

## Caracterização química e compostos bioativos do sorvete de polpa de jambolão

Chemical characterization and bioactive compounds of jambolan pulp ice cream

Caracterización química y compuestos bioactivos del helado de pulpa jambolan

Recebido: 06/04/2022 | Revisado: 16/04/2022 | Aceito: 22/04/2022 | Publicado: 26/04/2022

**Alessandra Regina Vital**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6366-5884>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [alessandra.vital@ifmg.edu.br](mailto:alessandra.vital@ifmg.edu.br)

**Elisa Norberto Ferreira Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5596-8842>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: [elisasantos@iftm.edu.br](mailto:elisasantos@iftm.edu.br)

**Sonia de Oliveira Duque Paciulli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3167-2953>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: [sonia.paciulli@ifmg.edu.br](mailto:sonia.paciulli@ifmg.edu.br)

**Cintia Cristina de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8670-6244>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: [cintia@iftm.edu.br](mailto:cintia@iftm.edu.br)

**Luciene Lacerda Costa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9919-2369>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: [luciene@iftm.edu.br](mailto:luciene@iftm.edu.br)

**Fernanda Barbosa Borges Jardim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4072-9889>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: [fernanda.jardim@iftm.edu.br](mailto:fernanda.jardim@iftm.edu.br)

### Resumo

Algumas frutas possuem vitaminas, pigmentos naturais e potencial de industrialização como, por exemplo, o jambolão (*Syzygium cumini*). O objetivo do presente trabalho foi caracterizar quimicamente e avaliar o teor de compostos bioativos em sorvetes a base de polpa de jambolão. Foram elaboradas formulações de sorvete com diferentes concentrações de polpa de jambolão: 0% (T1), 5% (T2), 10% (T3), 15% (T4) e 20% (T5). Foram realizadas análises da composição química, pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, overrun, compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas. O efeito da adição de polpa de jambolão nas formulações de sorvete promoveu a diminuição do teor de sólidos solúveis (45,51 a 34,02 ° Brix), pH (6,77 a 4,35) e aumento da umidade (63,90 a 67,23 g 100 g<sup>-1</sup>). Entretanto, houve um aumento significativo nos teores de proteínas (12,10% a 14,09), lipídeos (14,35% a 15,08), cinzas (0,73% a 1,29%) e fibra alimentar (0,00% a 1,03%) nos tratamentos com maior proporção de polpa de jambolão. As formulações com maior proporção de polpa de jambolão também apresentaram resultados significativos e superiores de fenólicos, antocianinas monoméricas e atividade antioxidantes ( $p \geq 0,05$ ) em comparação com o controle (T1). Os resultados indicaram que a adição de pelo menos 15% de polpa de jambolão nas formulações de sorvetes já é suficiente para o produto apresentar propriedades bioativas. Pode-se concluir que a adição de polpa de jambolão ao sorvete apresentou significativos incrementos dos valores nutricionais e propriedades bioativas. Portanto, o jambolão é um potencial ingrediente na indústria de gelados comestíveis.

**Palavras-chave:** Compostos bioativos; Gelados comestíveis; Polpa; Jambolão.

### Abstract

Some fruits have vitamins, natural pigments and industrialization potential, such as jambolan (*Syzygium cumini*). The objective of the present work was to characterize chemically and to evaluate the content of bioactive compounds in ice cream based on jambolan pulp. Formulations of ice cream with different concentrations of jambolan pulp were elaborated: 0% (T1), 5% (T2), 10% (T3), 15% (T4) and 20% (T5). Analyzes of chemical composition, pH, soluble solids, titratable total acidity, overrun, phenolic compounds, antioxidant activity and anthocyanins were performed. The effect of the addition of jambolan pulp on the ice cream formulations promoted a decrease in the soluble solids content (variation of 45.51 to 34.02 Brix), pH (variation of 6.77 to 4.35) and increase of humidity (range of 63.90 to 67.23 g 100 g<sup>-1</sup>). However, there was a significant increase in the protein content (variation of 12.10% to 14.09), lipids (variation of 14.35% to 15.08), ashes (variation from 0.73% to 1.29%) and dietary fiber (variation of 0.00% to 1.03%) in the treatment with a higher proportion of jambolan pulp. The formulations with a higher proportion of jambolan pulp also presented higher phenolic, anthocyanin and antioxidant activity ( $p \geq 0.05$ ) compared to control

(T1). The results indicated that the addition of at least 15% of jambolan pulp in the ice cream formulations is already sufficient for the product to have bioactive properties. It can be concluded that the addition of jambolan pulp to the ice cream showed significant increases in nutritional values and bioactive properties. Therefore, jambolan is a potential ingredient in the edible ice cream industry.

**Keywords:** Bioactive compounds; Edible ice creams; Pulp; Jambolan.

### Resumen

Algunas frutas tienen vitaminas, pigmentos naturales y potencial de industrialización, como el jambolan (*Syzygium cumini*). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar químicamente y evaluar el contenido de compuestos bioactivos en helados a base de pulpa de jambolan. Se prepararon formulaciones de helados con diferentes concentraciones de pulpa de jambolan: 0% (T1), 5% (T2), 10% (T3), 15% (T4) y 20% (T5). Se realizaron análisis de composición química, pH, sólidos solubles, acidez total titulable, overrun, compuestos fenólicos, actividad antioxidante y antocianinas. El efecto de la adición de pulpa de jambolan en las formulaciones de helados promovió una disminución del contenido de sólidos solubles (45,51 a 34,02 °Brix), pH (6,77 a 4,35) y aumento de la humedad (63,90 a 67,23 g 100 g<sup>-1</sup>). Sin embargo, hubo un incremento significativo en proteína (12,10% a 14,09%), lípidos (14,35% a 15,08%), cenizas (0,73% a 1,29%) y fibra dietética (0,00% a 1,03%) en los tratamientos con mayor proporción de pulpa de jambolan. Las formulaciones con mayor proporción de pulpa de jambolan también mostraron resultados significativos y superiores de fenoles, antocianinas monoméricas y actividad antioxidante ( $p \geq 0.05$ ) en comparación con el control (T1). Los resultados indicaron que la adición de al menos 15% de pulpa de jambolan en las formulaciones de helado es suficiente para que el producto presente propiedades bioactivas. Se puede concluir que la adición de pulpa de jambolan al helado mostró aumentos significativos en los valores nutricionales y propiedades bioactivas. Por lo tanto, jambolan es un ingrediente potencial en la industria de los helados comestibles.

**Palabras clave:** Compuestos bioactivos; Helado comestible; Pulpa; Jambolan.

## 1. Introdução

Na sociedade contemporânea, os consumidores estão cada vez mais preocupados com a sua saúde e o seu bem-estar. Isso tem levado a sua crescente conscientização dos efeitos da dieta sobre sua saúde, motivando mudanças nos seus hábitos alimentares (Bogue et al., 2017). Dentro deste contexto, os alimentos funcionais representam uma das áreas de grande interesse para os consumidores, como para pesquisas e inovações na indústria de alimentos (Annunziata & Veccio, 2011).

Portanto, o mercado de alimentos tem buscado novos produtos alimentares, que forneça além da função nutricional para os consumidores, valor funcional. O sorvete é um dos produtos lácteos mais consumidos no mundo, mas geralmente é pobre em antioxidantes naturais como antocianinas e polifenóis. Algumas frutas possuem vitaminas, pigmentos naturais e alto potencial de industrialização, inclusive na forma de sorvetes (Oliveira et al., 2005).

O jambolão (*Syzygium cumini*) é uma fruta pertencente à família Mirtaceae, possui vários nomes populares pelo Brasil como jamelão, cereja, jalão, kambol, jambú (Soares & Pereira, 2020), possui uma coloração roxa devido ao alto teor de pigmentos antocianídicos, sua frutificação acontece de janeiro a maio, sendo uma fruta de sabor adstringente muito consumida *in natura* e na forma de sucos ou geleias (Tavares et al., 2016). O jambolão é uma fruta alternativa para uso em produtos alimentícios, contribuindo para características sensoriais e inserção de compostos bioativos (Martins et al., 2020).

As propriedades do jambolão estão correlacionadas à atividade antioxidante, que é decorrente da presença de compostos fenólicos já identificados, como ácido elágico, flavonoides (quercetina e rutina), e antocianinas (Ayyanar & Babu, 2012). Pesquisas demonstram um interesse crescente na inclusão de jambolão na alimentação humana como fruta fresca e na forma processada, em produtos como sucos, geleias, compotas, iogurtes, vinhos e sobremesas instantâneas (Swami et al., 2012).

Freitas et al. (2021) recomendaram a utilização de polpa de jambolão liofilizada para produção de corante natural à base de jambolão e aplicação em alimentos. Soares et al. (2020) testaram a influência de diferentes proporções de polpa de jambolão nas características físicas e físico-químicas de néctar e chegaram à conclusão de que o néctar com 55% de polpa apresentou a maior atividade antioxidante, indicativo de promoção de benefícios à saúde.

Diante da comprovada presença de compostos ativos no jambolão e escassez de informações científicas sobre a

caracterização química de produtos derivados da fruta, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver formulações de sorvetes com adição de polpa de jambolão e avaliar as suas propriedades químicas e compostos bioativos.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi de natureza quantitativa e experimental. Houve a coleta de dados físico-químicos obtidos por análises laboratoriais de amostras de sorvetes a base de polpa de jambolão. Os resultados foram tratados por análise estatística (Pereira et al., 2018).

O experimento foi desenvolvido no setor de Processamento de Leite e Derivados do IFMG – Campus Bambuí, MG. Para fabricação dos sorvetes (Tabela 1), foram desenvolvidas cinco formulações (ou tratamentos) com diferentes proporções da polpa de jambolão, incluindo a controle, utilizando a polpa de jambolão obtida de frutas da região de Medeiros, MG.

A polpa de jambolão apresentava as seguintes propriedades físico-químicas: Sólidos Solúveis = 13,59°Brix; pH = 3,25; Acidez Total Titulável = 5,35%; Umidade = 84,28%; Proteína = 0,81%; Cinzas = 0,39%; Lipídeos = 0,30%; Fibra alimentar = 0,28%; Compostos Fenólicos (mg AGE g<sup>-1</sup>) = 573,89% e Atividade Antioxidante = 82,56%.

Foram utilizados os ingredientes e/ou aditivos leite integral pasteurizado proveniente do IFMG campus Bambuí, açúcar refinado (União), creme de leite (Camponesa), leite em pó (Camponesa), xarope de glucose (Arcolor) e emulsificante/estabilizante (Selecta).

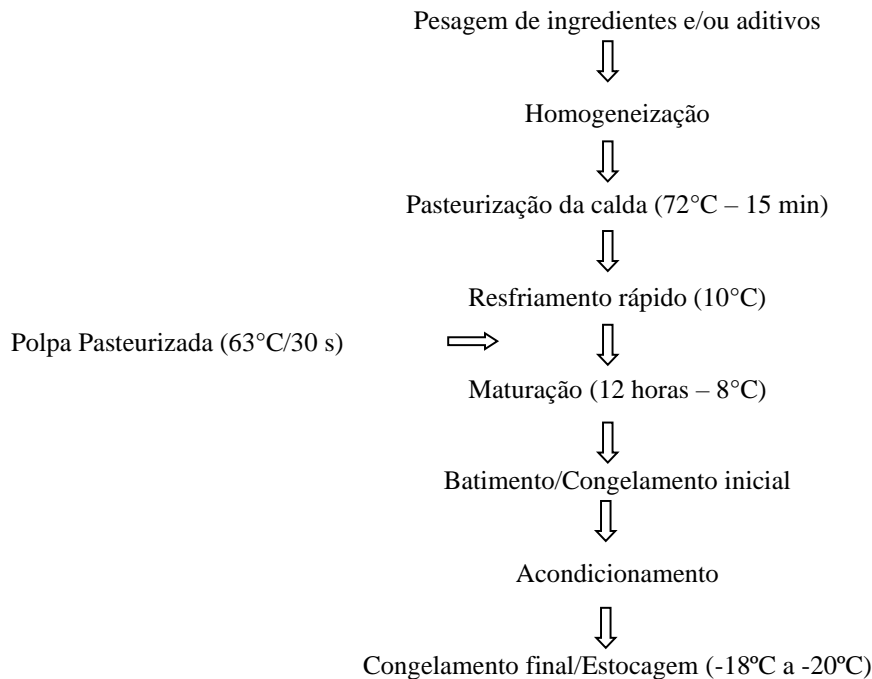
**Tabela 1.** Formulações dos sorvetes a base de polpa de jambolão (T1 = sorvete com 0% de adição de polpa de jambolão; T2 = sorvete com 5% de adição de polpa de jambolão; T3 = sorvete com 10% de adição de polpa de jambolão; T4 = sorvete com 15% de adição de polpa de jambolão; T5 = sorvete com 20% de adição de polpa de jambolão).

| Ingredientes                | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) | T4 (%) | T5 (%) |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>FORMULAÇÃO BASE</b>      |        |        |        |        |        |
| Leite integral              | 60     | 60     | 60     | 60     | 60     |
| Açúcar refinado             | 17,5   | 17,5   | 17,5   | 17,5   | 17,5   |
| Creme de leite              | 10,0   | 10,0   | 10,0   | 10,0   | 10,0   |
| Leite em pó                 | 6,25   | 6,25   | 6,25   | 6,25   | 6,25   |
| Xarope de glucose           | 4,5    | 4,5    | 4,5    | 4,5    | 4,5    |
| Emulsificante/estabilizante | 1,75   | 1,75   | 1,75   | 1,75   | 1,75   |
| <b>ADIÇÃO</b>               |        |        |        |        |        |
| Polpa de jambolão*          | 0      | 5      | 10     | 15     | 20     |

\* Ingrediente adicionado em relação à formulação base (100%). Fonte: Adaptada de Goff & Hartel (2013).

No fluxograma (Figura 1), está representada a produção do sorvete com adição de polpa de jambolão.

**Figura 1.** Fluxograma de produção de sorvete com polpa de jambolão.



Fonte: Adaptada de Goff & Hartel (2013).

Para fabricação do sorvete, foram adicionados ao leite integral os ingredientes em pó (açúcar, leite em pó, emulsificante e liga neutra), dando origem à calda base. A mistura foi homogeneizada e pasteurizada a 72 °C por 15 minutos em tanque de inox de dupla camisa e em seguida, efetuou-se o resfriamento da calda com água gelada até 10°C. A polpa de jambolão pasteurizada a 63°C por 30 minutos foi adicionada à calda nas proporções adequadas conforme o tratamento. A calda foi colocada em balde de inox e submetida à maturação em câmara refrigerada por 12 horas a 8°C para estabilização. Depois de maturada, a calda foi submetida ao processo de batimento em uma produtora de sorvete conjugada modelo Tubo V (Arpifrio) e, com agitação constante na máquina de sorvete, o ar foi incorporado à mistura (overrun = 500 mg mL<sup>-1</sup>) que, em seguida, foi congelada até -5°C, dando origem aos sorvetes.

Os sorvetes foram acondicionados em potes plástico de polipropileno com capacidade de 2 L e congelados/estocados em câmara fria com temperatura entre -18°C e -20°C. O processamento dos sorvetes foi realizado com três repetições.

## 2.1 Análises físico-químicas dos sorvetes

As análises físico-químicas das amostras de sorvete de jambolão foram realizadas, em triplicata, no Laboratório de Análise Físico-química do IFMG – Campus Bambuí, MG.

Os sólidos totais solúveis foram determinados em refratômetro portátil 0-32% marca Instrutherm, modelo RT-30ATC (Brasil). Os valores foram expressos em graus Brix (°Brix) a 20 °C. O potencial hidrogeniônico foi determinado em pHmetro Quimis, modelo Q400MT (Brasil). A acidez total titulável foi obtida pelo método potenciométrico, utilizando o hidróxido de sódio 0,01M. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido láctico (Instituto Adolfo Lutz - IAL, 2008).

Para a determinação de umidade, alíquota da amostra acondicionada em cadinho de porcelana foi misturada com areia tratada e levada para banho-maria até a evaporação total da parte líquida, em seguida, foi colocada em estufa de circulação forçada de ar para secagem à 105 °C, até peso constante. Houve pesagem em todas as etapas e os resultados foram expressos

em porcentagem de umidade (IAL, 2008).

Para determinação de lipídeos, foi realizada a extração da fração etérea em extrator tipo Soxhlet com éter de petróleo p.a. e determinação em estufa a  $105 \pm 1$  °C até peso constante. Os valores foram expressos em % de lipídeos. O teor de proteínas foi obtido pelo método de Kjeldahl, baseado na determinação da quantidade de nitrogênio por titulação do excesso de ácido sulfúrico com hidróxido de sódio 0,1 M e fator de conversão de nitrogênio para proteína de 6,38 para leite e derivados. Os valores foram expressos em % de proteínas. As cinzas foram analisadas pela calcinação em mufla marca Lufenco Instrumentos Científicos (Brasil) a 550 °C por aproximadamente 8 horas. Os valores foram expressos em % de cinzas (IAL, 2008). A determinação de fibra alimentar foi realizada pelo método enzimático gravimétrico, utilizando o método oficial nº 992.16 da AOAC (2006).

Para determinação do overrun dos sorvetes, que expressa o aumento do volume da mistura inicial devido à incorporação de ar na mistura do sorvete, foi determinado em uma balança analítica, o peso da calda antes do batimento e após o batimento (sorvete), em um mesmo recipiente de 500 mL. A porcentagem de overrun foi calculada conforme proposto por Goff e Hartel (2013), de acordo com a Equação 1.

$$\% \text{ Overrun} = \frac{(\text{peso da calda} - \text{peso do sorvete}) \times 100}{(\text{Peso do sorvete})} \quad (1)$$

## 2.2 Determinação dos compostos bioativos nos sorvetes

As análises dos compostos bioativos nas amostras de sorvete de jambolão foram realizadas, em triplicata, no Laboratório de Bromatologia do IFTM – Campus Uberaba, MG.

Para obtenção dos extratos dos sorvetes de polpa de jambolão para análises de fenólicos totais e atividade antioxidante, seguiu-se a metodologia proposta por Larrauri et al. (1997) com modificações. Em tubos de centrífuga, foram acondicionadas 5 g de cada amostra de sorvete e adicionados 40 mL de metanol 50%. Os tubos foram homogeneizados e deixados em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Os extratos metanólicos foram centrifugados a 1500 rpm por 15 minutos. Os sobrenadantes de cada amostra foram recolhidos em balões volumétricos de 100 mL. A partir do resíduo da primeira extração, foram adicionados 40 mL de acetona 70% e novamente os tubos foram homogeneizados e deixados em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Foi realizada uma segunda centrifugação 1500 rpm por 15 minutos. Os sobrenadantes foram transferidos para os mesmos balões volumétricos de 100 mL da extração anterior e completou-se o volume com água destilada até a marca do menisco.

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton & Rossi (1995). Em tubos de ensaios, foram transferidos 100 µL de volume de amostra do extrato de sorvete, 500 µL de reagente Folin-Ciocalteu, 1,5 mL de carbonato de sódio 20% e 6 mL de água destilada. Os tubos foram homogeneizados em vortex por 3 minutos e permaneceram em repouso, ao abrigo da luz, por 2 h, para que então fosse realizada a leitura de absorbância, em espectrofotômetro com comprimento de onda de 760 nm, previamente zerado com branco. Previamente, foi obtida uma curva padrão a partir de diferentes diluições aquosas (0, 50, 100, 150, 250 e 500 mg L<sup>-1</sup>) de ácido gálico p.a e a equação padrão resultante foi utilizada para a determinação dos compostos fenólicos das amostras de extrato de sorvete. Os resultados foram expressos em miligrama de ácido gálico equivalente por grama de amostra (mg AGE g<sup>-1</sup>).

A capacidade antioxidante foi discriminada pelo ensaio do cátion radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH), segundo metodologia descrita por Brand-Williams et al. (1997), com modificações, utilizando o mesmo extrato das amostras de sorvetes da análise de fenólicos.

Foram transferidas alíquotas de 0,1 mL de cada um dos extratos de sorvete de polpa de jambolão para tubos de ensaios, onde foram adicionados 3,9 mL da solução do radical DPPH 0,06 mM. Em seguida, homogeneizaram-se os tubos em agitador tipo vortex. Após a homogeneização, foi feita a leitura da absorbância a 515 nm em espectrofotômetro. Para o preparo do branco, foi utilizado álcool metílico, para calibrar o espectrofotômetro. As leituras (515 nm) foram monitoradas a cada minuto, onde foi observada a redução da absorbância até a sua estabilização. Os resultados de atividade antioxidante foram expressos em porcentagem (%).

A determinação das antocianinas foi efetuada em triplicata pelo método de pH diferencial, conforme descrito por Giusti e Wrolstad (2001). Foram preparados dois tampões: cloreto de potássio 0,025 M, pH 1,0 (solvente A) e acetato de potássio 0,4 M, pH 4,5 (solvente B). Em tubo para centrífuga, foram adicionadas 5 g de amostra de sorvete e 18 mL de solução etanólica 50% (v/v) acidificada com HCl (0,1%). A solução foi centrifugada por 15 minutos em centrífuga refrigerada a 4°C. O sobrenadante (extrato) foi transferido para frasco escuro e mantido refrigerado. No momento das análises, foi retirada alíquota de 1,5 mL de extrato e 2,5 mL de tampão pH 1,0 (solvente A). O mesmo procedimento foi feito para o tampão pH 4,5 (solvente B). As amostras ficaram em repouso por 30 minutos no escuro e depois se iniciou a leitura das absorbâncias. Foram feitas as medidas de absorbância a 510 nm e 700 nm em espectrofotômetro, em cubetas de 1 cm de largura. O teor dos pigmentos foi calculado conforme equações 2 e 3:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH 1,0}} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH 4,5}} \quad (2)$$

Sendo:

A = Absorbância da amostra

A<sub>510</sub> = absorbância a 510 nm extrato solvente A

A<sub>700</sub> = absorbância a 700 nm extrato solvente A

A<sub>510</sub> = absorbância a 510 nm extrato solvente B

A<sub>700</sub> = absorbância a 700 nm extrato solvente B

$$AM = A \times PM \times FD \times 1000 \quad (3)$$

(ε x l)

Sendo:

AM = Antocianina monomérica (mg L<sup>-1</sup>)

PM = peso molecular (cianidina-3-glucosídeo) = 449,2

FD = fator de diluição = 26,67

ε = absorvidade molar = 269000

### 2.3 Planejamento experimental e análise dos resultados

A pesquisa abrangeu cinco tratamentos, sendo quatro com diferentes proporções de adição de polpa de jambolão (5%, 10%, 15% e 20%) e um controle (formulação de sorvete convencional com 0% de adição de polpa de jambolão). As formulações dos sorvetes foram analisadas com três repetições e os resultados das análises físico-químicas e compostos bioativos foram submetidos a delineamento inteiramente casualizado.

Os efeitos dos tratamentos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias classificadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para identificar as diferenças. As análises de variância e teste de médias foram realizadas

segundo técnicas usuais de estatística.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Resultados físico-químicos dos sorvetes

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da caracterização físico-química dos sorvetes com polpa de jambolão.

**Tabela 2.** Determinação físico-química dos sorvetes com polpa de jambolão (T1 = sorvete com 0% de adição de polpa de jambolão; T2 = sorvete com 5% de adição de polpa de jambolão; T3 = sorvete com 10% de adição de polpa de jambolão; T4 = sorvete com 15% de adição de polpa de jambolão; T5 = sorvete com 20% de adição de polpa de jambolão).

| Parâmetros          | T1                 | T2                 | T3                 | T4                 | T5                 |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ST (°Brix)          | 42,51 <sup>a</sup> | 39,03 <sup>b</sup> | 37,38 <sup>c</sup> | 34,07 <sup>d</sup> | 34,02 <sup>d</sup> |
| pH                  | 6,77 <sup>a</sup>  | 5,67 <sup>b</sup>  | 5,38 <sup>c</sup>  | 4,68 <sup>d</sup>  | 4,35 <sup>e</sup>  |
| ATT (%)             | 2,20 <sup>e</sup>  | 3,07 <sup>d</sup>  | 3,52 <sup>c</sup>  | 4,04 <sup>b</sup>  | 4,76 <sup>a</sup>  |
| Umidade (%)         | 63,90 <sup>d</sup> | 64,96 <sup>c</sup> | 66,34 <sup>b</sup> | 67,20 <sup>a</sup> | 67,23 <sup>a</sup> |
| Lipídeos (%)        | 14,35 <sup>e</sup> | 14,56 <sup>d</sup> | 14,75 <sup>c</sup> | 14,96 <sup>b</sup> | 15,08 <sup>a</sup> |
| Proteína (%)        | 12,10 <sup>e</sup> | 12,90 <sup>d</sup> | 13,65 <sup>c</sup> | 13,90 <sup>b</sup> | 14,09 <sup>a</sup> |
| Cinzas (%)          | 0,73 <sup>e</sup>  | 1,06 <sup>d</sup>  | 1,12 <sup>c</sup>  | 1,19 <sup>b</sup>  | 1,29 <sup>a</sup>  |
| Fibra alimentar (%) | 0,00 <sup>e</sup>  | 0,42 <sup>d</sup>  | 0,63 <sup>c</sup>  | 0,83 <sup>b</sup>  | 1,03 <sup>a</sup>  |
| Overrun (%)         | 77,24 <sup>a</sup> | 77,10 <sup>b</sup> | 74,71 <sup>c</sup> | 74,39 <sup>d</sup> | 73,88 <sup>e</sup> |

ST = sólido total. ATT = acidez total titulável. Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). Fonte: Autores.

Todas as amostras (Tabela 2), com exceção de T4 e T5, diferiram entre si ao nível de 5% para o teor de sólidos solúveis. A amostra controle (T1) obteve o maior valor (42,51° Brix), seguido das amostras com menores teores de polpa de jambolão (T2 e T3, respectivamente). Os resultados indicaram que à medida que se acrescentou maiores proporções de polpa de jambolão, houve redução significativa de sólidos solúveis, porém sem diferenças nos tratamentos com 15% e 20% de polpa (T4 e T5, respectivamente). O resultado foi coerente, uma vez que a polpa de jambolão apresenta alto teor de umidade (média de 84,28%), o que contribuiu para a redução dos sólidos solúveis nos sorvetes.

Houve diferenças entre todos os tratamentos para os parâmetros pH e acidez ( $p < 0,05$ ). Os tratamentos com maiores proporções de polpa de jambolão apresentaram menores valores de pH e maiores índices de acidez. A polpa de jambolão é um ingrediente com características de frutas cítricas, ou seja, baixo pH (3,25) e elevada acidez (5,25%). Comportamento semelhante foi observado por Bezerra (2015) em estudo com *frozen yogurt* com adição de polpa e pó de jambolão. O aumento da concentração de polpa ou pó de jambolão promoveu a redução de pH (4,30) e, conseqüentemente, a elevação da acidez total titulável (5,80), comportamento e valores semelhantes ao desta pesquisa.

Os valores encontrados para umidade apresentaram diferenças estatísticas entre as médias apresentadas pelas amostras ( $p < 0,05$ ), mas os valores dos tratamentos T4 e T5 não diferiram entre si. Os resultados de umidade foram inferiores em todos os tratamentos, quando comparados aos encontrados por Soares (2015), que analisou *sherbet* de jambolão e encontrou valor de 73,09% para umidade.

Os tratamentos com maiores proporções de polpa de jambolão apresentaram maiores teores de umidade menores teores de sólidos solúveis (Tabela 2). De acordo com Soler & Veiga (2001), quanto maior a umidade, menor a concentração de sólidos solúveis, o que se verificou no presente estudo.

Todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si para os teores de lipídeos, proteínas, cinzas e fibras alimentares, com valores superiores para o tratamento T5, com adição de 20% de polpa de jambolão. Os resultados indicaram que houve um incremento nutricional ao se aumentar a proporção de polpa de jambolão nos sorvetes.

Os valores de proteínas (12,90 a 14,09%) estão próximos aos encontrados por Bezerra (2015) em *frozen yogurt* de Jambolão (13,5%). As proteínas são necessárias para a palatabilidade, visto que a intensidade e o tempo de permanência do sabor na boca estão relacionados com o conteúdo de sólidos da mistura (Ordoñez, 2005).

Observa-se (Tabela 2) que os resultados encontrados para o teor de lipídeos (14,56 a 15,08%) foram superiores aos encontrados por Soares (2015), que desenvolveu *sherbet* de jambolão (8,10%). Esta diferença entre o teor de lipídeos do sorvete em relação ao *sherbet* é explicada pelo fato do sorvete apresentar maior quantidade de leite. A gordura confere ao produto cremosidade e proporciona textura suave, dando corpo ao sorvete.

Os resultados de cinzas (1,06 a 1,29%) foram superiores em todos os tratamentos, quando comparados aos encontrados por Oliveira et al. (2005), que analisou *sherbet* de mangaba com substituição de gordura e açúcar e obteve valores entre 0,48 a 0,58%.

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si para o *overrun*, sendo as maiores porcentagens obtidas quanto menor a proporção de polpa de jambolão. O ar é um elemento fundamental em sorvetes, tendo em vista que afeta propriedades físicas como maciez, taxa de derretimento e estabilidade durante o armazenamento. Portanto, o atributo *overrun* consiste em um importante parâmetro técnico na produção de sorvetes (Muse & Hartel, 2004; Sofjan & Hartel, 2004).

Os resultados mostraram que os níveis de *overrun* foram altos (média 75,46%) ao se comparar com sorvetes desenvolvidos por Silva et al. (2012), que encontraram média de 48% e Bezerra (2015), que desenvolveu *frozen yogurt* caprino com incorporação de jambolão (14,2% a 22,6%).

Diversos fatores são determinantes para o desenvolvimento da incorporação de ar em sorvetes, tais como: conteúdo de sólidos totais (quanto maior o conteúdo de sólidos totais, maior será a incorporação de ar ao sorvete), quantidade de gordura (quanto maior o teor de gordura, menor será o ar incorporado) (Pereira, 2011). Estes fatores podem explicar o porquê das formulações com maiores concentrações de polpa de jambolão apresentarem menores porcentagens de *overrun*.

### 3.2 Resultados dos compostos fenólicos e atividade antioxidante dos sorvetes

Na Tabela 3, podem ser visualizados os resultados de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante nos sorvetes com adição de polpa de jambolão.

**Tabela 3.** Resultados de compostos fenólicos e atividade antioxidante em sorvetes com polpa de jambolão (T1 = sorvete com 0% de adição de polpa de jambolão; T2 = sorvete com 5% de adição de polpa de jambolão; T3 = sorvete com 10% de adição de polpa de jambolão; T4 = sorvete com 15% de adição de polpa de jambolão; T5 = sorvete com 20% de adição de polpa de jambolão.).

| Parâmetros                                     | T1                  | T2                  | T3                  | T4                   | T5                  |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Fenólicos (mg AGE g <sup>-1</sup> )            | 119,05 <sup>d</sup> | 134,91 <sup>c</sup> | 154,70 <sup>b</sup> | 161,37 <sup>ab</sup> | 167,94 <sup>a</sup> |
| Antocianinas monoméricas (mg L <sup>-1</sup> ) | 8,24 <sup>c</sup>   | 21,67 <sup>b</sup>  | 23,16 <sup>b</sup>  | 27,68 <sup>ab</sup>  | 35,03 <sup>a</sup>  |
| AA (%)   | 31,53 <sup>e</sup>  | 37,56 <sup>d</sup>  | 49,41 <sup>c</sup>  | 57,57 <sup>b</sup>   | 70,88 <sup>a</sup>  |

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05). AGE = ácido gálico equivalente. AA= Atividade Antioxidante. Fonte: Autores.



Segundo a Tabela 3, os tratamentos com maior proporção de polpa de jambolão apresentaram resultados de fenólicos e antocianinas monoméricas superiores e significantes ( $p < 0,05$ ) em comparação com o controle (T1). Não houve diferenças ( $p \geq 0,05$ ) para estes parâmetros entre os tratamentos T5 e T4. Os resultados do tratamento T4 não diferiram de T3 para antocianinas, mas diferiram para o teor de fenólicos. Os resultados indicaram que a adição de pelo menos 15% de polpa de jambolão na formulação de sorvetes já é suficiente para que o produto apresente incremento das propriedades bioativas.

Os valores de fenólicos encontrados nesta pesquisa (134,91 a 167,94 mg AGE g<sup>-1</sup>) superaram ao encontrado por Bezerra (2015) para *frozen yogurt* elaborado com leite caprino com adição de jambolão. Os autores encontraram valores nas amostras com adição pó de jambolão e polpa de 52,5 mg AGE g<sup>-1</sup> e 90,3 mg AGE g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os compostos fenólicos são instáveis, podendo facilmente sofrer degradações, tanto por meio de enzimas vegetais específicas, quanto por influência de pH, oxigênio, metais, luz, calor ou meio alcalino (Quideau et al., 2011). A polpa de jambolão *in natura* apresentava teor médio de fenólicos de 573,89 mg AGE g<sup>-1</sup> e quando adicionada aos sorvetes houve reduções de fenólicos, pelo fato de estarem agora misturadas a outros ingredientes. No entanto, os teores de fenólicos aumentaram à medida que se aumentou a proporção de polpa de jambolão nos sorvetes.

Os teores de antocianinas encontradas nesta pesquisa (Tabela 3) foram inferiores aos valores encontrados por Soares (2015), em média 51,51 mg 100 g<sup>-1</sup>, que estudou aproveitamento alimentar do jambolão no desenvolvimento de *sherbets*.

A quantidade e a identidade das antocianinas nas frutas estão relacionadas a fatores genéticos e ambientais, como condições de cultivo, tempo de plantio, exposição à luz UV e método de colheita. Por esse motivo, a comparação de teores deste composto entre diferentes culturas de uma mesma fruta e dentro o produto acabado pode gerar resultados bastante distintos (Favaro-Trindade et al., 2009).

O consumo do sorvete de polpa de jambolão pode ser recomendado para consumo, pois as antocianinas, além de sua cor característica, também apresentam excelentes propriedades antioxidantes (Angelo & Jorge, 2007), o que foi confirmado pelos valores de atividade antioxidante dos tratamentos.

A atividade antioxidante foi diferente para todas as amostras ( $p < 0,05$ ). As amostras de sorvete elaboradas com maiores proporções de polpa de jambolão apresentaram considerável atividade antioxidante (Tabela 3), com destaque para os tratamentos T4 e T5.

Luzia & Jorge (2009) avaliaram a atividade antioxidante de sementes de jambolão em extrato etanólico, encontrando valor de 84,98%. Soares et al. (2020) obtiveram o valor de 85,09% de atividade antioxidante em néctar de jambolão (55% de polpa). Os valores obtidos pelos autores foram superiores aos resultados do presente estudo. Entretanto, deve-se mencionar que o sorvete apresenta, em sua formulação, outros componentes que não possuem atividade antioxidante, como xarope de glucose e aditivos.

Chiou et al. (2014), avaliaram a atividade antioxidante de *sherbet* de jambolão (39 g 100 g<sup>-1</sup>), encontrando valores médios de 74%, próximos aos obtidos nesta pesquisa (Tabela 3).

#### 4. Conclusão

Pode-se concluir que a adição de polpa de jambolão ao sorvete apresentou significativos incrementos das características físico-químicas e propriedades bioativas. Houve agregação de compostos fenólicos, antocianinas, proteínas, cinzas, fibra alimentar e lipídeos, quanto maiores as proporções de polpa de jambolão adicionadas. Portanto, o jambolão é um potencial ingrediente na indústria de gelados comestíveis.

Para trabalhos futuros, sugere-se pesquisas sobre a viabilidade de aplicações da polpa de jambolão como ingrediente em alimentos, visando incremento de propriedades bioativas.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa de mestrado.

## Referências

- Angelo, P. M., & Jorge, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 66, 232-240. <https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-do-instituto-adolfo-lutz/>
- Annunziata, A., & Veccio, R. (2011). Functional foods development in the European market: A consumer perspective. *Journal of Functional Foods*, 3(3), 223-228. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.011>
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2006). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15 ed.). Arlington: AOAC.
- Ayyanar, M., & Babu, P. S. (2012). *Syzygiumcumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. *Journal of Tropical Biomedicine*, 18 (3), 240-246. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60050-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60050-1)
- Benherlal, P. S., & Arumughan, C. (2007). Chemical composition and in vitro antioxidant studies on *Syzygium cumini* fruit. *Journal of the Science and Agriculture*, 87 (14), 2560-2569. doi: 10.1002/jsfa.2957.
- Bezerra, M. F. (2015). *Polpa de jambolão (Eugenia jambolana Lam) fresca e desidratada: características físico-químicas, biotativas e funcionais, efeitos biológicos em Caenorhabditis elegans e uso para produção de frozen yogurt caprino probiótico*. 112 f. (Tese Doutorado Ciência e Tecnologia em Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/20097>
- Bogue, J., Collins, O., & Troy, A. J. (2017). Chapter 2 - Market analysis and concept development of functional foods. In: Bagchi D, Nair S (Eds). *Developing New Functional Food and Nutraceutical Products* (pp. 29-45.). Cambridge: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802780-6.00002-X>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 28, 25-30.
- Chiou, A., Panagopoulou, E. A., Gatzali, F., De Marchi, S., & Karathanos, V. T. (2014). Anthocyanins content and antioxidant capacity of Corinthian currants (*Vitis vinifera* L., var. Apyrena). *Food Chemistry*, 146, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.062>
- Favaro-Trindade, C. S., Bernardi, S., Bodini, R. B., Baleiro, J. C.C., & Almeida, E. (2009). Sensory acceptability and stability of probiotic microorganisms and vitamin C in fermented acerola (*Malpighia emarginata* DC) ice cream. *Journal of Foods Science*, 71 (6), S492-S495. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00100.x>
- Freitas, B. F. D., Magalhães, G. L., Soares Júnior, M. S., & Caliar, M. (2021). Production of natural dye extracted from jambolan (*Syzygium cumini*). *Research, Society and Development*, 10 (2), e27410212600. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12600>
- Giusti, M., & Wrolstad, R. E. (2001). Anthocyanins: Characterization and Measurement by UV Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 2, 1-13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice Cream*. (7 ed.). New York: Springer, 462 p.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4.ed., 1.ed. digital). São Paulo – SP: Instituto Adolfo Lutz. [http://www.ial.sp.gov.br/resources/ediorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/ediorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf)
- Larrauri, J. A.; Rupérez, P., & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (4), 1390–1393. <https://doi.org/10.1021/jf960282f>
- Luzia, D. M. M., & Jorge, N. (2009). Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jambolão (*Syzygium cumini* L.). *Revista Ciência Agronômica*, 40(2), 219-223. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/514/332>
- Martins, D. R. dos S., Sanches, K. F. M., Sanjinez-Argandoña, E. J., & Tobal, T. M. (2020). Grumixama (*Eugenia brasiliensis*) and jambolan (*Eugenia jambolana*): source of bioactive compounds and viability in the preparation of jams and yogurts. *Research, Society and Development*, 9(7), e800974816. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4816>
- Muse, M. R., & Hartel, R.W. (2004). Ice Cream Structural Elements that Affect Melting Rate and Hardness. *Journal of Dairy Science*, 87, 1–10. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)
- Oliveira, A. L., Silva, M. G. F., Sobral, P. J. A., Oliveira, C. A. F., & Habitante, A. M. Q. B. (2005). Physical properties of mixes to mangaba sherbet. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (6), 581-586. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000600008>
- Ordoñez, T. A. (2005). *Tecnologia de Alimentos*. Alimentos de Origem Animal. Porto Alegre: Artmed, v.2.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM. [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).
- Pereira, R. J. (2011). *Composição centesimal, aspectos fitoquímicos, atividades antioxidante, hipoglicemiante e anti-hiperlipidêmica de frutos do gênero Syzygium*. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras – UFPA. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3341>

Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., & Pouységu L. (2011). Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 50 (3), 586-621. <https://doi.org/10.1002/anie.201000044>

Silva, L. C., Machado, T. B., Silveira, M. L. R., Rosa, C. S., & Bertagnolli, S. M. M. (2012). Aspectos microbiológicos, pH e acidez de iogurtes de produção caseira comparados aos industrializados da região de Santa Maria – RS. *Disciplinarium Scientia*, 13 (1), 111-120. <https://periodicos.ufrn.br/index.php/disciplinarumS/article/view/995/939>

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

Soares, A. C., & Pereira, N. R. (2020). Secagem da polpa de jambolão (*Syzygium cumini*) em secador de leito de jorro: efeito da clara de ovo como agente carreador de secagem na qualidade do produto. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019075. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07519>

Soares, J. C. (2015). *Aproveitamento alimentar de jambolão*. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4511/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Jackeline%20Cintra%20Soares%20-%202015.pdf>

Soares, J. C., Soares Júnior, M. S., Neri Numa, I. A., Pastore, G. M., & Caliari, M. (2020). Jambolan nectar: physical and chemical properties due to formulation ingredients. *Research, Society and Development*, 9(5), e161953212. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3212>

Sofjan, R., & Hartel, R. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14, 255-262. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.08.005>.

Soler, M. P., & Veiga, P. G. (2001). *Sorvetes*. Campinas: ITAL; CIAL, 68 p.

Swami, S. B., Thakor, N. S. J., Patil, M. M., & Haldankar, P. M. (2012). Jamun (*Syzygium cumini* (L.)): A Review of Its Food and Medicinal Uses. *Food and Nutrition Sciences*, 3(1), 1100-1117. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.38146>

Tavares, I. M. C., Lago-Vanzela, E. S., Rebello, L. P. G., Ramos, A. M., Gómez-Alonso, S., García-Romero, E., Da-Silva, R., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2016). Comprehensive study of the phenolic composition of the edible parts of jambolan fruit (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). *Food Research International*, 82, 1-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.01.014>