REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA, NOS COMPOSTOS BIOATIVOS E NA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE GELEIAS MISTAS DE PIMENTA BIQUINHO E MARACUJÁ-AMARELO ADICIONADAS DE MEL

INFLUENCE OF STORAGE TEMPERATURE ON THE PHYSICOCHEMICAL STABILITY, BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF BIQUINHO PEPPER AND YELLOW PASSION FRUIT MIXED JELLIES WITH ADDED HONEY

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN LA ESTABILIDAD FÍSICO-QUÍMICA, EN LOS COMPUESTOS BIOACTIVOS Y EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LAS JELATINAS MIXTAS DE PIMIENTA BIQUINHO Y MARACUYÁ AMARILLO CON AÑADIDO DE MIEL

Angelina de Sousa Chagas
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia
Universidade Federal de Ouro Preto
Endereço: Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
E-mail: angelina.chagas@aluno.ufop.edu.br

Ariel Albuquerque Pio
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia
Universidade Federal de Ouro Preto
Endereço: Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
E-mail: ariel.pio@aluno.ufop.edu.br

Fernanda Isabela Moreira
Bacharela em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Ouro Preto

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Endereço: Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
E-mail: fernanda.isabela@aluno.ufop.edu.br

Paloma Cristina dos Santos
Mestre em Saúde e Nutrição
Universidade Federal de Ouro Preto
Endereço: Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
E-mail: paloma.santos@aluno.ufop.edu.br

Luciana Rodrigues da Cunha
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Ouro Preto
Endereço: Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
E-mail: lrcunha@ufop.edu.br

Helder Canto Rezende
Doutor em Genética e Melhoramento
Universidade Federal de Viçosa
Endereço: Florestal, Minas Gerais, Brasil
E-mail: helder.resende@ufv.br

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira
Doutora em Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Ouro Preto
Endereço: Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
E-mail: patricia.pereira@ufop.edu.br

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da temperatura de armazenamento na estabilidade físico-química, nos compostos bioativos e na capacidade antioxidante de geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo com adição de mel. Foram formuladas geleias mistas, que passaram por análises microbiológicas, físico-químicas, compostos bioativos e de capacidade

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

antioxidante, utilizando um delineamento inteiramente casualizado. As amostras foram armazenadas a três temperaturas (25, 35 e 45 °C) e analisadas ao longo de 90 dias. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de médias (Scott-Knott) com 5% de significância. Os resultados microbiológicos indicaram crescimento de fungos filamentosos e leveduras nas amostras mantidas a 25 ºC e 35 ºC após 30 dias, enquanto a 45 ºC não houve crescimento microbiano, sugerindo que temperaturas mais altas inibem esses microrganismos. As análises físico-químicas revelaram que a umidade foi o parâmetro mais sensível ao aumento de temperatura, apresentando redução significativa e sinérese ao final do armazenamento a 45 ºC. As temperaturas elevadas também reduziram os valores de C*, conferindo uma aparência mais opaca às geleias. Além disso, os compostos bioativos e a capacidade antioxidante aumentaram, influenciados pela temperatura, pelos ingredientes da formulação e pela adição de mel.
Palavras-chave: *Capsicum chinense*; *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*; processamento; armazenamento

Abstract

This study aimed to evaluate the influence of storage temperature on the physicochemical stability, bioactive compounds, and antioxidant capacity of mixed biquinho pepper and yellow passion fruit jams with added honey. Mixed jams were formulated and subjected to microbiological, physicochemical, bioactive compound, and antioxidant capacity analyses using a completely randomized design. Samples were stored at three temperatures (25, 35, and 45 °C) and analyzed over 90 days. Data were subjected to analysis of variance and mean testing (Scott-Knott) at a 5% significance level. Microbiological results indicated growth of filamentous fungi and yeasts in samples stored at 25 °C and 35 °C after 30 days, whereas no microbial growth was observed at 45 °C, suggesting that higher temperatures inhibit these microorganisms. Physicochemical analyses revealed that moisture was the parameter most sensitive to increased temperature, showing a significant reduction and syneresis at the end of storage at 45 °C. Elevated temperatures also reduced C* values, resulting in a more opaque appearance of the jams. Furthermore, bioactive compounds and antioxidant capacity increased, influenced by storage temperature, formulation ingredients, and the addition of honey.
Keywords: *Capsicum chinense; Passiflora edulis* f. *Flavicarpa;* processing; storage

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la temperatura de almacenamiento en la estabilidad físico-química, los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante de jaleas mixtas de pimiento biquinho y maracuyá amarillo con adición de miel. Se formularon jaleas mixtas, que se sometieron a análisis microbiológicos, físico-químicos, de compuestos bioactivos y de capacidad antioxidante, utilizando un diseño completamente aleatorio. Las muestras se almacenaron a tres temperaturas (25, 35 y 45 °C) y se analizaron durante 90 días. Los datos se sometieron a análisis de varianza y prueba de medias (Scott-Knott) con un 5 % de significación. Los resultados microbiológicos indicaron el crecimiento de hongos filamentosos y levaduras en las muestras mantenidas a 25 ºC y 35 ºC después de 30 días, mientras que a 45 ºC no hubo crecimiento microbiano, lo que sugiere que las temperaturas más altas inhiben estos microorganismos. Los análisis físico-químicos revelaron que la humedad fue el parámetro más sensible al aumento de temperatura, presentando una reducción significativa y sinéresis al final del almacenamiento a 45 ºC. Las altas temperaturas también redujeron los valores de C*, lo que confería un aspecto más opaco a las jaleas. Además, los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante aumentaron, influenciados por la temperatura, los ingredientes de la formulación y la adición de miel.
Palabras clave: *Capsicum chinense*; *Passiflora edulis f. flavicarpa*; procesamiento; almacenamiento

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

1. Introdução

A estabilidade de produtos alimentícios é determinada por fatores intrínsecos, como atividade de água, pH, potencial redox, nutrientes, presença de flora microbiana e conservantes, e por fatores extrínsecos, incluindo tempo, temperatura, umidade, exposição à luz UV, contaminação microbiológica e condições de embalagem (Da Silva et al., 2016). Entre esses, a temperatura destaca-se como um fator crítico, impactando diretamente a oxidação de nutrientes, a qualidade sensorial e a proliferação microbiana (Oliveira et al., 2013).

O monitoramento da estabilidade de alimentos exige a realização de análises periódicas para identificar o ponto de deterioração (Labuza, 1982). Este processo é essencial para assegurar a segurança e qualidade dos produtos, especialmente em alimentos processados como doces e geleias, cuja fabricação envolve técnicas tradicionais de conservação baseadas na combinação de frutas, açúcar, pectina e ácidos (Figueroa & Genovese, 2019). Segundo a RDC nº 272/2005, as geleias são definidas como produtos obtidos de frutas ou partes delas, processadas por métodos tecnológicos seguros (Brasil, 2005).

O processo de formação de geleias depende da precipitação da pectina em presença de açúcar e ácidos, sendo o pH em torno de 3,2 e o teor de sólidos solúveis de 65 °Brix condições ideais para a formação do gel (Moura et al., 2014). Tradicionalmente, o açúcar branco cristal é utilizado na fabricação devido ao custo reduzido (Jackix, 1988). Contudo, sua elevada ingestão apresenta implicações negativas à saúde (De Alimentação, 2022), incentivando o uso de alternativas naturais, como o mel.

O mel, além de adoçante natural, é rico em vitaminas, minerais, compostos antioxidantes e propriedades funcionais, incluindo ação antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante (Ajibola et al., 2012; Ávila et al., 2019). Também contém oligossacarídeos benéficos para a saúde intestinal, que promovem o crescimento de bactérias probióticas como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (Riquette, 2013).

Em um mercado competitivo, os consumidores buscam produtos inovadores e saudáveis. Nesse contexto, as geleias mistas, que combinam frutas e vegetais, têm ganhado destaque por integrarem características sensoriais atrativas com elevado valor nutricional (Germano et al., 2017). As combinações de ingredientes permitem um equilíbrio de nutrientes bioativos, como vitamina C e carotenoides, preservando as propriedades funcionais das matérias-primas (Lemes et al., 2018; Souza et al., 2019).

Entre os ingredientes inovadores, a pimenta biquinho (Capsicum chinense) tem se destacado por seu perfil nutricional, rico em carotenoides e compostos antioxidantes (Dantas et al., 2017). Esses compostos, precursores da vitamina A, têm potencial para inativar radicais livres, conferindo propriedades funcionais ao produto (Young & Lowe, 2001). Já o maracujá-amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa) é uma fonte expressiva de compostos fenólicos, flavonoides e vitamina C, contribuindo para o aumento da capacidade antioxidante (Sanchez et al., 2020).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo desenvolver geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo, adoçadas com mel, e avaliar sua estabilidade em diferentes condições de armazenamento (temperaturas de 25 °C, 35 °C e 45 °C) ao longo de 90 dias. O desenvolvimento do produto integra atributos de inovação e saúde, buscando atender às demandas de um mercado consumidor cada vez mais consciente e exigente.

2. Metodologia

Para a produção das geleias, foram utilizados pimenta biquinho e maracujá-amarelo *in natura* adquiridos de fornecedores locais de Ouro Preto. Além disso, foram utilizados mel (Santa Bárbara®), açúcar cristal branco (Euroçúcar®), ácido cítrico (GastronomyLab®) e pectina de alto grau de metoxilação (ATM) (Rica Nata®).

As geleias foram elaboradas na planta piloto de Produtos Amiláceos e analisadas nos laboratórios de Análise Sensorial, de Bromatologia e de Microbiologia de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

Obtenção dos extratos de pimenta biquinho

As pimentas biquinho passaram por um processo de seleção, onde aquelas inadequadas para consumo foram descartadas. Em seguida, foram submetidas a uma lavagem minuciosa em água corrente para remover quaisquer impurezas e, para garantir a higienização, foram imersas em uma solução de Hidrosteril® (2,5%) por um período de 15 minutos. Posteriormente, as pimentas foram novamente enxaguadas em água corrente para eliminar qualquer resíduo da solução. Após essa etapa, as pimentas foram trituradas em uma proporção de 1 parte de pimenta para 0,5 partes de água, utilizando um liquidificador industrial da marca Tron Master (Catanduva, São Paulo, Brasil) por um período de 60 segundos.

O resultado desse processo foi a obtenção de uma polpa de pimenta biquinho, que foi filtrada através de uma peneira de nylon com 14 cm de diâmetro. Esse procedimento teve como objetivo extrair o líquido da pimenta biquinho, separando as cascas e sementes, e o extrato resultante foi armazenado em potes de polipropileno previamente higienizados em solução de Hidrosteril® por 15 minutos, sendo conservado a uma temperatura de -18 ºC.

Obtenção da Polpa de Maracujá-Amarelo

Os frutos de maracujá-amarelo foram submetidos a um processo de seleção seguido de lavagem criteriosa em água corrente, visando à remoção de impurezas. Posteriormente, realizou-se a higienização dos frutos em solução de Hidrosteril® a 2,5% por um período de 15 minutos. Após essa etapa, os frutos foram cortados longitudinalmente com o auxílio de uma faca de aço inoxidável, separando-se a polpa e as sementes do albedo. Em seguida, a polpa e as sementes foram processadas e homogeneizadas em liquidificador industrial Tron Master (Catanduva, São Paulo, Brasil) por 60 segundos. O material obtido foi acondicionado em potes de polipropileno previamente higienizados em solução de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Hidrosteril® (2,5%) por 15 minutos e armazenado em freezer a -18 ºC.

Elaboração das geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel

Para a elaboração das geleias, inicialmente, foram combinados o extrato de pimenta biquinho (40,61%) e a polpa de maracujá-amarelo (8,14%). Posteriormente, foi adicionado açúcar (26,16%), e a mistura foi submetida à cocção em panelas de aço inoxidável até alcançar 45 °Brix, medido com um refratômetro manual modelo RT-82. Em sequência, foram incorporados pectina (1,71%) e ácido cítrico (0,57%), mantendo-se a cocção até atingir 58 °Brix. Na etapa final do processo, foi adicionado mel (22,78%), para prevenir a formação de hidroximetilfurfural. As concentrações dos ingredientes foram previamente estabelecidas com base em testes preliminares.

As geleias foram envasadas a quente em potes de vidro previamente esterilizados, selados com tampas de rosca esterilizadas, resfriadas à temperatura ambiente e armazenadas em câmaras de com controle de temperatura ajustado para 25 °C, 35 °C e 45 °C, visando análises posteriores.

Delineamento experimental

Para avaliar a influência da temperatura no armazenamento de geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo com adição de mel, as amostras foram submetidas a condições controladas de temperatura (25, 35 e 45 °C) por um período de 90 dias. As análises foram realizadas em quatro intervalos de tempo: inicial (0), 30, 60 e 90 dias. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), seguindo um esquema fatorial 3x4 (três temperaturas e quatro tempos), que considerou três temperaturas e quatro tempos de armazenamento, com quatro repetições para cada condição experimental.

Ressalta-se que, em função do crescimento de fungos filamentosos observado nas amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C após 30 dias, essas condições foram descontinuadas por motivos de segurança microbiológica. Assim, a partir desse período, o experimento passou a assumir caráter observacional/unifatorial, restringindo-se à avaliação das amostras armazenadas a 45 °C ao longo do tempo.

Avaliação microbiológica das geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo adicionada de mel armazenadas em diferentes temperaturas

Foram realizadas análises microbiológicas para bolores e leveduras, *Salmonella* spp. e *Enterobacteriaceae*, com o objetivo de verificar a conformidade das geleias em relação aos padrões estabelecidos pela RDC nº 161, de 6 de julho de 2022 (Brasil, 2022).

Para a análise de bolores e leveduras, utilizou-se o método descrito no guia da American Public Health Association (Salfinger, Yvonne; Tortorello, Mary Lou, 2015), com o meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA). O preparo do meio envolveu esterilização em autoclave a 121 °C por 15 minutos a 15 psi. Após o resfriamento, o meio foi acidificado com solução de ácido tartárico a 10% e vertido em condições assépticas em placas de Petri estéreis. Foram pesadas alíquotas de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

25 g de cada amostra, diluídas em 225 mL de água peptonada a 0,1% e homogeneizadas, resultando na diluição inicial (10^{-1}). Em seguida, realizaram-se diluições seriadas até 10^{-4}. Posteriormente, alíquotas de 0,1 mL de cada diluição foram inoculadas por plaqueamento superficial em placas contendo Ágar Batata Dextrose (BDA), utilizando uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas a 25-27 °C por 5 dias, sem inversão. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g), conforme metodologia descrita por Furlanetto et al. (2020).

Para a detecção de *Salmonella* spp. e *Enterobacteriaceae*, empregaram-se placas Petrifilm™, da empresa 3M®, seguindo rigorosamente as instruções descritas nos manuais técnicos fornecidos pela fabricante (3M Food Safety Method., 3M Petrifilm™). Esses métodos foram adotados para garantir precisão e confiabilidade nos resultados das análises microbiológicas.

Avaliação físico-química das geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel durante o armazenamento em diferentes temperaturas

Foram realizadas análises de umidade, pH, acidez, sólidos solúveis e cor nas amostras de geleia. As determinações de umidade foram conduzidas de acordo com as metodologias descritas pela AOAC (2003), enquanto as análises de pH, acidez e sólidos solúveis seguiram os procedimentos estabelecidos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata, exceto as colorimétricas, que foram realizadas em quintuplicata conforme Gennadios et al., (1996).

Os valores de umidade foram determinados pelo método de secagem em estufa simples a 65 ºC, baseando-se na perda de peso das amostras até atingirem peso constante. Para a determinação do pH e da acidez total, preparou-se um extrato a partir de aproximadamente 5 g de cada amostra misturados com 45 mL de água destilada. Esta mistura foi mantida sob agitação por 30 minutos e, posteriormente, filtrada com funil e papel de filtro. O pH foi medido utilizando um pHmetro previamente calibrado, enquanto a acidez foi determinada por titulação.

Para tal, 5 mL do filtrado foram diluídos em 45 mL de água destilada, adicionando-se 3 gotas de fenolftaleína como indicador, e titulados com solução de NaOH 0,1 M até o ponto de viragem, expressando os valores de acidez total.

Os sólidos solúveis foram quantificados por leitura refratométrica direta, expressa em °Brix, utilizando um refratômetro analógico modelo RT-82.

A avaliação da cor foi realizada utilizando o sistema L* C* h, uma representação polar do sistema de coordenadas L* a* b*, empregando um espectrômetro colorímetro Minolta modelo CR 400, configurado com a iluminação D65 (luz do dia) e os padrões CIELab. Neste sistema, o parâmetro L* indica luminosidade, o C* representa o croma (intensidade de cor), e o °h corresponde ao ângulo de saturação (matiz). O valor de C* é 0 no centro e aumenta proporcionalmente à distância do centro. O ângulo °h é expresso em graus: 0° representa +a* (vermelho), 90° corresponde a +b* (amarelo), 180° refere-se a –a* (verde) e 270° a –b* (azul).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Avaliação dos compostos bioativos e capacidade antioxidante das geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel

Foram realizadas análises para determinação de vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante nas amostras. A capacidade antioxidante foi avaliada por meio dos métodos ABTS, DPPH e o sistema β-caroteno/ácido linoleico, proporcionando uma análise abrangente das propriedades antioxidantes das geleias.

Determinação de ácido ascórbico (vitamina C)

A quantificação do ácido ascórbico foi realizada conforme o método padrão descrito pela AOAC (1984), com modificações propostas por Benassi e Antunes (1988), que substituíram a solução de extração original (ácido metafosfórico) por ácido oxálico. As amostras foram preparadas em solução de ácido oxálico a 2%, diluindo-se 100 mL dessa solução.

Posteriormente, alíquotas de 25 mL foram tituladas com solução de 2,6-diclorofenolindofenol (DCFI) a 0,025% até o aparecimento de uma coloração rosa persistente. A solução de DCFI foi calibrada previamente com ácido L-ascórbico imediatamente antes das análises para garantir a precisão dos resultados.

O teor de ácido ascórbico foi determinado nas amostras de geleia mista de pimenta biquinho e maracujá amarelo com adição de mel. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra.

Obtenção dos extratos das amostras para análise de compostos fenólicos e para determinação da capacidade antioxidante

A obtenção do extrato foi realizada com base em uma adaptação do método descrito por Larrauri et al. (1997). Aproximadamente 5 g da amostra foram pesados em erlenmeyers, aos quais foram adicionados 40 mL de uma solução metanol/água (50:50, v/v). A mistura foi submetida à agitação constante (200 rpm) à temperatura ambiente por 60 minutos, seguida de repouso em ambiente refrigerado (8 ºC) por 30 minutos. Em seguida, o sobrenadante foi filtrado, coletado e transferido para um balão volumétrico de 100 mL.

O resíduo sólido remanescente foi submetido a uma segunda etapa de extração, utilizando 40 mL de uma solução acetona/água (70:30, v/v). Este processo incluiu nova agitação (200 rpm) à temperatura ambiente por 60 minutos e repouso em ambiente refrigerado (8 ºC) por 30 minutos. O sobrenadante obtido na segunda extração foi combinado ao primeiro no balão volumétrico, ajustando-se o volume final para 100 mL com água destilada.

Para garantir a estabilidade dos compostos extraídos, todo o procedimento foi realizado sob condições de proteção contra a luz. O extrato final foi armazenado a -18 ºC até o momento das análises.

Determinação dos teores de compostos fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais nas geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo enriquecidas com mel foi realizada utilizando uma adaptação do método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Waterhouse (2002). Para o procedimento, alíquotas de 0,5 mL dos extratos foram transferidas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

para tubos de ensaio, seguidas da adição de 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu a 10% (v/v) e 2,0 mL de solução de carbonato de sódio a 4% (p/v). Após homogeneização, as amostras foram mantidas em repouso, protegidas da luz, por 120 minutos para o desenvolvimento da coloração característica.

A absorbância das soluções foi mensurada em 750 nm, utilizando etanol absoluto como controle branco. A concentração de compostos fenólicos totais foi calculada com base na interpolação dos valores de absorbância das amostras em uma curva de calibração construída a partir de padrões de ácido gálico, nas concentrações de 5, 10, 15, 20, 30 e 40 µg/mL. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (AGE) por grama de geleia, permitindo uma avaliação quantitativa robusta dos compostos bioativos presentes nas formulações analisadas.

Capacidade antioxidante pelo método DPPH

A capacidade antioxidante das geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo com adição de mel foi determinada pelo método baseado na captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), conforme descrito por Rufino et al., (2007). Alíquotas de 0,1 mL dos extratos das geleias foram misturadas com 3,9 mL de solução de DPPH a 0,06 mM e mantidas em repouso à temperatura ambiente, protegidas da luz, por 120 minutos para permitir a reação.

Com isso a absorbância das amostras foi medida em 515 nm utilizando um espectrofotômetro. Para a construção da curva padrão, foram empregadas soluções de DPPH em concentrações crescentes (10 µM, 20 µM, 30 µM, 40 µM, 50 µM e 60 µM). Os resultados da capacidade antioxidante foram expressos em termos de EC50, definida como a quantidade de geleia (em gramas) necessária para reduzir 50% do radical DPPH presente na solução (g de geleia/g DPPH). Este parâmetro reflete a eficiência antioxidante das formulações, permitindo comparações quantitativas entre as diferentes amostras analisadas.

Capacidade antioxidante pelo método ABTS

A capacidade antioxidante das geleias foi avaliada pelo método ABTS, seguindo a metodologia de Rufino et al., (2007), com adaptações. O radical ABTS+ foi gerado pela reação de 5 mL de uma solução aquosa de ABTS (7 mM) com 88 µL de persulfato de potássio (140 mM), resultando em uma concentração final de 2,45 mM. A mistura foi incubada no escuro por 16 horas para estabilização do radical e, em seguida, diluída em etanol até atingir uma absorbância de 0,7 ± 0,05 unidades a 734 nm, medida em espectrofotômetro.

Os extratos das geleias (30 µL) ou a substância padrão (Trolox) foram misturados com 3 mL da solução de ABTS+ e mantidos no escuro por 6 minutos. A redução da absorbância foi mensurada em 734 nm, refletindo a capacidade antioxidante das amostras. A calibração foi realizada utilizando soluções etanólicas de Trolox em concentrações conhecidas, e os resultados foram expressos em micromoles de equivalentes de Trolox por grama de peso fresco da geleia (µmol TE/g). Este método permite uma avaliação detalhada da eficácia antioxidante das formulações analisadas.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Capacidade antioxidante pelo método do sistema β-caroteno/ácido linoleico

A capacidade antioxidante das geleias foi determinada pelo método β-caroteno/ácido linoleico, conforme descrito por Marco (1968), com modificações. A solução do sistema β-caroteno/ácido linoleico foi preparada dissolvendo-se 20 mg de β-caroteno em 1 mL de clorofórmio. Após homogeneização, o clorofórmio foi evaporado utilizando um oxigenador. A esta solução, adicionaram-se 40 µL de ácido linoleico e 530 µL de Tween 40. A mistura foi diluída com água saturada com oxigênio (preparada previamente por borbulhamento de oxigênio em água destilada por 30 minutos), ajustando-se a absorbância da solução para valores entre 0,6 e 0,7 a 470 nm, conferindo uma coloração amarelo-alaranjada.

Para a análise antioxidante, 0,4 mL de cada diluição do extrato das geleias foi misturado com 5 mL da solução β-caroteno/ácido linoleico. Como controle, utilizou-se 0,4 mL de solução padrão de Trolox, combinado com 5 mL da solução do sistema. As amostras foram homogeneizadas em tubos de ensaio, submetidas à agitação constante e incubadas em banho-maria a 40 °C. As leituras de absorbância a 470 nm foram realizadas inicialmente após 2 minutos de mistura e em intervalos de 15 minutos até atingir 120 minutos, utilizando água destilada para calibração do espectrofotômetro.

Os resultados da capacidade antioxidante foram expressos como a porcentagem de inibição da oxidação, proporcionando uma medida quantitativa da eficiência antioxidante dos compostos bioativos presentes nas geleias analisadas.

Avaliação dos resultados

Os resultados microbiológicos das diferentes formulações de geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel foram avaliados por meio de análise descritiva.

Já os resultados das análises físico-químicas, dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) e teste de médias Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando software Sisvar (Ferreira, 2014).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão os resultados microbiológicos da geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel após o processamento.

Observou-se que os resultados microbiológicos obtidos após o processamento foram satisfatórios (Tabela 1), evidenciando que houve boas práticas de fabricação durante o processo de produção da geleia, estando dentro dos padrões estabelecidos pela RDC nº161, de 6 de Julho de 2022 (Brasil, 2022).

Tabela 1- Valores médios dos parâmetros microbiológicos das geleias mistas de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionadas de mel após o processamento.

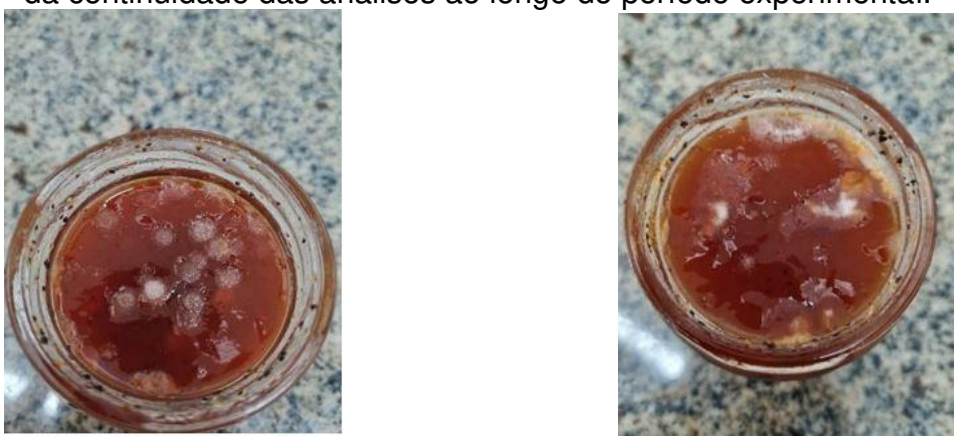
Parâmetros microbiológicos	Valores médios	Valores de Referência
Salmonella ssp	Ausência/25g	-
Enterobacteriaceae	$<10^1$ UFC/g	10^2 UFC/g
Bolores e leveduras	$3,5x10^2$ UFC/g	10^4 UFC/g

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Após 30 dias de armazenamento, as geleias apresentaram fungos filamentosos visíveis na superfície em temperaturas de 25 ºC e 35 ºC (Figura 1).

Figura 1. Aspecto visual das geleias mistas de pimenta-biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel após 30 dias de armazenamento a 25 °C (a) e 35 °C (b), evidenciando o crescimento visível de fungos filamentosos nas superfícies das amostras. Esse crescimento microbiológico motivou a exclusão dessas condições da continuidade das análises ao longo do período experimental.



(a) (b)

Isso não era esperado visto que em se tratando de uma geleia com adição de açúcar, estima-se uma estabilidade maior, como mostrado no estudo de Brandão et al. (2018), que foi avaliada a qualidade físico-química e microbiológica das formulações de geleia mista de frutas do cerrado (marolo, maracujá doce e graviola) armazenadas por 180 dias em câmara com temperatura controlada a 25 ºC e 35 ºC. No estudo conduzido por Santos et al. (2012), sobre alterações nas propriedades físico-químicas, microbiológicas, na avalição sensorial e no perfil aromático de geleias de cajá-umbu, armazenadas por 30 dias em temperatura ambiente, verificaram ausência de microrganismos durante o período de armazenamento. Os autores atribuíram este resultado à influência da própria composição química e características intrínsecas da geleia. Esses achados corroboram com estudos realizados por Turchetto et al. (2014) e Oliveira et al. (2020), que também identificaram resultados similares em geleias de amora preta e laranja orgânica com adição de hortelã, respectivamente.

De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2000), é estabelecido um teor máximo de umidade de até 20% para méis. Entretanto, em estudos conduzidos por Finco et al. (2010) e revelaram variações de umidade para méis entre 13,4% e 22,9%. No processo de fabricação da geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel do presente estudo, foi incorporado 22,78% de mel, sendo que de acordo com os trabalhos relatados anteriormente, 20% desta quantidade corresponde à água.

Durante o processamento das geleias do presente estudo, a adição do mel foi realizada a uma temperatura inferior a 60 ºC com a finalidade de evitar a formação de hidroximetilfurfural (HMF). Essa estratégia foi adotada com o intuito de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

evitar uma elevada concentração deste componente, um subproduto formado pela desidratação da frutose durante o aquecimento do mel em temperaturas acima de 70 °C (Da Silva et al., 2018). De acordo com a literatura científica, o HMF é descrito apresentando algumas propriedades citotóxicas, mutagênicas, genotóxicas e carcinogênicas (Surh et al., 1994; Janzowski et al., 2000; Teixidó et al., 2006). Além disso, o HMF é conhecido por ser irritante para os olhos, sistema respiratório, pele e mucosas (Capuano et al., 2011). Desta forma, infere-se que essa porcentagem de 20% de água não foi evaporada, resultando em um aumento de água livre e umidade ocorrendo, assim, a multiplicação de fungos (Figura 1). Como observado na Tabela 2 o teor inicial de umidade das geleias foi de 57,70%, reduzindo para 36,30% (em média) durante os primeiros 30 dias nas três temperaturas de estudo. Mota (2006) encontrou teores de umidade de 42,84% a 49,82% em geleias produzidas a partir de diferentes variedades de amora utilizando apenas sacarose na formulação.

Segundo Daudin (1991), os alimentos são classificados em relação à umidade da seguinte forma: alimentos com alta umidade quando apresentam uma porcentagem de água entre 55% e 100%, alimentos de umidade intermediária com valores de 20% a 50% de água, e alimentos com baixa umidade quando apresentam valores de 0% a 20% de água. Diante disso, pode-se verificar que após processamento, as geleias apresentaram elevado teor de umidade, sendo que aos 30 dias de armazenamento a geleia exibiu umidade intermediária.

A deterioração causada por fungos nos alimentos é comumente observada em ambientes com pH ácido, proporcionando condições favoráveis para o crescimento e proliferação desses microrganismos (Tsuchiya et al., 2009; Novais Júnior et al., 2020). Em um estudo conduzido por Junior et al. (2021), foi constatado que amostras de geleia de morango apresentavam contagem de bolores e leveduras acima dos limites permitidos pela legislação, com valores de 5,6 x 10^5 UFC/mL, pH de 3,30, umidade de 34% e acidez de 1,41%. Esses resultados foram similares aos encontrados na geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel, conforme evidenciado na Tabela 2.

Os microrganismos, como fungos, leveduras e bactérias formadoras de esporos, têm a capacidade de estar presentes no mel devido à sua capacidade de suportar altas concentrações de açúcar, acidez e propriedades antimicrobianas do mel (Pereira & Reis, 2015), sendo que, conforme Gomes et al., (2010), esses são os principais contaminantes microbiológicos encontrados no mel. Os bolores mais comumente encontrados pertencem aos gêneros *Penicillium, Mucor e Aspergillus* e são considerados perigosos devido à produção de metabólitos tóxicos (Ferreira et al., 2013). Além disso, Snowdon & Cliver (1996) relatam que um dos principais problemas do mel é a contaminação secundária, que está diretamente relacionada às condições de extração, manipulação e beneficiamento. Ainda, é importante ressaltar que o mel contém, naturalmente, bolores e leveduras, conforme mencionado por Souza et al., (2009).

O crescimento de fungos filamentosos e leveduras ocorre apenas em condições adequadas de umidade e temperatura (Alves et al., 2011). Algumas espécies apresentam capacidade de adaptação a diferentes ambientes e podem colonizar o mel, bem como contaminar e se desenvolver em alimentos nos quais

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

esse ingrediente é incorporado (Lieven et al., 2012). Os fungos filamentosos são capazes de se multiplicar em ampla faixa de atividade de água, geralmente entre 0,70 e 0,80 (Nespolo et al., 2015), além de tolerarem valores de pH variando de 1,5 a 11 (Gock et al., 2003). A temperatura favorável ao crescimento fúngico situa-se entre 0 °C e 35 °C, sendo a faixa ótima, para a maioria das espécies, entre 20 °C e 30 °C (Ferreira et al., 2005).

Esses microrganismos também apresentam elevada versatilidade metabólica, sendo capazes de utilizar diferentes substratos, como carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas e lipídios (Dagnas et al., 2013). Nesse contexto, levanta-se a hipótese de que a ocorrência de crescimento fúngico na geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá-amarelo adicionada de mel possa estar associada, entre outros fatores, à etapa de adição do mel durante o processamento. O mel foi incorporado à formulação em temperatura inferior a 60 °C, o que não caracteriza um tratamento térmico efetivo. Assim, é possível que a ausência de um tratamento térmico adequado nessa etapa não tenha promovido a inativação de esporos de fungos filamentosos e leveduras eventualmente presentes, permitindo seu desenvolvimento ao longo do armazenamento nas temperaturas de 25 °C e 35 °C, nas quais o produto apresentou condições favoráveis de pH e temperatura para multiplicação microbiana (Scripcã et al., 2019).

Embora não tenha sido observado crescimento de fungos filamentosos e leveduras nas amostras armazenadas a 45 °C ao longo do período experimental, esse resultado não deve ser interpretado como indicativo de segurança microbiológica em condições reais de armazenamento. O armazenamento a 45 °C representa uma condição térmica extrema (Zhou et al., 2010), pouco compatível com práticas comerciais usuais para geleias, podendo exercer efeito inibitório temporário sobre o crescimento microbiano, sem, contudo, garantir a estabilidade microbiológica do produto em condições mais realistas de estocagem (Yan et al., 2015).

Dessa forma, a ausência de crescimento microbiano observada nessa condição sugere, no máximo, a ocorrência de um efeito térmico acentuado, e não uma estratégia viável de conservação para aplicação tecnológica. Em condições convencionais de armazenamento, como temperatura ambiente ou refrigerada, outros fatores intrínsecos e extrínsecos do produto, como atividade de água, pH, teor de sólidos solúveis e carga microbiana inicial, exercem papel determinante na estabilidade microbiológica das geleias (Oliveira et al., 2014a).

Nesse contexto, estratégias tecnológicas mais realistas para o controle microbiológico de geleias incluem a adoção de tratamentos térmicos adequados durante o processamento, especialmente do mel, a redução da atividade de água por meio do ajuste da formulação e da concentração de sólidos solúveis, bem como o uso de conservantes naturais ou agentes antimicrobianos compatíveis com a legislação vigente, como ácidos orgânicos, extratos vegetais ou compostos bioativos com reconhecida atividade antifúngica (Davidson et al., 2012). Essas abordagens podem contribuir de forma mais eficaz e aplicável para a garantia da segurança microbiológica e da estabilidade do produto durante o armazenamento.

Na Tabela 2 estão os resultados de sólidos solúveis, pH, acidez e umidade

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

das geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel ao longo do armazenamento em diferentes temperaturas.

Ressalta-se que durante o armazenamento das geleias em diferentes temperaturas, os teores de sólidos solúveis, umidade, acidez e pH podem sofrer variações, podendo aumentar, diminuir ou permanecer estáveis (Prospero et al., 2016).

Tabela 2- Valores dos parâmetros físico-químicos das geleias mista de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel avaliadas até 30 dias de armazenamento em diferentes temperaturas, bem como ao longo do tempo para a condição de 45 °C.

Temperatura	Tempo (dias)			
	T0	T30	T60	T90
Sólidos solúveis (°Brix)				
25 °C	63,97 ± 0,23 Aa	63,33 ± 0,15 Aa	----	----
35 °C	63,97 ± 0,23 Aa	62,27 ± 0,40 Ab	----	----
45 °C	63,97 ± 0,23 Aa	62,57 ± 0,31 Aa	63,63 ± 0,94 a	60,77 ± 0,05 b
pH				
25 °C	3,16 ± 0,0 Ab	3,34 ± 0,01 Aa	----	----
35 °C	3,16 ± 0,0 Ab	3,33 ± 0,02 Aa	----	----
45 °C	3,16 ± 0,0 Ab	3,32 ± 0,01 Aa	3,41 ± 0,03 a	3,14 ± 0,05 b
ATT (%)				
25 °C	3,47 ± 0,39 Aa	1,46 ± 0,18 Ab	----	----
35 °C	3,47 ± 0,39 Aa	1,01 ± 0,20 Ab	----	----
45 °C	3,47 ± 0,39 Aa	1,14 ± 0,38 Ab	0,91 ± 0,22 b	1,32 ± 0,21 b
Umidade (%)				
25 °C	57,70 ± 1,27 Aa	38,13 ± 0,82 Ab	----	----
35 °C	57,70 ± 1,27 Aa	33,14 ± 0,37 Bb	----	----
45 °C	57,70 ± 1,27 Aa	37,62 ± 0,09 Ab	33,39 ± 0,73 c	32,31 ± 0,53 c

Nota: n = 3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os traços (----) indicam ausência de dados em decorrência da exclusão das amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C após 30 dias, devido ao crescimento visível de fungos filamentosos, o que inviabilizou a continuidade das análises nessas condições

De acordo com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (1985), o pH ótimo para a formação de geleia situa-se entre 3,0 e 3,2. No estudo de Resosemito et al. (2020), as geleias de maracujá com pimenta malagueta foram formuladas com um pH de 4,0, o qual excede a faixa considerada ideal para a formação do gel. No entanto, não foi necessário ajustar a matéria-prima, uma vez que as geleias obtidas atingiram a consistência adequada devido ao teor de pectina utilizada.

Até 30 dias de armazenamento, observou-se que a geleia armazenada a 35 °C apresentou redução nos valores de sólidos solúveis em relação às demais

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

condições avaliadas (Tabela 2). Após esse período, em razão da descontinuidade das amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C, a avaliação passou a considerar exclusivamente o comportamento das geleias mantidas a 45 °C ao longo do tempo. Nessa condição, a redução dos sólidos solúveis foi observada apenas no período mais prolongado de armazenamento, aos 90 dias. Resultados semelhantes de sólidos solúveis, variando de 61,2 a 64,8 °Brix, foram reportados por Monteiro & Pires (2016) em geleias de murici armazenadas sob diferentes condições de temperatura e luminosidade por até 150 dias. Por sua vez, Mota (2006) encontrou teores inferiores (47 a 58 °Brix) em geleias de amora preta, quando comparados aos valores observados no presente estudo (Tabela 2). Segundo Jackix (1988), o teor ideal de sólidos solúveis para geleias é de aproximadamente 67,5 °Brix, sendo que valores inferiores a 64 °Brix podem resultar em produtos com textura mais fraca, enquanto teores superiores a 71 °Brix favorecem a cristalização. Nesse contexto, aos 90 dias de armazenamento, as geleias mantidas a 45 °C apresentaram teor de sólidos solúveis de 60,77 °Brix, indicando possível impacto do tempo de armazenamento em condições de temperatura elevada sobre a concentração desses sólidos.

Temperaturas mais elevadas podem acelerar reações químicas e alterações bioquímicas nos componentes da geleia, resultando em possíveis perdas ou modificações nos sólidos solúveis presentes (Leonardi & Azevedo, 2018).

Até 30 dias de armazenamento, observou-se comportamento semelhante do pH entre as diferentes temperaturas avaliadas, com tendência de aumento ao longo do tempo (Tabela 2). A partir desse período, em função da descontinuidade das amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C, a avaliação do pH passou a considerar exclusivamente o comportamento das geleias mantidas a 45 °C ao longo do armazenamento, sendo observada uma redução desse parâmetro aos 90 dias. Resultados semelhantes foram descritos por Miguel et al. (2009) em geleias de morango, nas quais foi observado um ligeiro aumento do pH até 60 dias de armazenamento a 20 °C, com manutenção da estabilidade em períodos posteriores. Ainda, Chim et al. (2009) relataram diminuição do pH ao final do armazenamento de geleias de amora-preta, indicando que variações desse parâmetro ao longo do tempo podem ocorrer em função da formulação e das condições de estocagem.

Os teores de acidez da geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel apresentaram valores superiores daqueles encontrados no estudo de Lourenço et al. (2020) sobre a estabilidade de geleias de maçã e pétalas de rosa durante o armazenamento por 10 meses, os quais encontraram valores médios de 0,51%. De acordo com a literatura, é recomendado que o valor da acidez esteja dentro da faixa de 0,3% a 0,8% para assegurar a obtenção de uma geleia bem estruturada. Valores acima de 0,8%, como mencionado por Assis et al. (2007), podem favorecer a ocorrência de sinérese durante o armazenamento. No presente estudo, aos 90 dias de armazenamento, observou-se que as geleias mantidas a 45 °C apresentaram valores de acidez acima da faixa recomendada, sendo associada a ocorrência de sinérese (Figura 2).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Figura 2. Aspecto visual da geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá-amarelo adicionada de mel após 90 dias de armazenamento a 45 °C, evidenciando a ocorrência de sinérese, caracterizada pela separação de fase aquosa da matriz gelificada.



Durante o período de armazenamento, as geleias apresentaram redução nos teores de umidade, como demonstrado na Tabela 2. Até os primeiros 30 dias de armazenamento, todas as amostras avaliadas apresentaram diminuição no teor de umidade. A partir desse período, em função da descontinuidade das amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C, observou-se uma redução mais acentuada do teor de umidade aos 90 dias de armazenamento na geleia armazenada à 45 °C, em comparação com o início do estudo. Essa observação está em consonância com os estudos conduzido por Oliveira et al. (2014b), que investigou a estabilidade física e química de geleias convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento por 180 dias em condições ambientais, constatando assim uma redução na umidade de quase 10%.

Conforme observado na Figura 2, a geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel armazenada à 45 °C por 90 dias apresentou uma considerável ocorrência de sinérese. Esse fenômeno de sinérese pode estar relacionado ao menor teor de umidade observado ao final do período de armazenamento a 45 °C. Essa relação sugere que a sinérese observada pode ser a causa da redução mais acentuada do teor de umidade.

A ocorrência de sinérese observada nas geleias armazenadas a 45 °C não deve ser interpretada exclusivamente como consequência direta da redução do teor de umidade ou do aumento da acidez do sistema, mas sim como resultado de alterações na estrutura da rede gelificada ao longo do armazenamento (Mizrahi, 2010). Em geleias formuladas com pectina de alto teor de metoxilação (ATM), a estabilidade do gel depende fortemente do equilíbrio entre pectina, açúcares e ácidos, bem como das condições térmicas às quais o produto é submetido (Ngouémazong et al., 2012; Chen et al., 2015).

A pectina ATM forma géis por meio de interações hidrofóbicas e ligações de hidrogênio, favorecidas por elevados teores de sólidos solúveis e pH ácido (Carlotti

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Filho et al., 2020). No entanto, temperaturas elevadas e armazenamento prolongado podem promover a reorganização da rede tridimensional do gel, resultando em contração da matriz polimérica e expulsão da fase aquosa, fenômeno classicamente associado a sinérese (Said et al., 2023).

Além disso, a substituição parcial da sacarose por mel pode ter influenciado significativamente a microestrutura do gel. Diferentemente da sacarose, o mel apresenta composição complexa, rica em glicose, frutose, água, ácidos orgânicos e compostos minoritários, o que pode interferir na capacidade de estabilização da rede pectínica (Silva et al., 2006). Estudos indicam que a utilização de adoçantes alternativos em geleias pode reduzir a força do gel e aumentar a suscetibilidade à sinérese, especialmente sob condições de estresse térmico, devido à menor eficiência na promoção das interações pectina–açúcar–ácido (Vilela et al., 2015; Pessutto & Colla, 2021).

Embora a atividade de água (aw) não tenha sido mensurada no presente estudo, trata-se de um parâmetro fundamental para a estabilidade microbiológica e físico-química de geleias (Lourenço et al., 2020). A aw influencia diretamente o crescimento de fungos filamentosos e leveduras, bem como a ocorrência de fenômenos como sinérese, uma vez que alterações na rede gelificada podem favorecer a liberação de água livre (Beuchat, 1983). Em sistemas açucarados, como geleias, reduções aparentes de umidade nem sempre correspondem à diminuição proporcional da aw, especialmente quando há modificações na estrutura do gel ou na interação entre açúcar, ácidos orgânicos e pectina (Chirife et al., 1996). Assim, é plausível que diferenças na aw tenham contribuído para o crescimento microbiano observado nas amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C (Figura 1) e para a sinérese evidenciada na condição de 45 °C ao final do armazenamento (Figura 2). Estudos futuros que incluam a determinação da atividade de água poderão contribuir para uma compreensão mais abrangente da estabilidade microbiológica e estrutural dessas geleias.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados colorimétricos das geleias mistas de pimenta biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel avaliadas até 30 dias de armazenamento em diferentes temperaturas, bem como ao longo do tempo para a condição de 45 °C. A cor é um atributo intrínseco à qualidade de cada alimento e desempenha um papel fundamental na percepção dos consumidores (Spence et al., 2016). Sua influência na aceitabilidade de um produto é amplamente reconhecida (Izidoro et al., 2008).

A luminosidade (L*) é um parâmetro que avalia se o produto é mais escuro ou mais claro, sendo que valores próximos de 100 indicam que o produto é mais claro e valores próximos de 0 indicam produto mais escuro (Brito et al., 2023). Até 30 dias de armazenamento, os resultados apresentados na Tabela 3 indicaram comportamento semelhante do parâmetro L* entre as diferentes temperaturas avaliadas. Após esse período, em função da descontinuidade das amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C, observou-se na geleia armazenada à 45 °C estabilidade do parâmetro L* ao comparar os valores obtidos no início (T0) e ao final do armazenamento (T90), indicando que a temperatura de 45 °C não afetou significativamente ($p > 0,05$) a luminosidade da geleia, a qual se manteve classificada como escura.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Tabela 3- Valores dos parâmetros de cor das geleias mistas de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel avaliadas até 30 dias de armazenamento em diferentes temperaturas, bem como ao longo do tempo para a condição de 45 °C.

Temperatura	Tempo (dias)			
	T0	T30	T60	T90
L*				
25 °C	17,85 ± 2,66 Ab	22,38 ± 0,66 Ab	----	----
35 °C	17,85 ± 2,66 Ab	20,93 ± 1,44 Aa	----	----
45 °C	17,85 ± 2,66 Ab	21,13 ± 0,46 Aa	22,05 ± 1,47 a	19,71 ± 1,05 b
C*				
25 °C	16,08 ± 1,25Aa	12,42 ± 2,19 Ab	----	----
35 °C	16,08 ± 1,25Aa	13,12 ± 1,87 Ab	----	----
45 °C	16,08 ± 1,25Aa	12,12 ± 1,85 Ab	9,72 ± 1,06 c	11,98 ± 2,33 b
°hue				
25 °C	37,35 ±2,37Ab	41,40 ± 1,72 Aa	----	----
35 °C	37,35 ±2,37Ab	42,10 ± 2,32 Aa	----	----
45 °C	37,35 ±2,37Ab	43,70 ± 1,35 Aa	40,52 ±1,23 a	35,39 ±0,57 b

Nota: n = 5. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os traços (----) indicam ausência de dados em decorrência da exclusão das amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C após 30 dias, devido ao crescimento visível de fungos filamentosos, o que inviabilizou a continuidade das análises nessas condições

Damiani et al. (2012), ao avaliar a cor das geleias mistas de araçá e marolo, também observaram que o valor da luminosidade (L*) manteve-se estável ao final do armazenamento por doze meses em temperatura ambiente. Já Dias et al. (2011) detectaram escurecimento em geleias da casca de banana durante o armazenamento por 165 dias, sendo que atribuíram tal comportamento à oxidação de pigmentos presentes (clorofila, caroteno, compostos fenólicos), gerando cor escura. Um fenômeno similar foi observado em outros estudos, como o de Monteiro & Pires (2016), no qual um aumento inicial foi seguido por uma diminuição gradual nos valores da coordenada L* em geleias de murici armazenadas em diversas condições ambientais ao longo de 150 dias, demonstrando estabilidade no final do período como também na pesquisa de Cardoso (2008), que observou-se um aumento seguido por uma redução no parâmetro de luminosidade de geleia de jambo armazenada por 180 dias nas temperaturas de 25 ºC e 35 ºC.

Em relação à intensidade da cor (C*), até 30 dias de armazenamento, não foram observadas alterações expressivas entre as diferentes temperaturas avaliadas (Tabela 3). A partir desse período, a análise concentrou-se no comportamento das geleias mantidas a 45 °C, nas quais foi observada redução do parâmetro C* ao longo do armazenamento, resultando em coloração visualmente mais opaca. De acordo com Held et al. (2015), valores de C* superiores a 60 indicam cores mais vívidas, enquanto valores inferiores refletem colorações menos intensas. A redução observada pode estar associada à degradação térmica de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

antocianinas e outros pigmentos sensíveis à temperatura, conforme descrito por Dutta et al. (2020), o que pode explicar a perda de vivacidade da cor nas geleias armazenadas a 45 °C. Segundo Ferreira (2014), cores mais intensas tendem a ser mais atrativas aos consumidores.

O ângulo de tonalidade (°hue), que descreve a predominância da cor entre os eixos vermelho, amarelo, verde e azul, indicou que as geleias apresentaram tonalidade predominantemente avermelhada ao longo do armazenamento (Tabela 3) (Dini et al., 2019). Até 30 dias, observou-se aumento significativo ($p < 0,05$) do °hue em todas as temperaturas avaliadas, indicando intensificação inicial da tonalidade vermelha. Esse comportamento foi semelhante ao observado por Damiani et al. (2012) em geleias mistas de araçá e marolo armazenadas por 365 dias, bem como por Cardoso (2008) em geleias de jambo armazenadas por 167 dias nas temperaturas de 25 °C e 35 °C. Após 30 dias de armazenamento, a avaliação do °hue restringiu-se às geleias mantidas a 45 °C, nas quais foi observada tendência de redução da tonalidade vermelha ao longo do tempo. Esse comportamento pode estar associado à degradação térmica de pigmentos e à redução do teor de umidade, conforme descrito por Dias et al. (2011) ao avaliar geleias de casca de banana armazenadas sob diferentes temperaturas. Os resultados desses autores corroboram as observações do presente estudo, indicando que temperaturas mais elevadas podem comprometer a estabilidade da coloração durante o armazenamento prolongado.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante das geleias mistas de pimenta-biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel avaliadas até 30 dias de armazenamento em diferentes temperaturas, bem como ao longo do tempo para a condição de 45 °C.

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicaram que, ao comparar os valores de vitamina C no início (T0) e ao final do período de armazenamento (T90) na condição de 45 °C, não foram observadas diferenças significativas entre esses tempos ($p > 0,05$). Esse comportamento sugere estabilidade da vitamina C mesmo sob condição de temperatura elevada ao longo do armazenamento. Entretanto, ressalta-se que estudos adicionais são necessários para elucidar esse fenômeno, especialmente sob temperaturas ainda mais elevadas ou por períodos prolongados, uma vez que os resultados observados diferem das tendências reportadas na literatura. Patras et al. (2009) e Scrob et al. (2022), por exemplo, relataram redução dos teores de vitamina C ao longo do armazenamento em geleias de morango e de mirtilo, respectivamente, associando essa perda ao aumento do tempo e da temperatura de estocagem.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Tabela 4- Valores médios dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante das geleias mistas de pimenta-biquinho e maracujá amarelo adicionada de mel avaliadas até 30 dias de armazenamento em diferentes temperaturas, bem como ao longo do tempo para a condição de 45 °C.

Temperatura	Tempo (dias)			
	T0	T30	T60	T90
25 °C	100,16 ± 0,00 Aa	39,79 ± 0,00 Ab	----	----
35 °C	100,16 ± 0,00 Aa	40,56 ± 0,00 Ab	----	----
45 °C	100,16 ± 0,00 Aa	44,76 ± 0,00 Ab	46,14 ± 0,00b	139,82 ± 2,54 a
25 °C	0,25 ± 0,00 Aa	0,30 ± 0,04 Aa	----	----
35 °C	0,25 ± 0,00 Aa	0,33 ± 0,03 Aa	----	----
45 °C	0,25 ± 0,00 Ac	0,40 ± 0,02 Ab	0,23 ± 0,00 c	0,61 ± 0,01 a
Capacidade antioxidante -DPPH (EC50 geleia/g DPPH)				
25 °C	57014,85 ± 493,16 Aa	46880, 08 ± 471,36 Aa	----	----
35 °C	57014,85 ± 493,16 Aa	66025,76 ± 310,79 Aa	----	----
45 °C	57014,85 ± 493,16 Aa	54747,64 ± 226,31 Aa	2237,78 ± 132,01 c	34057,75 ± 515,24 b
Capacidade antioxidante –β-caroteno (% proteção)				
25 °C	22,83 ± 1,68 Aa	10,44 ± 0,48 Bb	----	----
35 °C	22,83 ± 1,68 Ab	29,85 ± 1,90 Aa	----	----
45 °C	22,83 ± 1,68 Ab	31,64 ± 2,33 Aa	28,76 ± 2,74 b	26,96 ± 2,05 b
Capacidade antioxidante - ABTS (µMtrolox/g)				
25 °C	3,90 ± 0,04 Ab	5,63 ± 0,08 Aa		
35 °C	3,90 ± 0,04 Aa	3,71 ± 0,04 Ba		
45 °C	3,90 ± 0,04 Ab	3,50 ± 0,01 Bb	5,62 ± 0,07 a	5,55 ± 0,03 a

Nota: n = 4. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os traços (----) indicam ausência de dados em decorrência da exclusão das amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C após 30 dias, devido ao crescimento visível de fungos filamentosos, o que inviabilizou a continuidade das análises nessas condições

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Em relação aos compostos fenólicos totais, observou-se aumento aparente desses teores ao longo do armazenamento das geleias mantidas a 45 °C (Tabela 4). Esse comportamento deve ser interpretado com cautela, uma vez que os métodos espectrofotométricos utilizados para a quantificação de compostos fenólicos totais podem ser influenciados por alterações estruturais da matriz alimentar induzidas pelo aquecimento, incluindo a liberação de compostos fenólicos ligados à matriz, a desnaturação proteica e a formação de produtos da reação de Maillard, os quais apresentam capacidade redutora e podem reagir com o reagente de Folin-Ciocalteu, superestimando os valores obtidos (Kusznierewicz et al., 2008; Serpen et al., 2012).

A capacidade antioxidante refere-se à habilidade de um alimento em neutralizar radicais livres, protegendo as células contra danos oxidativos (Kaur & Kapoor, 2001). A presença de compostos bioativos na formulação da geleia mista, composta por pimenta-biquinho, maracujá-amarelo e mel, confere potencial para intensificar suas propriedades antioxidantes, conforme evidenciado pelos resultados apresentados na Tabela 4.

A avaliação da capacidade antioxidante foi realizada por diferentes métodos, considerando a diversidade de compostos bioativos presentes em alimentos de origem vegetal e seus derivados. Essa abordagem permite uma análise mais abrangente do potencial antioxidante, uma vez que cada método se baseia em princípios distintos, empregando diferentes radicais e padrões de reação (Sousa et al., 2011).

Até 30 dias de armazenamento, observou-se variação da capacidade antioxidante pelo método β-caroteno/ácido linoleico entre as diferentes temperaturas avaliadas. Após esse período, a interpretação dos resultados passou a considerar exclusivamente o comportamento das geleias armazenadas a 45 °C, nas quais não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os valores obtidos no início (T0) e ao final do armazenamento (T90). Esse comportamento contrasta com tendências amplamente descritas na literatura, que apontam para a degradação de compostos bioativos ao longo do tempo, especialmente sob temperaturas mais elevadas (Shinwari & Rao, 2018). Estudos conduzidos por Burdurlu et al. (2006) e Patras et al. (2009), por exemplo, relataram perdas significativas de ácido ascórbico e redução da capacidade antioxidante em produtos armazenados sob diferentes condições térmicas.

A capacidade antioxidante avaliada pelo método DPPH foi expressa pelo valor de EC_{50}, que representa a quantidade de amostra necessária para inibir 50% do radical DPPH, sendo que valores menores indicam maior potencial antioxidante (Sun et al., 2012). Observou-se que, ao final do período de armazenamento (T90), as geleias mantidas a 45 °C apresentaram redução dos valores de EC_{50}, sugerindo incremento relativo da atividade antioxidante mensurada por esse método. Esse comportamento foi consistente com os resultados obtidos pelos métodos ABTS e β-caroteno/ácido linoleico, que também indicaram incremento da atividade antioxidante nas mesmas condições de armazenamento.

Segundo Bastos et al. (2007), a capacidade antioxidante de um alimento não depende exclusivamente do teor de compostos fenólicos, mas também da natureza

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

química desses compostos e da presença de outros constituintes capazes de contribuir para o efeito antioxidante. De modo geral, compostos como vitamina C, fenólicos e carotenoides tendem a sofrer degradação ao longo do processamento e do armazenamento (Kurek et al., 2022). No presente estudo, entretanto, foram observados valores mais elevados de compostos bioativos totais e de capacidade antioxidante nas amostras armazenadas a 45 °C, resultado que contrasta com a tendência predominante descrita na literatura e, portanto, deve ser interpretado com cautela.

Esses resultados podem refletir alterações na resposta antioxidante global da matriz alimentar, e não necessariamente um aumento real dos compostos bioativos intactos. Processos como a liberação de compostos fenólicos previamente ligados à matriz, modificações estruturais induzidas pelo aquecimento e a formação de produtos da reação de Maillard, reconhecidamente dotados de atividade antioxidante, podem contribuir para a elevação aparente dos valores determinados por métodos espectrofotométricos (Granato et al., 2016; Aleixandre-Tudo et al., 2017).

Nesse contexto, a presença de pimenta-biquinho, pertencente ao gênero *Capsicum*, e do mel na formulação pode ser considerada como uma hipótese explicativa para os valores mais elevados observados, uma vez que estudos relatam que esses ingredientes apresentam potencial para gerar ou liberar compostos com atividade antioxidante sob aquecimento (Juániz et al., 2016; Shotorbani et al., 2013; Braghini et al., 2020). No entanto, não é possível estabelecer uma relação causal direta entre esses componentes e os resultados obtidos, uma vez que o delineamento experimental não incluiu análises específicas de caracterização individual dos compostos bioativos.

Assim, na ausência de técnicas complementares, como cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), os resultados devem ser interpretados como indicativos de modificações na atividade antioxidante mensurada, e não como evidência conclusiva de aumento quantitativo real de compostos fenólicos, vitamina C ou outros bioativos específicos.

4. Conclusão

As análises microbiológicas indicaram que as formulações de geleia mista de pimenta-biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel armazenadas a 25 °C e 35 °C apresentaram maior suscetibilidade ao crescimento de fungos filamentosos, com ocorrência visível após 30 dias de armazenamento, o que motivou a exclusão dessas amostras da continuidade do experimento. A ausência de crescimento microbiano observada na condição de armazenamento a 45 °C deve ser interpretada com cautela, uma vez que essa temperatura representa uma condição térmica extrema, pouco compatível com práticas usuais de estocagem comercial, indicando apenas um possível efeito inibitório associado ao estresse térmico, e não uma garantia de segurança microbiológica em condições reais de armazenamento.

As análises físico-químicas evidenciaram que a umidade foi o parâmetro mais sensível ao armazenamento a 45 °C, apresentando redução expressiva ao

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

final do período experimental, associada à ocorrência de sinérese. Esse comportamento sugere alterações na estrutura da matriz gelificada ao longo do armazenamento, refletindo a interação entre temperatura, teor de água e composição da formulação. Em relação aos parâmetros de cor, verificou-se que temperaturas mais elevadas afetaram principalmente a intensidade da cor (C*), resultando em geleias com aparência progressivamente mais opaca ao longo do armazenamento.

No que se refere aos compostos bioativos e à capacidade antioxidante, os resultados indicaram variações ao longo do armazenamento, especialmente na condição de 45 °C. Os aumentos observados nos teores aparentes de compostos fenólicos e na capacidade antioxidante devem ser interpretados de forma cuidadosa, considerando a possibilidade de liberação de compostos ligados à matriz, formação de produtos da reação de Maillard e limitações inerentes aos métodos espectrofotométricos empregados. Além disso, a composição da formulação, incluindo a presença de pimenta-biquinho e a adição de mel, pode ter contribuído para os comportamentos observados, embora análises complementares sejam necessárias para confirmar essas hipóteses.

De modo geral, os resultados demonstram que a temperatura de armazenamento, o tempo e a composição da formulação influenciaram as propriedades microbiológicas, físico-químicas, de cor e antioxidantes das geleias mistas de pimenta-biquinho e maracujá-amarelo adicionadas de mel. Entretanto, condições de armazenamento em temperatura elevada estiveram associadas a alterações estruturais e físico-químicas que tendem a comprometer a estabilidade e a longevidade do produto ao longo do tempo.

Como limitação do estudo, destaca-se a impossibilidade de manutenção do delineamento fatorial ao longo de todo o período experimental, em decorrência do crescimento fúngico observado nas amostras armazenadas a 25 °C e 35 °C após 30 dias. Essa ocorrência restringiu as comparações entre temperaturas ao período inicial de armazenamento e direcionou as avaliações subsequentes para uma abordagem unifatorial, focada na estabilidade das geleias armazenadas a 45 °C. Além disso, a ausência da determinação da atividade de água (aw) constitui uma limitação relevante, uma vez que esse parâmetro desempenha papel central tanto na estabilidade microbiológica quanto nos fenômenos físico-químicos observados, como a sinérese.

Dessa forma, sugere-se que estudos futuros incluam a avaliação da atividade de água, análises cromatográficas para caracterização detalhada dos compostos bioativos, bem como a investigação de estratégias tecnológicas mais realistas de conservação, visando ampliar a compreensão da estabilidade dessas geleias e fortalecer a aplicabilidade dos resultados em condições comerciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG - APQ-01843-21), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Código de Financiamento

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

001) pelo apoio financeiro.

Referências

AJIBOLA, A.; CHAMUNORWA, J. P.; ERLWANGER, K. H. Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. **Nutrition & Metabolism,** v. 9, n. 1, p. 1-12, 2012.

AKHMAZILLAH, M. F. N.; FARID, M. M.; SILVA, F. V. M. High pressure processing (HPP) of honey for the improvement of nutritional value. **Innovative Food Science & Emerging Technologies,** v. 20, p. 59-63, 2013.

ALEIXANDRE-TUDO, J. L. et al. Spectrophotometric Analysis of Phenolic Compounds in Grapes and Wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 65, p. 4009−4026, 2017.

ALVES, T. T. L. et al. Caracterização físico-química e avaliação microbiológica de méis de abelhas nativas do nordeste brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,** v. 6, n. 3, p. 91–97, 2011.

AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. **Official Analytical Chemists**. 16th ed. Washington. DC, 2003.

ASSIS, M. M. M. et al. Processamento e estabilidade de geleia de caju. **Revista Ciência Agronômica,** v. 38, n. 1, p. 46-51, 2007.

ÁVILA, S. et al. Bioactive compounds and biological properties of Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral. **Food Research International,** v. 123, p. 1-10, 2019.

BASTOS, D. et al. Phenolic antioxidants identified by ESI-MS from yerba maté (*Ilex paraguariensis*) and green tea (*Camelia sinensis*) extracts. **Molecules,** v. 12, n. 3, p. 423-432, 2007.

BEUCHAT, L. R. Influence of water activity on growth, metabolic activities and survival of yeasts and molds. **Journal of Food Protection,** v. 46, n. 2, p. 35-141, 1983.

BRAGHINI, F. et al. Effect of different storage conditions on physicochemical and bioactive characteristics of thermally processed stingless bee honeys. **Lwt - Food Science and Technology,** v. 131, p. 109724, 2020.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

BRANDÃO, T. M. et al. Physicochemical and microbiological quality of dietetic functional mixed cerrado fruit jam during storage. **The Scientific World Journal,** p. 1-6, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC No. 272. De 22 de Setembro de BRASIL. **Ministério da Agricultura**. Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico De Identidade e Qualidade Do Mel.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC No. 272. De 22 de Setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais. Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. **Diário Oficial Da União**. Brasília. 23 de Setembro de 2005.

BRASIL. Resolução ANVISA/MS. RDC Nº161. De 1º de Julho de 2022. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília. 6 de Julho de 2022.

BRITO, J. A. F. et al. Geleia de mutamba (*Guazuma ulmifolia*) como forma de agregar valor aos frutos do cerrado. **Revista Foco,** v. 16, n. 5, p. 1496-1496, 2023.

BURDURLU, H. S.; KOCA, N.; KARADENIZ, F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. **Journal of Food Engineering,** v. 74, n. 2, p. 211-216, 2006.

CAPUANO, E.; FOGLIANO, V. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF) a review on metabolism. toxicity. Occurrence in food and mitigation strategies. **Lwt - Food Science and Technology,** v. 44, n. 4, p. 793-810, 2011.

CARDOSO, R. L. Estabilidade da cor de geléia de jambo (*Eugenia malaccensis* L.) sem casca armazenada aos 25 ºC e 35 ºC na presença e ausência de luz. **Ciência e Agrotecnologia,** v. 32, n. 5, p. 1563-1567, 2008.

CARLOTTI FILHO, M. A. C.; CARDOSO, B. F.; FERREIRA, V. R. Study of the effect of temperature, concentration and pH on ATM pectin viscosity. **Brazilian Journal of Development,** v. 6, n. 1, p. 4818-4833, 2020.

CHEN, J. et al. Pectin modifications: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** v. 55, n. 12, p. 1684-1698, 2015.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; BRUSCATTO, M. H. Doces em massa *light* de morango: caracterização físico-química e sensorial. **Alimentos e Nutrição,** v. 17, n.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

3, p. 295-301, 2009.

CHIRIFE, J. BUERA, M. P.; LABUZA, T. P. Water activity, water glass dynamics, and the control of microbiological growth in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** v. 36, n. 5, p. 465-513, 1996.

DA SILVA, P. M., et al. Honey Chemical composition stability and authenticity. **Food Chemistry,** v. 196, p. 309-323, 2016.

DA SILVA, A. G., et al. Análise do teor de hidroximetlfurfural do mel de melípona flavineata no decurso do processo de desumidificação por aquecimento. **22° Seminário PIBIC Embrapa Amazônia Oriental,** v. 138, p. 47-51, 2018.

DAGNAS, S.; MEMBRÉ, J. M. Predicting and preventing mold spoilage of food products. **Journal of Food Protection,** v. 76, n. 3, p. 538-551, 2013.

DAVIDSON, P. M.; TAYLOR, T. M.; SCHMIDT, S. E. Chemical Preservatives and Natural Antimicrobial Compounds. Chapter 30. **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers,** 4th Edition, 2012.

DANTAS, E. R., et al. Extrato da pimenta biquinho como revestimento comestível na conservação de goiabas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,** v. 12, n. 4, p. 695-700, 2017.

DAMIANI, C. et al. Study of the shelf-life of a mixed araça (*Psidium guineensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.) jam. **Food Science and Technology,** v. 32, p. 334-343, 2012.

DAUDIN, J. D. et al. **Tecnología de la carne y de los productos cárnicos.** Zaragoza: Editorial Acribia, AS, 1991.

DIAS, C. S. et al. Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa* spp.) prata durante o armazenamento. **Revista Instituto Adolfo Lutz,** v. 70, n. 1, p. 28-34, 2011.

DINI, M. et al. Color shade heritability of peach flesh. **Journal of Agricultural Science,** v. 11, n. 8, p. 236, 2019.

DUTTA, S. et al. Analysis of genetic variability for retention of kernel carotenoids in sub-tropically adapted biofortified maize under different storage conditions. **Journal of Cereal Science,** v. 93, p. 102987, 2020.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

FERREIRA, N. C. J.; FIGUERÊDO, R. M. F. D.; QUEIROZ, A. J. D. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotecnologia,** v. 29, n. 4, p. 795-802, 2005.

FERREIRA, J. D. et al. Determinação de fungos filamentosos e leveduras em méis produzidos no município de Sinop, Mato Grosso. **Revista de Biologia e Farmácia,** v. 9, p. 259-278, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia,** v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIGUEROA, L. E.; GENOVESE, D. B. Fruit jellies enriched with dietary fibre., Development and characterization of a novel functional food product. **Lwt-Food Science and Technology,** v. 111, p. 423-428, 2019.

FINCO, F. D. B. A.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis melífera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 30, n. 3, p. 706-712, 2010.

FRAZ, G. M. et al. Análise polínica e compostos fenólicos de mel e própolis do Pantanal. Mato Grosso. Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais,** v. 9, n. 1, p. 13-25, 2018.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Manual para fabricação de geleias.** Belo Horizonte., Governo do Estado de Minas Gerais/Secretaria do Estado de Ciência e Tecnologia, 1985.

FURLANETTO, K. H. Avaliação da vida de prateleira e da qualidade de amostras de carne Bovina resfriada embaladas à vácuo durante 120 dias. **Brazilian Journal of Development,** v. 6, n. 7, p. 53459-53470, 2020.

GENNADIOS, A. et al. Heat curing of soy protein films. **Transactions of the ASAE**, v. 39, n. 2, p. 575-579, 1996.

GERMANO, L. D.; NACHTIGAL, A. M.; VILAS, B. B. M. Elaboração e avaliação de geleia mista de abacaxi com pimenta. **Tecnologia e Ciência Agropecuária,** v. 11, n. 6, p. 107-111, 2017.

GOCK, M. et al. Influence of temperature. water activity and pH on growth of some xerophilic fungi. **International Journal of Food Microbiology,** v. 81, n.1, p. 11-19,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

2003.

GOMES, S. et al. Physicochemical. microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. **Food and Chemical Toxicology,** v. 48, n. 2, p. 544-548, 2010.

GRANATO, D. et al. Chemical perspective and criticism on selected analytical methods used to estimate the total content of phenolic compounds in food matrices. **Trends in Analytical Chemistry,** v. 80, p. 266-279, 2016.

HARDER, M. N. C.; CANNIATTI, B. S. G.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias,** v. 102, n. 563-564, p. 339-342, 2007.

HELD, B. **Estudos da copigmentação de compostos análogos às antocianinas**. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, University of São Paulo, São Paulo, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1.020, 2008.

IZIDORO, D. R. et al. Avaliação físico-química colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde. **Revista do Instituto Adolfo Lutz,** v. 67, n. 3, p. 167-176, 2008.
JACKIX, M. H. **Doces, geleias e frutas em calda: teórico a prático**. Editora da UNICAMP, 1988.

JANZOWSKI, C. et al. 5-Hydroxymethylfurfural., assessment of mutagenicity. DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. **Food and Chemical Toxicology,** v. 38, n. 9, p. 801-809, 2000.

JUÁNIZ, I. et al. Influence of heat treatment on antioxidant capacity and (poly) phenolic compounds of selected vegetables. **Food Chemistry,** v. 197, p. 466-473, 2016.

JUNIOR, H. L. et al. Physicochemical and microbiological characterization of jellies sold in Jaru. Rondônia. **Brazilian Journal of Development,** v. 7, n. 10, p. 99286-99299, 2021.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. **International Journal of Food Science & Technology,** v. 36, n. 7, p. 703-

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

725, 2001.

KAYACIER, A.; KARAMAN, S. Rheological and some physicochemical characteristics of selected Turkish honeys. **Journal of Texture Studies,** v. 39, n. 1, p. 17-27, 2008.

KUREK, M. et al. Antioxidants and bioactive compounds in food: Critical review of issues and prospects. **Antioxidants,** v. 11, n. 4, p. 742, 2022.

KUSZNIEREWICZ, B. et al. Partial characterization of white cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) from different regions by glucosinolates, bioactive compounds, total antioxidant activities and proteins. **Lwt-Food Science and Technology,** v. 41, n. 1, p. 1-9, 2008.

LABUZA, T. P. Shelf-life dating of foods. **Food & Nutrition Press**. Inc, 1982.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. D. Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini Lamarck*), processamento. parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. **Food Science and Technology,** v. 26, p. 847-852, 2006.

LAGO-VANZELA, E. S. et al. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel'cajá-manga' (*Spondias cytherea* SonN.) jelly. **Food Science and Technology,** v. 31, p. 398-405, 2011.

LEMES, A. C. et al. Potencial antioxidante de proteínas extraídas de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) cv. BRSMG-Madrepérola. **Uniciências**, v. 22, n. 3, p. 38-42, 2018.

LIMA, L. C., et al Doses de AIB no enraizamento de estacas de maracujá. **Society and Development,** v. 10, n. 3, p. 23810313209, 2021.

LOIZZO, M. R. et al. Evaluation of chemical profile and antioxidant activity of twenty cultivars from *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chacoense* and *Capsicum chinense*., A comparison between fresh and processed peppers. **Lwt-Food Science and Technology,** v. 64, n. 2, p. 623-631, 2015.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA, C. F. Effect of drying temperature on the stabilitity of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture Food Chemistry,** v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

Revista Saúde em Foco, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2018.

LIEVEN, M. et al. Avaliação da qualidade micobiológica do mel comercializado no extremo sul da Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública,** v. 33, n. 4, p. 544, 2012.

LOURENÇO, C. O. et al. Stability of apple and rose petals jams during storage. **Brazilian Journal of Development,** v. 6, n. 3, p. 12270-12282, 2020.

MARCO, G. I. Rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society,** v. 45, p. 594–598, 1968.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Cinética da degradação de geleiada de morango. **Food Science and Technology,** v. 29, p. 142-147, 2009.

MIZRAHI, S. Syneresis in food gels and its implications for food quality. **Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages,** p. 324-348, 2010.

MONTEIRO, D. C. B.; PIRES, C. R. F. Avaliação da estabilidade físico-química de geleias de murici armazenadas sob diferentes condições de temperatura e luminosidade. **Revista Desafios,** v. 3, p. 87-98, 2016.

MOTA, R. V. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Food Science and Technology,** v. 26, p. 539-543, 2006.

MOURA, R. L. et al. Avaliação da qualidade físico-química em doces cremosos de goiaba comercializados em Limoeiro do Norte-CE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,** v. 9, n. 3, p. 303-306, 2014.

NESPOLO, D. et al. Aprendizagem e conhecimento na tomada de decisão: uma discussão teórica**. Qualitas Revista Eletrônica,** v. 16, n. 2, p. 51-72, 2015.

NGOUÉMAZONG, D. E. et al. Effect of de-methylesterification on network development and nature of Ca2+ -pectin gels: toward understanding structure-function relations of pectin. **Food Hydrocolloids**, v. 26, p. 89-98, 2012.

NOVAIS, J. M. M. et al. Desenvolvimento de geleia de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*), caracterização microbiológica. física. química e estudo da estabilidade. **Brazilian Journal of Development,** v. 6, n. 7, p. 43403-43414, 2020.

OLIVEIRA, A. D. N. et al. Cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

integral de manga. **Ciência Rural,** v. 43, p. 172-177, 2013.

OLIVEIRA, E. N. A et al. Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 36, n. 3, p. 640-651, 2014a.

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Estabilidade de geleias convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 18, p. 329-337, 2014b.

OLIVEIRA, P. N. et al. Characterization and vatile profile of passion fruit spirit. **International Journal of Gastronomy and Food Science,** v. 21, p. 100223, 2020.

PATRAS, A. et al. Stability and degradation kinetics of bioactiV.e compounds and colour in strawberry jam during storage. **Food and Bioprocess Technology,** v. 4, p. 1245-1252, 2009.

PEREIRA, O. J. R.; REIS, J. M. Comparative study of the honey antimicrobial activity on *Staphylococcus aureus*. **Revista Ciências em Saúde,** v. 5, n. 2, p. 117-121, 2015.

PESSUTTO, I.; COLLA, L. M. Technological strategies for reducing sugar in jellies:a bibliometric analysis. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar,** v. 2, n. 5, p. e25337, 2021.

PROSPERO, E. T. P.; SILVA, P. P. M.; SPOTO, M. H. F. Caracterização físico-química, nutricional e de compostos voláteis de frutos de *Jacaratia spinosa* provenientes de três regiões do estado de São Paulo-Brasil. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial,** v. 10, n. 1, p. 2095-2111, 2016.

QUAST, D. G. Características de qualidade e usos do açúcar cristal. **Alimentos e Tecnologia,** v. 2, n. 12, p. 50-53, 1986.

RESOSEMITO, F. S. et al. Aproveitamento da casca de maracujá na elaboração de geleia de maracujá com pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), formulação. preparação, caracterização físico-química e avaliação sensorial. **Brazilian Journal of Development,** v. 6, n. 9, p. 68617-68623, 2020.

RIQUETTE, R. F. R. **Bebidas fermentadas probióticas à base de extrato hidrossolúvel de soja adicionadas de mel de abelha: desenvolvimento, avaliação sensorial e determinação da vida de prateleira.** 173p. Dissertação

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

(Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2013.

ROSA, A. Antioxidant activity of capsinoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 50, n. 25, p. 7396-7401, 2002.

RUFINO, M. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2007.

SAID, N. S.; OLAWUYI, I. F.; LEE, W. Y. Pectin hydrogels: gel-forming behaviors, mechanisms, and food applications. **Gels,** v. 9, n. 9, p. 732, 2023.

SANCHEZ, B. A. O. et al. Pasteurization of passion fruit Passiflora setacea pulp to optimize bioactive compounds retention. **Food Chemistry,** v. 6, p. 100084, 2020.

SANTOS, P. R. G. et al. Geleia de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) desenvolvimento, caracterização microbiológica, sensorial, química e estudo da estabilidade. **Revista do Instituto Adolfo Lutz,** v. 71, n. 2, p. 281-290, 2012.

SCRIPCÃ, L. A.; NOROCEL, L.; AMARIEI, S. Comparison of physicochemical. microbiological properties and bioactive compounds content of grassland honey and other floral origin honeys. **Molecules,** v. 24, n. 16, p. 2932, 2019.

SCROB, T. et al. Estimation of degradation kinetics of bioactive compounds in several lingonberry jams as affected by different sweeteners and storage conditions. **Food Chemistry,** v. 16, p. 100471, 2022.

SERPEN, A.; GÖKMEN, V.; FOGLIANO, V. Total antioxidant capacities of raw and cooked meats. **Meat Science,** v. 90, n. 1, p. 60-65, 2012.

SHINWARI, K. J.; RAO, P. S. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage., A review. **Trends in Food Science & Technology,** v. 75, p. 181-193, 2018.

SHOTORBANI, N. Y.; JAMEI, R.; HEIDARI, R. Antioxidant activities of two sweet pepper *Capsicum annuum* L. varieties phenolic extracts and the effects of thermal treatment. **Avicenna Journal of Phytomedicine,** v. 3, n. 1, p. 25-34, 2013.

SILVA, R. A. et al. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição,** v. 17, n. 1, p. 113-120, 2006.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

SNOWDON, J. A.; CLIVER, D. O. Microorganisms in honey. **International Journal of Food Microbiology,** v. 31, p. 1-26, 1996.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpas de frutas tropicais**. Brazilian Journal of Food Technology,** v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

SOUZA, B. A. et al. Avaliação microbiológica de amostras de mel de trigoníneos (*Apidae trigonini*) do estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 29, n. 4, p. 798-802, 2009.

SOUZA, R. S. et al. Compostos bioativos em geleia de bocaiúva com maracujá. **Multitemas,** v. 24, n. 57, p. 79-94, 2019.

SPENCE, C.; PIQUERAS-FISZMAN, B. Food color and its impact on taste/flavor perception. **Multisensory Flavor Perception,** v. 5, p. 107-132, 2016.

SULAIMAN, N. H. I.; SARBON, N. M. Physicochemical, antioxidant and antimicrobial properties of selected Malaysian honey as treated at different temperature, A comparative study. **Journal of Apicultural Research,** v. 61, n. 4, p. 567-575, 2022.

SUN, L. Q. et al. Antioxidant anthocyanins screening through spectrum–effect relationships and DPPH-HPLC-DAD analysis on nine cultivars of introduced rabbiteye blueberry in China. **Food Chemistry,** v. 132, n. 2, p. 759-765, 2012.

SURH, Y. J.; TANNENBAUM, S. R. Activation of the Maillard reaction product 5-(hydroxymethyl) furfural to strong mutagens via allylic sulfonation and chlorination. **Chemical Research in Toxicology,** v. 7, n. 3, p. 313-318, 1994.

TEIXIDÓ, E. et al. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of chromatography A,** v. 1135, n. 1, p. 85-90, 2006.

TSUCHIYA, A. C. et al. Caracterização físico-química: microbiológica e sensorial de geleia de tomate. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais,** v. 11, n. 2, p. 165-170, 2009.

TURCHETTO, M. et al. Avaliação microbiológica e sensorial de geleias de amora preta. **Blucher Food Science Proceedings,** v. 1, n. 1, p. 277-278, 2014.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 09/02/2026 - **Accepted:** 13/02/2026
Vol: 02.02
DOI: 10.61164/1wc7yh63
Pages: 1-34

TURKMEN, N.; SARI, F.; VELIOGLU, Y. S. O efeito dos métodos de cozimento nos fenólicos totais e na atividade antioxidante de vegetais verdes selecionados. **Química dos Alimentos,** v. 93, n. 4, p. 713-718, 2005.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. **Compêndio de métodos para exames microbiológicos de alimentos**, 249-254. Washington: American Public Publicações da Associação de Saúde (APHA), 2005.

VILELA, A. et al. Sucrose replacement by sweeteners in strawberry, raspberry, and cherry jams: effect on the textural characteristics and sensorial profile—a chemometric approach. **Journal of Food Processing,** v. 2015, n. 1, p. 1-14, 2015.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determinationof total phenolics. In: Wrolstad. R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry,** v. 11, p. 111-118, 2002.

YAN, S.; YANG, T.; LUO, Y. The mechanism of ethanol treatment on inhibiting lettuce enzymatic browning and microbial growth. **Lwt - Food Science and Technology,** v. 63, p. 383-390, 2015.

YOUNG, A. J.; LOWE, G. M. Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. **Archives of Biochemistry and Biophysics,** v. 385, n. 1, p. 20-27, 2001.

ZHOU, Z. et al. Effect of storage temperature on rice thermal properties. **Food Research International,** v. 43, p. 709–715, 2010.