

**Avaliação de geleia de biribiri (*Averrhoa bilimbi* L.) com diferentes concentrações de pectina**

**Evaluation of biribiri jelly (*Averrhoa bilimbi* L.) with different concentrations of pectin**

**Evaluación de biribiri jalea (*Averrhoa bilimbi* L.) con diferentes concentraciones de pectina**

Recebido: 12/09/2020 | Revisado: 21/09/2020 | Aceito: 24/09/2020 | Publicado: 26/09/2020

**Lívia Alves Barroso**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8196-0200>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [livia.barroso@hotmail.com](mailto:livia.barroso@hotmail.com)

**Thaís Inês Marques de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2703-9848>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [thais\\_marquess@hotmail.com](mailto:thais_marquess@hotmail.com)

**Marcio Schmiele**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8830-1710>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br](mailto:marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br)

**Tatiana Nunes Amaral**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3967-0947>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: [tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br](mailto:tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br)

**Resumo**

Nos últimos anos, a busca por alimentos com apelo de saudabilidade tem crescido substancialmente, o que tem favorecido o comércio de alimentos à base de frutas. A utilização de frutos nativos para o desenvolvimento de geleia é uma nova alternativa de consumo, uma vez que é uma forma de conservação dos frutos visto que apresentam alta perecibilidade. O objetivo deste trabalho foi elaborar geleias de biribiri com diferentes concentrações de pectina e caracterizar o produto quanto às características físico-químicas, colorimétricas e de textura. Foram utilizados frutos maduros e elaboradas geleia do tipo extra. Realizaram-se três

formulações, sendo que estas variaram o teor de pectina (0, 0,5 e 1%). As seguintes análises foram realizadas: pH, acidez, sólidos solúveis, atividade de água, cor e perfil de textura. Não houve diferença estatística entre as amostras para nenhum parâmetro. Os resultados mostraram que as geleias apresentam média de pH, acidez, sólidos solúveis e atividade de água de 2,85; 1,28; 63,8 e 0,79 respectivamente, sendo ideal para conferir uma segurança alimentar ao produto. As médias dos parâmetros de cor e textura foram L\* 19,44, a\* 5,64, b\* 22,29, dureza 1,2N, adesividade -0,13, elasticidade 0,90 e coesividade 0,65N. Desta forma, a elaboração de geleia de biribiri é uma possibilidade tecnológica para a elaboração de um produto alternativo, além de agregar valor ao fruto e minimizar a sua perda devido a sua alta perecibilidade.

**Palavras-chave:** Armazenamento; Composição; Conservação; Limão-de-caiena; Planta alimentícia não convencional; Processamento.

### **Abstract**

In the last few years, the search for healthy-looking foods has grown substantially, which has favored the trade in fruit-based foods. The use of native fruits for the development of jelly is a new alternative for consumption, is a way of preserving the fruits since they have high perishability. The objective of this work was to make biribiri jellies with different concentrations of pectin and to characterize the product in terms of physical-chemical, colorimetric and texture characteristics. Ripe fruits were used and jams of the extra type were made. Three formulations were carried out, and these varied the pectin content (0, 0.5 and 1%). The following analyzes were performed: pH, acidity, soluble solids, water activity, color and texture profile. There was no statistical difference between samples for any parameter. The results showed that the jellies showed an average pH, acidity, soluble solids and water activity of 2.85, 1.28, 63.8 and 0.79 respectively, being ideal to provide food security to the product. The means of the color and texture parameters were L \* 19.44, a \* 5.64, b \* 22.29, hardness 1.2N, adhesiveness -0.13, elasticity 0.90 and cohesiveness 0.65N. Thus, the production of biribiri jelly is a technological possibility for the production of an alternative product, in addition to adding value to the fruit and minimizing its loss due to its high perishability.

**Keywords:** Cayenne lemon; Composition; Conservation; Processing; Storage; Unconventional food plant.

## Resumen

En los últimos años, la búsqueda de alimentos saludables se ha incrementado sustancialmente, lo que ha favorecido el comercio de alimentos a base de frutas. El uso de frutas nativas para el desarrollo de gelatina es una nueva alternativa de consumo, ya que es una forma de preservar las frutas ya que tienen una alta perecebilidad. El objetivo de este trabajo fue elaborar gelatinas de biribiri con diferentes concentraciones de pectina y caracterizar el producto en términos de características físico-químicas, colorimétricas y de textura. Se utilizaron frutas maduras y gelatina de tipo extra. Se llevaron a cabo tres formulaciones, que variaron el contenido de pectina (0, 0,5 y 1%). Se realizaron los siguientes análisis: pH, acidez, sólidos solubles, actividad del agua, color y perfil de textura. No hubo diferencia estadística entre las muestras para ningún parámetro. Los resultados mostraron que las jaleas tenían un pH promedio, acidez, sólidos solubles y actividad de agua de 2.85, 1.28, 63.8 y 0.79 respectivamente, lo que las hace ideales para proporcionar seguridad alimentaria al producto. Los promedios de los parámetros de color y textura fueron  $L^* 19.44$ ,  $a^* 5.64$ ,  $b^* 22.29$ , dureza 1.2N, adhesividad -0.13, elasticidad 0.90 y cohesividad 0.65N. Por lo tanto, la producción de gelatina de biribiri es una posibilidad tecnológica para la producción de un producto alternativo, además de agregar valor a la fruta y minimizar su pérdida debido a su alta perecedera.

**Palabras clave:** Almacenamiento; Composición; Conservación; Cayena limón; Planta alimenticia no convencional; Procesamiento.

## 1. Introdução

No ranking mundial de produtores de frutas, o Brasil se encontra entre os três maiores, com uma colheita de aproximadamente 43 milhões de toneladas por ano. Além da grande diversidade frutífera, a fruticultura nacional apresenta potencial agroecológico para expansão da produção de frutas nativas e das plantas alimentícias não-convencionais (PANC's), que são pouco exploradas economicamente apesar de apresentarem grande importância socioeconômica e regional (Kist & Al, 2018).

As PANC's muitas vezes acabam perdendo espaço no mercado para os vegetais mais comumente consumidos, uma vez que são alimentos desconhecidos e pouco estudados, e quando conhecido normalmente é por uma pequena parte da população (Brasil, 2010). Entretanto, são espécies que apresentam importância econômica, por serem bem adaptados às condições ambientais brasileiras e comumente cultivados pela agricultura familiar, além de

fornecer boas propriedades nutricionais da mesma forma que os convencionais (Souza et al., 2016).

Um exemplo de PANC presente no Brasil é o biribiri, de nome científico *Averrhoa bilimbi* L. e integrante da família das Oxalidaceae. Seus frutos são cilíndricos, com cinco lobos longitudinais e possuem entre 4 a 10 cm (Paschoalin et al., 2014). Independente do grau de maturação, todos os frutos possuem sementes pequenas em números que variam de 3 a 15 (Ribeiro et al., 2010), e quando maduros, apresentam epicarpo fino e endocarpo macio, com alto teor de vitaminas (A, B1 e C). O fruto contém flavonoides, esteroides / triterpenoides, glicosídeos, proteínas, gorduras, cálcio e ferro (Lima et al., 2001; Santos et al., 2014).

A aplicação de tecnologias de produção de alimentos é uma alternativa para a conservação de frutos perecíveis como o biribiri. A produção de geleias é pertinente pelo aumento de vida de prateleira, redução da sazonalidade, oferecimento de alimento agradável sensorialmente e por aplicações variadas até como ingrediente em outras formulações (Maciel et al., 2009). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a geleia de frutas é definida como o produto obtido pela cocção de frutas (inteiras, pedaços, polpa ou suco), com açúcar e concentrado até consistência gelatinosa (Brasil, 1978).

No processo de produção de geleias podem ser adicionados acidulantes e pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta (Brasil, 1978). As pectinas estão presentes na parede celular primária e nas camadas intercelulares de plantas terrestres e formam um grupo complexo de polissacarídeos estruturais, sendo a concentração variável de acordo com a espécie (Cagnin et al., 2020; Rodrigues et al., 2020). O biribiri apresenta baixo teor de pectina, por outro lado possui alto teor de ácido cítrico, característica ideal para a produção de geleias (Ribeiro et al., 2016).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento, caracterizar as geleias de biribiri e avaliar a influência da pectina.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Material**

Para a elaboração das geleias foram utilizados biribiris colhidos no município de Teófilo Otoni (MG), açúcar cristal comercial e pectina (Êxodo Científica). O processamento foi conduzido no Laboratório de Conservação de Alimentos do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Seleção e higienização do biribiri

Foram utilizados frutos maduros de cor e tamanho padronizados. Inicialmente realizou-se a seleção visual dos frutos que estavam aptos para o processamento, que não apresentavam danos mecânicos, injúrias e contaminações aparentes. Os frutos com algum tipo de injúria ou deterioração foram descartados. Após a seleção, realizou-se uma higienização com solução de hipoclorito (200 ppm) por 10 minutos e, em seguida, os mesmos foram enxaguados em água corrente para remoção do resíduo do hipoclorito.

### 2.2.2 Processamento das geleias de biribiri

Com o biribiri devidamente higienizado foram elaboradas três formulações de geleia do tipo extra (Brasil, 1978) como colocado na Tabela 1. A tecnologia de produção das geleias foi realizada segundo (Souza et al., 2016).

**Tabela 1.** Formulações utilizadas para a elaboração das geleias de biribiri.

Ingredientes	Formulações (%)		
	J00	J05	J10
Polpa do biribiri	50,00	49,75	49,50
Açúcar	50,00	49,75	49,50
Pectina	-	0,50	1,00

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Para o processamento da geleia, após higienização dos frutos prosseguiu-se com a extração da polpa utilizando um liquidificador industrial na qual foi triturada e, em seguida, peneirada.

Logo após, realizou-se a pesagem das formulações seguido da homogeneização da polpa e açúcar. Os ingredientes foram concentrados, etapa caracterizada pelo aquecimento da mistura tendo por finalidade a formação do gel, contribuindo para a diminuição da quantidade de água presente no meio. O ponto final do processamento foi determinado ao atingir o teor de sólidos solúveis entre 63-65 °Brix, sendo este mensurado com o auxílio do refratômetro

digital (Instrutherm®).

Por fim, a geleia foi envasada a quente em vidros previamente esterilizados e os mesmos foram invertidos a fim de possibilitar a esterilização do ar presente no seu interior, minimizando o risco de contaminação. O produto final foi armazenado a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  até a realização das análises.

### **2.2.3 Análises físico-químicas**

O biribiri *in natura* foi avaliado com relação ao pH, acidez e sólidos solúveis. Enquanto que as características físico-químicas avaliadas nas geleias foram pH, sólidos solúveis, atividade de água ( $A_w$ ) e acidez titulável total. O pH foi determinado com o auxílio de um pHmetro digital (TecnoPON®), os sólidos solúveis por refratometria (refratômetro digital, Instrutherm®), atividade de água por meio do equipamento Aqualab® (modelo 4TEV) e a acidez titulável total por titulação segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 2008). A análise objetiva de cor foi determinada por meio do colorímetro da marca KONICA MINOLTA modelo CM-5 com abertura de leitura de 30 mm. Foram utilizados os seguintes parâmetros: iluminante D65; ângulo de  $10^{\circ}$  para o observador; componente especular incluído e sistema de leitura CIELAB definido por  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , onde a coordenada  $L^*$  corresponde à luminosidade que varia de 0 a 100 (escuro ao claro),  $a^*$  e  $b^*$  referem-se às coordenadas de cromaticidade verde (-) /vermelho (+) e azul (-) / amarelo (+), respectivamente.

### **2.2.4 Análise de textura**

A textura instrumental foi determinada com o auxílio de um texturômetro (Stable Micro Systems) sendo avaliado o Perfil de Textura (TPA) de acordo com metodologia descrita por (Ribas et al., 2017), onde foi utilizado uma probe P/0,5R com 6 mm de diâmetro e os resultados obtidos foram com base na curva força x tempo.

### **2.2.5 Análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e foram realizadas três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

### 3. Resultados e Discussão

O pH encontrado no biribiri *in natura* foi de  $2,37 \pm 0,06$  demonstrando assim característica de pH ácido (<6), valores semelhantes foram observados por Araújo et al. (2009) que encontraram pH 2,4 (Araújo et al., 2009).

Em relação aos sólidos solúveis do fruto, os valores encontrados foram baixos ( $3,02 \pm 0,44$  °Brix), valores estes que condizem com a condição do fruto do biribiri que é uma fruta mais ácida com baixo teor de sólidos solúveis. Em estudo com carambola, fruto pertencente à mesma família do biribiri, Torres et al. (2003) observaram que os teores dos sólidos solúveis aumentaram com o amadurecimento dos frutos apresentando valor semelhante ao encontrado neste estudo (Torres et al., 2003).

A adição de pectina nas formulações das geleias de biribiri estudadas não interferiu significativamente nos parâmetros físico-químicos: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, atividade de água e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). Os resultados destes parâmetros estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resultados dos parâmetros físico-químicos das geleias de biribiri.

Parâmetros	J00	J05	J10	Geral
pH	$2,79^{ns} \pm 0,06$	$2,88^{ns} \pm 0,01$	$2,90^{ns} \pm 0,01$	$2,85 \pm 0,07$
Acidez total titulável (% em ácido cítrico)	$1,23^{ns} \pm 0,03$	$1,28^{ns} \pm 0,01$	$1,32^{ns} \pm 0,03$	$1,28 \pm 0,03$
Sólidos solúveis (°Brix)	$64,16^{ns} \pm 0,56$	$63,83^{ns} \pm 0,55^{ns}$	$63,50^{ns} \pm 0,33^{ns}$	$63,83 \pm 0,10$
Atividade de água	$0,77^{ns} \pm 0,05$	$0,79^{ns} \pm 0,01$	$0,81^{ns} \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,19$
$L^*$	$20,20^{ns} \pm 2,24$	$19,68^{ns} \pm 0,75$	$18,45^{ns} \pm 1,03$	$19,44 \pm 0,12$
$a^*$	$4,50^{ns} \pm 2,41$	$6,03^{ns} \pm 0,60$	$6,40^{ns} \pm 1,17$	$5,64 \pm 0,25$
$b^*$	$21,54^{ns} \pm 0,84$	$23,55^{ns} \pm 0,76$	$21,79^{ns} \pm 0,92$	$22,29 \pm 0,10$

<sup>ns</sup> Não houve diferença estatística entre as amostras, a 5% de probabilidade, pelo teste de média Tukey. Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Segundo Araújo et al. (2009), o biribiri é um fruto com uma alta acidez implicando no seu uso na produção de vinagre, picles e geleias. Essa afirmativa da alta acidez do fruto está coerente com os valores reportados por Lima et al. (2001), Souza et al. (2009) e Souza et al.

(2011), sendo estes 0,9%; 0,74% e 0,74% em ácido cítrico, respectivamente. Por consequência desse teor de acidez, os resultados obtidos em relação ao pH da geleia de biribiri foram baixos, caracterizando um pH ácido, atributo importante e que desfavorece o crescimento de microrganismos.

Os resultados de pH e acidez titulável, em geral, indicam que as polpas de biribiri são ácidas, não necessitando de correção de pH através da adição de ácido cítrico na formulação, uma vez que os frutos apresentaram pH favorável e adequado para o processamento da geleia (menor que 3,5) (Curi et al., 2017). O que é confirmado por Licodiedoff et al. (2010), que afirmam que para o desenvolvimento da geleia e formação do gel com alto grau de metoxilação é necessário que o pH seja baixo e esteja entre 2,8 e 3,5 (Licodiedoff et al., 2010). Além do pH é importante que seja adicionado o açúcar na formulação para aumentar os sólidos solúveis, sendo que para formação do gel os sólidos solúveis precisam apresentar alta concentração, aproximadamente 55% e menor que 85%, visto que se o valor for acima pode ocorrer uma desidratação tão alta que acaba inviabilizando o controle da gelatinização de qualquer tipo de pectina comercial (Caetano et al., 2012; Mohos, 2010).

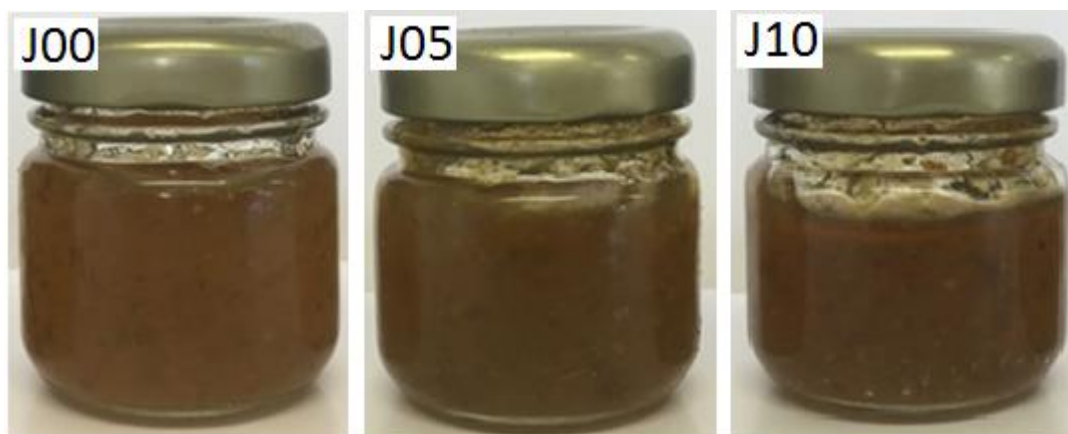
Para as análises de sólidos solúveis também não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras, sugerindo que a aplicação da pectina não interferiu neste parâmetro. Vicente et al. (2014) ressaltam que o teor de sólidos solúveis é um parâmetro tecnológico de suma importância para auxiliar na formação do gel da geleia e este deve se apresentar entre 60 e 64 °Brix, o que pode verificar que os valores encontrados neste estudo se encontram dentro desta faixa. O resultado encontrado para este estudo de 63,83 °Brix está relacionado com a adição de açúcar na formulação e devido ao processo de cocção que acabou influenciando na concentração do açúcar e dessa forma aumento dos sólidos solúveis.

Para a atividade de água que conforme descrita por Tapia et al. (2008) é a água disponível no alimento para ocorrência de reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, não houve diferença significativa e foi encontrado um valor médio de 0,79 (Tapia et al. 2008). Pimentel et al. (2002) descreveram que a atividade de água de uma geleia deve ser inferior a 0,90 para inibir o crescimento de bactérias, com isso pode inferir que a atividade de água obtida para a geleia de biribiri encontra-se dentro do recomendado, uma vez que a qualidade e a segurança alimentar dependem do pH e da atividade da água (aw), e alimentos com grande atividade de água são altamente perecíveis (Pimentel et al., 2002). Como forma de prolongar a vida de prateleira da geleia o processo de envase ocorre de forma asséptica, onde apenas 90% da capacidade dos potes de vidro é adicionado de geleia recém-preparada, e as geleias são fechadas e vertidas por 3 minutos de forma a promover a esterilizar (Celestino, 2013).



De acordo com Dias et al. (2011), a cor das polpas de fruta está diretamente relacionada com a qualidade, tipo e quantidade de pigmentos presentes, o que faz com que essa cor inicial da polpa influencie no resultado final da geleia. No entanto é importante ressaltar que durante a etapa de cocção da geleia em pressão atmosférica pode ocorrer a degradação (oxidação) dos pigmentos iniciais presentes na polpa, como também a caramelização e redução dos açúcares não redutores, decorrentes do início da reação de Maillard, e com isso ocorre o escurecimento não enzimático, e então no resultado final da geleia este pode apresentar um pigmento mais escuro do que a polpa inicial (Dias et al., 2011). Exatamente o que ocorreu com o desenvolvimento da geleia de biribiri que apresentou um baixo valor de luminosidade o que resultou em geleias escuras (Figura 1).

**Figura 1.** Coloração das amostras de geleia de biribiri de diferentes concentrações de pectina.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Através da constatação da uniformidade da cor entre as amostras pode-se verificar que as geleias estudadas apresentaram uma coloração amarelo-amarronzado, traduzindo a característica da polpa do fruto maduro. Com relação ao parâmetro  $b^*$ , verificou-se que este tendeu para a tonalidade amarelo enquanto o parâmetro  $a^*$  tendeu a cor vermelha, devido aos valores positivos desses dois parâmetros. A adição de pectina nas formulações está relacionada com o processo de geleificação e não como alterador de cor.

O resultado da análise de textura apresentado na Tabela 3 demonstra que as concentrações de pectina utilizadas não influenciaram, estatisticamente, na textura das geleias. O valor médio encontrado para a dureza foi semelhante ao encontrado por Ribas et al. (2017) ao avaliarem geleias de uva da variedade “Thompson Seedless” que observaram uma dureza de 1,1 N demonstrando uma baixa dureza, fato que corrobora com o descrito pela resolução número 12 de 24 de julho de 1978 da ANVISA, que descreve que a geleia deve apresentar

aspecto gelatinosa, implicando em um baixo valor desse atributo (Brasil, 1978).

**Tabela 3.** Parâmetros de textura das amostras de geleia de biribiri.

Parâmetros	J00	J05	J10	Geral
Dureza (N)	1,57 <sup>ns</sup> ± 0,49	0,70 <sup>ns</sup> ± 0,11	1,16 <sup>ns</sup> ± 0,08	1,14 ± 0,45
Adesividade	-0,17 <sup>ns</sup> ± 0,01	-0,13 <sup>ns</sup> ± 0,00	-0,15 <sup>ns</sup> ± 0,03	- 0,15 ± 0,03
Elasticidade	0,96 <sup>ns</sup> ± 0,03	0,82 <sup>ns</sup> ± 0,01	0,91 <sup>ns</sup> ± 0,03	0,90 ± 0,07
Coabilidade (N)	0,81 <sup>ns</sup> ± 0,04	0,57 <sup>ns</sup> ± 0,02	0,61 <sup>ns</sup> ± 0,08	0,66 ± 0,12

<sup>ns</sup> Não houve diferença estatística entre as amostras, a 5% de probabilidade, pelo teste de média Tukey. Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Segundo Szczesniak (2002) a adesividade pode ser compreendida como a força necessária para remover a parte do alimento que adere a boca durante a mastigação. Uma baixa adesividade, como observado, proporciona uma estrutura de gel menos rígida e firme (Ribas et al., 2017) fazendo com que esse gel se desmanche mais fácil na boca (Menezes, 2008).

Para a elasticidade o valor médio encontrado apresentou próximo ao reportado por Ribas et al. (2017) para geleia de uva e para a geleia de café avaliada por Xavier (2008) que encontraram 1,0 e 0,91, respectivamente. Os autores relatam que esta elasticidade está relacionada com a capacidade do material retornar ao seu estado inicial após sofrer uma deformação pela mastigação.

Com relação à coabilidade, o valor médio encontrado está próximo ao estudado por Vieira et al. (2017) em geleia de jaboticaba com pitanga que observaram um valor de 0,69. Esse atributo menciona o quanto o alimento pode ser comprimido antes da sua ruptura (Szczesniak, 2002).

Durante a produção da geleia normalmente a quantidade de pectina a ser adicionada é calculada entre 0,5% e 1,5%, em relação à quantidade de polpa e açúcar que será utilizada na formulação, porém o teor pode variar conforme a fruta utilizada, uma vez que algumas frutas contém pectina naturalmente em sua estrutura (Oliveira et al., 2020). As cascas de frutos como limão, lima, uva, laranja, maçã e albedo do maracujá (Araújo et al., 2020) e pode-se inferir o mesmo comportamento do biribiri, também conhecido por limão caiano (Canteri et al., 2012). Isso pode justificar que a adição de pectina na geleia de biribiri não influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) em comparação com o controle, em relação às características

físico-químicas, colorimétricas e de textura. Segundo Krolow (2013) polpas de frutas com condições iniciais mais ácidas e com alto teor de pectina diminuem o tempo de geleificação e o tempo para atingir a concentração desejada, o que acaba minimizando reações hidrolíticas.

#### **4. Considerações Finais**

As geleias elaboradas a partir do biribiri apresentaram viabilidade tecnológica e características físico-químicas adequadas à formação da consistência, demonstrando assim a possibilidade plausível como ideal à formação do gel. As geleias com pectina e sem pectina não apresentaram diferença significativa entre elas, demonstrando assim que o biribiri apresenta um teor alto de pectina e uma alta acidez, o que possibilita sua utilização industrial e viabiliza economicamente uma vez que sua produção não necessita a adição de ácidos nem pectina no processamento. Durante o processamento de cocção devido à oxidação e/ou reação de Maillard houve degradação dos pigmentos e escurecimento da polpa, o que fez com que a geleia apresentasse uma tonalidade escura ao final do processo. A baixa atividade de água (<0,7) minimiza a perda devido à perecibilidade. A textura analisada se enquadra com valores analisados na literatura para geleias, confirmando a viabilidade tecnológica.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo apoio.

#### **Referências**

Araújo, A. C. e S. de, Araujo, J. M. S. de, Rezende, A. J. de, Claro, P. S., & Oliveira, R. L. de. (2020). Elaboração de geleia de goji berry, produzida de maneira artesanal, com adição de pectina da casca do maracujá. *Research, Society and Development*, 9(6), 1–18. Doi: 10.1017/CBO9781107415324.004

Araújo, E. R., Alves, L. I. F., Rêgo, E. R. do, Rêgo, M. M. do, Castro, J. P. de, & Sapucay, M. J. L. da C. (2009). Caracterização físico-química de frutose de biri-biri (*Averrhoa bilimbi* L.). *Revista Biotemas*, 22(4), 225–230.

Brasil. Ministério da Agricultura, P. e A. (2010). Manual de hortaliças não-convencionais. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo.

Brasil. (1978). Resolução CNNPA, n o 12 de 24 de julho de 1978. Normas técnicas e especiais para alimentos e bebidas. *Diário Oficial Da União*.

Caetano, P. K., Daiuto, É. R., & Vieites, R. L. (2012). Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(3), 191–197. Doi: 10.1590/s1981-67232012005000011

Cagnin, C., Plácido, G. R., Cavalcante, M. D., Freitas, B. S. M. de, Oliveira, D. E. C. de, & Sousa, T. L. de. (2020). Aproveitamento do coproduto de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg.) para extração de pectina Utilization. *Research, Society and Development*, 9(6), 1–14. Doi: 10.1017/CBO9781107415324.004

Canteri, M. H. G., Lirian Moreno, G. W., & Scheer, A. de P. (2012). Pectina : da Matéria-Prima ao Produto Final. *Polímeros*, 22(2), 149–157.

Celestino, S. M. C. (2013). Desenvolvimento e Avaliação da Vida de Prateleira de Geleia de Buriti. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 313, 27p.

Curi, P. N., Carvalho, S., Salgado, D. L., Pio, R., Pasqual, M., Bittencourt, F., Souza, M. De, & Souza, V. R. De. (2017). Influence of different types of sugars in physalis jellies. 37(3), 349–355.

Dias, C. S., Borges, S. V., Queiroz, F., & Pereira, P. A. P. (2011). Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa* spp.) Cv. Prata durante o armazenamento. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 70(1), 28–34.

Dias, M. V., Figueiredo, L. P., Valente, W. A., Ferrua, F. Q., Aparecida, P., Pereira, P., Galvão, A., Pereira, T., Borges, S. V., & Clemente, P. R. (2011). Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá ( *Passiflora edulis f. flavicarpa* ). 31(1), 65–71.

Instituto Adolfo Lutz. Zenebon, O., Pascuet, N. S., & Tiglea, P. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. In Instituto Adolfo Lutz (4a ed.). <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>

Kist, B. B., & Al, E. (2018). Anuário da Fruticultura Brasileira. In IBRAF (Ed.), Editora Gazeta.

Krolow, A. C. R. (2013). Preparo artesanal de geleias e geleizadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Licodiedoff, S., Aquino, A. D. de, Godoy, R. C. B. de, & Ledo, C. A. da S. (2010). Avaliação da sinérese em geléia de abacaxi por meio de análise uni e multivariada. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, 31(1), 51–56.

Lima, V. L. A. G. De, Mélo, E. D. A., & Santos Lima, L. Dos. (2001). Physicochemical characteristics of bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23(2), 421–423. Doi: 10.1590/s0100-29452001000200045

Maciel, M. I. S., Melo, E. de A., de Lima, V. L. A. G., da Silva, W. S., Maranhão, C. M. C., & de Souza, K. A. (2009). Características sensoriais e físico-químicas de geleias mistas de manga e acerola. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 27(2), 247–256. Doi: 10.5380/cep.v27i2.22035

Menezes, C. C. (2008). Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento. In *Dissertação*. Universidade Federal de Lavras.

Mohos, F. (2010). *Confectionery and Chocolate Engineering: Principles and Applications*. i–xxi. Doi: 10.1002/9781444320527.fmatter

Oliveira, K. Á. R. de, Medeiros, A. F. G., Ferreira, N. K. P., Vasconcelos, M. H. A. de, Chantelle, L., & Brito, I. de L. (2020). Formulação e caracterização dos parâmetros de qualidade de geleias e doces em pastas de pitanga roxa (*Eugenia uniflora* L.) com redução de açúcares. *Research, Society and Development*, 9(8), 1–16.

Paschoalin, R. P., Jesus, L. A. S. de, Paschoalin, N. P., Carvalho, T. C., Silva, C. A. B. da, & Moysés Neto, M. (2014). Lesão renal aguda como complicação da ingestão excessiva de suco do fruto biri biri (*Averrhoa bilimbi*). *Jornal Brasileiro de Nefrologia*, 36(4), 545–548. Doi: 10.5935/0101-2800.20140078

Pimentel, E. F., Dias, R. S., Ribeiro-Cunha, M., & Glória, M. B. A. (2002). Avaliação da rotulagem e da qualidade físico-química e microbiológica de queijo ralado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(3), 289–294. Doi: 10.1590/s0101-20612002000300016

Ribas, M. F., Buratto, A. P., & Pereira, E. A. (2017). Desenvolvimento de geleia de uva “Thompson Seedless.” *Synergismus Scientifica UTFPR*, 12(1), 109–117.

Ribeiro, L. M. P., Damasceno, K. A., Gonçalves, R. M. S., Alves, A. N., & Cunha, M. F. (2016). Acidez, sua relação com pH e qualidade de geleias e doces em barra. *Boletim Técnico IFTM*, 2(2), 14–19.

Ribeiro, W. S., Lucena, H. H. de, Barbosa, J. A., Almeida, E. I. B., Silva, A. P. G. da, Carneiro, G. G., Borges, P. de F., & Silva, A. R. (2010). Caracterização pós-colheita do limão cayne (*Averrhoa bilimbi* L.), armazenado em atmosfera modificada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 12(2), 133–139.

Rodrigues, I. C., Asquieri, E. R., Silva, A. G. de M. e, & Clarissa Damiani. (2020). Estudo do processamento de geleia de melancia enriquecida com extratos de jabuticaba e extrato de sementes de chia: características físico-químicas e potencial antioxidante. *Research, Society and Development*, 9(5), 1–31. Doi: 10.1017/CBO9781107415324.004

Santos, H. H. D., Matos, V. P., Albuquerque, A. P. da C., Sena, L. H. de M., & Ferreira, E. G. B. de S. (2014). Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Averrhoa bilimbi* L. oriundas

de dois estágios de maturação. *Ciencia Rural*, 44(11), 1995–2002. Doi: 10.1590/0103-8478cr20130992

Souza, F. G. de, Barbosa, F. da F., & Rodrigues, F. M. (2016). Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo. *Journal of Boenergy and Food Science*, 3(2), 78–88. Doi: 10.18067/jbfs.v3i2.52

Souza, P. A. De, Senhor, R. F., Costa, F. B. da, Freitas, R. V. da S., & Silva, M. S. (2011). Caracterização físico-química de frutos de bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) produzidos no estado do RN. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(1), 270–273.

Souza, P. A. de, Silva, G. G. da, Morais, P. L. de D., Santos, E. C. dos, Aroucha, E. M. M., & Menezes, J. B. (2009). Vida útil pós-colheita de frutos de bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) armazenados sob refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(4), 1190–1195. Doi: 10.1590/s0100-29452009000400037

Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), 215–225. Doi: 10.1016/S0950-3293(01)00039-8

Tapia, M., Alzamora, S., & Chirife, J. (2008). Effects of Water Activity (aw) on Microbial Stability: As a Hurdle in Food Preservation. In *Water activity in foods - Fundamentals and applications* (pp. 239–271). Doi: 10.1002/9780470376454.ch10

Torres, L. B. V, Maria Feitosa de Figueirêdo, R., & Queiroz, A. (2003). Caracterização química de carambolas produzidas em região semi-árida do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 5, 43–54. Doi: 10.15871/1517-8595/rbpa.v5nEspecialp43-54

Vicente, J., Nascimento, K. de O. do, Saldanha, T., Barbosa, M. I. M. J., & Barbosa Júnior, J. L. (2014). Composição química, aspectos microbiológicos e nutricionais de geléias de carambola e de hibisco orgânicas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(3), 137–143.

Vieira, A. F., Constantino, J. S. F., Rodrigues, L. M. de S., Silva, L. P. F. R. da, & Almeida, R. D. (2017). Avaliação físico-química e de textura instrumental de geleia mista de jabuticaba e pitanga. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 7(2), 407–410.

Xavier, A. A. O. (2008). Desenvolvimento de geléia de café contendo ingredientes funcionais. In Dissertação. Universidade Estadual de Londrina.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Lívia Alves Barroso – 25%

Thaís Inês Marques de Souza – 25%

Marcio Schmiele – 25%

Tatiana Nunes Amaral – 25%