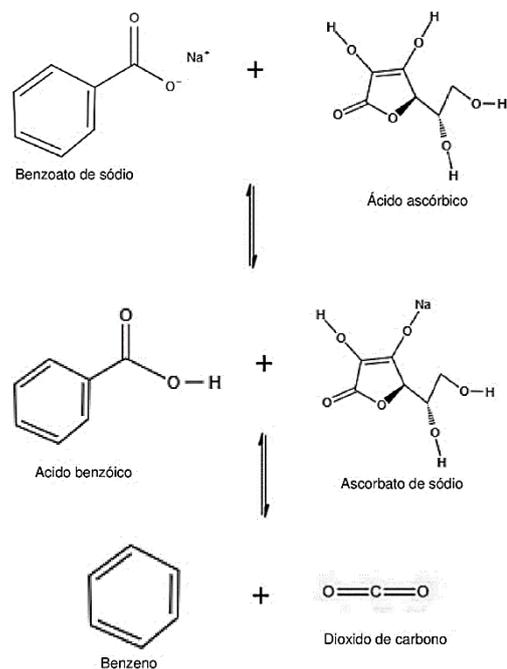


Fonte: Do próprio autor (2023)

Devido à ausência de tempo no cotidiano para se alimentar bem, os sucos industrializados são consumidos em maior quantidade, uma vez que oferecem praticidade e comodidade. A preferência está relacionada à busca por hábitos saudáveis em substituição aos refrigerantes, porém essa escolha gera preocupações na área da odontologia e medicina devido aos impactos na saúde bucal e geral, gerados pela presença de aditivos. Apesar dos avanços tecnológicos na conservação, o tratamento térmico dos sucos processados afeta nutrientes como o ácido ascórbico. O consumo frequente dessas bebidas tem levado à substituição de alimentos saudáveis, contribuindo para problemas de saúde a longo prazo, como sobrepeso e doenças crônicas. (MATSUURA et al, 2002; CARDOSO et al., 2013; SILVA et al., 2005; LONGO-SILVA et al., 2015)

Embora apresentem benefícios, observa-se que o uso de conservantes sintéticos nos alimentos tem gerado algumas dificuldades no que diz respeito à sua ingestão, ampliando a ocorrência de sintomas clínicos. Em diversos alimentos e bebidas processadas, como o suco de goiaba, a interação entre o benzoato de sódio e o ácido ascórbico, figura 2, pode resultar na formação de benzeno, uma substância tóxica e cancerígena. Essa reação ocorre em condições específicas de exposição à luz e ao calor, e amostras desses produtos foram encontradas com traços de benzeno em diversos países. (DE SOUZA et al, 2019; ATSDR, 1997; NOGUEIRA, 2010)

Figura 2: Reação entre o benzoato de sódio e ácido ascórbico para formação do benzeno



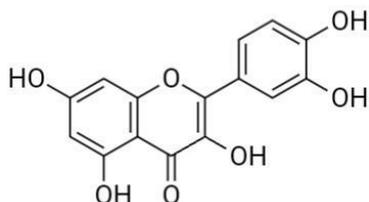
Fonte: OLOYE (2019)

A indústria alimentícia está preocupada em substituir aditivos sintéticos por ingredientes naturais, uma das alternativas é o uso dos extratos de plantas, as flores de camomila são um exemplo. A forma mais comum do consumo da camomila é a partir do chá, preparado por infusão. Além da bebida, há também xaropes, compressas e banhos. Por seus benefícios terapêuticos ligados a seus compostos bioativos, os flavonoides, a camomila pode ser usada em cosméticos e como fonte nutricional. Por meio de investigações farmacológicas e testes laboratoriais determinou-se suas atividades biológicas, incluindo as propriedades antioxidantes do óleo essencial e extratos. (SINGH, 2011; MIHYAOUI et al., 2022; CARVALHO, 2019; SPOSITO, 2014)

Os flavonoides, figura 3, são destaque entre os compostos fenólicos e estão abundantemente distribuídos pelo reino vegetal, tendo 4200

variedades. São capazes de se ligar a metais e agem como varredores de radicais livres, além de neutralizar espécies oxidantes, servindo, assim, como possível substituto de conservantes. (DOS SANTOS; RODRIGUES, 2017; GALO et al., 2018).

Figura 3: Estrutura da quercetina, tipo de flavonóide presente na camomila.



Fonte: Do próprio autor (2023)

Dessa forma, o presente trabalho visou avaliar a substituição do benzoato de sódio por extrato de camomila na conservação do suco de goiaba.

2 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a substituição do benzoato de sódio por extrato de camomila na conservação de suco de goiaba.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair e qualificar os compostos fenólicos presentes na camomila;
- Realizar a análise quantitativa do extrato da camomila a partir do método colorimétrico 4-aminoantipirina;
- Aplicar o extrato obtido no suco de goiaba natural;
- Comparar a eficácia dos extratos da camomila em relação ao benzoato de sódio na preservação da qualidade do suco de goiaba.

3 METODOLOGIA

Neste item, encontram-se descritos todos os materiais e procedimentos utilizados para a realização das análises.

3.1. MATERIAIS

Os reagentes utilizados e as suas respectivas fórmulas químicas estão indicados na tabela 1.

Tabela 1: Reagentes e suas respectivas fórmulas químicas

Reagentes	Fórmula molecular
Água destilada	H ₂ O
Camomila	-
Cloreto de ferro (III)	FeCl ₃
Etanol	C ₂ H ₆ O
4-aminoantipirina	C ₁₁ H ₁₃ N ₃ O
Cloreto de amônio	NH ₄ Cl
Hidróxido de amônio	NH ₄ OH
Ferricianote de Pótassio	C ₆ N ₅ FeK ₃
2,2-difenil-1-picrilhidrazil(DPPH)	C ₁₈ H ₁₂ N ₅ O ₆
Solução Tampão pH 10	NH ₃ /NH ₄ Cl
Ácido gálico	C ₇ H ₆ O ₅
Ágar CLED	-

Fonte: Próprio autor (2023)

Os equipamentos utilizados foram: Incubadora microbiológica modelo DT6150C, Espectrofotômetro Model - Nova 1600V, Balança analítica AG200, Estufa de Secagem modelo SX1.3DTME, Manta de aquecimento modelo LGI-AHM-500 e Micropipeta 100-1000 μ L monocal volume variável.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Preparo do extrato da camomila

Retirou-se os caules presentes nas folhas da planta e peneirou-as a fim de obter a amostra de interesse, pesou-se 8g de amostra em triplicata. Após pesada, a camomila foi colocada em estufa por 30 minutos a 40°C, em seguida, foi retirada e trituração com o auxílio de almofariz e pistilo. Após a trituração, inseriu-se a amostra no papel filtro e o introduziu no aparelho de Soxhlet, iniciando, após o início da ebulição da água presente no balão, o processo de extração com duração de 3 horas. (HONORATO, 2012)

3.2.2. Análise qualitativa dos fenóis totais

Em um tubo de ensaio, uma parte do extrato foi transferida e em seguida foi adicionado 1 mL de etanol na amostra, que posteriormente foi deixada em banho-maria por cerca de 5 minutos a temperatura de 40°C, adicionou-se 1 mL de solução alcoólica de cloreto de ferro (III) à 0,5 mol.L⁻¹ com o objetivo de observar mudança na coloração

para verde-acastanhado. (GOMES; NASCIMENTO, 2019)

3.2.3. Análise quantitativa dos fenóis totais

O método utilizado foi adaptado com base em Rosa (2015). Para quantificar os fenóis totais presentes nos extratos, aplicou-se o procedimento do método colorimétrico 4-aminoantipirina.

Preparou-se uma solução estoque de ácido gálico com concentração de 500 ppm em um balão volumétrico de 50 mL e recolheu-se alíquotas desta solução a fim de realizar diluições para obter 10 mL nas seguintes concentrações: 100 ppm, 75 ppm, 50 ppm, 25 ppm e 10 ppm.

Foi recolhido 1000 μL do extrato da camomila e completou-se com água destilada a fim de obter 5 mL da solução amostra diluída. Os padrões foram preparados, inclusive o branco e o analito, e na seguinte ordem foram adicionados: 0,2 mL de solução de 4- aminoantipirina 3%, 2 mL de solução de ferricianeto de potássio 2%, \pm 4 gotas de solução tampão pH 10 com a intenção de tamponar o meio em pH 10, confirmado com a fita de pH e agitando constantemente a cada adição.

As soluções foram transferidas para cubetas de plástico e realizou-se a varredura no espectrofotômetro com o branco e a solução intermediária de 50 ppm. Logo após, foi feita a varredura em uma faixa de 400-550nm e a curva analítica, obtendo 473 nm como absorbância máxima dos fenóis totais. No preparo da solução da amostra, foram adicionados todos os reagentes citados anteriormente, não contendo apenas a solução diluída. (APHA, 2005)

Após as leituras das soluções, foi adquirida a equação da reta, a partir da curva de calibração, sendo utilizada para calcular a concentração de fenóis totais no extrato.

3.2.4. Preparo do suco de goiaba

As goiabas, compradas no “Mercado Alvaro”, localizado próximo a ETEC Irmã Agostina, foram previamente lavadas, sendo retiradas suas cascas e, posteriormente, cortadas em pequenos pedaços. Após esse processo, utilizou-se o liquidificador doméstico para garantir a homogeneidade da amostra. Em seguida, foi realizada a peneiração do suco para a retirada do bagaço. Foram produzidas três amostras distintas de suco de goiaba para análise.

No primeiro lote (SA), o suco foi preparado sem aditivos. No segundo lote (SB), foi adicionado extrato de camomila e benzoato de sódio em quantidades equivalentes, adicionando-se 1,5 mL de cada. O terceiro lote (SC) consistiu do suco com apenas os extratos da camomila, sendo adicionado 3 mL do extrato. Realizamos comparações entre

esses lotes e o suco industrial Maguary© e Da Fruta© (SM e SD), assegurando que as mesmas quantidades de aditivos, tanto sintéticos quanto naturais, foram adicionadas respeitando as diretrizes permitidas.

No preparo de SB e SC, foram feitas 3 lotes de cada, com extrato de cada uma das 3 extrações feitas. Sendo um SB com os extratos da extração 1, outro com a 2, e um terceiro com a 3. Foi realizado o mesmo processo com SC. Dessa forma, busca-se avaliar o impacto desses aditivos nos lotes de suco em relação aos produtos comerciais disponíveis no mercado. (ANVISA, 2007).

O armazenamento dos lotes foi feito em garrafas plásticas e locais com luminosidade e em temperatura ambiente, analisando as propriedades organolépticas periodicamente.

3.2.5. Avaliação da atividade antioxidante por método 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH)

Segundo Fries e Frasson (2010), para o preparo das amostras dos sucos naturais para a análise da atividade antioxidante, pesou-se 0,05 g de cada uma das amostras (SA, SB, SC, SD e SM) em um béquer de 10 mL, diluindo cada pesagem com 10 mL de metanol (99%), resultando em soluções de 5 g.L⁻¹. Foi preparada uma solução de 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) a 2 mmol.L⁻¹, que foi separada em quatro porções para suas posteriores diluições em balões volumétricos de 10 mL, obtendo as concentrações de 0,02; 0,03; 0,04 e 0,05 mmol.L⁻¹.

Os valores volumétricos das quatro porções e suas respectivas diluições estão presentes na tabela 2.

Tabela 2: Diluição das concentrações necessárias para as análises

Concentração (mmol.L ⁻¹)	Volume da solução mãe (mL)	Volume de metanol (99%)
0,02	0,10	9,90 mL
0,03	0,15	9,85 mL
0,04	0,20	9,80 mL
0,05	0,25	9,75 mL

Fonte: Próprio autor, 2023

Preparadas as soluções, realizou-se uma varredura do comprimento de onda, na qual uma fração de uma das concentrações de DPPH foi transferida para uma cubeta de plástico e analisada em espectrofotômetro, até a estabilização da absorbância e definição do comprimento de onda correspondente ao DPPH, estabelecendo o padrão para a solução branco. (RUFINO et al., 2007)

Com a metodologia adaptada de Lange, Herebele e Milão (2009), foi realizada a curva padrão utilizando as quatro concentrações, sendo a concentração 4 o ponto estequiométrico, usados posteriormente nas análises das amostras. Na análise dos extratos, foram utilizadas as amostras de sucos com concentração de 5 g.L⁻¹.

Foram preparadas soluções de 10 mL, sendo que para a amostra de suco de goiaba foi recolhido 1,46 mL de solução de extrato, adicionando 0,25 mL de solução de DPPH 2 mmol.L⁻¹, completando com metanol até o volume total de 10 mL. O respectivo procedimento foi repetido para as outras duas amostras. Após a mistura, esperou-se em torno de 30 minutos para a reação entre as espécies. Foram transferidos aproximadamente 1 mL de cada solução para uma cubeta de plástico, que foi analisada em espectrofotômetro em comprimento de onda entre 510 e 517 nanômetros, por 5 minutos. (MENSOR, 2001)

Com os valores de absorvância, determinou-se o percentual de atividade antioxidante (%AA) da amostra, conforme a fórmula 1:

$$\%AA = \frac{Abs\ amostra - b}{a} \times 100$$

(Fórmula 1)

a = coeficiente angular obtido para a curva de calibração

b = coeficiente linear obtido para a curva de calibração

Fonte: DA SILVEIRA et al. (2018)

3.2.6. Avaliação microbiológica

Preparo das amostras

Adaptando a metodologia de Nascimento e Furlanetto (1981) para a análise microbiológica, foram utilizadas 4 amostras do suco de goiaba preparadas anteriormente (SA, SB, SC e SM), 100 mL de cada amostra foi recolhida em copos descartáveis estéreis.

Os lotes foram diluídos em balões volumétricos de 10 mL, com 1 mL de cada lote transferido para o balão e completado até o menisco com água destilada. Durante o processo, foram registrados o pH e a temperatura inicial de cada suco para garantir melhores resultados. (BRASIL, 2003).

Análise de bactérias e fungos

Seguindo a metodologia de Reis e colaboradores (2023), foram adicionadas aproximadamente 15 mL de ágar CLED em placas de Petri estéreis, em seguida foram acrescentados aproximadamente 1 mL das diluições. Após homogeneização e solidificação do ágar, foram realizadas as semeaduras, incubando as placas a

35°C por 94 horas. Após esse período, foi feita a comparação visual das placas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Preparo do extrato da camomila

A tabela 3 abaixo contém os valores das massas pesadas para cada lote correspondentes ao seu tempo de extração.

Tabela 3: Dados da extração

Lote	Massa (g)	Tempo de extração (h)
1	8,0043	3
2	8,0783	3
3	8,0288	2

Fonte: Próprio autor, 2023

Devido a restrições de tempo, a extração do último lote foi realizado por um período de duas horas, diferente dos dois primeiros, que tiveram duração de três horas. A figura 4 mostra uma foto retirada do processo de extração realizado por meio do método de Soxhlet.

Figura 4: Processo de extração utilizando o aparelho Soxhlet para obtenção de compostos da camomila.



Fonte: Próprio autor, 2023

4.2. Análise qualitativa de compostos fenólicos

Após a extração dos fenóis totais, foi realizada a análise qualitativa dos compostos fenólicos, evidenciando a formação de um complexo de coloração verde-acastanhado, figura 5, em acordo com o exposto no estudo realizado por Gomes e Nascimento (2019).

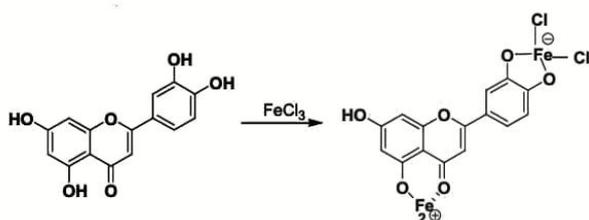
Figura 5: Complexo formado após a adição do cloreto férrico no extrato da camomila



Fonte: Próprio autor, 2023

Essa mudança ocorre quando há a formação de um complexo verde-acastanhado, expressa na figura 6.

Figura 6: Reação do flavonoide com o cloreto de ferro (III) para formação de um complexo

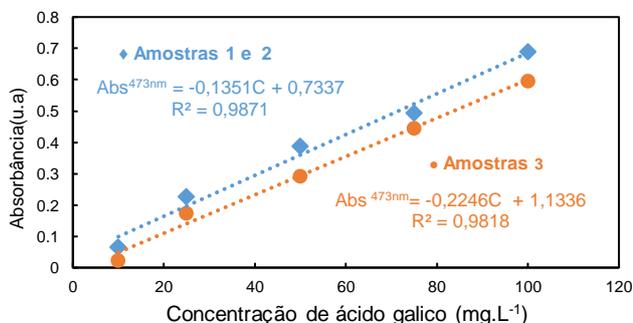


Fonte: KAZMIERCZAK (2022)

4.3. Análise quantitativa dos compostos fenólicos

Posteriormente à análise quantitativa dos fenóis totais do extrato da camomila, foi feita a quantificação pelo método 4- aminoantipirina em um comprimento de onda de 473 nm. A curva analítica obtida na quantificação dos fenóis totais como descrita na metodologia, é apresentada na figura 7.

Figura 7: curva analítica do ácido gálico



Fonte: Próprio autor, 2023

As concentrações obtidas na determinação dos fenóis totais pelo método 4- aminoantipirina, expressos em ppm de compostos fenólicos

presentes no extrato da camomila são apresentados na tabela 4.

Tabela 4: concentrações de fenóis totais nos extratos de camomila obtidas pelo método 4- aminoantipirina

Amostra (Extração)	Concentração de fenóis totais (mg.g ⁻¹)
1	17,32
2	18,22
3	13,08

Fonte: Próprio autor, 2023

Após a quantificação de fenóis totais dos extratos, os resultados mostram uma quantidade abaixo da constatada na literatura. (GOMES; NASCIMENTO, 2019)

O extrato 3 avaliado apresentou uma concentração distinta e baixa quando comparado às amostras 1 e 2, as quais apresentaram concentrações próximas entre si. As três extrações resultaram em soluções com baixa concentração de compostos fenólicos em relação à literatura de Caleja (2017), que indica uma concentração de 41,54 mg.g⁻¹.

A diferença da concentração da última amostra para as demais pode ser consequência da redução de tempo do seu processo de extração, optando-se por ser feito no tempo de 2 horas.

4.4. Avaliação das propriedades organolépticas do suco de goiaba

As duplicatas de cada suco, SA, SB e SC, permaneceram com as aparências inalteradas desde o momento da aplicação dos extratos até o término das análises práticas. Contudo, o odor foi alterado após dois dias, ficando desagradável. Houve a medição de pH, na qual o encontrado foi entre 3,5 e 4,2, estando dentro dos padrões.

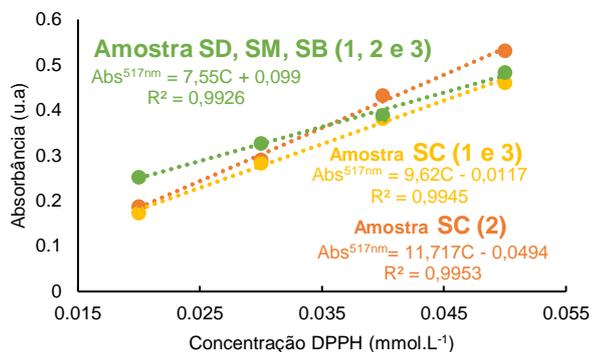
No geral, os sucos permaneceram com o aspecto padrão esperado de cor rosa escuro e pH previsto; porém, o suco que continha somente os extratos obteve odor mais desagradável. (TAVARES, 2018)

4.5. Avaliação da atividade antioxidante DPPH

Para a análise e comparação da atividade antioxidante das amostras SA, SB, SC, SM e SD, verificou-se o registro das curvas padrões com as 4 concentrações apresentadas no gráfico, obtendo a equação da reta e o R². Isso foi feito a fim de garantir uma proporção estequiométrica de 1:1 entre as quantidades de mols de cada antioxidante presentes nos balões de (10 mL) e a quantidade da solução estoque de DPPH adicionada na solução, sendo efetuada a leitura com comprimento de onda

de 517nm, obtendo os resultados apresentados na figura 8.

Figura 8: Curva analítica do DPPH



Fonte: Próprio autor, 2023

Foi realizada a leitura das amostras ao final dos 30 minutos, mesmo após o contato com o DPPH e o tempo necessário para reação, a solução ainda apresentava cor violeta, característica do DPPH em composição molecular original. Esta observação evidencia a eficácia entre os antioxidantes das amostras SA, SB, SC, SD e SM. É possível observar o potencial antioxidante das amostras na tabela 5.

Tabela 5: Percentual das atividades antioxidante das amostras de suco (%AA)

Amostra (Extração)	Percentual atividade antioxidante (%AA)
SA	11,92%
SB (1)	32,74%
SB (2)	24,25%
SB (3)	34,36%
SC (1)	14,18%
SC (2)	17,90%
SC (3)	17,41%
SD	34,94%
SM	32,58%

SA (Suco natural) / SB (Suco + composto-n + benzoato de sódio) / SC (Suco + Composto) / SD (Suco DaFruta©) / SM (Suco Maguary©)

Fonte: Próprio autor, 2023

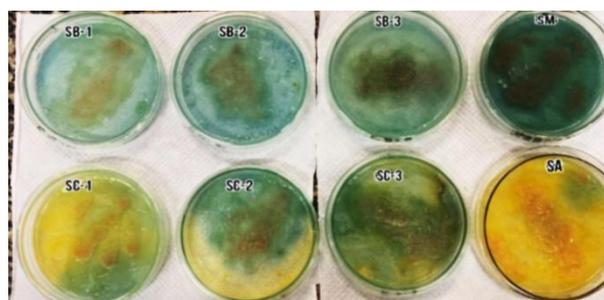
As amostras SB, SD e SM mostraram uma inibição maior, atingindo em média 24,5%, enquanto as amostras SC apresentaram uma inibição, em média, de 16,5%. Esses resultados indicam que SB, SD e SM possui uma maior capacidade de inibição do DPPH em comparação com SC. A diferença na atividade antioxidante entre as amostras pode ser atribuída à adição do conservante benzoato de sódio, variação na

quantidade de compostos fenólicos, interferência de outros componentes, instabilidade dos antioxidantes e efeitos do processamento industrial com a adição de outros aditivos. As amostras SC são mais suscetíveis à degradação, reduzindo sua eficácia antioxidante. A amostra de suco industrializado apresenta um melhor resultado devido às diferenças mencionadas, porém as amostras SC e SB mostram um maior potencial de atividade antioxidante quando se compara com a amostra SA. (DEGÁSPARI,2004)

4.6. Avaliação Microbiológica

A avaliação microbiológica dos lotes SA, SB, SC e SM envolveu o plaqueamento, com retirada de 1 mL de cada lote diluído. Como observado na figura 9, houve um menor crescimento bacteriano nos lotes SB e SM, mostrando uma eficácia do conservante sintético em relação aos outros.

Figura 9: Placas de Petri após 96 horas de incubação (35°)



SA (Suco natural) / SB (Suco + composto + benzoato de sódio) / SC (Suco + composto) / SM (Suco Maguary©)

Fonte: Próprio autor, 2023

Nos lotes SB, foram localizadas duas colônias azul-esverdeadas, que podem ser identificadas como bactérias, segundo características descritas (tabela 6) na literatura de Teixeira (2020). Já nos lotes SC, as colônias são distintas, apresentando cores amareladas, e o lote SA teve um maior número de colônias.

Tabela 6: Características para identificação de bactérias e fungos

	Fungo	Bactéria
Formato	Sem forma definida	Circular
Coloração	Cores fortes	Tons pastéis
Contorno	Irregular	Regular
Tamanho	Grandes	Pequenas

Fonte: TEIXEIRA (2020)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da extração dos compostos fenólicos não se revelaram efetivos, evidenciando uma concentração baixa de compostos fenólicos no extrato de camomila, que não se alinha com as expectativas da literatura ($41.54 \pm 1.18 \text{ mg.g}^{-1}$).

Ao analisar a atividade antioxidante, observou-se que os compostos fenólicos não conseguiram superar o potencial antioxidante do benzoato de sódio. Essa constatação sugere limitações no poder antioxidante desses compostos em comparação com o conservante sintético. A falta de uma inibição mais pronunciada do radical DPPH nos sucos tratados com compostos fenólicos indica que, embora sejam promissores, esses componentes podem não oferecer uma proteção antioxidante tão eficaz quanto o benzoato de sódio.

Essa descoberta está intrinsecamente ligada aos resultados dos ensaios microbiológicos. Nas amostras tratadas com compostos fenólicos, foi observada um maior crescimento de bactérias em comparação com aquelas tratadas com benzoato de sódio. Essa correlação entre a atividade antioxidante e a formação bacteriana destaca a complexidade das interações entre os compostos fenólicos e a preservação microbiológica. Contudo, notou-se uma conservação parcial em amostras tratadas com conservante sintético e flavonoides em quantidades equivalentes, sendo possível uma limitada substituição do benzoato de sódio.

Portanto, por meio desse projeto, os compostos fenólicos, enquanto substituto do benzoato de sódio em suco industrial, não possuíram uma aplicação viável para a indústria alimentícia.

6 PERSPECTIVAS

As investigações futuras devem concentrar-se em adaptar a forma de extração e armazenamento de compostos fenólicos presentes no extrato da camomila e realizar um maior número de testes, de modo a atender ou superar os padrões estabelecidos pelos conservantes sintéticos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus e aos nossos pais e familiares pelo apoio durante os três anos, principalmente esse último ano.

Aos nossos amigos pelo apoio e por deixar essa caminhada mais leve.

À ETEC Irmã Agostina, pela estrutura disponibilizada, e aos professores da base técnica por todo o ensinamento.

E agradecemos muito às nossas orientadoras, Aline Ramos e Thais Taciano, por todo o apoio, conselho e incentivos oferecido durante o curso.

REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia de procedimentos para pedidos de inclusão e extensão de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia de fabricação na legislação brasileira**. 2009.

ANVISA. **BRASIL**. Instrução Normativa. 2023. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-211-de-1-de-marco-de-2023-468509746>> . Acesso em 11 de maio de 2023.

ANVISA. **BRASIL**. Resolução da Diretoria Colegiada. 2007. Disponível em: www.anvisa.gov.br/legis/resol/2007/rdc/. Acesso em 8 de maio de 2023.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Ed., 2005.

ATSDR, Agência dos EUA para substâncias tóxicas e registro de doenças. **Estudos de Caso em Medicina Ambiental**. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 12, de 04 de setembro de 2003. **Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical e Néctar**. Diário Oficial da União: seção 01, Brasília, DF, n. 01, p. 02-02, 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta>>. Acesso em 11 de maio de 2023.

CALEJA, Cristina et al. Caracterização do perfil fenólico de extratos aquosos de *Matricaria recutita* L. obtidos por decocção. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. spe, p. 136-139, 2017.

CARDOSO, Andreia Medeiros Rodrigues et al. **Características físico-químicas de sucos de frutas industrializados: estudo in vitro**. *Odonto*, v. 21, n. 41-42, p. 9-17, 2013.

CARVALHO, Camila Regina Silva et al. **Potencial antioxidante e teor de compostos fenólicos dos chás de hortelã (*Mentha spicata*), camomila (*Matricaria chamomilla*) e capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*)**. 2019.

- DA SILVEIRA, Ana Claudia et al. **Método de DPPH adaptado: uma ferramenta para analisar atividade antioxidante de polpa de frutos da erva-mate de forma rápida e reprodutível**. 2018.
- DE BARROS, Josiane Rodrigues et al. Conservação de alimentos pelo uso de aditivos: Uma Revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 37, n. 2, 2021.
- DE SOUZA, Betina Aguiar et al. Aditivos alimentares: aspectos tecnológicos e impactos na saúde humana. **Revista Contexto & Saúde**, v. 19, n. 36, p. 5-13, 2019.
- DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão acadêmica**, v. 5, n. 1, 2004.
- DOS SANTOS, Daniel Sousa; RODRIGUES, Mayara Mikelle Farias. Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.
- EUROPEAN COMMISSION. **Opinion on benzoic acid and Sodium Benzoate. Scientific Committee on Consumer Products (SCCP)**. 2005.
- FRIES, Aline Taís; FRASSON, Ana Paula Zanini. Avaliação da atividade antioxidante de cosméticos anti-idade. **Revista Contexto & Saúde**, v. 10, n. 19, p. 17-23, 2010.
- GALO, Gustavo Tomas et al. Estudo da extração da quercetina a partir da cebola roxa (*Allium cepa* L.) e seu uso como conservante alimentar natural. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 1, p. 0153-0162, 2018.
- GOMES, Luana. D. Santos; NASCIMENTO, Vanessa. Extração de Gorduras Totais de Chocolates por Soxhlet e Avaliação Qualitativa da Capacidade Antioxidante. **Revista Virtual de Química**, Universidade Federal Fluminense, v.11, n. 4, p. 1239-1248, jul./2019.
- HONORATO, Mariana. **Rendimento de flavonóides contidos em folhas de camomila (*Matricaria chamomilla* L.) após secagem em estufa com circulação de ar**. UEPB: PB, 2012.
- HONG, Hong et al. Assessment of benzoic acid levels in milk in China. **Food Control**, v. 20, n. 4, p. 414-418, 2009.
- KAZMIERCZAK, Elton et al. **Perfil químico e avaliação da atividade antioxidante de extratos da polpa dos frutos de *Garcinia cochinchinensis***. 2022.
- LANGE, Marcela Kist; HEBERLÉ, Graziela; MILÃO, Denise. Avaliação da estabilidade e atividade antioxidante de uma emulsão base não-iônica contendo resveratrol. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, p. 145-151, 2009.
- LEDERER, Johannes. Alimentação e câncer. 3ª edição. São Paulo: **Editora Malone Dois**. 1990.
- LONGO-SILVA, Giovana et al. Introdução de refrigerantes e sucos industrializados na dieta de lactentes que frequentam creches públicas. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 33, p. 34-41, 2015.
- MATSUURA, Fernando César Akira Urbano; ROLIM, Renata Berbert. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um "blend" com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 138-141, 2002.
- MENSOR, Luciana L. et al. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy research**, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2001.
- MIHYAOUI, Amina et al. Camomila (*Matricaria chamomilla* L.): uma revisão do uso etnomedicinal, fitoquímico e farmacológico. **Vida**, v. 4, pág. 479, 2022.
- NASCIMENTO, Dirceu do; FURLANETTO, Sirdeia MP. Determinação quantitativa de grupos de bactérias em sucos de laranja ao natural. **Revista de Saúde Pública**, v. 15, p. 221-235, 1981.
- NOGUEIRA, Patrícia Ferreira. **Benzeno**. 2010
- OLOYE, Femi. Francis. Investigação espectroscópica da mistura de ácido ascórbico e benzoato de sódio. **Ciência**. 2019.
- PANTEC. **Conservantes de Alimentos Industriais**, 2023. Disponível em: <<https://pantec.com.br/conservantes-de-alimentos-industrializados-conheca-os-principais>>. Acesso em 11 de maio de 2023.
- REIS, Renata Pacheco et al. Caracterização de colônias de cepas comerciais de *saccharomyces cerevisiae* em meio de cultura ágar sabouraud dextrose. **OPEN SCIENCE RESEARCH XI**, v. 11, n. 1, p. 212-220, 2023

ROSA, Clarissa Helena. **Adsorventes para fenol em meio aquoso: o uso de caule de milho como template porogênico**, 2015.

RUFINO, Maria. Do. Socorro. et al. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. 2007.

SILVA, Patricia T. et al. Sucos de laranja industrializados e preparados sólidos para refrescos: estabilidade química e físico-química. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 597-602, 2005.

SINGH, Ompal et al. Camomila (Matricaria chamomilla L.): uma visão geral. **Revisões de farmacognosia**, v. 5, n. 9, pág. 82, 2011.

SPOSITO, Cinthia Mayara Dias. **Aplicação de acerola (Malpighia emarginata DC) em pó em carne mecanicamente separada de frango: avaliação da ação conservante**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

TAVARES, Pedro Paulo Lordelo Guimarães et al. **Análise sensorial e estudo da vida de prateleira de sucos mistos de frutas**, 2018.

TEIXEIRA, Daniel de Azevedo. **Microbiologia básica**. Minas Gerais: NICE, 2020.

WILLIAMS, Rebecca; LOCK, Edward. **Sodium benzoate attenuates D-serine induced nephrotoxicity in the rat**. **Toxicology**, 207(1), 35-48, 2005.