

# Tecnologia de Frutas e Hortaliças: desenvolvimento de produtos, análise e conservação

**Carla Rosane Barboza Mendonça**

**Caroline Dellinghausen Borges**



**2021**

**M**  
**MÉRIDA**  
PUBLISHERS

# Tecnologia de Frutas e Hortaliças:

---

desenvolvimento de produtos,  
análise e conservação

Carla Rosane Barboza Mendonça  
Caroline Dellinghausen Borges  
(Eds)

Canoas

2021



## **Tecnologia de Frutas e Hortaliças: desenvolvimento de produtos, análise e conservação**

© 2021 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2>

### **Editores**

Carla Rosane Barboza Mendonça

Caroline Dellinghausen Borges

### **Adaptação da capa e desenho gráfico**

Reynaldo Miquel

### **Imagens da capa**

klipartz.com



Canoas - RS - Brasil

[contact@meridapublishers.com](mailto:contact@meridapublishers.com)

[www.meridapublishers.com](http://www.meridapublishers.com)

Todos os direitos autorais pertencem a Mérida Publishers. A reprodução total o parcial dos trabalhos publicados, é permitida desde que sejam atribuídos créditos aos autores.



#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

T255 Tecnologia de frutas e hortaliças [recurso eletrônico] : desenvolvimento de produtos, análise e conservação / Organizadoras Carla Rosane Barboza Mendonça, Caroline Dellinghausen Borges. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-991393-5-2

1. Tecnologia de alimentos. 2. Alimentos - Análise.  
3. Caracterização sensorial. I. Borges, Caroline Dellinghausen.  
II. Mendonça, Carla Rosane Barboza.

CDD 631.584

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

## Prefácio

A tecnologia de frutas e hortaliças dedica-se ao estudo de todos os aspectos relativos ao processamento e conservação de produtos de origem vegetal. Auxiliando na obtenção de produtos alimentícios para nichos diferenciados de consumidores, inovadores, nutritivos, seguros e com vida útil ampliada, além de sensorialmente bem aceitos.

As tendências no mercado de alimentos apontam para o crescimento na oferta de novos produtos, especialmente para o desenvolvimento de alimentos que atendam a necessidades especiais, praticidade e conveniência. Para que os produtos alimentícios conquistem os consumidores, é essencial o emprego de requisitos criteriosos no processamento. Fica evidente a importância dos avanços tecnológicos e científicos para impulsionar esse processo e proporcionar novas alternativas alimentares a quem necessita ou deseja.

Nesse contexto, as ferramentas da análise sensorial têm sido fundamentais para avaliar a aceitação e outros parâmetros de qualidade dos alimentos, tendo em vista que os produtos alimentícios necessitam ser saborosos para alcançarem sucesso no mercado. A análise sensorial de alimentos vem se consolidando como uma ferramenta de extrema importância na área alimentícia, visto que auxilia de sobremaneira para atingir a excelência imposta ao mercado. Como uma disciplina da ciência, a análise sensorial está em constante evolução, visando diagnosticar como as preferências e percepções dos consumidores impactam os produtos alimentícios, valendo-se de atributos sensoriais. A avaliação sensorial de um alimento ocorre em vários estágios, sendo que o primeiro é sempre visual, ou seja, a cor e a aparência de um alimento são atributos que influenciam muito na motivação de seu consumo. Entretanto, diversos aspectos relacionados à composição dos alimentos também são de suma importância para identificar suas potencialidades e estabilidade. Nesse sentido, destacam-se as análises físico-químicas, que são importantes para o controle de qualidade e para produzir informações relacionadas às características nutricionais, bem como àquelas que se relacionem aos aspectos sensoriais e vida útil. Ainda, entre as avaliações imprescindíveis para evidenciar a segurança dos alimentos, estão as análises microbiológicas. Essas informam sobre as condições higiênicas e sanitárias da matéria-prima, bem como, em que condições foram executados o processamento, acondicionamento e estocagem dos alimentos, sendo também importante na determinação da vida útil. A partir de avaliações microbiológicas podem-se definir potenciais riscos ou benefícios dos alimentos para a saúde do consumidor.

Em se tratando de tecnologia de alimentos, cabe destacar que a conservação é um processo que ocupa lugar de destaque. Assim sendo, diversas tecnologias vêm sendo estudadas e propostas.

No que se refere a frutas e hortaliças, a expansão do mercado de minimamente processados ou mesmo vegetais íntegros, em alguns casos, está relacionada ao aumento da vida útil. A alta perecibilidade desses produtos limita o transporte e armazenamento por períodos prolongados, impactando na comercialização.

Os métodos normalmente empregados para a conservação de frutas “frescas” fazem uso, prioritariamente, de refrigeração associada ou não a embalagens com atmosferas controladas. Entretanto, uma tecnologia alternativa capaz de ampliar o tempo de vida de frutas e hortaliças, inteiras ou minimamente processadas, é o emprego de

revestimentos ou coberturas comestíveis protetoras, à base de polissacarídeos, proteínas, lipídios ou combinação destes componentes. Esses revestimentos contribuem para a preservação da textura e do valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água. Outra vantagem que vem sendo demonstrada é que o revestimento comestível pode ser adicionado de ingredientes ativos, como agentes antiescurecimento, de firmeza, nutrientes e compostos antimicrobianos.

Esta obra traz um compilado de Trabalhos de Conclusão de Curso da Especialização *Lato sensu* em Ciência dos Alimentos – área de concentração em Tecnologia de Frutas e Hortaliças, da Universidade Federal de Pelotas, na forma de revisões bibliográficas e estudos experimentais, envolvendo o desenvolvimento de novos produtos, análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas, bem como sobre o uso de revestimentos comestíveis aplicados a vegetais íntegros ou minimamente processados.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Rosane Barboza Mendonça

Centro de Ciências Químicas,  
Farmacêuticas e de Alimentos,  
Universidade Federal de Pelotas,  
Campus Capão do Leão, Pelotas, RS, Brasil.

## Índice

<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>8</b>
<b>Caracterização sensorial de <i>cookies</i> de amora</b>	
Michele Rosset, Márcia Arocha Gularte	
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>19</b>
<b>Desenvolvimento de <i>mousse</i> de maracujá sem ingredientes de origem animal</b>	
Fernanda Germano Alves Gautério, Mariane Igansi Alves, Matheus Ludtke Lauffer, Karine Laste Macagnan, Claire Tondo Vendruscolo, Angelita da Silveira Moreira	
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>34</b>
<b>Desenvolvimento, composição e propriedades bioquímicas do fermentado alcoólico de uvaia (<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess)</b>	
Luciene Lacerda Costa, Luiza Vilela, Maxwell Suzigan Gomide, Pedro Henrique Ferreira Tomé, Edson José Fragiorge, Márcia Arocha Gularte	
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>48</b>
<b>Características físico-químicas e aceitabilidade de sucos de uva integral de sistemas de produção convencional e orgânico</b>	
Mariana Moura Ercolani Novack, Mariane Lobo Ugalde, Gustavo Brunetto, Márcia Arocha Gularte	
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>60</b>
<b>Doces cristalizados de frutas produzidos em Pelotas-RS com potencial de obtenção do selo de Indicação de Procedência (IP): um estudo de caso</b>	
Laís Rössler Rech, Mírian Ribeiro Galvão Machado	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>70</b>
<b>Laranja de polpa vermelha: um estudo físico-químico e sensorial</b>	
Bianca Pio Ávila, Gabriela Dutra Alves, Luis Otávio Cardozo, Aline Machado Pereira, Márcia Arocha Gularte, Roberto Pedroso de Oliveira	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>83</b>
<b>Quantificação e controle de enterobactérias e coliformes totais na produção de sucos e polpas de frutas industrializados</b>	
Félix Giovani Ramos Guerrero, Rosane da Silva Rodrigues	

**CAPÍTULO 8.....100**

**Tomates orgânicos: caracterização e vida útil**

Eduarda Caetano Peixoto, Bianca Pio Ávila, Irajá Ferreira Antunes, Márcia Arocha Gularte

**CAPÍTULO 9.....112**

**Estudo da conservação de tomates “sweet grape” com revestimentos formulados a partir de fécula de mandioca e subprodutos da vinificação**

Elizangela Gonçalves de Oliveira, Tatiana Valesca Rodriguez Alicieo

**CAPÍTULO 10.....121**

**Revestimentos comestíveis aplicados na conservação pós-colheita de goiabas: revisão da literatura**

Márcia Liliane Rippel Silveira, Carla Rosane Barboza Mendonça

**CAPÍTULO 11.....142**

**Uso de revestimentos comestíveis adicionados de óleos essenciais na conservação de maçã e melão minimamente processados**

Renata Fialho Teixeira, Caroline Dellinghausen Borges

---

## Caracterização sensorial de *cookies* de amora

Michele Rosset, Márcia Arocha Gularte

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c1>

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de biscoitos tipo *cookies*, adicionadas de polpa de amora, e caracterizá-las quanto à diferença, preferência, aceitabilidade sensorial e intenção de compra. Foram desenvolvidas duas formulações de *cookies*, com 7% e 12% de polpa de amora. Para análise de diferença e preferência sensorial foram utilizados os testes Triangular e Pareado de Preferência, respectivamente. A aceitação dos *cookies* foi verificada mediante teste de escala hedônica, avaliando-se a aceitação global. Avaliou-se a intenção de compra dos consumidores em relação ao produto por meio de escala de atitude de compra. Além disso, foram avaliados os parâmetros colorimétricos dos *cookies*, antes e após o forneamento. Com relação à cor dos *cookies*, houve diferença entre as amostras nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , antes e após a cocção ( $P < 0,05$ ). O teste triangular indicou que as amostras diferiram entre si ( $P < 0,05$ ). No teste pareado de preferência, os avaliadores preferiram a amostra com 12% de polpa de amora. Os índices de aceitabilidade foram superiores a 70%, indicando boa aceitação das formulações. Quanto à intenção de compra foi observado que a maioria dos avaliadores certamente compraria os biscoitos, de ambas as formulações.

**Palavras-chave:** análise sensorial, cor, índice de aceitabilidade, intenção de compra.

### 1. Introdução

A amoreira-preta (*Rubus* sp.) é uma espécie arbustiva de porte ereto ou rasteiro, que produz frutos agregados com cerca de quatro a sete gramas, de coloração preta e gosto ácido a doce-ácido. É uma planta rústica que apresenta baixo custo de produção, facilidade de manejo, requer pouca utilização de defensivos agrícolas e, por isso, é uma alternativa interessante para cultivo na agricultura familiar (MOTA, 2006). Os Estados Unidos lideram a produção mundial de amora-preta com 11.905 hectares de área plantada e produção de 35.099 toneladas, seguido pelo Chile com 1.111 hectares e produção de 4.275 toneladas (TULLIO; AYUBI, 2013).

No ano de 2005, segundo Strik *et al.* (2007), a área plantada com amora-preta no Brasil era de 250 hectares, sendo que, nos últimos anos, a mesma aumentou cerca de 100%, chegando a aproximadamente 500 hectares. Os principais Estados produtores estão localizados nas regiões Sul e Sudeste, sendo eles, Rio Grande do Sul (principal produtor), Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo (ANTUNES *et al.*, 2014; TULLIO; AYUBI, 2013; ANTUNES, 2002).

A amora-preta *in natura* é altamente nutritiva, contendo 85% de água, 10% de carboidratos, elevado conteúdo de minerais, vitaminas do complexo B, vitamina A e

cálcio. Outra característica interessante é a possibilidade de comercialização, pois trata-se de uma fruta que possibilita a elaboração de uma grande variedade de produtos, tais como iogurtes, geleias, doces e sucos, além de ser comercializada *in natura* (ANTUNES *et al.*, 2014; JACQUES; SAMBIAZI, 2011).

Devido ao elevado teor de umidade, a amora-preta apresenta-se como um fruto de difícil conservação na forma *in natura* e, por esse motivo, é normalmente destinada à produção de polpa, a qual pode ser utilizada no desenvolvimento de outros produtos, como por exemplo biscoitos.

O Brasil é o 2º maior produtor mundial de biscoitos. Em 2019 a produção foi de 1,47 milhões de toneladas. Em termos de faturamento, o setor cresceu 1,7% em relação ao ano de 2018 (NEWTRADE, 2020). Há diversas pesquisas que tratam do desenvolvimento de biscoitos tipo *cookies* utilizando farinhas obtidas a partir de resíduos do processamento de fruta (FASOLIN *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2008 e ALVES *et al.*, 2012). No entanto, não foram encontrados trabalhos que utilizassem a polpa de amora, motivo pelo qual a pesquisa foi desenvolvida.

Para verificar as características sensoriais dos biscoitos tipo *cookies* são utilizadas ferramentas da análise sensorial, como testes de diferença e testes afetivos como de preferência e aceitação. De acordo com Dutcosky (2019), o teste de diferença triangular tem como objetivo verificar se existe diferença significativa entre duas amostras que sofreram tratamentos diferentes, durante o processamento, condições de estocagem, embalagem ou mudanças de ingredientes nas formulações. Consiste num teste para detectar pequenas diferenças e por este motivo é amplamente utilizado antes de outros testes, pois não avalia o grau nem caracteriza os atributos responsáveis pela diferença, ou seja, avalia o produto globalmente.

Com relação aos métodos afetivos, consistem numa importante ferramenta, pois expressam diretamente a opinião (preferência ou aceitação) do consumidor em relação às ideias, características específicas ou globais de determinado produto, sendo, por isso, também denominados testes de consumidor (DUTCOSKY, 2019).

Os testes de preferência têm como objetivo avaliar a preferência do consumidor quando ele compara dois ou mais produtos entre si, enquanto o teste de aceitabilidade tem como objetivo avaliar o grau com que consumidores gostam ou desgostam de um produto. A aceitabilidade pode ser definida como expressão do grau de gostar; uma experiência caracterizada por uma atitude positiva e pela utilização atual do produto (hábito de comprar ou consumir um alimento) (DUTCOSKY, 2019).

Considerando à boa aceitação, elevado consumo e longa vida útil, a produção de biscoitos tipo *cookies* se apresenta como uma alternativa diferenciada na utilização de polpa de amora. Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um biscoito tipo *cookie* adicionado de polpa de amora e avaliar as características sensoriais quanto à diferença, preferência, aceitabilidade e intenção de compra do produto.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Produção da polpa de amora-preta**

Para a produção da polpa foram utilizados frutos *in natura* de amora-preta, cultivar Tupy, provenientes da cidade de Jacarezinho (PR). Após a colheita manual, os frutos foram selecionados quanto à sanidade, integridade física e coloração, lavados em água corrente para remoção de sujidades e, em seguida, imersos em água clorada

contendo 180 ppm de cloro ativo durante 10 minutos. Após enxague, os frutos foram drenados, pesados e triturados em liquidificador (Britânia, modelo diamante, 600 W) por 90 segundos. O rendimento da polpa foi de 441 g. Na sequência, a polpa foi submetida a tratamento térmico, na temperatura de 75 °C durante 15 minutos. Após resfriamento, a polpa foi acondicionada em recipiente de vidro e armazenada em freezer doméstico (-18 °C).

## 2.2. Produção dos biscoitos tipo *cookies*

Os biscoitos tipo *cookies* foram elaborados no Laboratório de Alimentos do Instituto Federal do Paraná, Campus Jacarezinho-PR. Para a produção dos biscoitos, foram utilizados como ingredientes farinha de trigo, farinha de arroz, açúcar, manteiga sem sal, amido de milho e polpa de amora. Os ingredientes foram adquiridos no comércio local da cidade de Jacarezinho, Paraná.

As formulações foram desenvolvidas por meio de experimentos prévios no laboratório. Utilizou-se como base uma formulação convencional de biscoito tipo *cookie*, adaptada para a adição de polpa de amora. Foram preparadas diferentes formulações, variando-se as proporções entre as quantidades de farinha de trigo e farinha de arroz (Tabela 1).

**Tabela 1.** Formulação básica dos biscoitos tipo *cookies*.

Ingredientes	Porcentagem (% m/m)
Farinha de trigo	39,7
Farinha de arroz	9,4
Açúcar	24,8
Manteiga	19,9
Amido de milho	6,2
Total	100%

A partir dos pré-testes foram elaboradas 2 (duas) formulações de biscoitos tipo *cookies*, a formulação F1 com 7% de polpa (32,24 g) e a formulação F2 com 12% de polpa (48,36 g). A quantidade de polpa foi calculada a partir da quantidade total (403 g) de massa.

A massa foi processada em batedeira elétrica (Arno, modelo ciranda) por 6 minutos em velocidade média. Em seguida, a massa foi estendida e aberta com rolo de acrílico. Um molde redondo (diâmetro igual a 35 mm) foi utilizado para cortar a massa no formato dos *cookies*, os quais foram assados, em forno pré-aquecido por 10 minutos a 240 °C, durante 23 minutos. Em seguida foram resfriados à temperatura ambiente e armazenados em potes de vidro vedados até o momento das análises colorimétrica e sensorial.

## 2.3. Composição centesimal dos biscoitos tipo *cookies*

Teores médios de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos foram calculados a partir de Gazola (2014) e Taco (2011).

## 2.4. Determinação instrumental da cor

A cor dos biscoitos foi determinada no colorímetro modelo CR-410 (Konica Minolta, Japão), usando sistema CIEL  $a^*b^*$ , no qual os valores de luminosidade ( $L^*$ ) variam

entre zero (preto) e 100 (branco), os valores das coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , variam de  $-a^*$  (verde) até  $+a^*$  (vermelho), e de  $-b^*$  (azul) até  $+b^*$  (amarelo). As análises foram realizadas nos biscoitos antes e após a cocção.

## 2.5. Análise sensorial dos biscoitos tipo *cookies*

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos do Instituto Federal do Paraná, Campus Jacarezinho, PR, com participação de docentes, estudantes e funcionários não treinados. O número de avaliadores no teste triangular foi de 64 avaliadores, entre 23 a 57 anos (86% do sexo feminino e 14% do sexo masculino). Nos testes afetivos houve a participação de 42 avaliadores, entre 14 a 52 anos (55% do sexo feminino e 45% do sexo masculino).

Foram aplicados os testes de diferença triangular (Figura 1), teste pareado de preferência e teste de aceitação com escala hedônica estruturada de 9 (nove) pontos (Figura 2), sendo os extremos valor 1 equivalente ao termo hedônico “desgostei muitíssimo” e o valor 9 atribuído ao termo “gostei muitíssimo”, para a avaliação global.

Nome: _____	Idade: _____	Data: __/__/__
<b>Teste Triangular</b>		
<p>Você está recebendo 3 amostras codificadas de cookie de amora. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e indique qual é a diferente.</p>		
<p>_____</p>		
Comentários: _____		
_____		

**Figura 1.** Ficha aplicada no teste sensorial de diferença triangular para *cookies* de amora.

Além disso, foi determinado o índice de aceitabilidade (IA) que relaciona a nota média do atributo avaliado com a nota mais alta da escala (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987), utilizando a equação abaixo:

$$IA = \frac{\text{nota média obtida pelo produto}}{\text{nota máxima da escala}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

A intenção de compra do consumidor foi avaliada por meio de escala de 5 pontos, com variação entre “1 - certamente não compraria” e “5 - certamente compraria (Figura 2). As amostras foram servidas aos avaliadores à temperatura ambiente, em pratos descartáveis de cor branca codificados com três dígitos aleatórios, acompanhadas de um copo de água. Para o teste triangular, foram servidas três amostras, em que duas amostras eram iguais e uma diferente e então foi solicitado ao avaliador que identificasse a amostra diferente. Para os testes afetivos, foi servido um biscoito de cada formulação simultaneamente.

## 2.6. Análise estatística

Os resultados obtidos na análise de cor e nos testes sensoriais foram analisados estatisticamente empregando o programa Statistica 7 (STATSOFT, 2007), por Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias de 't' ( $P < 0,05$ ). Os resultados do teste pareado de preferência foram analisados por meio da tabela de comparação pareada bicaudal. A análise estatística do teste triangular se baseou no número de acertos. O número de respostas corretas necessárias para estabelecer diferenças significativas é encontrado na Tabela de O'Mahony (1986), com probabilidade de acerto ao acaso de 1/3.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Teste Pareado de Preferência**

Por favor, prove cada uma das amostras de cookie de amora, da esquerda para a direita, e faça um círculo na amostra de sua preferência.

\_\_\_\_\_

**Teste de Aceitação**

Utilize a escala abaixo para dizer o quanto você gostou ou desgostou dos produtos.

1- Desgostei muitíssimo  
2- Desgostei muito  
3- Desgostei regularmente  
4- Desgostei ligeiramente  
5- Indiferente  
6- Gostei ligeiramente  
7- Gostei regularmente  
8 - Gostei muito  
9 - Gostei muitíssimo

Amostra	Nota

**Índice de Intenção de Compra**

Você compraria os cookies de amora?

1 - Certamente compraria  
2 - Provavelmente compraria  
3 - Talvez compraria/Talvez não compraria  
4 - Provavelmente não compraria  
5 - Certamente não compraria

Amostra	Nota

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Figura 2.** Ficha sensorial aplicada nos testes afetivos e intenção de compra.

## 3. Resultados e Discussão

Gazola (2014) caracterizou físico-quimicamente polpa de frutas, incluindo polpa de amora. Os teores de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos de polpa de

amora foram 90,21%, 1,10%, 0,47%, 0,95% e 7,28%, respectivamente. Chim (2008) caracterizou três cultivares de amora, conforme a Tabela 2.

Devido ao elevado teor de umidade, a amora-preta apresenta-se como um fruto de difícil conservação na forma *in natura*, por esse motivo é normalmente destinada à produção de polpa. Imran *et al.* (2010) reportaram valores de 82,40%, 0,96%, 0,50%, 0,55% e 13,83% para umidade, proteínas, cinzas, lipídeos e carboidratos totais, respectivamente.

A partir dos valores obtidos por Gazola (2014) de umidade, cinzas, lipídeos, carboidratos e proteínas e dos valores de referência da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), foi possível calcular os valores médios da composição centesimal dos biscoitos tipo *cookies* de amora (Tabela 3).

**Tabela 2.** Caracterização físico-química de cultivares de amora.

Análises	Cultivares		
	Guarani	Tupy	Brazos
Umidade (%)	87	88	89
Proteína (%)	0,75	0,83	1,24
Cinzas (%)	0,86	0,40	0,89
Fibra (%)	2,02	2,52	2,05
Lipídeos (%)	0,17	0,15	0,14
Acidez (% em ácido málico)	1,33	0,95	1,16
Sólidos solúveis (% Brix)	8,5	8,5	8,6
Açúcares totais (% em glicose)	7,10	6,96	4,09
Açúcares redutores (% em glicose)	6,93	6,69	4,03
Açúcares não-redutores (% em sacarose)	0,17	0,27	0,06

Fonte: Chim (2008).

**Tabela 3.** Composição centesimal dos *cookies* de amora.

Análises (%)*	Formulação F1	Formulação F2
Umidade	15,47	18,69
Proteína	4,00	3,83
Cinzas	0,40	0,42
Lipídeos	16,06	16,05
Carboidratos	64,13	61,06
Valor calórico (porção de 100 g)	417,06 kCal	404,01 kCal

\* Valores médios calculados a partir de Gazola (2014) e TACO (2011). F1: Biscoito tipo *cookie* formulado com 7% de polpa de amora. F2: Biscoito tipo *cookie* formulado com 12% de polpa de amora.

A cor dos biscoitos pode ser influenciada pelos ingredientes utilizados na formulação, como o teor de açúcar, o tempo e a temperatura de forneamento, promovendo as reações de escurecimento caramelização e Maillard. No presente trabalho foi possível observar que houve diferença entre as amostras em todos os parâmetros de cor, antes e após forneamento (Tabela 4).

**Tabela 4.** Parâmetros de cor dos biscoitos tipo *cookies* de amora\*\*.

	Parâmetro colorimétrico	Formulação F1	Formulação F2
Antes do forneamento	L	47,32±1,07 <sup>a</sup>	38,94±0,53 <sup>b</sup>
	a*	16,99±0,40 <sup>b</sup>	18,58±0,50 <sup>a</sup>
	b*	5,25±0,23 <sup>a</sup>	1,87±0,09 <sup>b</sup>
Após forneamento	L	52,98±1,81 <sup>a</sup>	46,86± 0,8 <sup>b</sup>
	a*	12,93± 0,5 <sup>b</sup>	15,57±0,46 <sup>a</sup>
	b*	4,16±0,52 <sup>a</sup>	3,02±0,17 <sup>b</sup>

F1: Biscoito tipo *cookie* com 7% de polpa de amora. F2: Biscoito tipo *cookie* com 12% de polpa de amora. \*\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem entre si pelo teste 't' ( $P < 0,05$ ).

Os biscoitos tipo *cookies* formulados com 7% de polpa de amora apresentaram maiores valores de luminosidade (47,32 e 52,98, antes e após o forneamento, respectivamente); e menores valores de a\* e b\*, devido a menor quantidade de polpa utilizada na formulação.

De acordo com a tabela de O'Mahony (1986), a qual determina o número mínimo de respostas corretas necessárias para estabelecer diferenças significativas entre duas amostras, foi observado que houve diferença entre as formulações dos biscoitos tipo *cookies*, com probabilidade de acerto ao acaso de 1/3 (56 avaliadores acertaram a amostra diferente). A tabela de O'Mahony (1986) indica um número de, no mínimo, 28 acertos para esta mesma quantidade de avaliadores.

No teste pareado de preferência, 33% dos avaliadores preferiram os *cookies* formulados com 7% de polpa de amora, enquanto 67% preferiram os *cookies* formulados com 12% de polpa de amora. Deste modo, como tivemos 28 respostas positivas para o biscoito tipo *cookie* com 12% de polpa de amora, esta amostra foi preferida em relação ao biscoito tipo *cookie* com 7% de polpa de amora em nível de 5% de significância ( $P < 0,05$ ).

Os escores médios obtidos no teste de aceitação foram de 7,57 e 7,64 para os *cookies* formulados com 7% e 12% de polpa de amora, respectivamente, e não apresentaram diferença entre si ( $P > 0,05$ ). A maioria (30) dos avaliadores julgou como "gostei muito" e "gostei muitíssimo" os *cookies* formulados com 12% de polpa, enquanto 24 avaliadores apontaram para "gostei regularmente e gostei muitíssimo" os *cookies* formulados com 7% de polpa de amora (Figura 3). Os índices de aceitabilidade (I.A.) dos biscoitos tipo *cookies* de amora foram de 84% e 85% para os formulados com 7% e 12% de polpa, respectivamente. De acordo com Teixeira, Meinert e Barbeta (1987),

um produto é considerado como aceito quando o I.A. alcançar, no mínimo, 70%. Os resultados obtidos na análise sensorial demonstram que biscoitos formulados com polpa de amora podem ser viáveis comercialmente, pois apresentaram índices de aceitação superiores a 70%.

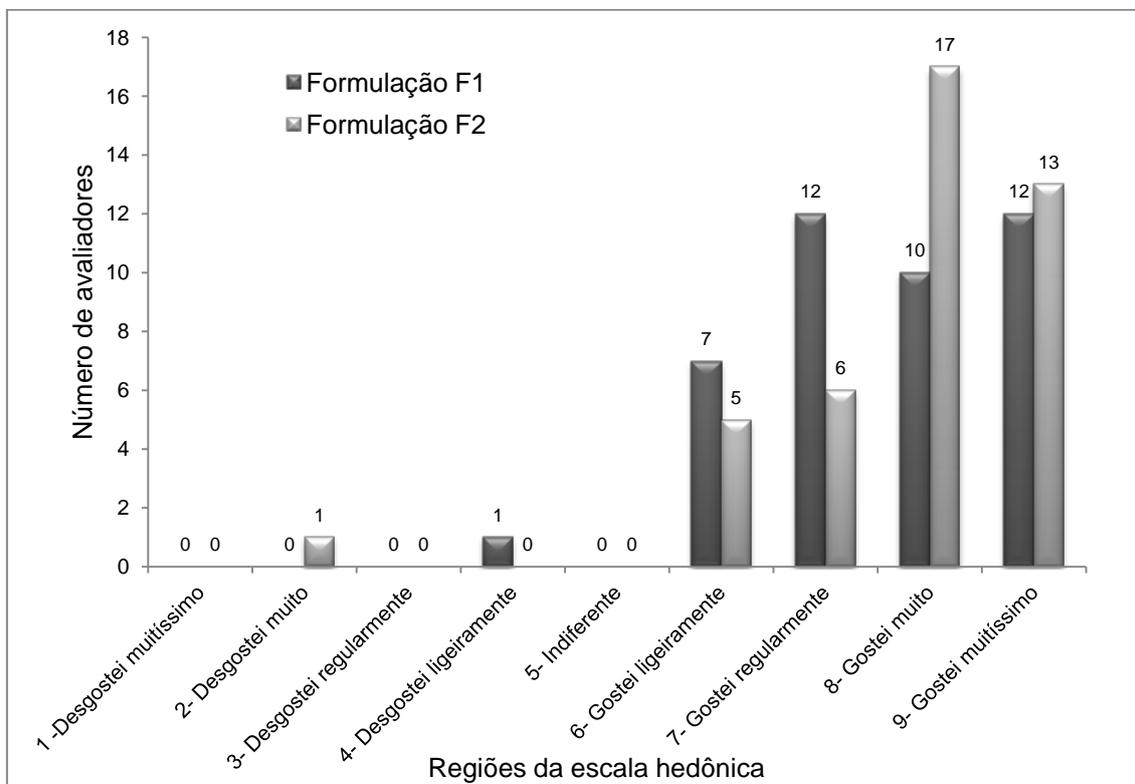


Figura 3. Teste de aceitação dos biscoitos tipo cookies de amora.

Na Figura 4 estão apresentados os resultados de intenção de compra dos avaliadores com relação aos cookies. Foi observado que a maioria dos avaliadores julgaram como “certamente compraria” os biscoitos, de ambas as formulações. Nenhum avaliador julgou com o termo “certamente não compraria”.

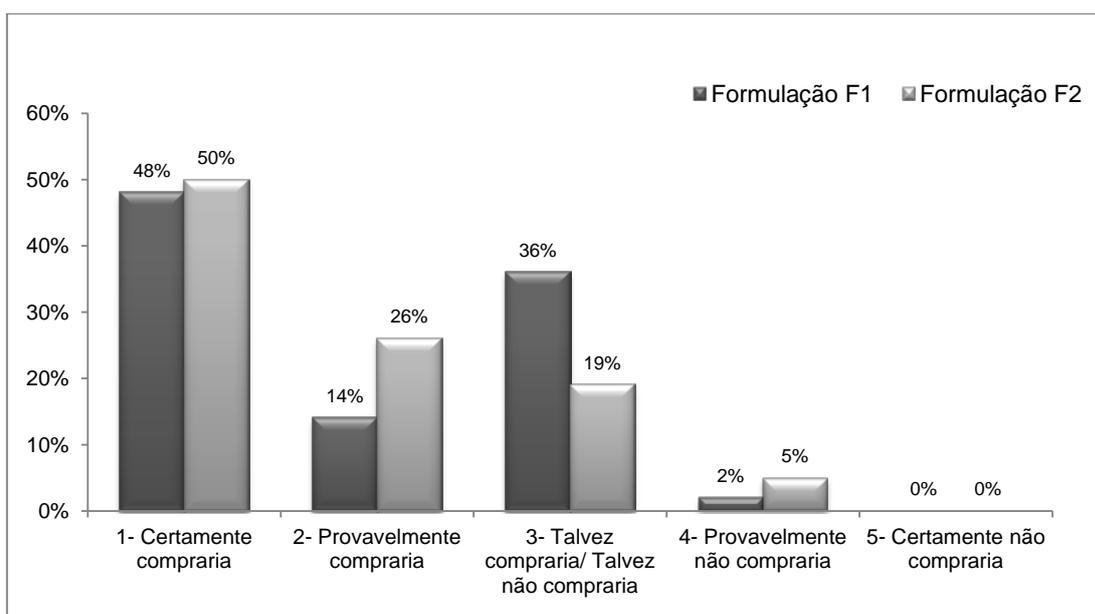


Figura 4. Intenção de compra dos biscoitos tipo cookies de amora.

Estudos têm sido reportados na literatura com relação ao desenvolvimento de biscoitos tipo *cookies* a partir de farinha de vegetais ou resíduos do seu processamento, porém não com a utilização de polpa de frutas.

Pereira *et al.* (2019) avaliaram os teores de compostos fenólicos e os efeitos tecnológicos da substituição parcial da farinha refinada de trigo por farinha integral e farinha de amora-preta em biscoitos. Os autores observaram um aumento de 80% e 2778% nos teores de fenólicos totais e antocianinas, respectivamente, comparado à formulação controle.

Alves *et al.* (2012) produziram *cookies* a partir de farinha da semente de goiaba com a substituição de 50% da quantidade de farinha de trigo. Após a elaboração do produto, realizou-se o teste de aceitabilidade com 51 consumidores, utilizando-se a escala de atitude de sete pontos, em que 7 representava a nota máxima “comeria sempre que tivesse oportunidade” e 1 representava a nota mínima “só comeria se fosse forçado(a)”. A média de aceitação do *cookie* de farinha da semente de goiaba foi de 6,03 pontos, correspondendo à faixa compreendida entre as notas “comeria sempre que tivesse oportunidade” e “comeria frequentemente”. Verificou-se, portanto, que o *cookie* de farinha da semente de goiaba obteve uma boa aceitação pelos consumidores.

Santos *et al.* (2008) avaliaram sensorialmente duas formulações de biscoitos elaborados com resíduo obtido do processamento de polpa de amora-preta (*Rubus* sp.). A formulação 1 apresentava 75% de farinha de trigo e 25% de resíduo de polpa de amora-preta e a formulação 2 apresentava 50% de farinha de trigo e 50% de resíduo de polpa de amora-preta. A avaliação sensorial dos biscoitos foi realizada, com 90 avaliadores não treinados, com idades de 19 a 50 anos, por meio do teste de aceitação, utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos e foi solicitado para registrar a expressão que melhor represente sua aceitação quanto aos atributos cor, textura, aroma e sabor, cujos extremos corresponderam a “9- gostei muitíssimo” e “1- desgostei muitíssimo”. Os biscoitos elaborados com 25% de resíduo de polpa de amora-preta obtiveram maior aceitação para sabor, aroma e textura do que aquele formulado com 50% do resíduo. Ambos foram igualmente aceitos em relação à cor, atributo que apresentou menor aceitabilidade.

#### 4. Conclusão

Sensorialmente, os biscoitos apresentaram diferenças entre si. Com relação ao teste pareado de preferência, o biscoito formulado com 12% de polpa apresentou maior preferência (67%) quando comprado ao biscoito formulado com 7% de polpa (33%). As formulações apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70%, indicando o produto como aceito. Quando avaliada a intenção de compra, foi observado que a maioria dos avaliadores certamente comprariam os biscoitos, de ambas as formulações.

#### 5. Referências

ALVES, A. M. P. *et al.* **Elaboração e avaliação sensorial de *cookie* de farinha da semente de goiaba**. In: VII CONNEPI, Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação, Palmas – Tocantins, 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1413/2854>. Acesso em: 15 fev. 2016.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000100026>.

ANTUNES, L. E. C. *et al.* Produção de Amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.1, p.100-111, 2014. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/993253>. Acesso em: 26 dez. 2020.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 5ª edição revisada e ampliada. Curitiba: PUCPress, 2019.

FASOLIN, L. H. *et al.* Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.3, p. 524-529, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000300016>.

GAZOLA, M. B. **Caracterização de polpas e bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja, amora, pitanga e mirtilo - Análises reológicas, fitoquímicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

IMRAN, M. *et al.* Chemical composition and antioxidant activity of certain *Morus* species. **Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)**, v. 11, n. 12, p. 973-980, 2010. <http://dx.doi.org/10.1631/jzus.B1000173>.

JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 245-260, 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p245>.

MOTA, R. V. da. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 539-543, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000300009>.

NEWTRADE. **Indústrias de biscoitos, massas e pães & bolos alcançam faturamento de R\$ 36,7 bilhões em 2019**. Disponível em: <https://newtrade.com.br/industria/industrias-de-biscoitos-massas-e-paes-bolos-alcancam-faturamento-de-r-367-bilhoes-em-2019/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

O'MAHONY, M. **Sensory evaluation of food: statistical methods and procedures**. v.16, New York: Marcel Dekker, Inc.. 1986.

PEREIRA, A. P. A. *et al.* Blackberries (*Rubus* sp.) and whole grain wheat flour in cookies: evaluation of phenolic compounds and technological properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n.3, p. 1445–1453, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-03628-6>.

SANTOS, V. da S. *et al.* Avaliação sensorial de biscoitos elaborados com resíduo de polpa de amora-preta (*Rubus* spp.). In: XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICO DA UFPEL, 2008, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: UFPel, 2008. p. 01-05

STATSOFT. **Statistica for Windows**. Tulsa: Stasoft, 2007.

STRIK, B. C. *et al.* Worldwide Blackberry Production. **HortTechnology**, v.17, n.2, p.205-213, 2007. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTTECH.17.2.205>.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ª edição revisada e ampliada. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em:

[http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4\\_versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf). Acesso em: 15 out. 2014.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Métodos sensoriais**. In: Análise sensorial de Alimentos. Florianópolis: UFSC, 1987. p. 66-119.

TULLIO, L.; AYUB, R. A. Produção da amora-preta cv Tupy, em função da intensidade da poda. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1147-1152, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n3p1147>.

## 6. Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Paraná.

## Autores

Michele Rosset<sup>1,\*</sup>, Márcia Arocha Gularte<sup>2</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, UFPel, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. Instituto Federal do Paraná, Campus Colombo, Rua Antônio Chemin, 28, São Gabriel, 83403-515, Colombo, Paraná, Brasil.

2. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: [michele.rosset@ifpr.edu.br](mailto:michele.rosset@ifpr.edu.br)

## CAPÍTULO 2

---

### Desenvolvimento de *mousse* de maracujá sem ingredientes de origem animal

Fernanda Germano Alves Gautério, Mariane Igansi Alves, Matheus Ludtke Lauffer, Karine Laste Macagnan, Claire Tondo Vendruscolo, Angelita da Silveira Moreira

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c2>

#### Resumo

O objetivo do trabalho foi o desenvolvimento e a caracterização de *mousse* de maracujá sem ingredientes de origem animal, sob a influência da associação de dois tipos de hidrocolóides: xantana (xantana pruni - produzida por *Xanthomonas arboricola* pv pruni ou xantana comercial), e guar. Buscando atender ao nicho de mercado dos consumidores que, por questões de saúde ou ideologia, não ingerem produtos de origem animal, duas formulações básicas de *mousse* de maracujá - uma tradicional, para fins comparativos, e uma alternativa, com variação da procedência da xantana, foram estudadas. Primeiramente, realizou-se 3 ensaios sensoriais, nos quais avaliou-se: variação das concentrações de xantana e guar e, após, variação das concentrações de açúcar e suco de maracujá na formulação alternativa; e comparação entre as *mousses* sem ingredientes de origem animal formuladas com xantana pruni:guar e xantana comercial:guar, e a tradicional. Na sequência, as *mousses* foram avaliadas quanto às medidas reométricas (viscosidade e viscoelasticidade) e cor instrumental. Observou-se que a *mousse* alternativa formulada com xantana pruni apresentou potencial de comercialização, pois teve índice de aceitabilidade e intenção de compra semelhantes à *mousse* tradicional; porém, superiores à *mousse* com xantana comercial.

**Palavras-chave:** sobremesa de maracujá, intolerantes à lactose, xantana, guar, *Xanthomonas arboricola* pv pruni.

#### 1. Introdução

*Mousse* consiste em uma sobremesa láctea, obtida a partir de uma emulsão do tipo óleo em água (O/A), estabilizada por proteínas, e incorporada de ar pela formação de espuma mediante batimento mecânico da massa (OHATA *et al.*, 2005). Segundo McClements (2005), a emulsão pode ser definida como uma mistura entre dois líquidos imiscíveis em que um deles, chamado de fase dispersa, encontra-se na forma de finos glóbulos no meio do outro líquido, esse denominado de fase contínua.

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, atingindo em 2019 uma produção de 593.429 toneladas (IBGE, 2019), sendo essa fruta comercializada principalmente na forma de suco. A partir do suco podem ser elaborados diversos produtos como, por exemplo, refrescos em pó, néctares, sorvetes, geleias, entre outros; sendo a *mousse* de maracujá uma alternativa para agregar valor e aumentar o consumo dessa fruta.

A legislação brasileira não define um padrão de identidade para a *mousse* de maracujá, em virtude de ser considerada uma sobremesa de consumo caseiro; porém, também é servida em estabelecimentos comerciais (FOLEGATTI, 2001). Apesar de se verificar uma diversidade em termos de ingredientes nas formulações tradicionais das receitas de *mousse*, por ser uma sobremesa essencialmente láctea; não pode ser ingerida por consumidores que apresentem restrições alimentares por fatores fisiológicos, como alergia ou intolerância alimentar, ou por questão cultural ou ideológica quanto à ingestão de produtos de origem animal.

O consumo de determinados alimentos pode causar intolerância ou alergia, como é o caso do leite e de seus derivados, pela presença da lactose e caseína. A intolerância a esse carboidrato, por exemplo, é causada pela deficiência da enzima lactase; sem esta, a lactose não pode ser digerida no organismo, causando sintomas gastrintestinais após a ingestão, como dores abdominais e diarreia (DI COSTANZO; CANANI, 2018). O Veganismo é uma filosofia que envolve dieta e estilo de vida; é movido por convicções éticas com base nos direitos dos seres vivos. Adeptos dessa filosofia não consomem quaisquer produtos de origem animal, inclusive gelatina animal (LONDERO, 2019). Ainda, para algumas pessoas, também existe uma preocupação em reduzir o teor calórico e/ou teor de gorduras saturadas e colesterol dos alimentos através da substituição ou eliminação dessas gorduras em busca de uma alimentação mais saudável.

Para atender às exigências dos consumidores portadores de restrições alimentares por fatores fisiológicos, ou ainda adeptos do Veganismo, bem como às deficiências do mercado, as indústrias alimentícias vêm desenvolvendo produtos e tecnologias para elaboração de alimentos desprovidos de ingredientes potencialmente alergênicos ou de origem animal de modo geral. Dessa forma, é imprescindível a substituição de alguns ingredientes tradicionais por outros de características tecnológicas semelhantes, obtendo-se, assim, um produto diferenciado, mas com equivalente qualidade.

De acordo com Dickinson (2003), hidrocolóides polissacarídicos são considerados ingredientes de alta tecnologia nas indústrias alimentícias, podendo atuarem como espessantes e estabilizantes e, inclusive, virem a substituir um dos ingredientes mais importantes da *mousse*, a gelatina. São amplamente utilizados como aditivos na tecnologia de alimentos com a finalidade de estabilizar emulsões O/A e controlar suas propriedades reológicas (ROJAS; ROSELL; BARBER, 1998; PARASKEVOPOULOU *et al.*, 2003); estando a goma guar e a goma xantana entre os hidrocolóides polissacarídicos mais utilizados (DEMIRCI; YILMAZ; DEMIRCI, 2014).

A xantana é um importante aditivo industrial de origem microbiana (LILLY; WILSON; LEACH, 1958), de alta viscosidade, mesmo quando em baixas concentrações, e comportamento pseudoplástico, que reduz a viscosidade com aumento da taxa de deformação. Possui propriedades emulsificantes, suspensivas e estabilizantes, além de manter essas características em uma ampla faixa de pH e temperatura (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009); características essas muito valorizadas nas indústrias alimentícias. Por tais qualidades, e por ser compatível com os ingredientes alimentícios, apresenta bons resultados quando utilizada na elaboração de *mousse*, auxiliando na aeração, estabilização, textura e viscosidade do produto (LUCCA; TEPPER, 1994). Uma importante característica dessa goma é a sinergia que ela possui com galactomananas, como a goma guar. Quando associadas, essas gomas agem sinergicamente, aumentando de modo significativo a viscosidade dos alimentos aos quais são adicionadas (GARCÍA-OCHOA *et al.*, 2000).

A goma guar é um aditivo polissacarídico extraído do endosperma vegetal da espécie *Cyamopsis tetragonolobus*. Esse hidrocoloide, quando em contato com a água, forma um gel altamente viscoso. Entretanto, muitas vezes, essa elevada viscosidade tem dificultado a aplicação dessa goma; sendo necessário proceder a hidrólise parcial, onde parte de suas moléculas são quebradas, transformando-a em um oligossacarídeo, de forma a gerar soluções menos viscosas (ROJAS; ROSELL; BARBER, 1998). Outra forma de diminuir esse inconveniente é a sua utilização combinada com outros polímeros em formulações alimentícias (SILVA *et al.*, 2018).

A preocupação com a saúde vem alterando os hábitos alimentares dos consumidores, que buscam cada vez mais produtos diferenciados. Porém, ainda se observa a carência de produtos destinados aos consumidores com dietas restritivas. Ingredientes como o extrato hidrossolúvel de soja e polissacarídeos, como a goma guar e outras, têm algumas características tecnológicas similares às das proteínas lácteas e gordura, respectivamente; são utilizadas na elaboração de produtos industriais como o creme de soja, um substitutivo do creme de leite tradicional. Esse, por sua vez, pode ser empregado na elaboração de sobremesas do tipo *mousse*.

Neste contexto, este trabalho objetivou o desenvolvimento e a caracterização de *mousse* de maracujá sem ingredientes de origem animal, sob a influência da associação de dois tipos de hidrocoloides: xantana (xantana pruni - produzida por *Xanthomonas arboricola* pv pruni ou xantana comercial) e guar, em comparação com a formulação tradicional.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Elaboração das *mousses* de maracujá

A base das formulações tradicional e sem ingredientes de origem animal das *mousses* de maracujá foi desenvolvida anteriormente por Lauffer *et al.* (2010). Os ingredientes utilizados na formulação tradicional (Tabela 1) foram: leite condensado (Batavo<sup>®</sup>), creme de leite (Batavo<sup>®</sup>), suco de maracujá reconstituído (Maguary<sup>®</sup>), água e gelatina em pó sem sabor e incolor (Madrugada<sup>®</sup>). As *mousses* alternativas (Tabela 1) foram elaboradas empregando açúcar de cana refinado (Caravela<sup>®</sup>), creme de soja (Batavo<sup>®</sup>), suco de maracujá reconstituído (Maguary<sup>®</sup>), água e uma associação de 2 hidrocoloides, xantana e guar (Germinal<sup>®</sup>).

Nessa formulação foi variada a procedência da xantana: (A) produzida no Laboratório de Biopolímeros/CDTec/UFPel, por *Xanthomonas arboricola* pv pruni, cepa EDE, que a seguir será denominada apenas por xantana pruni, e (B) comercial (Farmaquímica<sup>®</sup>). As *mousses* foram elaboradas a partir da pesagem, e batimento mecânico de todos os ingredientes em equipamento do tipo *mixer* (Mallory modelo Roboty 250), na velocidade máxima por 5 minutos.

### 2.2. Análise sensorial das *mousses* de maracujá

Para as análises sensoriais, amostras de 15-20 g das *mousses* foram acondicionadas em copos brancos de polietileno, codificadas aleatoriamente com três dígitos e armazenadas por 24 h a 4 °C. As análises foram realizadas em dias alternados, no turno da manhã (9-11 h) em cabines isoladas, sob luz branca. As amostras foram ofertadas à temperatura ambiente a 55 julgadores não treinados da comunidade da

Universidade Federal de Pelotas - UFPel, os quais apresentavam idade entre 18 e 47 anos.

**Tabela 1.** Composição das formulações alternativa básica\* e tradicional das *mousses* de maracujá.

Ingredientes	Concentração (%)
<b>Formulação alternativa</b>	
Açúcar	27
Suco de maracujá	25
Creme de soja	40
Agente estabilizante (xantana:guar)	x**
Água	qsp***
<b>Formulação tradicional</b>	
Leite condensado	45
Creme de leite	22
Suco de maracujá	22
Gelatina	0,6
Água	qsp***

\*de acordo com Lauffer *et al.* (2010)

\*\* variado de acordo com o ensaio sensorial 1

\*\*\* *quantum satis per*

As determinações sensoriais foram estruturadas em 3 ensaios: ensaio 1) variação da concentração da associação das gomas xantana pruni e guar na formulação alternativa de *mousse* (Tabela 2); ensaio 2) variação das concentrações de açúcar e suco de maracujá na formulação alternativa preparada com a proporção de gomas selecionadas no ensaio 1 (Tabela 3); ensaio 3) variação da procedência da xantana (xantana pruni e comercial) e comparação com a formulação tradicional de *mousse* de maracujá.

### 2.2.1. Testes sensoriais

Nos 3 ensaios sensoriais foi aplicado o Teste de Ordenação, sendo solicitado aos julgadores que ordenassem de forma decrescente a preferência das amostras; atribuindo nota 1 à amostra mais preferida e 5 (ensaio 1) ou 4 (ensaio 2) ou 3 (ensaio 3) a menos preferida. Os resultados desse teste foram tratados pelo Teste de *Friedman* e, posteriormente, foi determinada a diferença mínima significativa (dms) entre as amostras, a um nível de significância de 5%.

O Teste de Aceitação também foi aplicado nos 3 ensaios sensoriais, em que os julgadores receberam uma ficha de avaliação contendo a escala hedônica estruturada de 9 pontos, ancorados em seus extremos nos termos desgostei muitíssimo (1) a gostei muitíssimo (9) para avaliação dos atributos textura e sabor das *mousses* de maracujá. Com esses resultados foram calculados os Índices de Aceitabilidade (IA), onde a nota máxima (9) correspondeu a 100% de aceitabilidade, e a média das notas dadas pelos julgadores para cada atributo definiu o IA.

No ensaio sensorial 3 foi aplicado o Teste de Intenção de Compra, além dos Testes de Ordenação e de Aceitação. No Teste de Intenção de Compra os julgadores receberam uma ficha contendo uma escala estruturada de 5 pontos, ancorados em seus extremos nos termos certamente não compraria (1) a certamente compraria (5); com os resultados, foi calculada a porcentagem de Intenção de Compra para cada amostra através da porcentagem dos escores, considerando o 5 (certamente compraria) como 100% e a média das notas dadas pelos julgadores definindo a porcentagem de intenção de compra.

No ensaio sensorial 1 foram apresentadas aos julgadores 5 amostras de *mousse* de maracujá alternativa, com 5 diferentes associações das gomas xantana pruni e guar (Tabela 2); a fim de avaliar qual seria a melhor proporção das mesmas. Com a proporção de hidrocoloides (xatana pruni:guar) selecionada, realizou-se o ensaio sensorial 2, em que estudou-se 4 combinações de concentrações de açúcar (27 e 33%) e de suco de maracujá (22 e 25%) na formulação alternativa de *mousse* (Tabela 3). Partindo da melhor proporção de hidrocoloides xantana pruni:guar e, também, com as melhores concentrações de açúcar e de suco de maracujá na formulação alternativa de *mousse*, realizou-se o ensaio sensorial 3.

Nesse ensaio, 3 formulações de *mousse* foram analisadas: 1 tradicional e 2 alternativas (em que variou-se a procedência da goma utilizada: (A) xantana pruni (VENDRUSCOLO; MOREIRA; VENDRUSCOLO, 2006) e (B) xantana comercial), com a finalidade de comparar a preferência e a aceitabilidade das formulações alternativas e tradicional das *mousses* de maracujá.

## 2.3. Determinações físicas

### 2.3.1. Medidas reométricas

As medidas reométricas das *mousses* de maracujá do ensaio sensorial 1 compreenderam as curvas de viscosidade e de viscoelasticidade, sendo essas determinadas em reômetro (HAAKE *RheoStress*, modelo RS150) a 25 °C, utilizando dispositivo de medida placa-placa PP35Ti. As medidas de viscosidade foram realizadas no modo rotativo, com taxa de deformação de 0,1 a 100 s<sup>-1</sup>. A viscoelasticidade foi determinada através de medidas oscilatórias, com frequência variando de 1 a 15 Hz em taxa de deformação de 50 Pa.

### 2.3.2. Determinação instrumental da cor

A determinação instrumental da cor das amostras de *mousse* de maracujá referentes ao ensaio sensorial 3 foi realizada em colorímetro (Minolta®, modelo CR-300). Os parâmetros de cor medidos foram: a luminosidade L\* (0 = preto e 100 = branco) e as coordenadas de cromaticidade a\* (+a\* = vermelho e -a\* = verde) e b\* (+b\* = amarelo e -b\* = azul). Os parâmetros de cor foram convertidos em ângulo de cor Hue, que indica

a tonalidade da cor das amostras ( $0^\circ$  ou  $360^\circ$  = vermelho;  $90^\circ$  = amarelo;  $180^\circ$  = verde;  $270^\circ$  = azul), sendo calculado por  $H^\circ = \tan^{-1}(b/a)$ . Também foi calculado o parâmetro Cromo ( $C^*$ ), que indica a intensidade da cor das amostras, por  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  (ZHAN *et al.*, 2008).

### 3. Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra o somatório das notas atribuídas às amostras de *mousse* de maracujá com variação na concentração das gomas xantana pruni e guar (ensaio 1) no Teste de Ordenação de preferência para cada amostra estudada.

Na ordenação, o Teste de *Friedman* não revelou diferença significativa de preferência, a um nível de significância de 5%, entre as 5 amostras avaliadas ( $\chi_0 < \chi^2$ ); demonstrando que as associações foram igualmente preferidas pelos julgadores. Pelo somatório da ordenação (Tabela 2) podemos observar que a formulação mais preferida pelos julgadores foi a amostra 3 (menor somatório), com a proporção xantana pruni:guar 0,7%/0,7%. Já as formulações menos preferidas foram aquelas com apenas um dos hidrocoloides estudados, guar (amostra 5; maior somatório) ou xantana (amostra 1; segundo maior somatório).

**Tabela 2.** Somatório das notas do Teste de Ordenação e Índices de Aceitação para a *mousse* alternativa na variação das concentrações dos hidrocoloides empregados.

	Amostras	Somatório da ordenação*	Índice de aceitabilidade (%)	
			Textura	Sabor
1	1,4% xantana	176 <sup>a</sup>	68,1	72,5
2	1,0% xantana + 0,4% guar	166 <sup>a</sup>	76,2	76,0
3	0,7% xantana + 0,7% guar	146 <sup>a</sup>	83,6	80,4
4	0,4% xantana + 1,0% guar	150 <sup>a</sup>	78,8	78,2
5	1,4% guar	186 <sup>a</sup>	66,9	72,5

\* valores em ordem decrescente de preferência

$\chi_0$  = qui-quadrado calculado = 5,96

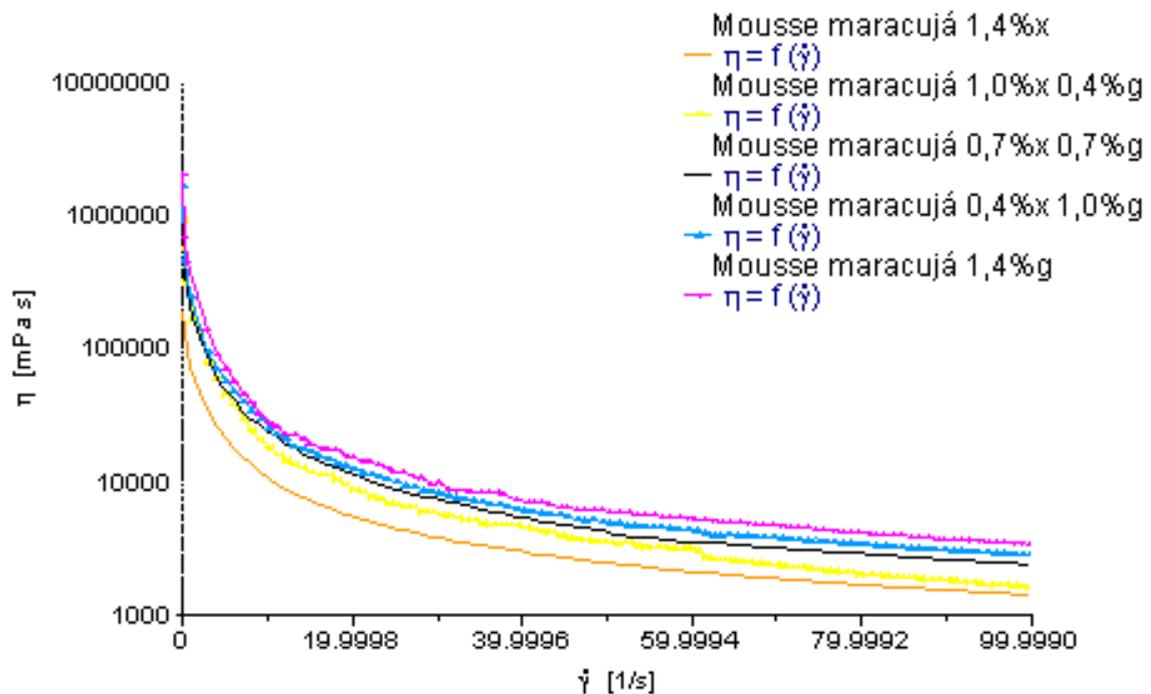
$\chi^2$  = qui-quadrado tabelado (5, 55; 0,05) = 7,78

<sup>a</sup>letras sobrescritas iguais não diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ )

Através do Teste de Aceitação foi possível obter os Índices de Aceitabilidade para cada amostra avaliada; sendo que esses variaram de 66,1 a 83,6% (gostei ligeiramente a gostei muito) e 72,5 a 80,4% (gostei regularmente a gostei muito) para a textura e o sabor, respectivamente. Pela análise da Tabela 2 pode-se observar que apenas para o atributo textura foram obtidos Índices de Aceitabilidade menores que 70% (amostras 1 e 5 consideradas inaceitáveis). Sendo que a amostra que alcançou o maior Índice de Aceitabilidade, para os dois atributos analisados, também foi a mais preferida pelos julgadores no Teste de Ordenação (amostra 3). Dessa forma, a amostra 3, *mousse* de maracujá alternativa formulada com 0,7% de xantana pruni e 0,7% de guar, foi selecionada para os próximos estudos.

Para fundamentar esses resultados, realizou-se medidas de viscosidade e viscoelasticidade. As curvas de viscosidade apresentaram comportamento pseudoplástico em todas as concentrações utilizadas das gomas estudadas (Figura 1). Como já era esperado, as amostras de *mousse* contendo maiores concentrações de xantana pruni apresentaram-se mais pseudoplásticas que as amostras com maiores concentrações de goma guar. De acordo com Challen (1994) e Katzbauer (1998), a pseudoplasticidade tende a promover uma diminuição da sensação de gomosidade percebida na boca, colaborando para acentuar outros atributos sensoriais, como o sabor. Segundo esses autores, a xantana exibe baixa viscosidade em taxas de cisalhamento entre 50 e 200 s<sup>-1</sup> (taxa da mastigação), o que permite que o sabor do produto seja mais bem percebido. Entretanto, em muitos casos, deve-se utilizar uma combinação de hidrocolóides em determinadas concentrações, a fim de obter a textura desejável; como foi verificado no presente trabalho.

Kuck (2012), ao avaliar a viscosidade do *mousse* de mirtilo, também verificou que a maior viscosidade, como esperado, foi encontrada na amostra formulada com a maior concentração de xantana e guar.

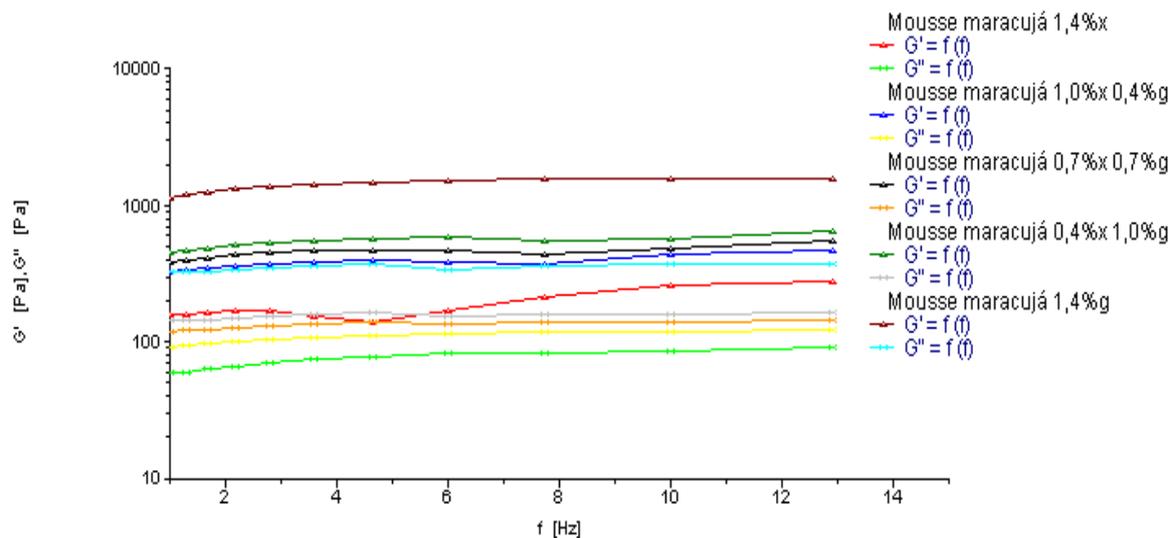


**Figura 1.** Resultados das medidas rotatórias para as amostras de *mousse* de maracujá em função da variação das concentrações dos hidrocolóides polissacarídeos (x = xantana; g = guar).

O emprego da guar aumentou tanto o módulo viscoso ( $G'$ ) como o módulo elástico ( $G''$ ) das *mousses* de maracujá (Figura 2). Quanto maior a concentração de guar utilizada, maior a força ou resistência do gel formado; sendo que a formulação 5, apenas com guar, foi a menos apreciada, provavelmente devido à excessiva rigidez do gel formado. Por outro lado, a formulação 1, apenas com xantana, originou um gel excessivamente fraco (baixo valor de  $G''$ ), estrutura não característica de *mousse*, não sendo, por conseguinte, muito apreciada pelos julgadores; fazendo com que essa amostra obtivesse a segunda menor preferência e Índice de Aceitabilidade.

Dessa forma, esses resultados indicam que os julgadores apreciam um produto que apresente um equilíbrio nas propriedades de viscosidade e elasticidade, de forma a proporcionar a textura de gel com a cremosidade desejada e apreciada por muitos consumidores. A cremosidade, em termos sensoriais, está relacionada às sensações de textura sentidas e produzidas na boca, sendo, assim, um atributo crítico de qualidade para a aceitação de muitos produtos emulsionados (RICHARDSON-HARMAN *et al.*, 2000; TÁRREGA; COSTELL, 2007).

O mesmo comportamento foi observado por Kuck (2012), em que pode-se perceber que o módulo elástico ( $G'$ ) de todas as formulações estudadas foi superior ao módulo viscoso ( $G''$ ), o que representa uma resposta predominantemente elástica, caracterizando comportamento de gel verdadeiro.



**Figura 2.** Resultados das medidas oscilatórias para as amostras de *mousse* de maracujá em função da variação das concentrações dos hidrocolóides polissacarídicos ( $G'$  = módulo viscoso;  $G''$  = módulo elástico; x = xantana; g = guar).

Após seleção da melhor associação de hidrocolóides na *mousse* alternativa, 0,7% de xantana pruni e 0,7% de guar, estudou-se a melhor combinação das concentrações de açúcar e de suco de maracujá. Na Tabela 3 estão apresentados os resultados para os Testes de Ordenação e de Aceitação para as amostras.

De acordo com a análise estatística, pode-se verificar que as amostras não apresentaram diferença significativa entre elas ( $x_0 < x^2$ ), demonstrado igual preferência (Tabela 3). Mesmo assim, observou-se, pelo somatório da ordenação, que os julgadores preferiram a formulação com menor concentração de açúcar e de suco (menor somatório; formulação 2); a formulação menos preferida foi a *mousse* elaborada com maior concentração de açúcar e suco (maior somatório; formulação 3). A preferência pela formulação 2 deve-se, provavelmente, ao fato de que o suco de maracujá, além de ser responsável pelo aroma, cor e sabor, também está relacionado com a elevação da acidez do produto, característica esta que não foi apreciada pelos julgadores que participaram desta análise sensorial.

**Tabela 3.** Somatório das notas do Teste de Ordenação e Índice de Aceitabilidade das *mousses* alternativas na variação das concentrações de açúcar e de suco de maracujá.

Amostras	Somatório da ordenação*	Índice de aceitabilidade (%)	
		Textura	Sabor
1 27% açúcar + 25% suco	140 <sup>a</sup>	67,1	66,5
2 27% açúcar + 22% suco	127 <sup>a</sup>	82,4	81,2
3 33% açúcar + 25% suco	147 <sup>a</sup>	64,6	63,4
4 33% açúcar + 22% suco	136 <sup>a</sup>	77,0	76,2

\* valores em ordem decrescente de preferência

$x_0$  = qui-quadrado calculado = 2,28

$x^2$  = qui-quadrado tabelado (4, 55; 0,05) = 6,25

<sup>a</sup>letras sobrescritas iguais não diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ )

Os resultados do Teste de Aceitação corroboraram com esses resultados, visto que, tanto para a textura quanto para o atributo sabor, os menores Índices de Aceitabilidade foram para as amostras com maiores concentração de suco (amostras 1 = 67,1 e 66,5% e amostra 3 = 64,6 e 63,4%). Além disso, o maior índice de aceitabilidade foi para a amostra mais preferida pelos julgadores (amostra 2 = 82,4 e 81,2%, situando-se no ponto da escala em gostei muito).

Após a realização dos 2 ensaios sensoriais, em que foram selecionadas as concentrações dos hidrocoloides, de açúcar e de suco de maracujá para as formulações alternativas, foram confrontadas as formulações alternativas (A = com xantana pruni e B = com xantana comercial) com a formulação tradicional (à base de produtos de origem animal) em um terceiro ensaio sensorial.

A Tabela 4 mostra os somatórios das notas do Teste de Ordenação para as 3 amostras de *mousse*. Observou-se, através da análise estatística, que houve diferença significativa entre as amostras ( $x_0 > x^2$ ), ou seja, houve diferença na preferência dos julgadores. Pelo somatório das notas do Teste de Ordenação, foi observado que a *mousse* tradicional recebeu a menor pontuação, significando que foi a formulação mais preferida pelos julgadores; entretanto, pelo cálculo do dms (diferença mínima significativa) ao nível de 5%, a formulação tradicional não diferiu significativamente da formulação alternativa com xantana pruni; podendo-se dizer que, estatisticamente, essas duas formulações foram igualmente preferidas pelos julgadores.

Os Índices de Aceitabilidade (Tabela 5) variam de 56,8 a 92,7% (entre indiferente e gostei muitíssimo) para a textura e 61,8 a 95,2% (entre gostei ligeiramente e gostei muitíssimo) para o sabor; sendo que apenas a amostra 3 (formulação alternativa com xantana comercial) foi considerada inaceitável (Índice de Aceitabilidade < 70,0%). Segundo Cardello *et al.* (2000), o estudo do comportamento do consumidor tem se baseado em medidas afetivas, como a aceitação e a preferência por determinado produto; entretanto, para Guerrero *et al.* (2000), também é importante avaliar se o consumidor compraria o produto. Dessa forma, também foi analisada a Intenção de Compra das amostras estudadas, cujas porcentagens variam de 53,4 a 93,8%, conforme Tabela 5.

**Tabela 4.** Somatório das notas do Teste de Ordenação das diferentes formulações de *mousse* de maracujá.

Amostras	Somatório da ordenação*		
	<i>Mousse</i> tradicional (1)	<i>Mousse</i> alternativa A (2)	<i>Mousse</i> alternativa B (3)
<b>Somatório</b>	98 <sup>c</sup>	104 <sup>b</sup>	137 <sup>a</sup>
<b>Diferença (1)</b>	--	6 <sup>ns</sup>	39 <sup>**</sup>
<b>Diferença (2)</b>	6 <sup>ns</sup>	--	33 <sup>**</sup>
<b>Diferença (3)</b>	39 <sup>**</sup>	33 <sup>**</sup>	--

\* valores em ordem decrescente de preferência

\*\* significativo com  $p < 0,05$

$\chi^2_0$  = qui-quadrado calculado = 52,53

$\chi^2$  = qui-quadrado tabelado (3, 55; 0,05) = 4,60

dms = 24,28

<sup>ns</sup> não significativo com  $p < 0,05$

<sup>a, b, c</sup> letras distintas diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ )

A = xantana pruni:guar

B = xantana comercial:guar

**Tabela 5.** Resultados dos Índices de Aceitabilidade e porcentagem de Intenção de Compra das amostras de *mousse* de maracujá.

Amostras	Índice de Aceitabilidade (%)		% Intenção de Compra
	Textura	Sabor	
<b>1</b> <i>Mousse</i> tradicional	92,7	95,2	93,8
<b>2</b> <i>Mousse</i> alternativa A*	86,9	82,8	85,5
<b>3</b> <i>Mousse</i> alternativa B**	56,8	61,8	53,4

\* A = com xantana pruni:guar

\*\* B = com xantana comercial:guar

A partir do Teste de Intenção de Compra observou-se que apenas a amostra de *mousse* de maracujá alternativa formulada com xantana comercial apresentou baixa porcentagem (53,4%); sendo consideradas com alta porcentagem as *mousses* de formulações tradicional (93,8%) e alternativa com xantana pruni (85,5%). A *mousse* de maracujá alternativa, formulada com xantana pruni, apresentou Índice de Aceitabilidade e Intenção de Compra semelhantes à *mousse* tradicional; porém, superiores à *mousse* com xantana comercial, e com potencial de comercialização.

Segundo Luckow e Delahunty (2004), a maioria dos julgadores avalia a aceitação do produto essencialmente em termos de sabor, ao invés de analisar as características gerais do produto. Em termos de produtos que apresentem soja como um dos ingredientes, essa análise geralmente pode ser prejudicada, devido ao sabor adstringente e aroma pouco agradável que esse ingrediente pode conferir ao produto.

Entretanto, em nosso trabalho, os resultados evidenciaram um potencial sensorial da formulação proposta que é isenta de ingredientes de origem animal (amostra 2).

Ao avaliarem a intenção de compra de *mousse* de uva empregando substitutos dos ingredientes de origem animal, Antunes *et al.* (2014) utilizaram como hidrocoloides xantana e carboximetilcelulose (CMC), tendo a combinação de 0,7% para ambos a melhor aceitação, recebendo nota 4 que se refere ao “provavelmente compraria”; o ensaio totalizou 30 julgadores. Mesmo com um dos hidrocoloides diferentes, pode-se notar que, em ambos trabalhos, as combinações de concentrações iguais foram bem aceitas pelos julgadores.

No estudo da determinação instrumental da cor, de acordo com Silva, Petter e Schneider (2007), valores positivos e negativos de  $a^*$  indicam cores vermelhas e verdes, respectivamente. Do mesmo modo, as cores amarelo e azul são demonstrados pela coordenada  $b^*$  positiva e negativa, respectivamente.  $L^*$  é uma medida da escala cinza, entre o preto e o branco. O encontro dos três valores gera o ângulo  $H^0$  que definirá a cor. Dessa forma, os valores da luminosidade ( $L^*$ ) e das duas coordenadas de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) (Tabela 6) indicaram que as três formulações de *mousse* de maracujá apresentaram coloração amarela, como era esperado.

**Tabela 6.** Valores de luminosidade (L), coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , valores dos ângulos de cor *Hue* ( $H^0$ ) e do parâmetro Croma ( $C^*$ ) das *mousses* de maracujá.

Formulações <i>mousses</i>	L	$a^*$	$b^*$	$H^0$	$C^*$
Tradicional	81,1 <sup>a</sup> ±0,4	-6,5 <sup>a</sup> ±0,2	33,6 <sup>a</sup> ±0,5	100,9 <sup>a</sup> ±0,4	34,3 <sup>a</sup> ±0,4
Alternativa A*	78,2 <sup>b</sup> ±0,8	-4,5 <sup>b</sup> ±0,1	27,8 <sup>b</sup> ±0,6	99,1 <sup>b</sup> ±0,3	28,1 <sup>b</sup> ±0,6
Alternativa B**	77,7 <sup>c</sup> ±0,2	-4,4 <sup>b</sup> ±0,1	27,8 <sup>b</sup> ±0,3	99,0 <sup>b</sup> ±0,1	28,1 <sup>b</sup> ±0,3

\* A = com xantana pruni

\*\*B = com xantana comercial

<sup>a, b, c</sup> letras distintas na coluna diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ )

Pela análise estatística, observou-se que, embora visualmente as amostras de *mousse* de maracujá apresentassem a mesma coloração, através da análise instrumental associada à análise estatística dos resultados verificou-se diferença significativa no parâmetro L nas três formulações de *mousses* estudadas (Tabela 6). Nos demais parâmetros ( $a^*$ ,  $b^*$ ,  $H^0$  e  $C^*$ ) verificou-se diferença significativa apenas para a *mousse* de formulação tradicional; enquanto que não houve diferença significativa entre as duas formulações alternativas.

As amostras apresentaram valores elevados para o parâmetro L, que representa a luminosidade; quanto maior for o valor do L (medida da escala cinza, entre o preto e o branco) mais próximo do branco localiza-se, ou seja, mais clara é a amostra. Esse parâmetro foi mais elevado na formulação tradicional, provavelmente devido à maior concentração de proteínas, em função da concentração dos ingredientes empregados nessa formulação, o que acarretou uma maior opacidade ao produto.

As coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$  e o parâmetro  $H^0$ , que é responsável pela tonalidade amarela das amostras, foram proporcionais à quantidade de suco

empregada às *mousses* de maracujá. Em função das coordenadas de cromaticidade também foi calculado o parâmetro Croma ( $C^*$ ), que indicou maior intensidade de cor para a *mousse* tradicional. No presente trabalho os valores negativos e positivos obtidos para os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  indicaram cores verde e amarela, respectivamente; em função desses dois parâmetros calculou-se o ângulo *Hue*, que correspondeu à tonalidade amarela; e juntamente com o parâmetro L, concluiu-se que as 3 amostras de *mousse* apresentaram coloração amarelo clara.

Embora tenham sido adicionadas as mesmas concentrações de suco em todas as formulações, houve diferença significativa entre as formulações tradicional e alternativas nesses parâmetros. Tal diferença pode ser atribuída pela presença das gomas, xantana e guar, que podem ter encapsulado algum composto que gera a cor, mascarando-o, de forma a reduzir a tonalidade do produto nas formulações alternativas quando comparado com a tradicional. De acordo com Lucca e Tepper (1994), além de a xantana possuir as características de ser espessante e estabilizante, também apresenta poder encapsulador de compostos.

Kuck (2012) estudou o desenvolvimento de polpa de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e preservação das suas antocianinas para aplicação em alimentos; com a polpa, desenvolveu uma *mousse* sem a adição de produtos de origem animal, e verificou que o parâmetro  $L^*$  foi o único que reduziu devido à menor concentração de xantana e guar (0,4%/0,4%).

Magalhães e Silva (2018) desenvolveram uma *mousse* de tamarindo vegano a partir de base de mandioca e de extrato de amêndoas, e verificaram que o parâmetro L reduziu de  $86,29 \pm 0,67$ , para a *mousse* sem adição de tamarindo, para  $42,95 \pm 1,01$ , com 100% da adição do fruto, o que foi esperado pelos autores; para a saturação de cor (C) os valores obtidos foram de  $22,75 \pm 0,50$  para a amostra padrão, e de  $11,55 \pm 0,17$  para 100% da adição, inferindo que o parâmetro teve influência da base do produto. Já para a análise de tonalidade de cor, houve uma redução dos valores de  $85,09 \pm 0,09$ , da amostra sem adição do tamarindo, para  $54,93 \pm 0,32$ , com a adição de 100%, respectivamente. A mesma tendência observou-se no presente trabalho, com a amostra tradicional obtendo valores maiores que as demais estudadas.

#### 4. Conclusão

A *mousse* de maracujá alternativa, formulada com a xantana pruni, apresentou Índice de Aceitabilidade e Intenção de Compra semelhantes à *mousse* tradicional; porém superiores à *mousse* com xantana comercial. A *mousse* alternativa com xantana pruni possui, portanto, potencial para comercialização como sobremesa destinada aos consumidores que não podem ou, por ideologia, não incluem na sua dieta produtos de origem animal.

#### 5. Referências

ANTUNES, B. da F. *et al.* Avaliação da intenção de compra de *mousse* de uva empregando substitutos dos ingredientes de origem animal. **13ª Mostra da Produção Universitária**, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2014.

CARDELLO, A. V. *et al.* Predictors of food acceptance, consumption and satisfaction in specific eating situations. **Food Quality and Preference**, v. 11, p. 201-216, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(99\)00055-5](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(99)00055-5).

CHALLEN, I. A. Xanthan gum: a multifunctional stabilizer for food products. In: NISHINARI, K.; DOI, E. (Editores). **Food hydrocolloids: structure, properties, and functions**. New York: Plenum Press, p. 135-140, 1994. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2486-1>.

DEMIRCI, Z. O.; YILMAZ, I.; DEMIRCI, A. S. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 5, p. 936-942, 2014. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0588-5>.

DI COSTANZO, M.; CANANI, R. B. Lactose intolerance: common misunderstandings. **Annals of nutrition & metabolism**, v. 73, p. 30-37, 2018. <https://doi.org/10.1159/000493669>.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. **Food Hydrocolloids**, v. 17, p. 25-39, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00120-5).

FOLEGATTI, M. L. S. **Estudo do efeito do uso de diferentes agentes aerantes e gelificantes e do processamento nas características físicas e sensoriais e na estabilidade do produto *mousse* de maracujá**. 2001. 203f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

GARCÍA-OCHOA, F. *et al.* Xantana gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, v.18, p. 549-579, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(00\)00050-1](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(00)00050-1).

GUERRERO, L. *et al.* Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, p. 387-395, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(00\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(00)00012-4).

IBGE. **Produção Agrícola Municipal, 2019**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

LUCKOW, T.; DELAHUNTY, C. Which juice is healthier? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. **Food Quality and Preference**. v. 15, p. 751-759, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.12.007>.

KATZBAUER, B. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**, v. 59, p. 81-84, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(97\)00180-8](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(97)00180-8).

KUCK, L. S. **Desenvolvimento de polpa de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) e preservação das suas antocianinas para aplicação em alimentos**. 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

LAUFFER, M. L. *et al.* Estudo da aplicação de diferentes hidrocoloides para elaboração de *mousse* de maracujá livre de ingredientes de origem animal. XIX Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, **Anais do XIX Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**, Pelotas, 2010.

LILLY, V.G.; WILSON, H. A.; LEACH, J. G. Bacterial polysaccharides II. Laboratory Scale production of polysaccharides by species *X. campestris*. **Applied Microbiology**, v.6, p.105-109, 1958. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1057366/>.

LONDERO, D. S. **“Você é aquilo que você come”**: o veganismo enquanto estilo de vida e ativismo político. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais), Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

LUCCA, P.; TEPPER, B. Fat replacers and the functionality of fat foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 5, p. 12-19, 1994. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(94\)90043-4](https://doi.org/10.1016/0924-2244(94)90043-4).

LUVIELMO, M.; SCAMPARINI, A. R. P. Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação. **Estudos Tecnológicos**, v. 5, n. 1, p. 50-67, 2009. <https://doi.org/10.4013/ete.2009.51.04>.

MAGALHÃES, D. A.; da SILVA, F. M. **Desenvolvimento de mousse de tamarindo vegano a partir de base de mandioca e de extrato de amêndoas: Caracterização microbiológica, físico-química e como carreador de probiótico**. 2018. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição), Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2018.

MCCLEMENTS, D. J. **Food emulsions; principles, practice, and techniques**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2005.

OHATA, S. M. *et al.* Adição de concentrado protéico de soro (CPS) em *mousse* de maracujá. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 7, n. 1, p. 53-66, 2005.

PARASKEVOPOULOU, A. *et al.* Influence of polysaccharide addition on stability of a cheese whey kefir-milk mixture. **Food Hydrocolloids**, v. 17, p. 615–620, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(02\)00122-4](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(02)00122-4).

RICHARDSON-HARMAN, N. J. *et al.* Mapping consumer perceptions of creaminess and liking for liquid dairy products. **Food Quality Preference**, v. 11, p. 239-246, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(99\)00060-9](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(99)00060-9).

ROJAS, J. A.; ROSELL C. M.; BARBER, C. B. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. **Food Hydrocolloids**, v. 13, p. 27-33, 1998.

SILVA, R. A.; PETTER, C. O.; SCHNEIDER, I. A.H. Avaliação da perda da coloração artificial de ágatas. **REM: Revista Escola de Minas**, v.60, p.477-482, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0370-44672007000300007>.

SILVA, R. R. *et al.* Efeito da utilização de gomas na viscosidade e nas características sensoriais de *shake* à base de farinha de banana verde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2016052, 2018. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.5216>.

TÁRREGA, A.; COSTELL, E. Color and consistency of semi-solid dairy desserts: Instrumental and sensory measurements. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p.655-661, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.003>.

VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. S.; VENDRUSCOLO, J. L. S. Processo de produção de biopolímero tipo xantana, biopolímero obtido, seus usos; meio de cultura

para crescimento de *xanthomonas* e uso da mesma para produção de biopolímero. **World Intellectual Property Organization**. 2006.

ZHANG, Y. *et al.* Stability and color characteristics of PEF treated cyaniding-3-glicoside during storage. **Food Chemistry**, v. 106, p. 669-679, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.030>.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos às agências de fomento CAPES, FAPERGS e CNPq.

## Autores

Fernanda Germano Alves Gautério<sup>1</sup>, Mariane Igansi Alves<sup>2</sup>, Matheus Ludtke Lauffer<sup>3</sup>, Karine Laste Macagnan<sup>4</sup>, Claire Tondo Vendruscolo<sup>5</sup>, Angelita da Silveira Moreira<sup>3,\*</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil; Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Av. Maria Anunciação Gomes de Godoy, 1650, Bairro Malafaia, 96413-172, Bagé, RS, Brasil.

2. Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

3. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

4. Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

5. Biopolix Materiais Tecnológicos Ltda., Supera Parque Tecnológico, Av. Dra. Nadir Águiar, 1805, Jardim Dr. Paulo Gomes Romeo, 14056-680, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

\* Autor para correspondência: [angelitadasilveiramoreira@gmail.com](mailto:angelitadasilveiramoreira@gmail.com)

## CAPÍTULO 3

### Desenvolvimento, composição e propriedades bioquímicas do fermentado alcoólico de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess)

Luciene Lacerda Costa, Luiza Vilela, Maxwell Suzigan Gomide, Pedro Henrique Ferreira Tomé, Edson José Fragiorge, Márcia Arocha Gularte

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c3>

#### Resumo

O uso de outras frutas, diferentes da uva, na produção de bebidas fermentadas está se tornando popular no Brasil e representa inovação no consumo. Análises físico-químicas, avaliação da conformidade com a legislação brasileira para fermentados de frutas e presença de compostos bioativos em bebida fermentada de uvaia, desenvolvida em laboratório, foram investigados. Na fermentação da polpa do fruto foi utilizada a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Fermentis A Lessaffre Division Safbrew S.33). Sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável foram monitorados durante vinte e sete dias em esquema fatorial (10 x 3) com 10 períodos de fermentação e 3 dornas com 3 repetições, totalizando 90 parcelas experimentais. Grau alcoólico, densidade relativa a 20,0 °C, pH, acidez total titulável, acidez fixa, acidez volátil, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, açúcares totais, extrato seco total, extrato seco reduzido, anidrido sulfuroso total, cinzas, fenóis totais, DPPH e taninos, foram quantificados após trinta dias, em um plano experimental avaliado com 3 repetições, em triplicata. Em conclusão, o vinho de uvaia em conformidade com a legislação brasileira, classificado como suave e encorpado, representa fonte de compostos bioativos e fornece elevada atividade antioxidante.

**Palavras-chave:** fermentação, frutas, *Saccharomyces*, vinho.

#### 1. Introdução

A uvaia é uma fruta de nome científico *Eugenia pyriformis* Cambess pertencente a família Myrtaceae, típica da Mata Atlântica, ocorre de São Paulo ao Rio Grande do Sul. Seu nome deriva-se do tupi *ubaia* ou *ybá-ia* que significa fruto azedo. A árvore tem aproximadamente 6 a 13 metros de altura e geralmente com tronco único ou bifurcado, de no máximo 50 centímetros de diâmetro (MAIOCHI, 2009).

A uvaia apresenta-se como uma pequena baga com aproximadamente quatro centímetros de diâmetro, possui de uma a duas sementes grandes cobertas por polpa aquosa e delicada, de sabor doce ou agridoce, casca fina amarelo-ouro ou amarelo avermelhada, ligeiramente aveludada, assemelhando-se em textura à pele de pêssego, e que quando madura apresenta aroma intenso e agradável (MATTOS, 1988; MAIOCHI, 2009).

A uvaia *in natura* apresenta a seguinte composição: aproximadamente 93,29 g 100 g<sup>-1</sup> de umidade, 4,6 mg 100 g<sup>-1</sup> de acidez em função do ácido cítrico, 4,6 °Brix de sólidos

solúveis totais (SGANZERLA *et al.*, 2018), 76,31 mg 100 g<sup>-1</sup> de vitamina C (COUTINHO; PASCOLATTI; MOREIRA, 2016).

Os frutos da uvaia podem ser consumidos na forma de sucos, geleias e doce (SGANZERLA *et al.*, 2018). Porém, a conservação pós-colheita é complicada devido à sensibilidade ao toque e a capacidade fermentativa (MAIOCHI, 2009). Pequenas modificações do fruto, estádios de maturidade extremos ou fermentações são fatores de rejeição pelo consumidor (ROSA *et al.*, 2018). Neste contexto, o desenvolvimento de novos produtos é interessante para ampliar e diversificar o consumo diminuindo as perdas pós-colheitas.

O uso de outras frutas, além da uva, na produção de bebidas fermentadas é comum em outros países, principalmente na Europa. São utilizadas maçãs, peras, groselhas, framboesas e cerejas (ASSIS NETO *et al.*, 2010). Porém, a tecnologia de obtenção dessas bebidas é bastante distinta, pois depende das características de cada fruto. Há consenso em relação ao uso de levedura, temperatura ideal de fermentação e necessidade de tratamento da fruta escolhida e do mosto (DIAS; SCHWAN; LIMA, 2003).

Fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura e que pode conter ingredientes opcionais como açúcar e água (BRASIL, 2009). Segundo Batista, Fragiorge e Tomé (2019) a fermentação alcoólica ocorre a partir do consumo de sacarose por ação de uma levedura, que pode estar naturalmente presente no alimento ou adicionada artificialmente, produzindo gás carbônico, etanol e outros compostos.

Antioxidantes são substâncias presentes em baixas concentrações quando comparada ao substrato oxidável, atrasam ou inibem a oxidação desse substrato de maneira eficaz, exibem capacidade de eliminação de radicais livres e por quelantes de íons metálicos, protegendo assim os tecidos de danos oxidativos (BOHN *et al.*, 2015) e na prevenção de doenças crônicas degenerativas por apresentar altos níveis de carotenoides, 1306,6 µg 100g<sup>-1</sup> de matéria fresca (SILVA *et al.*, 2014).

Os polifenóis totais são os principais responsáveis pela atividade antioxidante em frutos (Sun *et al.*, 2002). Sucos e fermentados, do ponto de vista tecnológico, os compostos fenólicos podem interferir nas características sensoriais do produto final como cor, sabores amargos, adstringentes, aromas e claridade (ZARDO *et al.*, 2009). Os teores de taninos no vinho são influenciados pela duração da maceração (SMITH; MCRAE; BINDON, 2015), pela temperatura, volume de líquido remontado e número de remontagens por unidade de tempo (RIZZON; DALL'AGNOL, 2007). Por processos de oxirredução, os taninos contribuem na determinação da cor dos vinhos (GARCÍA-ESTÉVEZ *et al.*, 2017) e atividade antioxidante (OLEJAR *et al.*, 2019).

O presente estudo teve como objetivos desenvolver uma bebida fermentada de uvaia, avaliar se a mesma está em conformidade com a legislação brasileira para fermentados de frutas e verificar a presença de compostos bioativos.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Local do experimento

Os frutos de uvaia foram cedidos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM < <http://isni.org/isni/0000000403704193>>.

*Campus* Uberaba, localizado no município de Uberaba – MG, situado a 19° 39' 19" S e 47° 57' 27" W, altitude de 795 m. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger o clima é classificado como Aw e a temperatura média anual é 21,5 °C e pluviosidade média anual de 1479 mm (ALVARES *et al.*, 2013). Os frutos foram colhidos de 5 uvaieiras, implantadas em espaçamento de 4 m x 3,5 m, no pomar da Instituição. Os frutos foram coletados manualmente nas primeiras horas do dia, de maneira cuidadosa, evitando danos físicos ao produto. Os frutos de uvaia se apresentavam no estágio de maturação definido com base na coloração da casca amarela e em padrões estabelecidos empiricamente pelos consumidores que considera no ponto de consumo. O material foi transportado até o setor de Agroindústria do IFTM - *Campus* Uberaba, por meio de sacos *stomacher* em caixas isotérmicas (5,0 °C ±0,5 °C), com gelo reutilizável rígido Gelo-x (Termogel®). Os frutos que apresentavam injúrias nas superfícies e com partes atacadas por insetos e suas larvas foram descartados. Utilizou-se os frutos maduros sem suas sementes, os quais, foram higienizados e sanitizados em água clorada, cloro ativo 2,5% (Start®) L. 442353, a 200,0 mg L<sup>-1</sup> por 15 minutos de contato e, em seguida, foram submetidos a tríplice lavagem em água destilada estéril. Logo após, foram congelados a -18,0 °C até o processamento e realização da caracterização físico-química. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia localizados no IFTM - *Campus* Uberaba.

## 2.2. Caracterização físico-química dos frutos de uvaia

Foram caracterizadas três amostras aleatórias de frutos de uvaia e avaliados quanto ao teor de sólidos solúveis (°Brix), determinado por refratometria (refratômetro portátil Reichert® AR200); acidez total titulável, obtida por meio da titulação de 10 g de polpa homogeneizada e diluída para 100 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 mol L<sup>-1</sup> expressa em porcentagem de ácido cítrico (Silva; Queiroz, 2002) e pH, medido diretamente na polpa homogeneizada, utilizando-se o potenciômetro de bancada digital (TEKNA® T1000).

## 2.3. Processamento do fermentado de uvaia

Frutos inteiros foram despulpados em despulpadeira industrial (Itametal® 0,25 DF). Realizou-se a diluição da polpa de uvaia na proporção de 750 g para seis litros de água deionizada estéril. A chaptalização foi realizada adicionando sacarose até atingir 26,0 °Brix. Em seguida, foi feita a sulfitação usando bisulfito de sódio e pasteurização lenta (65,0 °C por 30 minutos). Realizou-se a correção do pH à 4,0 com carbonato de sódio.

A levedura utilizada foi a *Saccharomyces cerevisiae* (Fermentis A Lessaffre Division Saffbrew S.33), liofilizada, com viabilidade celular de 97,0%, livre de OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) e Glúten. Inoculou-se a levedura no volume de 100,0 mL, concentração de 0,38 g L<sup>-1</sup>, conforme indicação do fabricante constituindo etapa denominada pé-de-cuba. Posteriormente, transferiu-se para o volume seguinte integralizando 1000 mL e este último inoculado na dorna principal. O intervalo entre os volumes foi de 24 h.

O experimento foi conduzido em sala refrigerada com ar condicionado ajustado para 24 °C conforme instruções do fabricante da levedura de temperatura ideal para fermentação, até que o mosto apresentou 12,08 °Brix (27 dias). Durante o período de fermentação, foram realizadas análises físico-químicas a cada três dias de sólidos solúveis totais (°Brix), pH e acidez total (meq L<sup>-1</sup>).

O fermentado alcoólico foi transferido por sifonação seguida de filtração em peneira (Paganini®) apresentando malha de 28/30 MPL (malhas por polegada linear) ou 0,55 mm e bitola do fio, 32 BWG (Birmighan Wire Gauge) ou 0,22 mm. O filtrado foi envasado em garrafas de vidro tipo âmbar de 250,0 mL previamente higienizadas e sanitizadas.

A fermentação foi interrompida por pasteurização lenta (65,0 °C por 30 minutos). O conteúdo foi lacrado com rolhas de cortiça. Posteriormente, as garrafas foram armazenadas em posição horizontal em câmara fria a 5,0 °C ± 0,4 °C, umidade relativa de 40,0% ± 1,0% durante um mês para concluir o envelhecimento das bebidas.

#### 2.4. Caracterização físico-química do fermentado de uvaia pós-envelhecimento

O fermentado, após período de envelhecimento de um mês foi analisado quanto ao grau alcoólico (°GL), densidade (g mL<sup>-1</sup>) corrigida a 20,0 °C, pH, acidez total titulável (meq L<sup>-1</sup>), acidez fixa (meq L<sup>-1</sup>), acidez volátil (meq L<sup>-1</sup>), sólidos solúveis totais (°Brix), açúcares totais (g L<sup>-1</sup>), açúcares redutores em glicose (g L<sup>-1</sup>), extrato seco a 100 °C (g L<sup>-1</sup>), extrato seco reduzido (g L<sup>-1</sup>), cinzas (g L<sup>-1</sup>) conforme Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e em conformidade com a Instrução Normativa nº 34 de 29 de novembro de 2012 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2012).

Além das análises exigidas pela legislação foram realizadas análises complementares de atividade antioxidante, polifenóis totais e taninos.

A determinação da atividade antioxidante por meio do método de sequestro de radicais livres DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), avalia a capacidade antioxidante em doar átomos de hidrogênio ou elétrons para o radical DPPH com consequente mudança de coloração roxa para amarela (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995). Para tanto, uma solução estoque de DPPH 40 µg mL<sup>-1</sup>, foi preparada e as amostras de bebida fermentada foram diluídas na proporção de 1:10 em metanol. Em tubos de ensaio 0,1 mL de amostra diluída foi adicionada a 3,9 mL de solução estoque de DPPH. Um tubo controle contendo 0,1 de metanol e 3,9 mL de solução estoque de DPPH foi preparado e como branco o metanol foi utilizado. Os tubos ficaram em repouso no escuro por 30 min e, em seguida, a leitura a 517 nm em espectrofotômetro, foi realizada (GEHAKA® UV-380G). A equação 1 foi utilizada para o cálculo da atividade antioxidante.

$$AA(\%) = \frac{[\text{Abs}]_{\text{controle}} - [\text{Abs}]_{\text{amostra}}}{[\text{Abs}]_{\text{controle}}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Na determinação de polifenóis totais, foi utilizado o método de Singleton e Rossi (1965), adaptado. As amostras de bebida fermentada foram diluídas na proporção de 1:10 em metanol. Uma curva de calibração foi construída utilizando ácido gálico como padrão nas proporções de 0, 50, 100, 150, 250, 500 mg L<sup>-1</sup>. Em tubos de ensaio foi dissolvido 0,5 mL de fermentado em 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu diluído na proporção de 1:10 em água e 2,0 mL de carbonato de sódio 7,5%. Os tubos ficaram em repouso no escuro por duas horas e, em seguida, o conteúdo dos tubos foi transferido para cubetas e a leitura em espectrofotômetro em 765 nm foi realizada. Os resultados foram expressos em mg EAG L<sup>-1</sup>.

Para determinação de taninos, utilizou-se o método de hidrólise ácida, descrito por Zoecklein et al. (1999) e utilizado por Lins e Sartori (2014). Diluiu-se as amostras na proporção de 1:50 em água deionizada. Adicionou-se a dois tubos de ensaio, previamente identificados de forma distinta (A e B), 4 mL de fermentado diluído, 2 mL de água e 6 mL de HCl 12 mol L<sup>-1</sup>. Os tubos A foram levados a banho-maria a 100 °C por 30 minutos e após resfriamento adicionou-se 1 mL de etanol a 95%. Os tubos B

ficaram em repouso à temperatura ambiente. Posteriormente, realizou-se leitura em espectrofotômetro a 550 nm usando a água deionizada como branco. O teor de taninos foi calculado empregando-se a equação 2.

$$\text{TN (g L}^{-1}\text{)} = 19,33 \times \Delta \quad \text{(Equação 2)}$$

Sendo,  $\Delta$  a diferença entre as absorvâncias dos tubos A e B de cada amostra.

## 2.5. Delineamento experimental no mosto

O período de fermentação foi avaliado em um delineamento estatístico, em esquema fatorial (10 x 3) com 10 períodos de fermentação e 3 dornas com 3 repetições, totalizando 90 parcelas experimentais.

## 2.6. Delineamento experimental no fermentado

O fermentado obtido (vinho) foi conduzido em um plano experimental avaliado com 3 repetições, em triplicata.

## 2.7. Análise estatística

Os resultados dos parâmetros das análises físico-químicas do vinho foram expressos em médias e seus desvios-padrões. Médias e desvios-padrões foram realizados utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Caracterização físico-química dos frutos de uvaia

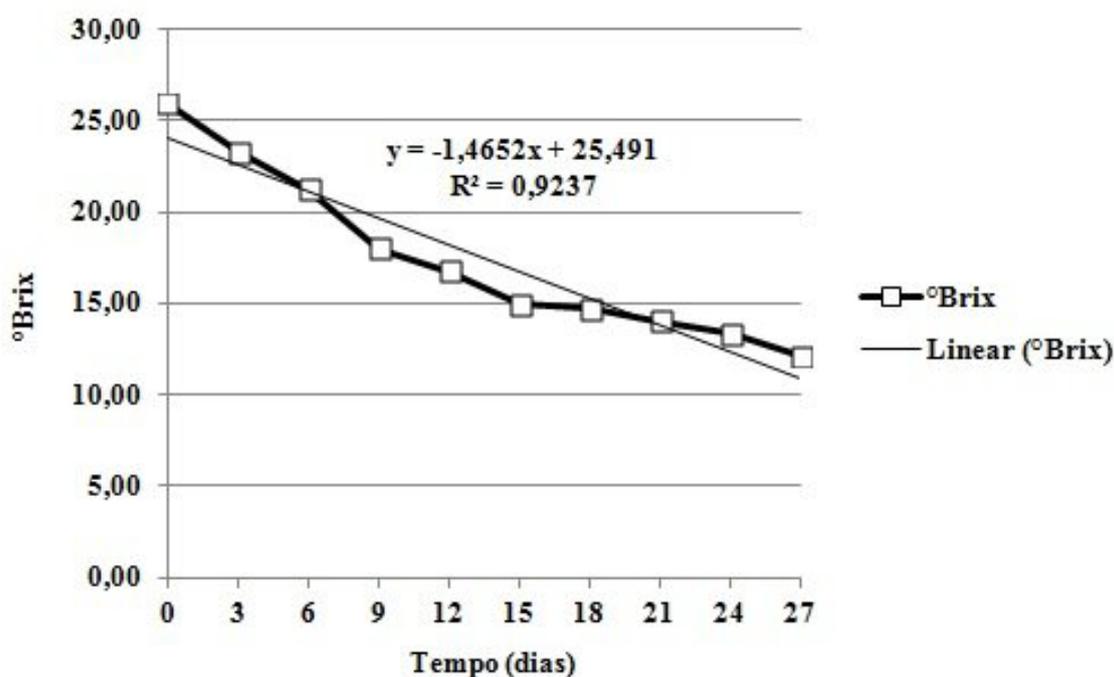
A polpa do fruto de uvaia apresentou teor de sólidos solúveis totais de 5,87 °Brix, acidez total titulável de 2,13 g 100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico e pH de 2,86. Outros pesquisadores que trabalharam na caracterização físico-química da uvaia obtiveram valores divergentes deste estudo, principalmente quanto aos sólidos solúveis e acidez, Sganzerla *et al.* (2018), sólidos solúveis, 4,6 °Brix, acidez de 0,75 mg 100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico e pH de 3,45; Silva *et al.* (2018), sólidos solúveis, 7,75 °Brix a 10,50 °Brix, acidez de 1,63 g 100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico a 1,67 g 100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico e pH de 3,06 a 2,96 (frutos grandes a frutos pequenos) e Chaves Neto, Silva e Dantas (2020), média de sólidos solúveis, 8,34 °Brix, acidez de 3,44 g 100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico e pH 3,0 (frutos verdes) e pH 3,3 (frutos totalmente amarelos).

### 3.2. Caracterização do fermentado de uvaia pós-envelhecimento

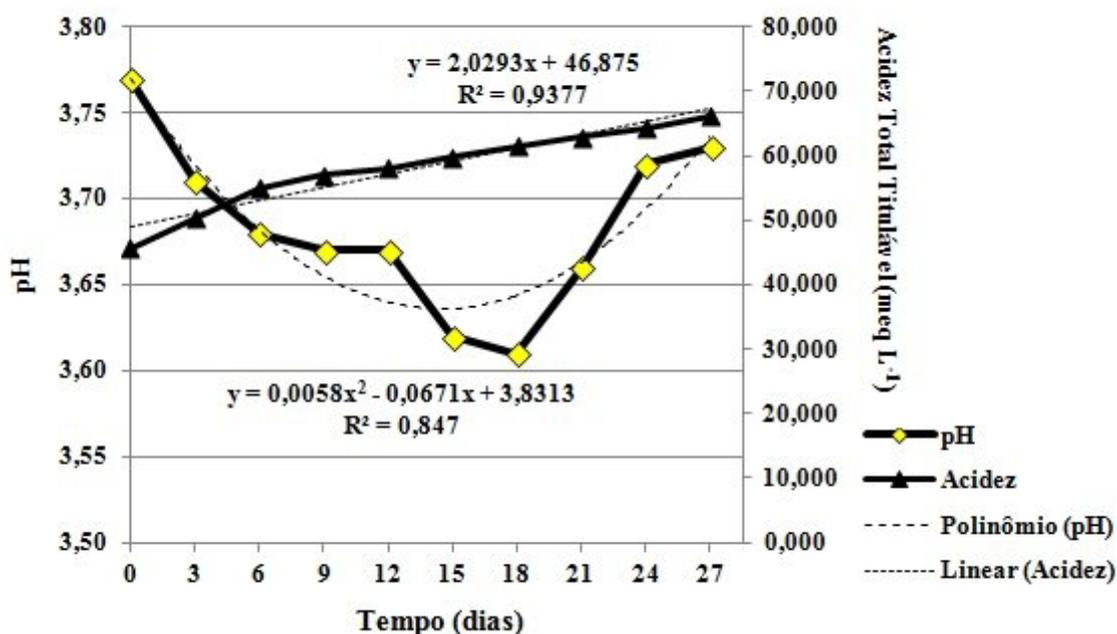
Os resultados dos valores de sólidos solúveis totais (°Brix) durante o período de fermentação do mosto de uvaia são apresentados na Figura 1.

Houve uma redução linear, 25,92 °Brix para 12,08 °Brix, com um coeficiente de determinação de 92,37%, no teor de sólidos solúveis totais durante o período de fermentação. O consumo de açúcares do mosto é feito por leveduras que convertem açúcar em etanol. A não conversão total dos açúcares em álcool foi observada por Corazza, Rodrigues e Nozaki (2001), que encontraram valor de 8,0 °Brix para fermentado de laranja e atribuem este resultado à presença de açúcares não fermentescíveis no suco de laranja.

Os resultados do comportamento dos parâmetros de acidez total titulável e pH durante o período de fermentação do mosto de uvaia são apresentados na Figura 2.



**Figura 1.** Valores de °Brix do mosto de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess), durante o período de fermentação (27 dias) em temperatura média de  $24,0\text{ °C} \pm 1,0\text{ °C}$ .



**Figura 2.** Relação entre os valores de pH e acidez total titulável do mosto de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess), durante o período de fermentação (27 dias) em temperatura média de  $24,0\text{ °C} \pm 1,0\text{ °C}$ .

Um modelo de ajuste de curva polinomial na ordem 2 e seu respectivo coeficiente de determinação de 84,70%, foram obtidos na expressão dos valores de pH que apresentaram queda até o 18º dia, 3,77 para 3,61, a partir daí, houve aumento até 27º

dia, 3,73. Os valores de acidez total titulável apresentaram aumento gradativo, 45,680 mEq L<sup>-1</sup> para 66,070 mEq L<sup>-1</sup>, com coeficiente de determinação em 93,77%.

Segundo Borzani *et al.* (1983) a produção de ácidos orgânicos, tais como ácido láctico, acético e succínico, induz o aumento de acidez total titulável e redução de pH durante o processo de fermentação. Almeida *et al.* (2006) verificaram variações de pH e acidez total durante o processo fermentativo. Rizzon, Zanus e Manfredini (1994) refere-se à variação da acidez durante a fermentação como interferente para a estabilidade e coloração de bebidas fermentadas.

Os resultados da caracterização físico-química do fermentado de uvaia são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados obtidos das análises físico-químicas da bebida fermentada alcoólica de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) após o período de maturação (1 mês), em temperatura média de 5,0 °C ( $\pm 0,4$  °C), umidade relativa de 40,0%  $\pm 1,0$ %.

Análise	Média	Desvio Padrão ( $\pm$ )	Legislação*	
			Mínimo	Máximo
Grau Alcoólico (°GL)	11,95	0,98	4,0	14,0
Densidade relativa a 20 °C (g L <sup>-1</sup> )	1,01	0,01	-	-
pH	3,88	0,09	-	-
Acidez total titulável (meq L <sup>-1</sup> )	53,780	0,40	50,0	130,0
Acidez fixa (meq L <sup>-1</sup> )	45,050	0,89	30,0	-
Acidez volátil (meq L <sup>-1</sup> )	8,730	0,52	-	20,0
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,03	0,55	-	30,0
Açúcares redutores (g L <sup>-1</sup> )	2,88	0,08	-	-
Açúcares totais (g L <sup>-1</sup> )	2,4089	0,07	-	$\leq 3$ (Seco)
			> 3 (Suave)	-
Extrato seco total (g L <sup>-1</sup> )	132,1400	0,85	-	-
Extrato seco reduzido (g L <sup>-1</sup> )	130,7311	-	12	-
Anidrido sulfuroso total (g L <sup>-1</sup> )	0,0096	-	-	0,35
Cinzas (g L <sup>-1</sup> )	1,15	0,17	-	-
Fenóis totais (mg EAG L <sup>-1</sup> )	142,96	0,95	-	-
DPPH (%AA)	79,34	0,88	-	-
Taninos (g L <sup>-1</sup> )	0,14	0,01	-	-

Resultados dados em (-) = Sem parâmetros para comparação.

\*Brasil (2012).

O grau alcoólico de 11,95 °GL, apresentado pelo fermentado de uvaia, está de acordo com o preconizado pela legislação brasileira para vinhos de mesa (BRASIL, 2012), mostrando que o período do processo fermentativo foi suficientemente adequado para a elaboração de álcool em teores próprios de vinhos.

Segundo Vogt (1972) quando um vinho apresentar maior teor de açúcar, menor será o grau alcoólico e conseqüentemente a densidade será maior que 1,0 g L<sup>-1</sup>. Já os vinhos fermentados por completo apresentam menor teor de açúcar e densidade em torno de 1,0 g L<sup>-1</sup>. A densidade do fermentado de uvaia, 1,01 g L<sup>-1</sup>, ficou próxima à densidade do fermentado de goiaba branca, 1,05 g L<sup>-1</sup> (BATISTA; FRAGIORGE; TOMÉ, 2019), portanto, o processo fermentativo foi satisfatório.

De acordo com Manfroi *et al.*, (2006) vinhos com pH entre 3,1 e 3,6 possuem melhores características sensoriais. Neste estudo foi encontrado pH de 3,88 no final do período

de envelhecimento. Lima e Ferri (2015) encontram pH de 3,9 para fermentado de acerola sendo o resultado atribuído ao estágio de maturação dos frutos.

A legislação brasileira (BRASIL, 2012), não estabelece limites de pH para fermentados de frutas. Os fermentados com elevado valor de pH apresentam menor vida útil em prateleira (RABELO; BRAGA, 2017), além de não favorecer o crescimento das leveduras (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Vinhos com os maiores valores de pH apresentaram maiores teores alcoólicos (FRACASSO; FUENTEFRIA; TEIXEIRA, 2009).

O regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta determina que a acidez total titulável de uma bebida fermentada deva variar entre 50 a 130 meq L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2012). A acidez total obtida neste estudo encontra-se em conformidade com o estabelecido pela legislação brasileira. A acidez total em menor concentração possibilita um fermentado com suavidade e aromas complexos (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

A acidez fixa do vinho de uvaia foi de 45,050 mEq L<sup>-1</sup>, estando de acordo com a legislação brasileira para fermentados de frutas, que preconiza o mínimo de 30,0 mEq L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2012) e muito abaixo quando comparado aos fermentados de jaca, 94,0 mEq L<sup>-1</sup> (ASQUIERI; RABELO; SILVA, 2008), jabuticaba, 199,23 mEq L<sup>-1</sup> (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005) e kiwi, 107,7 mEq L<sup>-1</sup> (PAZ *et al.*, 2007).

Hashizume (2001) recomenda menor teor de acidez volátil já que teores mais altos indicam alterações microbiológicas. A acidez volátil do vinho obtido da uvaia foi de 8,730 mEq L<sup>-1</sup> e este valor está acima ao obtido no fermentado de cajá, 5,5 mEq L<sup>-1</sup> (DIAS; SCHWAN; LIMA, 2003), jaca, 6,0 mEq L<sup>-1</sup> (ASQUIERI, RABELO e SILVA, 2008) e de acordo com os limites estabelecidos pela legislação brasileira para fermentados de frutas, 20,0 mEq L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2012).

As médias dos sólidos solúveis totais apresentadas pelo fermentado de uvaia, 12,03 °Brix está em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação brasileira para fermentados de frutas, 30,0 °Brix (BRASIL, 2012), próximo aos valores encontrados no fermentado de baru, 12,9 °Brix (RIBEIRO; ASCHERI; ASCHERI, 2011), mas, no fermentado de melancia foi de 6,9 °Brix (DUARTE; TOMÉ; FRAGIORGE, 2018), valor este abaixo do encontrado neste trabalho.

Os açúcares redutores em glicose, 2,88 g L<sup>-1</sup>, foi muito abaixo quando comparado aos fermentados de banana prata, 32,4 g L<sup>-1</sup> (ARRUDA *et al.*, 2007) e umbu 38,7 g L<sup>-1</sup> (CARMO *et al.*, 2012). A legislação brasileira, não estabelece limites de açúcares redutores em glicose para fermentados de frutas (BRASIL, 2012).

O valor médio do parâmetro açúcares totais, 2,4089 g L<sup>-1</sup>, está dentro dos limites determinados para vinhos de mesa secos, ou seja, abaixo de 3,0 g L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2012). A legislação brasileira, Brasil (2012), não estabelece teor de extrato seco total para bebida fermentada de fruta. O alto conteúdo de extrato seco total encontrado neste trabalho, 132,14 g L<sup>-1</sup>, pode estar relacionado à caramelização dos açúcares durante a secagem da amostra ou dos minerais da própria fruta, como sugerido por Asquieri, Rabêlo e Silva (2008) ou ainda pela presença de partes sólidas da fruta devido à maceração prolongada (SILVA *et al.*, 1999).

O extrato seco reduzido é obtido através da diferença do extrato seco total e do açúcar, este diminuído de 1 (quando o teor de sulfato for maior que um este deve ser considerado no cálculo). O resultado é expresso em g L<sup>-1</sup> (IAL, 2008).

O fermentado de fruta deve possuir um valor mínimo de  $12,0 \text{ g L}^{-1}$  de extrato seco reduzido (BRASIL, 2012). O teor de extrato seco reduzido determina o corpo do vinho sendo bebidas com menos de  $20,0 \text{ g L}^{-1}$  consideradas leves e acima de  $25,0 \text{ g L}^{-1}$  consideradas encorpadas (HASHIZUME, 2001). Neste trabalho, o teor médio de extrato seco reduzido encontrado,  $130,7311 \text{ g L}^{-1}$ , está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2012), sendo considerada uma bebida encorpada.

O fermentado de uvaia apresentou valor médio de anidrido sulfuroso total (teor de sulfato),  $0,0096 \text{ g L}^{-1}$ , valor este que está abaixo do fermentado de jabuticaba,  $0,0400 \text{ g L}^{-1}$  (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005) e jaca  $0,01584 \text{ g L}^{-1}$  (ASQUIERI; RABÉLO; SILVA, 2008), mas, em acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2012) que estabelece máximo de  $0,35 \text{ g L}^{-1}$  e, não faz nenhuma referência à quantidade de  $\text{SO}_2$  livre permitido nos vinhos, sendo este um critério de cada empresa (RIZZON; ZANUS; MANFREDINI, 1994).

A concentração média de cinzas foi de  $1,15 \text{ g L}^{-1}$ . Normalmente, o valor das cinzas é de aproximadamente 10% do extrato seco total, que neste caso foi de 1%, confirmando os altos valores de extrato seco total e valores normais para as cinzas.

Coutinho, Pascolatti e Moreira (2014) observaram ação antioxidante em uvaia *in natura* com inibição significativa de 43,3% em solução de 10% de extrato de polpa. Para o fermentado de uvaia deste estudo (11,1% de polpa de uvaia) obteve-se ação antioxidante de 79,34%. A maior atividade antioxidante do fermentado pode ser explicada por diferentes fatores como características próprias da matéria-prima (estádio de maturação, clima, solo, época de colheita entre outros) como pela formação de compostos durante o período de fermentação.

Os valores médios de polifenóis totais neste estudo,  $142,96 \text{ mg EAG L}^{-1}$ , ficou abaixo do observado por Gonzeli e Sartori (2014) em vinhos tintos artesanais,  $851,66$  a  $3031,50 \text{ mg EAG L}^{-1}$ , Lins e Sartori (2014) em amostras de vinhos tintos produzidos no Estado do Paraná,  $1014,5$  a  $2971,0 \text{ mg EAG L}^{-1}$  e Padilha *et al.*, (2017) em vinhos tintos do sul do Brasil,  $2003$  a  $4036 \text{ mg EAG L}^{-1}$ . Em fermentados de frutas observa-se resultados abaixo dos encontrados em vinhos tintos, no fermentado de kiwi,  $498,29 \text{ mg EAG L}^{-1}$  (PAZ *et al.*, 2007) e em fermentado de maçã  $402 \text{ mg EAG g L}^{-1}$  (ZARDO *et al.*, 2009).

Abe *et al.* (2007) afirmam que em vinhos comuns existe uma proporção direta entre quantidade de polifenóis totais e atividade antioxidante. Neste estudo não foi verificada essa relação, podendo a atividade antioxidante estar relacionada à presença de outros compostos como vitamina C e carotenoides (SCHVAB *et al.*, 2015).

Os teores de taninos são semelhantes em vinhos e em fermentados de frutas. O resultado obtido neste estudo,  $0,14 \text{ g L}^{-1}$ , se difere grandemente quando comparado com o vinho Cabernet Sauvignon que reduziu de  $1,86 \text{ g L}^{-1}$  a  $1,29 \text{ g L}^{-1}$  após dois anos de envelhecimento (MCRAE *et al.*, 2013) e do fermentado de amora suave,  $0,76 \text{ g L}^{-1}$  (PIRES *et al.*, 2016). A baixa concentração neste experimento sugere que o tanino precipitou-se ou degradou-se em pequenos oligômeros em alguma etapa do processamento (CHEYNIER *et al.*, 2006).

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos na avaliação físico-química do fermentado de uvaia estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira, sendo o produto classificado como suave e encorpado; a bebida apresentou características

bioativas, com elevada atividade antioxidante apesar de menores teores de polifenóis totais e taninos se comparada a vinhos de uva.

## 5. Referências

ABE L. T. *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200032>.

ALMEIDA M. M. *et al.* Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 82, n.1, p.35-42, 2006. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v8n1p35-42>.

ALVARES, C.A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p 711–728, 2013. <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ARRUDA A. R. *et al.* Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 4, p. 377-384, 2007. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/97>. Acesso em 27 dez 2020.

ASQUIERI E. R.; RABÊLO M. A. S.; SILVA A. G. M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 881-887, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000400018>.

ASSIS NETO, E. F. A. *et al.* Elaboração de bebida alcoólica fermentada de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 2, p.186-197, 2010. <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862010000200007>.

BATISTA, Â. M.; FRAGIORGE, E. J.; TOMÉ, P. H. F. Desenvolvimento do fermentado alcoólico do fruto goiaba branca (*Psidium guajava*) cv. Kumagai – Myrtaceae. In: VIERA, V. B.; PIOVESAN, N. (Org.). **Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 121-132. <https://doi.org/10.22533/at.ed.00019091013>.

BOHN T. *et al.* Mind the gap-deficits in our knowledge of aspects impacting the bioavailability of phytochemicals and their metabolites-a position paper focusing on carotenoids and polyphenols. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 59, n. 7, p. 1307-1323. 2015. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201400745>.

BORZANI, W. *et al.* **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. (Série Biotecnologia, 5). 1 ed. v. 5 São Paulo: Blucher, 1983. 227 p.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER M. E.; BERSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **D.O.U.** 05/06/2009, p. 20. Brasília, 2009.

BRASIL. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Complementação dos padrões de identidade e qualidade para bebidas fermentadas. **D.O.U.** 30/11/2012, nº 231, Seção 1, p. 3. Brasília, 2012.

CARMO S. K. S. *et al.* Produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n.1, p.15-20, 2012. <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v14n1p15-20>.

CHAVES NETO J. R.; SILVA, S. M.; DANTAS R. L. Atributos de qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de uvaieira durante a maturação. **Agrarian**, v. 13, n. 49, p. 296-308, 2020. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i49.8684>.

CHEYNIER V. *et al.* Structure and properties of wine pigments and tannins. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n.3, p. 298-305, 2006. Disponível em: <https://www.ajevonline.org/content/57/3/298>. Acesso em 27 dez 2020.

CHIARELLI R. H. C.; NOGUEIRA A. M. P. VENTURINI FILHO W. G. Fermentados de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): processos de produção, características físico-químicas e rendimento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 277-282, 2005.

CORAZZA M.L.; RODRIGUES D. G.; NOZAKI J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, v. 24, n.4, p. 449-452, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000400004>.

COUTINHO A. M.; PASCOLATTI Y. S.; MOREIRA I. C. Caracterização físico-química e análise antioxidante da polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). In: OLIVEIRA A. F.; STORTO L. J. (Org.). **Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: Resultados de Pesquisas Acadêmicas - Vol. 1**, São Paulo: Blucher, 2016. p. 73-94.

DIAS D. R.; SCHWAN R. F.; LIMA L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000300008>.

DUARTE L. G. O.; TOMÉ P. H. F.; FRAGIORGE E. J. Desenvolvimento e análises físico-químicas do fermentado alcoólico da polpa de banana nanica (*Musa* spp.). **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 132, n. 1, p. 1-33, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FRACASSO D.; FUENTEFRÍA A. M.; TEIXEIRA M. L. Avaliação toxicológica e quantificação de agentes antioxidantes em vinhos tintos comercializados no município de Concórdia, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 11, n. 2, p.181-189, 2009. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v11n2p181-189>.

GARCÍA-ESTÉVEZ I. *et al.* Enological Tannin Effect on Red Wine Color and Pigment Composition and Relevance of the Yeast Fermentation Products. **Molecules**, v. 22, n. 2046, p. 1-15, 2017. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules22122046>.

GAVA, A. J.; SILVA C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia em alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. p. 89-90, 93-94, 114, 381-382.

GONZELI R. A.; SARTORI G. V. Avaliação do conteúdo fenólico e atividade antioxidante de vinhos tintos artesanais. **Revista Brasileira de Produtos**

**Agroindustriais**, v. 16, n. 2, p.179-186, 2014. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v16n2p179-186>.

HASHIZUME, Takuo. Tecnologia do vinho. In: BORZANI, Walter et al. (Coords). **Biotecnologia na Produção de Alimentos**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2001. 544p.

IAL, Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEON, Odair et al. (Coords). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

LIMA L. S.; FERRI V. C. Fermentado de acerola (*Malpighia marginata*) monitorado em seu conteúdo de vitamina C. In: 5º Simpósio de Segurança Alimentar, 2015, Bento Gonçalves. **Anais...** 5º Simpósio de Segurança Alimentar, Bento Gonçalves-RS. 2015.

LINS A. R.; SARTORI G. V. Qualidade fenólica e atividade antioxidante de vinhos tintos produzidos no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, n. 1, p. 69-76, 2014. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v16n1p69-76>.

MAIOCHI, G. M. **Uvaia. Super dose de vitamina C**. 2009. Disponível em: <<https://apremavi.org.br/uvaia-super-dose-de-vitamina-c/>>. Acessado em: 29 de outubro de 2020.

MANFROI, L. *et al.* Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 290-296, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000200010>.

SCHVAB, M.C. *et al.* Effects of orange winemaking variables on antioxidant activity and bioactive compounds. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 3, p. 407-413, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6571>.

MATTOS, J. R. **Uvalheira**: fruteiras nativas do Brasil. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais e Renováveis, 1988. 36 p.

MCRAE, J. M. *et al.* Effect of wine pH and bottle closure on tannins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 47, p. 11618–11627, 2013. <http://dx.doi.org/10.1021/jf403704f>.

OLEJAR, K. J. *et al.* Characterization of an antioxidant and antimicrobial extract from cool climate, white grape marc. **Antioxidants**, v. 8, n. 232, p. 1-13, 2019. <http://dx.doi.org/10.3390/antiox8070232>.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* Elaboração de bebida fermentada utilizando calda residual da desidratação osmótica de abacaxi (*Ananas comosus* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, p. 702-712, 2012. <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862012000100009>.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* Aproveitamento da calda residual da cristalização de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) para elaboração de bebida fermentada. **Magistra**, v. 25, n. 2, p.157-163, 2013.

PADILHA, C. V. S. *et al.* Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v. 228, p. 106-115, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.137>.

PAZ, M. F. *et al.* Produção e caracterização do fermentado alcoólico de actinidia deliciosa variedade Bruno produzido em Santa Catarina. In: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS, 29 de julho a 1º de Agosto, 2011. **Anais...** Curitiba: Sinaferm, 2007. v. CD. p. PFE0088.

PIRES, C. R. F. *et al.* Avaliação cromática e perfil de aminas bioativas do fermentado alcoólico de amora-preta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 18, n. 1, p. 21-30, 2016. Disponível em: <https://vdocuments.mx/avaliacao-cromatica-e-perfil-de-aminas-bioativas-deagufcgedubrrbparev181.html>. Acesso em 27 dez 2020.

RABELO S. C. V.; BRAGA C. J. M. Análise sensorial de vinhos brasileiros da casta Marcelan por métodos científicos. **Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 4, n. 2, p. 6-17, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/168787330-Analise-sensorial-de-vinhos-brasileiros-da-casta-marcelan-por-metodos-cientificos.html>. Acesso em 27 dez 2020.

RIBEIRO, A. E. C.; ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para a seleção de uma bebida alcoólica fermentada de polpa de baru. **Revista Agrotecnologia**, v. 2, n. 1, p. 57-72, 2011. <http://dx.doi.org/10.12971/2179-5959.v02n01a05>.

RIZZON, L. A.; DALL'AGNOL, I. **Vinho tinto**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 45 p.

RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1994. 36p.

ROSA, C. I. L. F. *et al.* Pós-colheita e comercialização. In: BRANDÃO FILHO, José Usan Torres et al. (comps). **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, 2018. p. 489-526.

SGANZERLA, W. G. *et al.* Nutritional, physicochemical and antimicrobial properties of uvaia pulp (*Eugenia pyriformis* Cambess). **Communications in Plant Sciences**, v. 8, p. 1-7, 2018. <http://dx.doi.org/10.26814/cps2018001>.

SILVA, T. G. *et al.* Diagnóstico vinícola do sul de Minas Gerais - Caracterização físico-química dos vinhos. **Ciência Agrotécnica**, v. 23, n. 3, p. 623-637, 1999.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 239 p.

SILVA, N. A. *et al.* Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the brazilian atlantic forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 5072-5084, 2014. <https://doi.org/10.1021/jf501211p>.

SILVA, A. P. G. *et al.* Characteristics of the fruits of two uvaia populations grown in Salesópolis, SP, Brazil. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal**, v. 40, n. 2: (e-511), 2018. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018511>.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965. Disponível em: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>. Acesso em 27 dez 2020.

SMITH, P. A.; MCRAE, J. M.; BINDON, K. A. Impact of winemaking practices on the concentration and composition of tannins in red wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 21, p. 601–614, 2015. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12188>.

SUN, J. *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 7449 – 7454, 2002. <https://doi.org/10.1021/jf0207530>.

VOGT, Ernst. **La fabricacion de vinos**. Zaragoza: Acribia, 1972. 292 p.

ZARDO, D. M. *et al.* Intensidade de pigmentação vermelha em maçãs e sua relação com os teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p.148-154, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100023>.

ZOECKLEIN, B. W. *et al.* **Wine analysis and production**. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999. 621 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-6967-8>.

## 6. Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro, *Campus* Uberaba e à Universidade Federal de Pelotas que viabilizaram a execução desse trabalho.

## Autores

Luciene Lacerda Costa<sup>1,2,\*</sup>, Luiza Vilela<sup>2</sup>, Maxwel Suzigan Gomide<sup>2</sup>, Pedro Henrique Ferreira Tomé<sup>3</sup>, Edson José Fragiorge<sup>3</sup>, Márcia Arocha Gularte<sup>4</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil; Laboratório de Bromatologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Endereço: R. João Batista Ribeiro, 4000 - Distrito Industrial I, 38064-790, Uberaba, Brasil.

2. Laboratório de Bromatologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Endereço: R. João Batista Ribeiro, 4000 - Distrito Industrial I, 38064-790, Uberaba, Brasil.

3. Departamento de Físico-química e Bioquímica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Endereço: Fazenda Sobradinho s/nº - Zona Rural, 38400-970, Uberlândia, Brasil.

4. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: [luciene@iftm.edu.br](mailto:luciene@iftm.edu.br)

## Características físico-químicas e aceitabilidade de sucos de uva integral de sistemas de produção convencional e orgânico

Mariana Moura Ercolani Novack, Mariane Lobo Ugalde, Gustavo Brunetto, Márcia Arocha Gularte

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c4>

### Resumo

Suco de uva integral é o líquido límpido ou turvo extraído da uva por meio de processos tecnológicos adequados, deve apresentar concentração e composição natural, não sendo permitida a adição de açúcar. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a composição físico-química e aceitabilidade do suco de uva integral derivado de sistemas de produção de uva convencional e orgânico. Realizou-se a determinação de umidade, cinzas, proteína bruta, carboidratos totais, pH, sólidos solúveis, acidez total, glicídios redutores em glicose e glicídios não redutores em sacarose, polifenóis totais, análise de cor. Os minerais determinados foram cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), ferro (Fe), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K). Realizou-se testes de aceitação sensorial (teste afetivo de aceitação) com julgadores não treinados. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste 't' ( $p < 0,05$ ). Através dos resultados pode-se observar que não ocorreu diferença significativa para umidade, cinzas, proteínas, sólidos solúveis totais, acidez total, relação sólidos solúveis/acidez total, Zn e Mn. Observou-se valores superiores ( $p < 0,05$ ) para o suco de uva integral orgânico nas variáveis lipídeos, carboidratos totais, pH, glicídios não redutores em sacarose, polifenóis totais, cobre, cálcio, magnésio, fósforo e potássio. Com esta pesquisa, pode-se concluir que o suco de uva integral orgânico foi aceito entre os julgadores, nos atributos cor, aroma e sabor.

**Palavras-chave:** análise sensorial, composição bromatológica, legislação, qualidade.

### 1. Introdução

Suco de uva integral é o líquido límpido ou turvo extraído da uva por meio de processos tecnológicos adequados, deve apresentar concentração e composição natural, não sendo permitida a adição de açúcar. É uma bebida não fermentada, de cor, aroma e sabor característicos, submetida a tratamento que assegure sua apresentação e conservação até o momento do consumo (RIZZON, 2007).

Com relação à composição química, o suco de uva possui alto teor de açúcar, glicose e frutose, sendo considerado, um alimento energético. Os ácidos tartárico, málico e cítrico são responsáveis pela acidez do suco, conferindo um pH baixo, e que garante um equilíbrio entre os gostos doce e ácido. Entre os elementos minerais, destacam-se o elevado teor de potássio e o baixo teor de sódio. Encontram-se também no suco de uva o cálcio, magnésio e fósforo em concentrações mais elevadas. O manganês, ferro,

cobre, zinco, lítio e rubídio estão presentes como microelementos. Encontram-se também compostos fenólicos responsáveis pela cor, adstringência e estrutura, sendo as antocianinas, os taninos e os ácidos fenólicos, os mais importantes. Os compostos voláteis são responsáveis pelo aroma do suco de uva (RIZZON; MIELE, 1995; PINHEIRO *et al.*, 2009).

O sistema convencional é um dos sistemas de produção agrícola no país, cujo processo de produção está baseado no emprego de adubos químicos e agrotóxicos (MEIRELLES; RUPP, 2005). No ponto de vista social, a população tem consumido alimentos com a dosagem de agrotóxicos acima do limite máximo autorizado pela Anvisa (ANVISA, 2014).

Com relação ao sistema orgânico é um método de produção agrícola que dispensa o uso de insumos químicos e se caracteriza por um processo que leva em conta a relação solo/planta/ambiente com o intuito de preservar o meio ambiente, a saúde dos homens e dos animais (MEIRELLES; RUPP, 2005). Sua principal característica é não utilizar agrotóxicos, adubos químicos ou substâncias sintéticas que agridam o meio ambiente (SULZBACH *et al.*, 2013; IFST, 2013). Esse sistema de produção se baseia em normas de produção específicas, cuja finalidade é estabelecer estruturas que sejam sustentáveis, do ponto de vista social, ecológico e econômico (GLIESSMAN, 2009).

A agricultura orgânica vem crescendo rapidamente desde 1990, tanto em área cultivada como em número de produtores e mercado consumidor. O crescimento da agricultura orgânica se deve, principalmente, ao fato da agricultura convencional basear-se na utilização intensiva de produtos químicos e a maior consciência de parcela dos consumidores quanto aos efeitos adversos que os resíduos de produtos químicos podem causar à saúde (SANTOS; MONTEIRO, 2004).

No Brasil a cultura e a comercialização dos produtos orgânicos foram aprovadas pela Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003. No entanto, sua regulamentação, ocorreu apenas em 27 de dezembro de 2007 com a publicação do Decreto nº 6.323 (BRASIL, 2014). A produção orgânica, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, busca promover a qualidade de vida com proteção ao meio ambiente (SULZBACH *et al.*, 2013; IFST, 2013).

A adoção desse sistema de produção vem crescendo tanto em área cultivada como em número de produtores e mercado consumidor, embora ainda represente uma parcela pequena da agricultura. Os produtos oriundos do sistema de produção orgânico vêm alcançando grande aceitação do público consumidor (MENESES; MESSIAS; BARROS, 2011). Alguns tipos de frutas, por apresentarem alta sensibilidade a pragas e doenças, demanda grande quantidade de agrotóxicos para a produção convencional. Assim, a produção orgânica, além do benefício ao meio ambiente, ao produtor e ao consumidor, permite diferenciar o produto e ampliar o mercado e a renda (SULZBACH *et al.*, 2013).

Comparando o sistema convencional com o orgânico, Iyama e May (2004) demonstraram que a produtividade média do convencional foi superior ao orgânico. Esse é um dos motivos que faz com que os produtores continuem no sistema convencional. Entretanto, uma avaliação mais ampla aponta para outros horizontes. Analisando os custos fixos totais, por exemplo, percebe-se que o sistema convencional é mais dispendioso. Além disso, os preços pagos ao produtor convencional são menores quando comparados ao orgânico, resultando em receita líquida menor. Em termos de qualidade nutricional e sensorial, os estudos ainda são pouco conclusivos. Pesquisa realizada por Stertz (2004) coletando amostras de frutas

convencional e orgânico na Região Metropolitana de Curitiba, mostrou que não foram observadas diferenças significativas na acidez, cinzas, vitamina C, apenas nos teores de alguns minerais. Apenas os níveis de açúcares e matéria seca foram maiores no sistema orgânico o que, aparentemente, confere um sabor mais marcante para o consumidor que escolhe um produto orgânico.

É importante ressaltar que existem poucas pesquisas com suco de uva integral orgânico quanto ao aspecto nutricional e sensorial. O estudo objetivou avaliar a composição físico-química e aceitabilidade de sucos de uva integral de sistemas de produção convencional e orgânico.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Suco de uva

Dois sucos de uva integrais comerciais, um derivado de uvas de videiras cultivadas em sistema de produção convencional e outro proveniente de uvas de videiras cultivadas em sistema de produção orgânico foram adquiridos. As garrafas com 500 mL de conteúdo de cada tipo de suco foram obtidas em triplicata, em uma vinícola localizada em Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, região Sul do Brasil, ambas da safra 2015. No rótulo dos produtos não constava as cultivares das uvas utilizadas para elaboração dos sucos.

### 2.2. Preparo das amostras e análises físico-químicas

A determinação de umidade (U), cinzas (CZ), lipídeos (LIP), proteína bruta (PB) e carboidratos totais (CT) foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1995). Assim, as cinzas foram obtidas por meio da incineração da amostra em cadinhos de porcelana na mufla a 550 °C por 5 horas. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl. Os lipídeos foram determinados pelo método de Bligh e Dyer (1959). A fração de carboidrato total foi estimada pela equação 1:

$$CT (\%) = 100 - (\% U + \% CZ + \% LIP + \% PB) \quad (\text{Equação 1})$$

A determinação do pH foi realizada em medição com potenciômetro automático (Digimed, modelo DM-22), após calibração do aparelho com tampões de pH 4,00 e 7,00, diretamente no líquido (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os sólidos solúveis totais foram determinados através da leitura em refratômetro portátil (Instrutherm) com correção automática de temperatura, os valores foram expressos em °Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A determinação da acidez total foi realizada por titulação com solução de NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, tendo como indicador fenolftaleína, e os resultados expressos em g de ácido tartárico.100mL<sup>-1</sup> de suco (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Os glicídios redutores em glicose e glicídios não redutores em sacarose foram determinados conforme metodologia proposta por Instituto Adolfo Lutz (2008).

A concentração de polifenóis totais foi determinada por meio da reação do suco de uva com reagente de *Folin Ciocalteu*, a leitura da absorbância em comprimento de onda de 765 nm (SINGLETON; ROSSI, 1965). Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (mg.L<sup>-1</sup> EAG).

A cor foi analisada em colorímetro (Konica Minolta CR-200), o qual foi calibrado com placa de porcelana branca. Três parâmetros de cor foram analisados: L\*, a\* e b\*. O valor L fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0). O valor de a\* caracteriza coloração na região do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*), o valor b\* indica coloração no intervalo do amarelo (+b\*) ao azul (-b\*).

Os minerais determinados foram cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), ferro (Fe), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K), utilizando espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICPOES) (MORGANO; QUEIROZ; FERREIRA, 1999).

Amostras dos sucos foram submetidas à digestão nitro-perclórica para a determinação dos teores totais de cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe), conforme metodologia proposta por (EMBRAPA, 1999). As leituras das concentrações totais de Cu, Zn, Fe, Mn, Ca e Mg foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica (EAA; Varian SpectrAA-600, Austrália). A concentração de K foi determinada em fotômetro de chama (B262 Micronal). A concentração de P foi determinada conforme Murphy e Riley (1962), no comprimento de onda de 880 nm, em espectrofotômetro UV-visível (1105, Bel Photonics).

### 2.3. Análise sensorial

Para a avaliação sensorial dos sucos foram realizados testes de aceitação sensorial (teste afetivo de aceitação), utilizando uma equipe composta por 70 julgadores não treinados, com idade entre 18 a 55 anos de ambos os gêneros, pertencentes ao Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos. Aos consumidores foi requisitado avaliar os atributos: cor, aroma e sabor, por meio de escala hedônica de 9 pontos, sendo os extremos 1 desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo.

O índice de aceitabilidade (IA) foi determinado em relação aos atributos cor, aroma e sabor, sendo calculado pela equação 2.

$$IA (\%) = A \times 100/B \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: A = valor da média obtida para o produto, B = ponto máximo da escala.  
O IA com potencial mercadológico tem sido considerado  $\geq 70\%$  (BISPO *et al.*, 2004).

### 2.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de frequência e variância (ANOVA) e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste 't' ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o "software" ASSISTAT versão 7.7 beta.

## 3. Resultados e Discussão

A análise estatística dos dados para a composição físico-química do suco de uva integral convencional e orgânico está apresentada na Tabela 1.

Com relação à umidade dos sucos pode-se observar que não ocorreu diferença significativa para os sucos integrais orgânicos e convencionais, contendo acima de 87% de umidade.

**Tabela 1.** Composição físico-química de suco de uva integral convencional e orgânico.

Variável	Suco integral	
	Convencional	Orgânico
Umidade (%)	87,77 ± 0,34 <sup>ns</sup>	87,04 ± 0,41
Cinzas (%)	1,58 ± 0,20 <sup>ns</sup>	1,30 ± 0,21
Proteínas (%)	0,21 ± 0,09 <sup>ns</sup>	0,18 ± 0,01
Lipídeos (%)	0,10 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,15 ± 0,03 <sup>a</sup>
Carboidratos totais (%)	10,35 ± 0,41 <sup>b</sup>	11,33 ± 0,18 <sup>a</sup>
pH	3,32 ± 0,09 <sup>b</sup>	3,55 ± 0,13 <sup>a</sup>
Sólidos solúveis totais (°Brix)	17,00 ± 0,00 <sup>ns</sup>	18,00 ± 0,00
Acidez total (g.100mL <sup>-1</sup> de ácido tartárico)	0,73 ± 0,03 <sup>ns</sup>	0,85 ± 0,08
Relação sólidos solúveis/acidez total	23,46 ± 0,03 <sup>ns</sup>	21,21 ± 0,08
Glicídios redutores em glicose g (%)	13,67 ± 0,12 <sup>a</sup>	12,75 ± 0,13 <sup>b</sup>
Glicídios não redutores em sacarose g (%)	0,26 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,54 ± 0,03 <sup>a</sup>
Polifenóis totais (mg.L <sup>-1</sup> EAG)	474,58 ± 11,59 <sup>b</sup>	596,08 ± 1,44 <sup>a</sup>
L*	24,56 ± 4,12 <sup>a</sup>	13,27 ± 0,78 <sup>b</sup>
a*	58,01 ± 2,49 <sup>a</sup>	48,97 ± 1,37 <sup>b</sup>
b*	26,98 ± 1,50 <sup>a</sup>	12,67 ± 1,25 <sup>b</sup>
Cu (mg.L <sup>-1</sup> )	3,56 ± 0,03 <sup>b</sup>	5,38 ± 0,05 <sup>a</sup>
Zn (mg.L <sup>-1</sup> )	1,42 ± 0,29	2,12 ± 0,33
Mn (mg.L <sup>-1</sup> )	2,26 ± 0,06	2,39 ± 0,02 <sup>ns</sup>
Fe (mg.L <sup>-1</sup> )	3,38 ± 0,57 <sup>a</sup>	1,51 ± 0,77 <sup>b</sup>
Ca (mg.L <sup>-1</sup> )	170,56 ± 6,74 <sup>b</sup>	208,04 ± 9,97 <sup>a</sup>
Mg (mg.L <sup>-1</sup> )	210,21 ± 7,73 <sup>b</sup>	242,49 ± 7,49 <sup>a</sup>
P (mg.L <sup>-1</sup> )	139,91 ± 3,06 <sup>b</sup>	242,99 ± 12,13 <sup>a</sup>
K (mg.L <sup>-1</sup> )	1338,70 ± 19,05 <sup>b</sup>	1767,70 ± 83,05 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferem entre si ao nível de 5 %, segundo o teste de 't'.

ns: não significativo.

Não houve diferença ( $p < 0,05$ ) quanto ao teor de cinzas. A concentração proteica média das amostras de suco de uva integral orgânico foi de 0,18% e no suco de uva integral convencional foi de 0,21%. Como esperado, detectou-se pequenas concentrações de cinzas e proteínas. Aparentemente, a razão principal do consumo de produtos orgânicos é a percepção que apresentam maior valor nutricional em relação aos cultivados de forma convencional, embora poucas evidências possam ser identificadas, a não ser a possibilidade de não conter resíduos químicos (BORDELEAU *et al.*, 2002).

O suco de uva integral orgânico apresentou o maior teor de lipídeos (0,15%), estatisticamente diferente do suco de uva integral convencional (0,10%). Ao analisar os resultados da comparação de médias para carboidratos totais nos diferentes sucos, foram verificadas diferenças ( $p < 0,05$ ) nos valores de 11,33% para suco de uva integral orgânico e 10,35% para suco de uva integral convencional. Os sucos são constituídos principalmente por açúcares como glicose e frutose.

Segundo Rizzon *et al.* (1998) os valores de referência para o pH do suco de uva são de no mínimo de 2,80 e máximo de 3,43. No presente estudo os resultados evidenciaram diferença significativa para o pH, sendo de 3,55 no suco de uva integral orgânico e 3,32 no suco de uva integral convencional. Presume-se que o valor de pH mais elevado no suco orgânico seja em função dos menores teores de ácidos orgânicos presente na uva utilizada para elaboração desse suco. Ferreira *et al.* (2010) constataram que as amostras cultivadas no sistema orgânico apresentaram valores

mais elevados do pH, quando comparados ao sistema convencional, levando a crer que as amostras cultivadas nesse sistema apresentam menor acidez, característica importante para a aceitação do produto.

Os sólidos solúveis totais dos sucos apresentaram resultados entre 17,00 e 18,00 °Brix, não diferindo ( $p < 0,05$ ) entre orgânico e convencional. A legislação brasileira prevê o mínimo de 14 °Brix para sólidos solúveis totais para sucos, no qual a uva deve atingir um grau de maturação adequado para sua elaboração (BRASIL, 2004). Dessa forma os sucos analisados no presente estudo estão de acordo com o valor de referência previsto na legislação. Observaram-se resultados semelhantes para a acidez total entre os sucos de uva integral orgânico e convencional, com valores respectivos de 0,85 e 0,73 g.100 mL<sup>-1</sup> de ácido tartárico. Os resultados apresentam-se dentro do limite máximo que é 0,9% de acidez total em gramas de ácido tartárico, determinado pela legislação brasileira para sucos (BRASIL, 2004). A maturação faz com que a acidez diminua devido à queda na concentração de ácidos málico e tartárico (LEITE, 2013).

Quando avaliada a relação entre sólidos solúveis e acidez total observaram-se valores de 21,21 para suco de uva integral orgânico e 23,46 para suco de uva integral convencional. Portanto, valores mais elevados representam sucos de uva menos ácidos. Conforme Pezzi e Fenocchio (1976) a relação °Brix/acidez total representa o equilíbrio entre o gosto doce e ácido do suco de uva, dessa forma, um indicativo de qualidade de suco de uva. Essa relação propicia uma boa avaliação do sabor, a qual é mais importante do que realizar de forma isolada a medição de açúcares e acidez (HENRIQUE, 2015). No Brasil a legislação estabelece limites entre 15 e 45 (BRASIL, 1974), sendo que valores mais próximos do mínimo demonstram que o suco apresenta acidez considerável, enquanto que valores mais elevados representam sucos menos ácidos.

Os valores médios de glicídios redutores em glicose variaram significativamente entre os dois produtos analisados. O suco de uva convencional apresentou o maior valor de glicídios redutores em glicose (13,67%). Estudo realizado por Pinheiro (2008) com suco de uva os valores de glicídios redutores variaram entre 7,9 a 10,5%, enquanto Freitas et al. (2006), obteve valores semelhantes ao do presente estudo de 13,3%. Os monossacarídeos podem ser oxidados por agentes oxidantes, tais como íons férricos (Fe) e cúprico (Cu). O carbono do grupo carbonila é oxidado a ácido carboxílico, formando os ácidos aldônicos, geralmente em meio alcalino. As extremidades alcoólicas dos carboidratos podem ser oxidadas por enzimas específicas formando os ácidos aldurônicos, que são importantes constituintes de polissacarídeos. A glicose e outros açúcares que possuem carbonila livre ou potencialmente livre são capazes de reduzir os íons férricos ou cúprico, e dessa forma são chamados de açúcares redutores (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Quanto ao teor de glicídios não redutores em sacarose observou-se que ocorreu diferença significativa entre as amostras avaliadas. O suco de uva orgânico apresentou o maior valor 0,54%. Dessa forma, percebe-se que o fabricante dos sucos não faz a adição de açúcar (sacarose) na constituição desses sucos; visto que, em uvas normalmente o valor de glicídios não redutores é muito baixo ou zero (SANTANA et al., 2008).

Os dados apresentaram maior média de polifenóis, no suco de uva integral orgânico (596,08 mg.L<sup>-1</sup> EAG), sendo esta diferente ( $p < 0,05$ ) do suco de uva integral convencional (474,58 mg.L<sup>-1</sup> EAG). Conforme Malacrida e Motta (2005) essa variação de polifenóis pode ser em função da variedade de uva utilizada no processamento do suco, maturidade, regiões e práticas de cultivo das mesmas. Segundo pesquisa,

sugere-se que os dois tipos de suco uva (convencional e orgânico) apresentam intensa propriedade antioxidante com forte correlação positiva com a concentração de polifenóis, podendo assumir que o suco de uva possui atividade hepatoprotetora (DANI *et al.*, 2008).

O suco de uva convencional com coloração mais clara, obteve um índice de luminosidade significativamente maior (24,56) quando comparado com o suco orgânico (13,27). Com relação aos valores obtidos para  $a^*$ , componente de cor que varia de verde (-) a vermelho (+), em ambos os sucos houve a tendência para a intensidade vermelha, sendo que no convencional o valor foi superior ( $p < 0,05$ ) ao orgânico. O valor de  $b^*$  indica uma coloração do orgânico (12,67) mais próxima do azul, quando comparado com o convencional (26,98). Conforme Chitarra e Alves (2001) a cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, sendo que os produtos com coloração forte e brilhante são os preferidos, entretanto, na maioria dos casos, a cor não está correlacionada com o valor nutricional e a qualidade do produto. Em relação a composição de minerais do suco de uva integral, considerando o efeito do cultivo convencional e orgânico, verificou-se diferença significativa para os elementos: Cu, Fe, Ca, Mg, P e K (Tabela 1).

Ao analisar os resultados da comparação das médias de Cu, observou-se que no suco orgânico o valor foi significativamente superior (5,38 mg.L<sup>-1</sup>). Rizzon e Link (2006) relatam que o teor de Cu pode sofrer influência em função da maior proporção de película da casca, devido ao menor tamanho da baga.

Entre os sucos analisados, o convencional apresentou o maior teor de ferro, atingindo valores médios de 3,38 mg.L<sup>-1</sup> quando comparado com o orgânico que obteve 1,51 mg.L<sup>-1</sup>. Já a concentração de Ca foi superior no suco orgânico (208,04 mg.L<sup>-1</sup>) em comparação ao convencional (170,56 mg.L<sup>-1</sup>). Quanto ao teor de Mg, os valores médios mostraram diferença ( $p < 0,05$ ) entre os sucos analisados, no qual o suco de uva orgânico apresentou valor de 242,49 mg.L<sup>-1</sup> e o convencional 210,21 mg.L<sup>-1</sup>. Na análise de fósforo o maior valor foi detectado para o suco de uva orgânico (242,99 mg.L<sup>-1</sup>) diferindo do convencional (139,91 mg.L<sup>-1</sup>). Os resultados médios de K evidenciam diferença significativa entre o suco convencional e orgânicos, com valores de 1338,70 e 1767,70 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Conforme estudo de Berri e Pelisser (2016) no qual realizou um comparativo entre alimentos orgânicos e convencionais com base em artigos científicos, verificou que existe pouca influência dos valores físico-químicos em relação ao tipo de cultivo (convencional e orgânico).

Com relação a análise sensorial dos 70 julgadores que participaram da avaliação, 51% eram do sexo feminino e 49%, masculino. Na tabela 2 estão apresentados os valores hedônicos médios para os atributos cor, aroma e sabor. Observou-se que houve diferença significativa nos atributos cor, aroma e sabor, com maior preferência do suco orgânico em todos os atributos quando comparado ao suco de uva convencional. A cor é de fundamental importância, pois está ligada à atratividade para o consumidor (MATSUURA; CARDOSO; RIBEIRO, 2002). Conforme Martins (2010) a preferência pelos orgânicos com relação ao sabor pode ser em função que estes mantêm os ácidos orgânicos, substâncias determinantes do sabor, cuja síntese é reduzida sob altas concentrações de fertilizantes nitrogenados prontamente solúveis, utilizados no sistema convencional. Vários fatores podem influenciar no sabor e aroma de um produto agrícola: a variedade utilizada, tipo de solo, clima e o modo de produção (convencional ou orgânico) (DAROLT, 2002).

**Tabela 2.** Valores hedônicos médios para os atributos de cor, aroma e sabor de suco de uva integral convencional e orgânico.

Atributos	Suco integral	
	Convencional	Orgânico
Cor	6,79±1,40 <sup>b</sup>	8,07±1,51 <sup>a</sup>
Aroma	6,79±1,61 <sup>b</sup>	7,79±1,68 <sup>a</sup>
Sabor	6,78±1,47 <sup>b</sup>	7,84±1,69 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5%, segundo o teste de 't'.

Os resultados da avaliação sensorial por escala hedônica apresentaram, que os sucos de uva orgânico foram caracterizados entre as descrições 'gostei muito a gostei extremamente'.

Pesquisa realizada por Meneses, Messias e Barros (2011) com suco de uva orgânico apontaram o valor médio na preferência do julgador de 5,79. Destacou-se que 35,7% dos julgadores citaram, que o sabor característico do mesmo foi o atributo que mais agradou, enquanto que 11,9% citaram que o sabor amargo foi o atributo que menos agradou para os dois sucos.

Os índices de aceitabilidade verificados para os sucos de uva convencional e orgânicos estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Índice de aceitabilidade (%) dos sucos de uva integral e orgânico segundo cada atributo.

Atributos	Suco integral	
	Convencional	Orgânico
Cor	75,44	89,66
Aroma	75,44	86,56
Sabor	75,33	87,11

Os resultados para o índice de aceitabilidade do suco de uva convencional variaram de 75,33 a 75,44% entre os atributos avaliados. Já no suco de uva orgânico ele variou de 86,56 a 89,66% entre os atributos cor, aroma e sabor. Segundo Bispo *et al.* (2004) os sucos de uva convencional e orgânicos demonstraram uma repercussão favorável ao consumo, pois obtiveram valores superiores a 70%. O suco de uva orgânico se destacou em todos os atributos sensoriais de aceitação avaliado, pois obteve notas mais altas em cor, aroma e sabor.

#### 4. Conclusão

O suco de uva integral derivado de sistema de produção orgânico mostrou valores superiores para as variáveis lipídeos, carboidratos totais, pH, glicídios não redutores em sacarose, polifenóis totais, cobre, cálcio, magnésio, fósforo e potássio.

O suco de uva integral orgânico apresentou uma melhor aceitação entre os julgadores, nos atributos cor, aroma e sabor.

Os sucos de uva integral produzidos pelo sistema convencional e orgânico apresentam os padrões de qualidade previstos na legislação brasileira vigente. Os parâmetros de qualidade nutricional e sensorial são multifatoriais, pois condições de solo, clima e variedade, podem apresentar diferenças significativas entre o modo de produção convencional e o orgânico. Sugerem-se novas pesquisas envolvendo sucos de uva integral convencional e orgânico, aumentando assim, o conhecimento da composição nutricional desses produtos.

## 5. Referências

- ANVISA. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d480f50041ebb7a09db8bd3e2b7e7e4d/Relatório%2BPARA%2B2011-12%2B-%2B30\\_10\\_13\\_1.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d480f50041ebb7a09db8bd3e2b7e7e4d/Relatório%2BPARA%2B2011-12%2B-%2B30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso 28 dez. 2021.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 th ed. Virgínia: AOAC Internacional, 1995. V. 1.
- BERRI, A.S.; PELISSER, M.R. Diferenças bromatológicas nos sistemas de produção de alimentos orgânicos e convencionais: uma revisão sistemática. **Revista Maiêutica**, v. 4, n. 1, p. 89-114, 2016.
- BISPO, E. S. *et al.* Processamento, estabilidade e eceitabilidade de marinado de vongole. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24, n. 3, p. 353-356, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000300008>.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extration and purification. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 37, p. 911-917, 1959. <https://doi.org/10.1139/y59-099>.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução a química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.
- BORDELEAU, G., *et al.* **Food quality**: a comparison of organic and conventional fruits and vegetables. **Ecol Agric – Den Kongelige Veterinoer –og Landbohojskole**. 2002. p.1-82.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 55, de 27 de julho de 2004. Normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 27 de julho de 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Secretaria de Inspeção de Produtos Vegetal. **Complementação de padrões de identidade e qualidade para suco, refresco e refrigerante de uva**. Brasília, 1974. 29p.
- CHITARRA, A.B.; ALVES, R.E. **Tecnologia de pós-colheita para frutas tropicais**. Fortaleza: FRUTAL – SINDIFRUTA, 2001.
- DANI, C. *et al.* Intake of purple grape juice as a hepatoprotective agent in Wistar rats. **Journal Medicinal Food**, v. 11, n. 1, p. 127-132, 2008. <https://doi.org/10.1089/jmf.2007.558>.

DAROLT, M.R. **Comparação entre a qualidade de alimentos orgânicos e convencionais.** 2002. Disponível em: <<ftp://ftp.cidasc.sc.gov.br/agroecologia/Moacir%20Darolt%20Cap%20Qualidade%202009.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

FERREIRA, R.M.S. *et al.* Qualidade do tomate de mesa cultivado no sistema convencional e orgânico. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n.1, p. 224-230, 2010. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/208598151.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

FREITAS, C.A.S. *et al.* Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 544-549, 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940079010>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

HENRIQUE, P.C. **Radiação ultravioleta (UV-C) em sucos de uva integral.** 2015. 93f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

IFST - Institute of Food Science and Technology (2013). **Organic food.** Disponível em [www.ifst.org/document.aspx?id=386](http://www.ifst.org/document.aspx?id=386). Acesso em: 21 de abril de 2016.

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

IYAMA, J.T.; MAY, P.H. Valoração econômica do meio ambiente: Comparação da Agricultura Química Versus Agricultura Natural. In: Congresso Acadêmico de Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro. **Anais...** Congresso Acadêmico de Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1. 2004.

LEITE, B.F. **Suco de uva: propriedades organolépticas, produção e legislação.** 2013. 27 f. Monografia (Graduação) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MALACRIDA, C.R.; MOTTA, S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.4, pp.659-664, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400006>.

MARTINS, C.R. *et al.* Qualidade sensorial de maçãs produzidas em diferentes sistemas de produção. **Revista Scientia Agraria**, v.11, n.2, p.091-099, 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/16526/11447>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L.; RIBEIRO, D.E. Qualidade sensorial de frutos de híbridos de bananeira cultivar Pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 24, n. 1, p. 263-266, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452002000100058>.

MENESES, F.; MESSIAS, G.M.; BARROS, N.E. Análise sensorial de suco de uva orgânico: teste de aceitação. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 12, n. 12, p. 01-05, 2011.

MEIRELLES, L.R.; RUPP, L.C.D. Agricultura ecológica: princípios básicos. Cartilha do Centro Ecológico de Ipê, 2005. 76p. Disponível em [http://www.permacultura-ahia.org.br/artigos/Cartilha\\_Agricultura\\_Ecologica.pdf](http://www.permacultura-ahia.org.br/artigos/Cartilha_Agricultura_Ecologica.pdf).

MORGANO, M.A.; QUEIROZ, S.C.N.; FERREIRA, M.M.C. Determinação dos teores de minerais em sucos de frutas por espectrometria de emissão óptica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p.344-348, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611999000300009>.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A Modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chemical Acta**, n. 27, p. 31-36, 1962. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88444-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88444-5).

PEZZI, G.M.; FENOCCHIO, P. Estudo analítico dos sucos de uva comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 11, p.11-13, 1976. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16911>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

PINHEIRO, E.S. **Avaliação dos aspectos sensoriais, físico-químicos e minerais do suco de uva da variedade benitaka (*Vitis vinífera* L.)**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

PINHEIRO, E.S. *et al.* Estabilidade físico-química e mineral do suco de uva obtido por extração a vapor. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 373-380, 2009. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/756>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

RIZZON, L.A. *et al.* **Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 24p.

RIZZON, L.A. **Suco de uva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 45 p

RIZZON, L.A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Revista Ciência Rural**, v. 36, p. 689-692, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200055>.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Características analíticas de sucos de uva elaborados no Rio Grande do Sul. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.129-133, 1995.

SANTANA, M.T.A. *et al.* Caracterização de diferentes marcas de sucos de uva comercializados em duas regiões do Brasil. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 882-886, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000300027>.

SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.15, n.1, p.73-86, 2004. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/59>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

SULZBACH, A. *et al.* **Ação educativa do projeto Embrapa 40+20: morangos orgânicos**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 12p.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-

phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965. Disponível em: <<https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>>. Acesso em: 28 dez. 2020.

STERTZ, S. C. **Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na Região Metropolitana de Curitiba - Paraná**. 2004. 260 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba, 2004.

## 6. Agradecimentos

As instituições de ensino, Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos, Universidade Federal de Pelotas e Universidade Federal de Santa Maria, pelo empréstimo de equipamentos e fornecimento de materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

## Autores

Mariana Moura Ercolani Novack<sup>1,\*</sup>, Mariane Lobo Ugalde<sup>2</sup>, Gustavo Brunetto<sup>3</sup>, Márcia Arocha Gularte<sup>4</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

2. Eixo Produção Alimentícia, Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos, RS-527, s/n, Distrito de São João do Barro Preto, 98130-000, Júlio de Castilhos, Brasil

3. Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Camobi, 97105-900, Santa Maria, Brasil

4. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil

\* Autor para correspondência: [mariananovack@gmail.com](mailto:mariananovack@gmail.com)

---

## Doces cristalizados de frutas produzidos em Pelotas-RS com potencial de obtenção do selo de Indicação de Procedência (IP): um estudo de caso

Laís Rössler Rech, Mírian Ribeiro Galvão Machado

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c5>

### Resumo

A cidade de Pelotas-RS é reconhecida como patrimônio cultural brasileiro devido as suas tradições doceiras na produção de doces tradicionais de confeitaria e cristalizados. Detém a Associação Doce Pelotas que protege o legado das tradições doceiras e possui o registro de Indicação Geográfica (IG) dispondo do selo de Indicação de Procedência (IP) para 15 variações de doces. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de obtenção de Selo de Indicação de Procedência (IP) de cristalizados de fruta produzidos na cidade de Pelotas-RS. Foram aplicados à empresas produtoras questionários com temas referentes à participação na Associação Doce Pelotas, conhecimento e interesse na obtenção do selo IP. Assim, foram adquiridas amostras de figos cristalizados, as quais foram submetidas à análises físico-químicas e microbiológicas, com intuito de avaliar a conformidade destas com os parâmetros previstos na legislação. Nenhuma das três empresas produtoras de frutas cristalizadas pertence à Associação Doce Pelotas e conseqüentemente não dispõe do selo de Indicação de Procedência (IP). Quanto às análises físico-químicas e microbiológicas todas as amostras apresentaram-se dentro dos parâmetros exigidos pela legislação vigente. Os resultados mostraram que, apesar de não participarem da Associação e nem possuírem o selo IP, os doces de figo cristalizados produzidos por doceiras locais, e analisados neste trabalho, têm qualidade, cumprem os requisitos de boas práticas de fabricação e possuem potencial tecnológico para obtenção do selo de Indicação de Procedência (IP).

**Palavras-chave:** controle de qualidade, doces cristalizados de frutas, figo, tecnologia de doces.

### 1. Introdução

A cidade de Pelotas, localizada ao sul do Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 31° 46' 19" S, longitude 52° 20' 33" W) é reconhecida pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) como Patrimônio Cultural Brasileiro, obtendo o certificado de reconhecimento do Conjunto Histórico de Pelotas e das Tradições Doceiras da Região de Pelotas e Antiga Pelotas (Arroio do Padre, Capão do Leão, Morro Redondo, Turuçu), no Rio Grande do Sul (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO E NACIONAL, 2018).

Os famosos doces pelotenses, herança da colonização portuguesa, alemã e italiana, são responsáveis pelo desenvolvimento do setor doceiro que exporta as iguarias para diversas cidades do Brasil (CHIATTONE *et al.*, 2012).

Com o objetivo de fortalecer o setor, proteger o legado das receitas de doces tradicionais e estimular a inovação e desenvolvimento das empresas produtoras dos doces, no ano de 2008, foi formalizada a Associação Doce Pelotas, que possui atualmente 17 doceiras associadas (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE DOCES DE PELOTAS, 2018).

A partir do ano de 2011 o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) concedeu o registro de Indicação geográfica (IG) dispondo o selo de Indicação de Procedência (IP) para algumas variedades de doces produzidos na cidade de Pelotas.

A IG é um direito de propriedade industrial relacionado à reputação de um bem oriundo de um lugar geográfico ou de um bem que possua características específicas, essencialmente em função do meio geográfico no qual o mesmo se originou (PERALTA *et al.*, 2016).

Conforme o artigo 177 da Lei nº. 9279/96 considera-se indicação de procedência o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço (BRASIL, 1996).

A IP para doces tradicionais de confeitaria e de frutas está baseada nos quesitos: tradição, localidade e qualidade, conforme dados constantes no processo de requerimento do registro da IP junto ao INPI. É uma estrutura baseada no cumprimento de padrões, no registro de informações para rastreamento, garantia da tipicidade dos doces e segurança dos processos. Na indicação de procedência de Pelotas está autorizada a produção dos seguintes doces: Amanteigado, Beijinho de Coco, Bem Casado, Broinha de Coco, Camafeu, Fatias de Braga, Ninho, Olho-de-sogra, Papo de Anjo, Panelinha de Coco, Pastel de Santa Clara, Queijadinha, Quindim, Troupa de Amêndoas e Doces Cristalizados de Frutas (SEBRAE, 2018).

De acordo com a Associação dos Produtores de Doces de Pelotas (2018), doces cristalizados de frutas são doces produzidos artesanalmente a partir de frutas e outros hortifrutigranjeiros, com açúcar por meio da ação do calor (fervura, secagem). Encontram-se nesta classificação: abóbora cristalizada, banana cristalizada, goiaba cristalizada, pessegada cristalizada, laranja cristalizada, figo cristalizado, marmelada, origone (pêssego seco), passa de pêssego.

Tais doces apresentam uma textura macia, tenra e com leve crocância na parte externa. Ressalta-se que não são permitidos os melhoradores de produtos que não estejam permitidos pela legislação para este tipo de produto, tais como anti-mofo, conservantes, aditivos, corantes, emulsificantes. Além disso, sua conservação varia dependendo do ambiente e tipo de embalagem na qual é armazenado (PERALTA *et al.*, 2016).

Conceitualmente, fruta cristalizada é o produto preparado com frutas, atendendo as definições destes padrões, nas quais se substitui parte da água da sua constituição por açúcares, por meio de tecnologia adequada, recobrando-as ou não com uma camada de sacarose (BRASIL, 1977).

Para obtenção do selo IP o produtor deverá ser membro da Associação dos Produtores de Doces de Pelotas, obedecer criteriosamente aos processos de

produção estabelecidos, cumprir o regulamento técnico e submeter-se a constantes controles de qualidade para garantir a integridade da receita e do doce (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE DOCES DE PELOTAS, 2018).

O processo de reconhecimento da indicação de procedência para os doces de Pelotas promoveu uma padronização da produção dos doces entre os associados. Entre as contribuições, destacam-se a possibilidade de ter acesso à informação, a cursos, bem como às divulgações e às orientações sobre o próprio negócio. Como limitações, surgiram questões como a dificuldade de aceitação de ideias inovadoras, no que tange à confecção dos produtos, dadas as exigências referentes à padronização do tamanho do doce, o *modus operandi* de fabricação e as restrições de ingredientes dos doces (PERALTA *et al.*, 2016).

Considerando o acima exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de obtenção de Selo de Indicação de Procedência (IP) de frutas cristalizadas produzidas na cidade de Pelotas-RS, com base nos requisitos legais de qualidade.

## **2. Materiais e Métodos**

Foram coletadas amostras de doce de figo cristalizado em três empresas produtoras, as quais foram submetidas às análises físico-químicas e microbiológicas, com intuito de avaliar a conformidade destas com os parâmetros previstos na legislação. As análises de pH, acidez total, umidade e sólidos solúveis foram realizadas, em triplicata, conforme técnicas de análises descritas nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Análises Físico Químicas de Alimentos e Laboratório de Análises Microbiológicas, ambos do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA), UFPel.

### **2.1 Análises físico-químicas**

#### **2.1.1. Determinação de pH (potenciometria)**

Determinado pela leitura direta em pHmetro (Quimis Q400as).

#### **2.1.2. Determinação de acidez total titulável**

Determinada através da titulação da amostra com NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, até obtenção de coloração rósea permanente por 30 segundos. Resultado expresso em porcentagem de ácido cítrico.

#### **2.1.3. Determinação de umidade**

A umidade foi determinada por gravimetria, através de secagem direta em estufa à 105 °C, com circulação de ar, com verificações esporádicas até obtenção de peso constante.

#### **2.1.4. Determinação de sólidos solúveis totais**

Determinada por leitura direta em refratômetro digital (ATAGO), com resultados expressos em °Brix.

## 2.2. Análises microbiológicas

Foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, CCQFA, UFPel, em triplicata, as análises microbiológicas de Coliformes a 45 °C, Bolores e leveduras, *Salmonella* sp e Estafilococos coagulase positiva conforme metodologia descrita por SILVA *et al.* (2007).

### 2.2.1. Contagem de Coliformes Termotolerantes pela Técnica de Número Mais Provável (NMP) e Confirmação de *E. coli*

Foram pesadas 25 g da amostra, em condições assépticas, e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% (diluição  $10^{-1}$ ). A partir desta, foram feitas diluições decimais seriadas, até  $10^{-3}$ . De cada diluição foram retirados 1 mL e inoculados em tubos contendo 9 mL Caldo Lauril Sulfato Triptose (CLST), com tubo de durhan invertido, em triplicata. Ao término do período de incubação,  $37\pm 1$  °C por 48 h, dos tubos de CLST positivos (com produção de gás), transferiu-se uma alçada para tubos contendo Caldo *E. coli* (EC) que foram incubados a  $45,5\pm 0,2$  °C por 48 h, em banho-maria. Após observou-se a ocorrência de crescimento e produção de gás, sendo realizada a leitura em tabela de NMP. A confirmação de *E. coli*, de cada tubo de EC positivo, foi realizada através de alçada por esgotamento, em placas contendo Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), incubadas à  $37\pm 1$  °C por 24 h, onde verificou-se o aparecimento de colônias típicas, ou seja, com centro negro, com ou sem brilho metálico.

### 2.2.2. Contagem de Estafilococos Coagulase Positiva

A partir das diluições anteriores foram semeados 0,1 mL em placas contendo Ágar Baird Parker (BP), em triplicata, e incubadas a  $37\pm 1$  °C por 48 h. Ao término do período foi realizada a contagem de colônias e expresso o resultado em unidades formadoras de colônias por grama (UFC  $g^{-1}$ ).

### 2.2.3. Contagem de Bolores e Leveduras

A partir das diluições anteriores foram semeados 0,1 mL em placas contendo Ágar Batata Dextrose (BDA), em triplicata. Incubou-se em estufa a  $25\pm 0,2$  °C por 5 dias e fez se a contagem das colônias. O resultado, média das contagens, foi expresso em unidades formadoras de colônias (UFC. $g^{-1}$ )

### 2.2.4. Pesquisa de *Salmonella* sp.

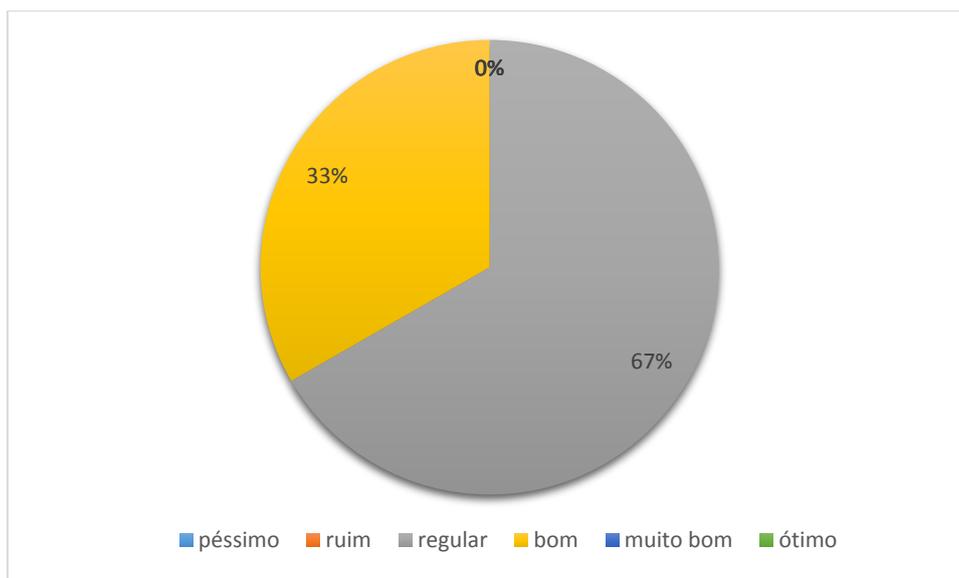
Foram pesadas assepticamente 25 g de amostra e homogeneizadas com 225 mL de Caldo Lactosado (CL), deixado em repouso por 1 h e após incubado a  $37\pm 1$  °C por  $18\pm 2$  h. No enriquecimento seletivo transferiram-se alíquotas de 0,1 mL e 1,0 mL para tubos contendo 10 mL de caldo Rappaport Vassiliadis (RV) e caldo Tetracionato (TT), e incubados a  $41,5\pm 1$  °C, em banho-maria e  $37\pm 1$  °C, durante 24 h, respectivamente. No plaqueamento seletivo e diferencial alíquotas dos meios RV e TT foram estriadas, por esgotamento, em placas contendo Agar Xilose-Lisina Desoxicolato (XLD) e Ágar Entérico Hecktoen (HE) e incubadas a  $37\pm 1$  °C por 24 h. Ao término da incubação as colônias suspeitas foram submetidas aos testes bioquímicos para confirmação, onde foram inoculadas em Ágar Tríplice Açúcar e Ferro (TSI), Ágar Lisina e Ferro (LIA) e Caldo Ureia, incubadas a  $37\pm 1$  °C por 24 h.

### 3. Resultados e Discussão

Do levantamento realizado entre as doceiras localizadas na cidade de Pelotas – RS averiguou-se três empresas produtoras de doces cristalizados de frutas.

Essas doceiras possuem tradição na produção de frutas cristalizadas em Pelotas - RS possuindo entre 35 e 76 anos de atividade no mercado.

A Figura 1 apresenta a avaliação das empresas produtoras de doces de frutas cristalizados de Pelotas – RS quando questionadas a respeito de como veem o mercado atual de cristalizados de frutas.



**Figura 1.** Avaliação das empresas produtoras de doces de frutas cristalizados de Pelotas-RS frente à situação do mercado atual.

Conforme demonstra a Figura 1, 33% indicaram o mercado atual como bom e 67% como regular, apontando como principais justificativa “estação do ano”, o “período de férias” e o fato de se estar “constantemente adaptando-se”.

De acordo com o questionário aplicado, nenhuma das três empresas produtoras de doces cristalizados avaliados pertencem a Associação das Doceiras de Pelotas e conseqüentemente não possuem o selo de Indicação de Procedência. Questionadas quanto aos motivos de não se associarem a falta de oportunidade foi a principal alegação indicada.

A Associação tem como objetivo fortalecer o setor doceiro da região, proteger o legado das receitas de doces tradicionais, estimular a inovação e desenvolvimento das empresas do setor e proteger a marca que leva o nome de Doces de Pelotas. Desta forma, o principal serviço oferecido aos associados é incentivar e impulsionar o crescimento das empresas que compõe a Associação, tanto no que diz respeito à comercialização dos produtos de seus associados como na profissionalização dos mesmos, bem como o acesso a cursos que visem melhorar seus produtos e ajudem na qualificação das mesmas (OLIVEIRA, 2013)

Em relação ao conhecimento e interesse em adquirir o selo de Indicação de Procedência para frutas cristalizadas, somente uma doceira disse não conhecer e não ter interesse no selo.

O doce cristalizado de fruta é o único doce autorizado pelo INPI que não usufrui da utilização do selo IP, isso se deve ao fato de nenhuma das empresas produtoras pertencerem a Associação Doce Pelotas, o que é exigência, impossibilitando as mesmas de obterem conhecimento e orientações necessárias para os procedimentos de obtenção do selo, uma vez que há diversos requisitos exigidos pelo INPI para a caracterização dos Doces de Pelotas e concessão do mesmo.

No processo de Indicação Geográfica é necessário delimitar as características dos produtos. No caso dos Doces de Pelotas, foram realizadas caracterizações quanto aos ingredientes que podem conter nas receitas, proibições de alterações da receita, o formato em que cada doce deve ser apresentado, sabor e textura que devem possuir, aspectos nutricionais e o tempo e forma de conservação. Quaisquer alterações de acordo com as normativas estabelecidas o produto é considerado descaracterizado, não representando os tradicionais Doces de Pelotas (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE DOCES DE PELOTAS, 2012).

Apesar de terem obtido o reconhecimento da indicação de procedência pelo INPI, as sociedades empresárias têm dificuldades de explorar o potencial do instrumento. Essa situação pode decorrer da limitação da concepção do modelo de negócio, relacionado aos doces de confeitaria e frutas, bem como da existência dos concorrentes que apresentem escala de produção e os concorrentes informais, que inserem os doces no mercado a um preço relativamente menor. Como são pequenos produtores, as economias de escala e de escopo são restritas, dada a capacidade de produção, bem como a de exportação dos doces para regiões distantes devido à fragilidade do produto (PERALTA *et al.*, 2016).

De acordo com Marchi, Patias e Kneipp (2009) há um agrupamento de produtores de doces atuantes na região de Pelotas que apresentaram dificuldades em se adequar às propostas da IP devido à cultura organizacional, haja vista a informalidade que vivenciam.

Em relação a qualidade dos produtos analisados, e sua conformidade com os parâmetros da legislação podemos verificar os resultados obtidos nas determinações físico-químicas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados das análises físico-químicas realizadas em amostras de figo cristalizado produzido por doceiras de Pelotas – RS.

Amostra*	Umidade (%)	pH	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Acidez em ácido cítrico (%)
A	23,2 ± 1,9	4,40 ± 0,01	61,6 ± 1,1	1,40 ± 0,14
B	20,8 ± 1,5	4,09 ± 0,01	60,1 ± 1,3	1,95 ± 0,20
C	20,8 ± 0,7	4,18 ± 0,02	62,9 ± 1,9	1,69 ± 0,16

\*resultados expressam valor médio ± desvio padrão.

A legislação sobre frutas, em que estão inclusas as frutas cristalizadas, estabelece a umidade máxima de 25% como o único parâmetro exigido (BRASIL, 1977). Os demais quesitos físico-químicos variam de acordo com a fruta processada.

Conforme demonstra a Tabela 1, as amostras de figos cristalizados apresentaram valores de umidades inferiores a 25%, estando de acordo com o preconizado pela legislação. Valores de umidade baixos são de suma importância para a conservação do produto, pois a presença elevados teores de água, em alguns gêneros alimentícios,

indica que ele pode trazer riscos para a saúde do consumidor, por criar ambiente propício para a proliferação de micro-organismos (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

A literatura mostra que a melhor faixa de pH para a obtenção de produtos cristalizados de boa qualidade é em torno de 4, já que nessa faixa ocorre, em menor taxa inversão de sacarose, bem como provoca microfissuras nos vegetais, pela hidrólise de pectina da parede celular, o que favorece a penetração do xarope no interior da mesma (RIBEIRO; SABAA-SRUR, 1999).

Os valores de pH indicados na Tabela 1 apresentaram-se abaixo de 4,5, valor de referência para impedir o desenvolvimento de *Clostridium botulinum*, segundo Gava (1995), produtos com acidez inferior a 4,5 eliminam a possibilidade de desenvolvimento desses micro-organismos, não havendo assim, a produção da toxina, embora os esporos possam estar presentes e sobreviverem ao tratamento.

De acordo com Aguirre e Gasparino Filho (2002) a concentração de açúcares da solução osmótica é da ordem de 65 a 70 °Brix. A legislação não estabelece limites para sólidos solúveis em frutas cristalizadas.

As três amostras analisadas apresentaram sólidos solúveis totais acima de 60 °Brix, valores próximos aos encontrados por Godoy *et al.* (2005) que estudou a cristalização de albedos cítricos tendo como média 66,03 °Brix e por Moura, Souza e Oliveira (2017) que estudou albedo de maracujá cristalizado (67,33 °Brix) e melão cristalizado (69,66 °Brix).

De acordo com Oliveira *et al.* (2013) o figo maduro apresenta 0,20% de acidez em ácido cítrico, conforme pode-se observar na Tabela 1 os figos cristalizados apresentaram valores de acidez superiores a 1,4% em ácido cítrico, o que se justifica devido ao aumento da concentração dos íons H<sup>+</sup> na cristalização.

A Tabela 2 apresenta os resultados para as análises microbiológicas realizadas em amostras de figo cristalizadas produzidas por doceiras de Pelotas–RS.

**Tabela 2.** Enumeração de Coliformes Termotolerantes (CTT), Estafilococos Coagulase Positiva (ECP), Bolores e Leveduras (BL) e pesquisa de *Salmonella* sp. em amostras de figos cristalizados produzidos por doceiras de Pelotas–RS.

Amostra	CTT (NMP g <sup>-1</sup> )	ECP (UFC g <sup>-1</sup> )	BL (UFC g <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> sp*
A	<3,0	<10	< 10	Ausência
B	<3,0	<10	< 10	Ausência
C	<3,0	<10	< 10	Ausência

NMP g<sup>-1</sup> = Número mais provável

UFC g<sup>-1</sup> = Unidade formadora de colônias

\* presença/ausência em 25 g.

A RDC 12/01 estabelece para frutas desidratadas, secas (excluídas as passas), liofilizadas, com ou sem adição de açúcar ou mel, incluindo as cristalizadas ou glaciadas e similares o limite máximo de 10<sup>2</sup> NMP g<sup>-1</sup> para coliformes a 45 °C e ausência de *Salmonella* em 25 g de produto (BRASIL, 2001). Os resultados obtidos na Tabela 2 demonstram que todas as amostras de figos cristalizados encontram-se

dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação vigente. Os resultados obtidos também foram encontrados por Santos *et al.* (2014) no estudo com pitaias (*Hylocereus Polyrhizus*) cristalizadas apresentando contagem de coliformes totais e termotolerantes inferiores a 3,0 NMP g<sup>-1</sup> e ausência de *Salmonella* em 25 g.

Embora resolução RDC nº 12/2001 (BRASIL, 2001) não estabeleça limites aceitáveis para enumeração de bolores e leveduras e Estafilococos coagulase positiva em frutas cristalizadas, elas são de extrema importância, pois ajudam a atestar a aplicação de boas práticas de fabricação e condições higiênico sanitária dos produtos, uma vez que, de acordo com Evangelista (2001), o *S. aureus* é transmitido facilmente aos produtos, através de focos conservados por limpeza deficiente e do próprio operador, no qual o microrganismo se localiza no seu nariz, boca, pele e especialmente, em ferimentos. Siqueira (1995) indica que a presença de bolores e leveduras viáveis e em índice elevado nos alimentos pode fornecer várias informações, tais como, condições higiênicas deficientes de equipamentos, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento e/ou estocagem de matéria-prima com contaminação excessiva. De acordo com Pinheiro *et al.* (2005) a presença de fungos em número elevado são capazes de produzir grandes variedades de enzimas, as quais provocam a deterioração de frutos. Além disso, muitos bolores podem produzir metabólitos tóxicos quando estão se desenvolvendo nos alimentos.

Os resultados da Tabela 2 denotam que as amostras de figo cristalizadas não apresentaram contagem de colônias significativas para bolores e leveduras e Estafilococos coagulase positiva, indicando que além de cumprirem os requisitos exigidos pela legislação vigente, foram processadas dentro das boas práticas de fabricação e condições higiênicas sanitária exigidas para alimentos, não apresentando risco à saúde do consumidor.

O atendimento às Boas Práticas (BP), as condições higiênicas do ambiente em que se comercializam alimentos e o cumprimento das exigências oficiais e legais, são requisitos importantes para a segurança e qualidade dos alimentos (LUNDGREN *et al.*, 2009).

#### 4. Conclusão

Com o presente estudo pode-se concluir que as doceiras produtoras de frutas cristalizadas na cidade de Pelotas-RS não pertencem a Associação Doce Pelotas e conseqüentemente não possuem o selo de Indicação de Procedência (IP), tendo como principais motivos a falta de oportunidade e desconhecimento da certificação. Nos âmbitos físico-químicos e microbiológicos as amostras de figos cristalizados produzidos estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação atual, possuem qualidade e não apresentam risco à saúde do consumidor, tendo assim potencial para a certificação de Indicação Geográfica e obtenção do selo de Indicação de Procedência.

#### 5. Referências

AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2002. 205p.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE DOCES DE PELOTAS. **Associação**. Online. Available from: <<http://docesdepelotas.org.br/site/associacao/>>. Accessed: Aug. 28, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº15, de 1977. A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, em conformidade com o disposto no capítulo V, artigo 28, do Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969, resolve estabelecer o padrão de identidade e qualidade para frutas cristalizadas e glaceadas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 jul. 1977. Seção 1, p.61. Online. Available from: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/3237238/pg-61-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-15-07-1977>> Accessed: June. 24, 2018.

BRASIL. Lei nº 9279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Com alterações estabelecidas pela Lei nº 10.196 de 14 de fevereiro de 2001. Regulamentada pelos Decretos nº 2.533 de 16 de abril de 1998, e 3.201 de 06 de outubro de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 mai. 1996. Seção 1, p.8353. Online. Available from: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9279.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm)> Accessed: June. 24, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 12, 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45-53. Online. Available from: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/5845998/pg-82-diario-oficial-do-estado-de-roraima-doerr-de-05-01-2004>>. Accessed: Dec. 12, 2018.

CHIATTONE, M.V. *et al.* A importância do evento Fenadoce para a cidade de Pelotas-RS e a percepção dos visitantes sobre 20ª edição. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL, 7., 2012, Caxias do Sul, RS. **Anais...** Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2012. p. 1-16.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2001. 690 p.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1995. 233p.

GODOY, R.C.B. *et al.* Estudo de compotas e doces cristalizados elaborados com diferentes albedos cítricos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 95-108, jan./jun. 2005. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1280> >. Acesso 18 nov. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO ARTÍSTICO E NACIONAL. **Pelotas (RS) recebe certificado de Patrimônio Cultural**. Online. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/4675/pelotas-rs-recebe-certificado-de-patrimonio>>. Acesso 01 nov. 2018.

MARCHI, J.J.; PATIAS, T.Z.; KNEIPP, J.M. O pólo de doces de Pelotas-RS sob a perspectiva da rede de valor: possibilidades estratégicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 24., 2009, Salvador, BA. **Anais eletrônicos...** Salvador: Enegep, 2009. Online. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_097\\_658\\_14004.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_097_658_14004.pdf)>. Acesso 15 jan. 2019.

MOURA, A.G.C.; SOUZA, R.L.A.; OLIVEIRA, E.N.A. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de casca de melão e albedo de maracujá cristalizados. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.11, n.1, p.77-81. 2017. Disponível em: <<https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-11-2017/v-11-n-1-marco-2017/tca11112.pdf>>. Acesso 28 dez. 2020.

OLIVEIRA, T.A. *et al.* Qualidade química do doce de figo maduro em calda. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 2º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS, 5, 2013. Inconfidentes. **Anais eletrônicos...** Inconfidentes: Instituto Federal Sul de Minas, 2013. Online. Disponível em: <<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcinc/jcinc/paper/viewFile/332/117>>. Acesso 01 nov. 2018.

PERALTA, P.P. *et al.* A Indicação de Procedência como instrumento de diferenciação: o caso do Doce de Pelotas. **Redes (St. Cruz Sul, Online)**, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 2, p. 319 - 343, maio/ago. 2016.

PINHEIRO, N.M.S. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em supermercados de Fortaleza. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 153-156, abr. 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452005000100040>.

RIBEIRO, M.S.; SABAA-SRUR, A.U.O. Saturação de manga (*Mangifera indica* L.) var. rosa com açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 118-122, jan./abr. 1999. <https://doi.org/10.1590/S0101-20611999000100021>.

SANTOS, A.S. *et al.* Elaboração e caracterização microbiológica de pitaias (*Hylocereus Polyrhizus*) cristalizadas. In... CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MICROBIOLOGIA E HIGIENE DE ALIMENTOS – MICROAL, 12, 2014, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Editora Blucher, 2014, p. 267-268.

SEBRAE. **Indicações Geográficas Brasileiras**. Disponível em <<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/infograficos/livroanimacao/#/q/17>>. Acesso em: 27 jul. de 2018.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Ed. Varela, 2007. 552p.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: Embrapa, SPI, 1995. 156p.

## 6. Agradecimentos

Ao curso de Especialização em Ciência dos Alimentos pela oportunidade de realizar este trabalho.

## Autores

Laís Rössler Rech<sup>1,\*</sup>, Mírian Ribeiro Galvão Machado<sup>2</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

2. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: [laisrech@hotmail.com](mailto:laisrech@hotmail.com)

---

## Laranja de polpa vermelha: um estudo físico-químico e sensorial

Bianca Pio Ávila, Gabriela Dutra Alves, Luis Otávio Cardozo, Aline Machado Pereira, Márcia Arocha Gularte, Roberto Pedroso de Oliveira

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c6>

### Resumo

Objetivou-se nesse estudo identificar a percepção dos consumidores brasileiros frente ao consumo de laranjas do grupo umbigo de polpa vermelha (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck), bem como gerar informações que auxiliem no seu maior consumo. Realizou-se primeiramente a caracterização físico-química da laranja de polpa vermelha cultivar Cara Cara e da laranja de polpa amarela cultivar Navelina, traçando um paralelo entre elas que indicasse os potenciais benefícios nutricionais. A caracterização físico-química compreendeu as análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico e os compostos bioativos (conteúdo de carotenoides, flavonoides totais e fenóis totais). Ambas as amostras apresentaram características desejáveis de acidez e alto conteúdo de ácido ascórbico (superior a  $55 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de porção comestível). A cultivar Cara Cara indicou possuir maiores teores de compostos bioativos. A análise sensorial foi composta pelo teste de aceitação, com escala hedônica de sete pontos, apresentando médias superiores a 6 (“gostei muito” e “gostei moderadamente”) na maioria dos atributos das laranjas estudadas e o Teste de Perfil Descritivo, que revelou importantes descritores de diferenças entre as laranjas. Concluindo-se que, estas avaliações foram capazes de indicar importantes informações a serem usadas nas estratégias de *marketing* a fim de promover o maior consumo de laranjas de umbigo de polpa vermelha, como os valores superiores de compostos bioativos e atributos sensoriais positivos.

**Palavras-chave:** aceitação, bioativos, *Citrus sinensis*, *consumer insight*.

### 1. Introdução

A cultura da laranja (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) apresenta elevada contribuição social e econômica para o Brasil, considerado o maior produtor mundial, com expressivos números de produção e exportação (MAPA, 2018). As frutas possuem importantes fitonutrientes, como minerais, carotenoides, vitaminas, flavonoides, fenóis e ácidos graxos, e estes compostos têm sido relatados na literatura por possuírem forte capacidade antioxidante (ROUSSOS, 2016).

As laranjas podem ser divididas em dois grandes grupos, em função da coloração da polpa: as laranjas brancas ou claras e as laranjas sanguíneas. As claras são caracterizadas pela cor laranja na polpa e no suco, devido à presença de carotenoides, que são pigmentos com cor que podem variar entre o amarelo e o vermelho. Entre esses carotenoides, a presença de licopeno e a maior concentração

de beta-caroteno caracterizam e propiciam a formação de um subgrupo de laranjas dentro das claras, chamadas de polpa vermelha. As laranjas sanguíneas diferem desse grupo, pois são caracterizadas pela coloração vermelho intensa (violácea) da polpa e do suco, devido à presença do pigmento antocianina (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Segundo Roussos (2016) os principais critérios na escolha de uma cultivar de uma variedade específica, além das características da própria planta, são principalmente o tamanho da fruta, seu sabor, a facilidade de descascar e o conteúdo de suco. Novos critérios estão sendo adicionados, sobretudo em relação à funcionalidade do fruto consumido e do conteúdo de compostos nutritivos. Atualmente, as propriedades antioxidantes das frutas cítricas estão se tornando um fator importante na determinação da compra pelo consumidor (LOIZZO *et al.* 2018).

No Brasil, as variedades de laranjeiras de umbigo têm importância histórica, pois tiveram sua origem no Estado da Bahia de uma mutação da laranjeira 'Seleta', sendo conhecida aqui como laranjeira 'Bahia', 'Baianinha' e, em outros países, como 'Washington Navel'. A cultivar 'Navelina' não tem sementes, é fácil de descascar, polpa doce, succulenta, ácida e de cor amarelo, apreciada para o consumo *in natura*. É considerada uma importante cultivar cítrica e produzida apenas no Brasil, sendo muito apreciada pelos consumidores em geral (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A laranja cultivar 'Cara Cara' surgiu por mutação espontânea da cultivar *Washington Navel*, caracterizada como uma laranja do grupo 'umbigo', com coloração vermelho intensa da polpa e do suco. Essa cultivar foi introduzida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e representa uma novidade no mercado brasileiro, que não possui o hábito de consumir frutas cítricas de polpa vermelha (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Considerando a importância da produção de *citrus* no Brasil, objetivou-se no presente estudo comparar os compostos bioativos, caracterizar os parâmetros físico-químicos e sensoriais da laranja de polpa vermelha e de polpa amarela, a fim de aumentar o consumo de laranjas e assim gerar informações que auxiliem nas estratégias de *marketing* e comercialização, expondo seus benefícios nutricionais.

## 2. Materiais e Métodos

As laranjas do grupo Umbigo cv. Cara Cara e cv. Navelina consideradas nesse estudo foram colhidas entre junho e julho de 2018. Três lotes diferentes foram utilizados, fornecendo uma amostra representativa de frutas oferecidas aos consumidores em fase de consumo comercial.

Alíquotas das polpas frescas foram homogeneizadas e submetidas a congelamento e processo de secagem por liofilização. Após, as frutas foram congeladas a uma temperatura de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e posteriormente liofilizadas em liofilizador (Liobrás - L101), sendo, em seguida, trituradas em moinho de bolas (Marconi - MA 350) e armazenadas em ultra-freezer ( $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) até o momento das análises dos compostos bioativos.

Para as análises de determinação de pH, acidez total, sólidos solúveis totais e análise sensorial, foram utilizadas frutas frescas.

### 2.1. Parâmetros físico-químicos

#### 2.1.1. Determinação de pH

A análise foi realizada conforme a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Para tal, foram pesadas 10 g de amostra, *in natura*, e dissolvidas em 100 mL

de água deionizada, agitando em agitador magnético. Após, procedeu-se a leitura direta em pHmetro. A análise foi realizada em triplicata.

### 2.1.2. Acidez total ou acidez titulável

A análise foi realizada conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008) com adaptações. Com o auxílio de uma centrífuga doméstica, foi preparado um suco a partir das frutas *in natura*. Foram transferidos 10 mL das amostras para béquer e as mesmas foram tituladas com a solução de NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup> em agitador magnético, até pH 8,1 (titulação potenciométrica). A análise foi realizada em triplicata.

### 2.1.3. Determinação de sólidos solúveis (°Brix)

A análise foi realizada conforme a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (2008). As amostras (10 µL) foram adicionadas ao prisma do refratômetro (modelo DIV-0070.00). Foi realizada a leitura direta no mesmo, em triplicata.

### 2.1.4. Ácido Ascórbico

Para determinação do ácido ascórbico, as amostras de laranjas foram analisadas pelo método colorimétrico como uso do indicador DCFI (2,6-diclorofenol-indofenol), segundo Oliveira, Godoy e Prado (2010) com os resultados expressos em mg.100 mL<sup>-1</sup> de suco.

## 2.2. Compostos bioativos

### 2.2.1. Conteúdo de Carotenoides

A determinação de carotenoides nas laranjas foi realizada de acordo com Lee (2001). Utilizou-se um espectrofotômetro UV/vis 17000 Shimadzu para medições de absorvância a 450 nm para o β-caroteno. O conteúdo total de carotenoides foi expresso como equivalente de β-caroteno.

### 2.2.2. Flavonoides Totais

As amostras (2,5 g) foram extraídas em Soxhlet e refluxados com metanol durante mais de 12 h a 85 °C. O extrato foi evaporado em evaporador rotativo a vácuo (40 °C) e depois dissolvido com metanol (WANG; CHUANG; HSU, 2008). O extrato (1 mL) foi avolumado para 10 mL com NaNO<sub>2</sub> a 5% e a mistura foi mantida durante 6 min à temperatura ambiente. Adição de 0,3 mL de 10% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> à mistura, que foi incubada por 6 min novamente, seguiu-se a adição de 4 mL de NaOH 1 mol.L<sup>-1</sup> e de metanol. Depois de incubar para 15 min à temperatura ambiente para desenvolvimento de cor, a absorvância a 510 nm foi medida. Os flavonoides totais foram expressos como equivalentes de rutina. A curva de calibração da rutina foi preparada em soluções etanólicas com o mesmo procedimento.

### 2.2.3. Fenóis Totais

As amostras (100 µL de extrato) reagiram com 500 µL de reagente Folin-Ciocalteu, 1,5 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 20% (p/v) e H<sub>2</sub>O. Após 2 h de incubação a 25 °C, a absorvância foi medida a 760 nm e comparada com curva de calibração de ácido gálico e expressa em mg de equivalentes de ácido gálico (GAE, mg.L<sup>-1</sup>). Os dados são apresentados como a média das análises em triplicata (XU *et al.*, 2008). Os fenóis totais foram expressos em mg.L<sup>-1</sup> de ácido gálico.

### 2.3. Análise Sensorial

Todos os experimentos realizados neste trabalho foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pelotas, Brasil, sob o número CAAE 76628617.0.0000.5317.

#### 2.3.1. Teste de Aceitação (Escala Hedônica)

A análise sensorial utilizando o teste de aceitação (GULARTE, 2009) foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Pelotas e contou com 100 voluntários (estudantes, professores e servidores) que consomem regularmente laranjas. As amostras de laranjas foram codificadas com três dígitos aleatórios, servidas em pratos de porcelana branca, inteiras e cortadas em pedaços de 10 g, para que o avaliador pudesse visualizar as amostras como um todo e também prová-las. A ficha sensorial continha os seguintes atributos: impressão global, aparência externa da laranja, cor da casca, cor interna, aparência interna, tamanho, sabor característico, aroma, suculência, doçura e acidez, que foram analisados usando uma escala hedônica de 7 pontos (7 – gostei muito, 1 – desgostei muito).

#### 2.3.2. Perfil de Atributos

Para avaliação de atributos sensoriais, 20 avaliadores treinados foram recrutados, entre estudantes e servidores da universidade. Os avaliadores foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e o termo de consentimento livre e esclarecido foi fornecido juntamente com a ficha sensorial.

Os avaliadores foram treinados em três sessões de 15 minutos. Os termos foram selecionados avaliando a frequência com que apareceram, e sinônimos ou termos raramente citados de forma consensual foram eliminados.

No total, onze termos (impressão global, aparência externa, cor da casca, cor interna, aparência interna, tamanho, odor, sabor, suculência, doçura e acidez) foram avaliados.

O método descritivo (GULARTE, 2009) foi utilizado nas laranjas frescas *in natura*, utilizando fichas com a escala não estruturada de nove pontos. As amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios. Dez gramas das amostras foram servidos individualmente aos avaliadores em pratos de porcelana. O teste foi realizado em cabines individuais com luz branca, livre de ruídos e odores.

#### 2.3.3. Questionário sobre padrão de consumo

Os avaliadores que participaram do teste de aceitação e do perfil de atributos foram convidados a responder sobre sua decisão na hora de comprar ou não laranjas de polpa vermelha, com as seguintes opções de resposta: gênero, tipo de laranja que consome, horário e frequência de consumo de laranjas e sua relação com a saúde, e na decisão de compra quais fatores leva em consideração em comprar laranjas de polpa vermelha (disponibilidade, preço, aparência externa, tamanho, alteração genética/transgenia).

### 2.4. Análise estatística

Os testes das análises físico-químicas foram realizados em triplicata ( $n = 3$ ) e os resultados apresentados como a média das três repetições. Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA) ao nível de confiança de 95%.

O teste de aceitação da análise sensorial foi analisado através da frequência relativa de cada atributo (n=100). Foi aplicada a análise de correspondência (CA) nos resultados do teste de Perfil de Atributos, que explica a relação entre os atributos e as amostras (B - laranja Navelina e C – laranja Cara Cara), para obter um padrão de percepção do consumidor. A Análise dos Componentes Principais (PCA) foi realizada na matriz de covariância das questões aplicadas aos avaliadores, para obter um mapa do padrão de consumo.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos das laranjas podem ser observados na Tabela 1. As amostras de laranjas estudadas apresentaram diferenças significativas nos valores de pH. Além disso, a cultivar Navelina (3,97) apresentou valores inferiores (4,31) aos encontrados por Sombra *et al.* (2018) que também estudaram variedades de coloração amarela e superiores as laranjas do tipo Valencia, reportados por Pereira, Machado e Costa (2014).

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos, vitamina C e compostos bioativos das laranjas Cara Cara e Navelina.

	Cultivares de laranjas	
	Cara Cara	Navelina
<b>Análises</b>		
pH	3,18±0,01	3,97±0,03
Acidez titulável total (g.L <sup>-1</sup> )	12,11±0,12	9,88±0,02
Sólidos solúveis totais (°Brix)	17,21±0,13	11,98±0,16
Vitamina C (mg.100mL <sup>-1</sup> )	60,90±0,28	58,45±0,41
Carotenoides totais (mg.g <sup>-1</sup> db)	0,51±0,02	0,47±0,03
Flavonoides totais (mg.L <sup>-1</sup> )	189,95±1,08	177,62±1,11
Fenóis totais (mg GAE.L <sup>-1</sup> )	196,74±0,4	110,03±0,5

médias±desvio padrão (n=3). ns: não significativo pelo teste t (p≤0,05).

Com relação à acidez titulável a variedade de polpa vermelha encontra-se dentro dos valores encontrados por El-Sayed *et al.* (2007). Entre as propriedades físico-químicas, o conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) é importante parâmetro na indústria de frutas. O conteúdo de SST dessa cultivar Cara Cara (11,98 °Brix) foi superior a cultivar de polpa amarela. Essas variações na concentração de sólidos solúveis totais, pH e

acidez são características, assim como tamanho e forma da fruta, são explicadas devido a influência que sofrem pelo porta-enxerto (CONTINELLA *et al.*, 2018).

O ácido ascórbico normalmente é a vitamina que o consumidor melhor sabe associar o alimento com a saudabilidade, prova disso que rótulos de sucos sempre enfatizam o conteúdo de vitamina C (CAI *et al.*, 2011). Nesse estudo, verificou-se maiores teores na laranja de polpa vermelha Cara Cara (60,90 mg.100 mL<sup>-1</sup>), sendo que a laranja de coloração amarela diferiu significativamente ( $p \leq 0.05$ ). Segundo a Agência de Vigilância Sanitária do Brasil (BRASIL, 2005) a recomendação diária de vitamina C para adultos é de 45-80 mg.dia<sup>-1</sup> o que indica que ambas cultivares estariam suprindo com a necessidade diária.

### 3.2. Compostos bioativos

Os resultados do presente estudo confirmam (Tabela 1) o maior teor de carotenoides na laranja de polpa vermelha em comparação com a cultivar Navelina. Lu *et al.* (2017) estudaram o perfil de carotenoides de laranjas sanguíneas de cinco regiões da China e concluíram que os teores e a composição dos carotenoides sofrem influência da temperatura e condições ambientais locais.

A respeito do conteúdo total de flavonoides (189,95 mg.L<sup>-1</sup>) e fenóis totais (196,74 mg CAE.L<sup>-1</sup>), a cultivar Cara Cara apresentou maiores valores ( $p \leq 0,05$ ) em comparação a Navelina. O conhecimento de compostos com capacidade antioxidante é um indicador importante da qualidade nutricional de um alimento, devido sua eficácia em prevenir doenças crônicas (CAO; CHEN; XIAO, 2011; OLABINJO *et al.*, 2017).

O conteúdo de flavonoides totais e fenóis totais de ambas cultivares foram superiores ao encontrado por Kafkas *et al.* (2009), estes autores analisaram variedades sanguíneas, encontrando variações de 121-239 mg.L<sup>-1</sup> em flavonoides e de 441-527 mg.L<sup>-1</sup> em fenóis totais. Kirinus *et al.* (2018) estudaram as laranjas Navelinas e reportaram valores de 108,94 mg GAE.L<sup>-1</sup> em conteúdo fenólico. O conteúdo e o perfil de compostos bioativos podem variar entre cultivares, pois, a atividade de enzimas e ativadores transcritores de sua síntese sofrem influência da umidade relativa do ar (ITHAL; REDDY, 2004). A hesperidina e a naringina são flavonoides encontrados predominantemente em laranjas e toranjas e sua atividade antioxidante e de transporte das células do sangue são reportadas (CAO; CHEN; XIAO, 2011).

### 3.3. Análise sensorial

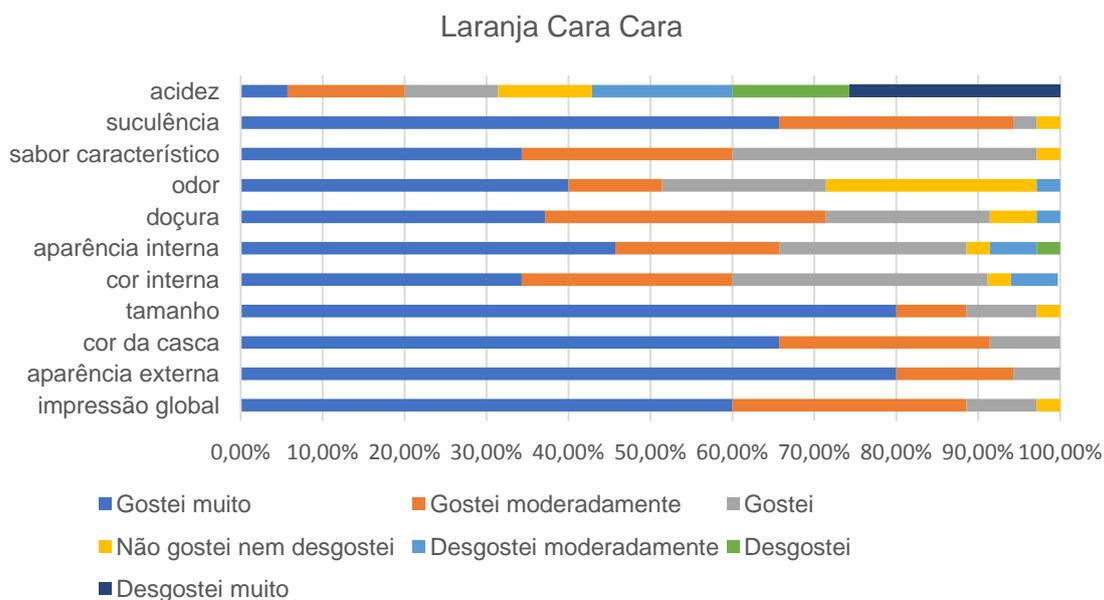
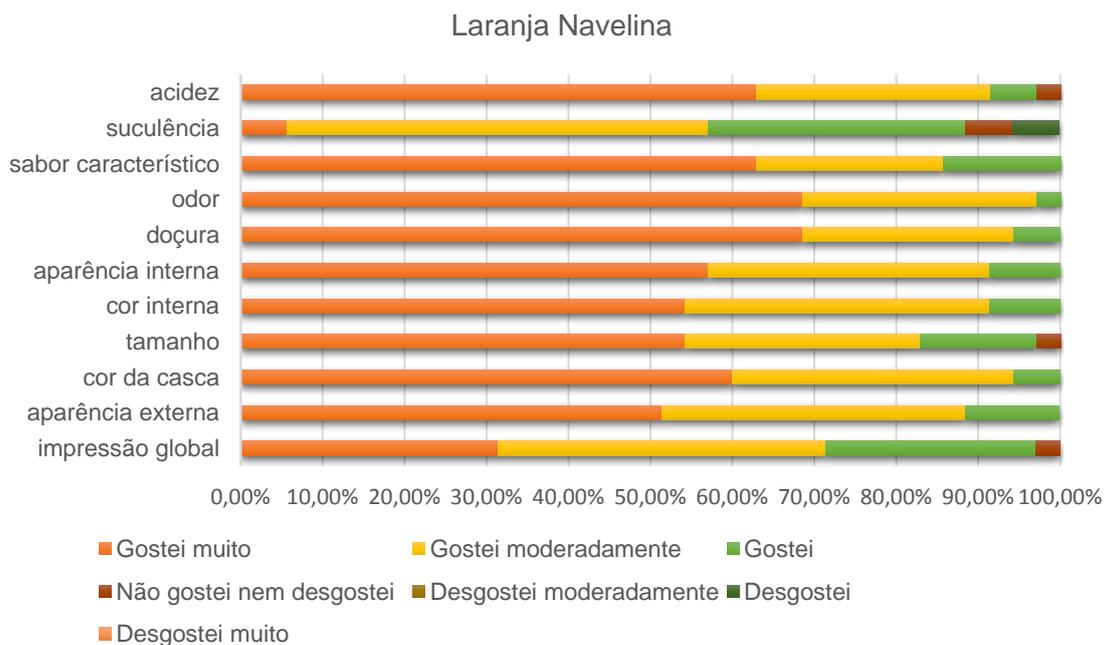
#### 3.3.1. Teste de Aceitação (Escala hedônica)

A Figura 1 está apresentando o histograma dos resultados obtidos para a frequência hedônica dos atributos das laranjas Cara Cara e Navelina.

Pode-se verificar que para a laranja de polpa amarela Navelina, a porcentagem de provadores que “gostaram muito” (nota 7) apresentou os maiores resultados, com frequências de 62,9% para a acidez e sabor característico, 51,40% para a aparência externa, 31,40% para a impressão global. Ressalta-se que apenas para o atributo suculência os provadores assinalaram ‘desgostei’ (5,70%) na escala hedônica.

Quanto à doçura e o odor, as frequências foram maiores para os termos ‘gostei muito’ e ‘gostei moderadamente’, apresentando valores acima de 97% e 94% respectivamente.

Na impressão global ambas laranjas foram bem aceitas sensorialmente. A aparência externa e cor da casca obtiveram frequências próximas ao termo ‘gostei muito’, sendo a cultivar Cara Cara com maior valor. Segundo Oliveira *et al.* (2010) nem sempre há relação direta da cor externa para a interna em laranjas de polpa vermelha, geralmente essa relação é mais perceptível em laranjas sanguíneas, fato esse que pudemos observar com a análise sensorial, em que os consumidores deram notas superiores na cor externa (casca) para a cultivar Cara Cara e notas menores para a cor interna (polpa) demonstrando que a cor laranja/amarela de polpa é mais aceita na visão do consumidor que a cor vermelha, assim como no atributo ‘aparência interna’, como foi observado na laranja Navelina.



**Figura 1.** Teste de Aceitação com escala de 7 pontos para os atributos sensoriais das laranjas das cultivares Cara Cara e Navelina.



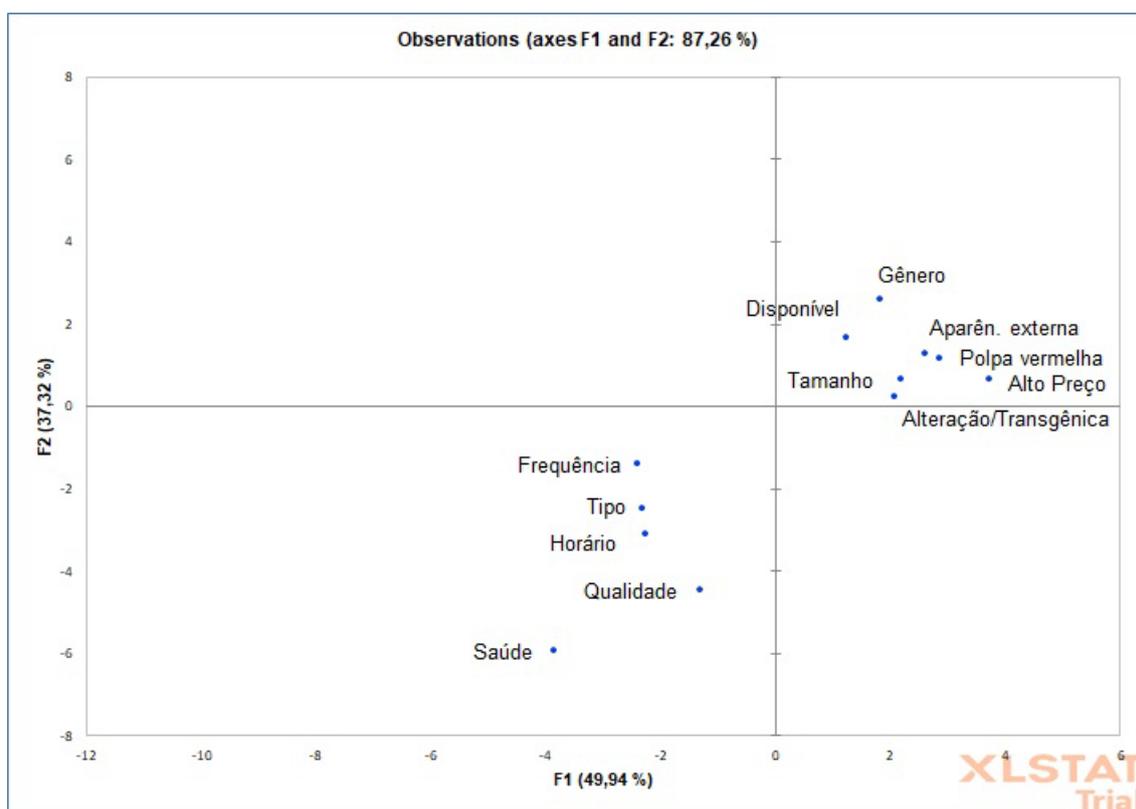
consequência possuem relação com o conteúdo de sólidos totais, a acidez e compostos voláteis conforme estudos de Obenland, Campisi-Pinto e Arpaia (2018).

O eixo D2 apresentou associações principalmente com os atributos da laranja Cara Cara, demonstrando claramente que os avaliadores fizeram associações distintas às da laranja Navelina. Segundo Saunt (2000) as laranjas do tipo 'navel' possuem um sabor doce e agradável, no entanto detecta-se um amargor retardado, devido a liberação de limonina.

A acidez por sua vez, esteve distante dos demais atributos, assim como a percepção observada no teste de aceitação com consumidores, indicando que a acidez não foi um parâmetro significativo para a laranja de polpa vermelha. O que pode ser confirmado pelos valores encontrados nas análises químicas de pH para ambas as laranjas.

### 3.3.3. Padrão de consumo

A Figura 3 representa o padrão de consumo de laranjas e em especial, de laranjas de polpa vermelha, relativas ao questionário aplicado aos consumidores.



**Figura 3.** Biplot da análise de componentes principais das questões relativas ao consumo de laranjas.

Os resultados obtidos nos fatores (F1 e F2) demonstraram significativo ajuste dos dados (87,26%). O fator 1 foi capaz de correlacionar as questões relativas à frequência de consumo, tipo de laranja, horário de consumo, qualidade das frutas e saúde.

Enneking, Neumann e Henneberg (2007) explicitam que a decisão de compra do consumidor vai muito além de respostas hedônicas, ou seja, é importante salientar que

a qualidade e a decisão de compra de um produto nem sempre está atrelada ao sabor, por isso, deve-se pensar na qualidade da fruta como um todo, a fim de se conquistar o consumidor.

O comportamento do consumidor em relação a alimentos funcionais ou a presença de antioxidantes é crescente, pois a população vê a sua relação à manutenção da saúde e tratamento de diversas doenças (KÜSTER-BOLUDA; VIDAL-CAPILLA, 2017). Conforme o questionário aplicado, os consumidores assinalaram sua preferência em consumir laranjas durante todo o dia, e não em horários específicos, o que indica, conhecerem os benefícios nutricionais dessa fruta.

Quanto ao tipo de laranja consumida, as de maior destaque são as laranjas do grupo umbigo, segundo a Sociedade Brasileira de Fruticultura (SBF, 2018), pois geralmente não possuem sementes, são de fácil descasque, apresentam sabor adocicado e acidez equilibrada, no entanto, as laranjas de umbigo de polpa vermelha não entram nessa preferência do consumidor, como pode ser observado pelo fator 2 (F2) do gráfico.

O fator 2 agrupa as questões relativas a gênero, disponibilidade das laranjas de polpa vermelha no comércio, tamanho das frutas, aparência externa, preço, conhecimento dos consumidores sobre as laranjas de polpa vermelha e percepção sobre alterações genéticas e transgenia.

Podemos observar que diferenças de gênero influenciam no comportamento de compra. Segundo Smith *et al.* (2013) as mulheres são tipicamente responsáveis pelo preparo da refeição em casa, com isso é importante que as estratégias de *marketing* sejam mais direcionadas às mulheres, as quais possuem maior atitude de compra em relação a alimentos funcionais (KÜSTER-BOLUDA; VIDAL-CAPILLA, 2017).

Observou-se durante a pesquisa que 73% dos participantes do questionário nunca haviam consumido ou comprado laranjas de polpa vermelha, que respondem os motivos que levam o consumidor a não efetuar a compra. No caso do estudo em questão, verificou-se que esse tipo de laranja não era encontrado com facilidade nos estabelecimentos comerciais, ou quando era, o valor era bem superior aos demais tipos de laranjas.

Além disso, os consumidores associam a cor vermelha a alterações genéticas ou transgênicas. Essa característica que gera grande valor nutricional e que traz a coloração vermelha, respectiva a altos teores de carotenoides, gera pensamentos errôneos e de desconfiança nos consumidores, o que demonstra claramente a falta de informação das pessoas. Conforme Castro, Young e Lima (2014) essa questão aponta para uma preocupação do consumidor com os riscos que eles podem trazer à mesa estando contaminados por agentes químicos ou biológicos.

Com isso, podemos sugerir que o *marketing* deve acontecer de maneira mais prática, através de degustações em feiras, supermercados, escolas, pois somente a imagem da laranja de polpa vermelha pode trazer insegurança ao consumidor que não a conhece. O uso de termos como vitamina C, fibras, antioxidantes e saudável demonstra um nicho a ser explorado como forma de divulgação.

#### **4. Conclusão**

Este estudo mostrou o alto valor nutricional da laranja de umbigo de polpa vermelha cultivar Cara Cara, assim como da laranja de polpa amarela Navelina, refletindo níveis

significantes de fenóis, carotenoides e flavonoides, sendo também considerada fonte de vitamina C.

Através da análise sensorial identificamos uma grande aceitação e percepção dos consumidores e avaliadores em relação a maioria dos atributos estudados, assim como, foi possível mensurar as principais características que devem ser consideradas em estratégias de *marketing* pelas indústrias, produtores e varejistas, que queiram incrementar o consumo de *citrus* de polpa vermelha, entre elas a maior disponibilidade no comércio, o preço acessível, a qualidade e a divulgação dos benefícios nutricionais.

## 5. Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 269**, de 22 de setembro de 2005: aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005.

CAI, Y. *et al.* MeJA regulates enzymes involved in ascorbic acid and glutathione metabolism and improves chilling tolerance in loquat fruit. **Postharvest Biology Technology**, v. 59, n. 3, p. 324-326, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.020>.

CAO, H.; CHEN, L.; XIAO, J. Binding Citrus flavanones to human serum albumin: effect of structure on affinity. **Molecular Biology Reports**, v. 38, n. 4, p.2257-2262, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11033-010-0356-z>.

CASTRO, B. S.; YOUNG, C. E. F.; LIMA, G. R. A percepção pública de risco alimentar e os organismos geneticamente modificados no Brasil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 22, n. 1, p. 164-192, 2014. Disponível em: <<https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/472>>. Acesso 28 dez. 2020.

CONTINELLA, A. *et al.* Influence of different rootstocks on yield precocity and fruit quality of 'Tarocco Scirè' pigmented sweet orange. **Scientia Horticulturae**, v. 230, p. 62–67, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.006>.

EL-SAYED, S. A. G. *et al.* Yield and fruit quality of Washington navel orange as affected by sour orange and volkamer lemon rootstocks. **The Journal of Agricultural Science**, v. 32, n. 11, p. 9217- 9226, 2007.

ENNEKING, U.; NEUMANN, C.; HENNEBERG, S. How important intrinsic and extrinsic product attributes affect purchase decision. **Food Quality and Preference**, v. 18, p.133-138, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.09.008>.

GULARTE, M. A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Editora da UFPel: Pelotas, 2009. 109p.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

ITHAL, N.; REDDY, A. R. Rice flavonoid pathway genes, OsDfr and OsAns, are induced by dehydration, high salt and ABA, and contain stress responsive promoter elements that interact with the transcription activator, OsC1-MYB. **Plant Science**, v. 166, n. 6, p. 1505–1513, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.02.002>.

KAFKAS, E. *et al.* Chemical composition of blood orange varieties from Turkey: a comparative study. **Pharmacognosy Magazine**, v. 5, n. 20, p. 329-335, 2009. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.58155>.

KIRINUS, M. B. M. *et al.* “Navelina” oranges submitted to pre-harvest resistance inducers. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, n. 1, p. 364-395, 2018. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.39465>.

KÜSTER-BOLUDA, I.; VIDAL-CAPILLA, I. Consumer attitudes in the election of functional foods. **Spanish Journal of Marketing-ESIC**, v. 21, p. 65–79, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.sjme.2017.05.002>.

LEE, H. S. Characterization of carotenoids in juice of red navel orange (Cara Cara). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 2563–2568, 2001. <https://doi.org/10.1021/jf001313g>.

LOIZZO, M. *et al.* Investigating the in vitro hypoglycaemic and antioxidant properties of Citrus x clementina Hort. juice. **European Food Research and Technology**, v. 244, p. 523-534, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2978-z>.

LU, Q. *et al.* Carotenoid profiling of red navel orange “Cara Cara” harvested from five regions in China. **Food Chemistry**, v. 232, p. 788–798, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.064>.

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Laranja** (2018). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/sumarios-executivos-de-produtos-agricolas/laranja-1.pdf/view>. Acesso em: 12 dez. 2018.

MOUFIDA, S., MARZOUK, B. Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. **Phytochemistry**, v. 62, n. 8, p. 1283-1289, 2003. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(02\)00631-3](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(02)00631-3).

OBENLAND, D.; CAMPISI-PINTO, S.; ARPAIA, M. L. Determinants of sensory acceptability in grapefruit. **Scientia Horticulturae**, v. 231, p. 151-157, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.026>.

OLABINJO, O. O. *et al.* Analysis of physical and chemical composition of sweet orange (*Citrus sinensis*) peels. **International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology**, v. 2, n. 4, p.2201-2206, 2017. <https://doi.org/10.22161/ijeab/2.4.80>.

OLIVEIRA, R. P. *et al.* **Produção orgânica de citros no Rio Grande do Sul**. 2ª edição, Pelotas, Brasil: Embrapa Clima Temperado, 2010. 296p.

OLIVEIRA, R. G.; GODOY, H. T.; PRADO, M. A. Optimization of a colorimetric method to determine ascorbic acids in fruit jelly. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 244-249, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000100036>.

OLIVEIRA, R. P. *et al.* **Coleção de citros da Embrapa Clima Temperado** (Ed.) - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Brasil, 2015, 33 p.

PEREIRA, G. S.; MACHADO, F. L. C.; COSTA, J. M. C. Application of coating extends postharvest quality in the ‘Valencia Delta’ orange during ambient storage. **Revista**

**Ciência Agrônoma**, v. 45, n. 3, p. 520-527, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000300012>.

ROUSSOS, P. A. **Orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck)**. In M. Simmonds; V. Preedy (Ed.). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 469-496). Cambridge: Academic Press, 2016.

SAUNT, J. **Citrus varieties of the world: An illustrated guide**. 2 ed. Norwich: Sinclair International, 2000. 156p.

SBF – Sociedade Brasileira de Fruticultura. **Consumo brasileiro de frutas**. Disponível em: <https://fruticultura.org.br>. Acesso em: 20 out. 2018.

SOMBRA, K. *et al.* Identificação e caracterização físico-química de frutos de laranja de Russas no semiárido cearense, Brasil. **Citrus Research & Technology**, v. 39, e1035, 2018. <https://doi.org/10.4322/crt.39161>.

WANG, Y. C.; CHUANG, Y. C.; HSU, H. W. The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. **Food Chemistry**, v.106, p. 277-284, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.086>.

XU, G. *et al.* Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. **Food Chemistry**, v. 106, n. 2, p. 545-551, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.046>.

## Autores

Bianca Pio Ávila<sup>1,\*</sup>, Gabriela Dutra Alves<sup>2</sup>, Luis Otávio Cardozo<sup>2</sup>, Aline Machado Pereira<sup>3</sup>, Márcia Arocha Gularte<sup>4</sup>, Roberto Pedroso de Oliveira<sup>5</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos e Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

2. Departamento de Engenharia Química, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Praça Vinte de Setembro, 455, 96015-360, Pelotas, Brasil.

3. Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

4. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

5. Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km78, Pelotas, Brasil.

\* Autor para correspondência: [biancaagronomia@yahoo.com.br](mailto:biancaagronomia@yahoo.com.br)

---

## Quantificação e controle de enterobactérias e coliformes totais na produção de sucos e polpas de frutas industrializados

Félix Giovani Ramos Guerrero, Rosane da Silva Rodrigues

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c7>

### Resumo

Apesar das indústrias possuírem basicamente o mesmo fluxograma para obter sucos/polpas de frutas, as características de processo podem variar em termos microbiológicos. Visando assegurar que as operações de uma fábrica processadora de frutas sejam eficientes em controlar as cargas microbiológicas que podem afetar o produto final, o objetivo deste estudo foi quantificar a carga de enterobactérias e de coliformes totais em polpa de morango (PM) e em suco de maracujá (SM) sem pasteurizar, determinando a melhor distribuição de probabilidade que explique seu comportamento, e também fazer um comparativo com a carga microbiana restante após o processo de pasteurização, aplicado num processo industrial, comprovando a eficiência do tratamento térmico na inativação desses micro-organismos. Assim, foram verificadas as contagens que excederam os 5 Log UFC g<sup>-1</sup>, valor padrão de importância em segurança alimentar nos sucos de frutas industrializados. Os resultados mostraram que a PM e o SM não diferiram nas contagens microbiológicas, mas o comportamento entre lotes de cada produto foi muito diferente, e se adequaram melhor às distribuições de Laplace (coliformes totais em PM e enterobactérias em SM), Normal (enterobactérias em PM) e ExtValueMin (coliformes totais em SM) segundo os critérios estatísticos avaliados (Qui-Quadrado, Critério de Informação Akaike e Critério de Informação Bayesiano). Apesar de ocorrerem contagens superiores a 5 Log UFC g<sup>-1</sup> de enterobactérias e coliformes totais na PM e no SM, a pasteurização foi eficiente em reduzir a contagem para níveis seguros (< 10 UFC g<sup>-1</sup>), evidenciando que estes grupos de micro-organismos podem ser considerados indicadores nos produtos avaliados.

**Palavras-chave:** maracujá, micro-organismos indicadores, morango, tratamento térmico.

### 1. Introdução

Sucos e polpas de frutas congelados são produzidos industrialmente com a finalidade de poder preservá-los e comercializá-los, disponibilizando aos consumidores de mercados nacionais e internacionais acesso a produtos com sabores e aromas característicos de frutas nativas de diferentes regiões. A expansão de mercado possibilita o desenvolvimento das áreas agrícolas onde são cultivadas essas frutas e a melhoria das condições de vida para os agricultores e demais setores envolvidos na cadeia produtiva (RODRIGUES; RIBEIRO; da SILVA, 2015).

A fabricação de sucos e polpas de frutas em nível industrial passa por diferentes etapas de processos, dentre os quais destacam-se a sanitização e a pasteurização,

capazes de reduzir a níveis seguros a carga de micro-organismos patogênicos e deteriorantes (PARAMITHIOTIS; DROSINOS; SKANDAMIS, 2017). Apesar do surgimento de diversas tecnologias não térmicas de conservação, como a alta pressão hidrostática, ultrassom, plasma a frio, campos elétricos pulsados, luz pulsada, entre outros, em muitos países a pasteurização ainda segue sendo o principal método de conservação utilizado pela maioria dos processadores de frutas, devido, principalmente, ao fato de que algumas dessas novas tecnologias atualmente estão desenhadas para embalagens em pequenos volumes (menores do que 20 kg) e por que alguns desses processos só são efetivos quando combinados com outros métodos, como por exemplo com antimicrobianos ou com tratamentos térmicos brandos (BEVILACQUA *et al.*, 2018). As tecnologias não térmicas apresentam muitas vantagens frente à pasteurização, preservando mais as características sensoriais e nutricionais do produto final, e seu uso vem aumentando na produção de sucos de frutas prontos-para-beber (comercializados principalmente em mercados e supermercados); no entanto, ainda apresentam limitações, sobretudo no processamento de grandes volumes na produção de sucos e polpas de frutas destinados a serem matérias-primas/insumos de outras indústrias (comercializados entre empresas), cujas apresentações são comumente em embalagens maiores do que 200 kg (ORELLANA *et al.*, 2017; BEVILACQUA *et al.*, 2018).

Para poder desenvolver um adequado controle nas operações de processo de alimentos e bebidas, e reduzir a probabilidade de deterioração ou de risco à segurança dos consumidores, é preciso conhecer profundamente as características e peculiaridades dos processos em cada indústria. A quantificação microbiana e sua distribuição no alimento é de suma importância no controle de qualidade, por representar a variabilidade intrínseca do processo e permitir colocar barreiras para controlá-las (KILSBY; PUGH, 1981).

Devido aos elevados riscos de contaminação (biossegurança) e aos baixos níveis de ocorrência no produto (prevalência), os laboratórios das indústrias processadoras de frutas comumente não realizam análises de micro-organismos patogênicos, substituindo-as por análises de micro-organismos indicadores (BAYLIS *et al.*, 2011). Dentre estes grupos de micro-organismos indicadores destacam-se as enterobactérias e os coliformes totais, os quais fornecem informação à área de garantia de qualidade acerca das boas ou más condições higiênico-sanitárias durante o processamento, sendo sua presença de relevância particularmente em produtos pasteurizados (FRANCO; LANDGRAF, 2008; BAYLIS *et al.*, 2011).

Os surtos de doenças ocasionadas por sucos de laranja ou de maçã não pasteurizados e contaminados com *Salmonella enteritidis* ou *Escherichia coli* O157:H7 (VOJDANI; BEUCHAT; TAUXE, 2008; TRIBST; SANT'ANA; MASSAGUER, 2009) têm demonstrado que os sucos de frutas (incluindo os que apresentam pH < 4.6) são potencialmente perigosos (SALOMÃO, 2018), o que justifica a preocupação com esta categoria de produtos. Uma das formas de garantir a inocuidade dos sucos de frutas é o processamento, onde pelo menos uma etapa deve possibilitar a redução de no mínimo 5 ciclos logarítmicos (5 Log) sob um micro-organismo patogênico de importância para a saúde pública e cuja presença seja provável no suco (U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2004). *Salmonella enteritidis* e *Escherichia coli* O157:H7 são bactérias patogênicas "alvos" usadas para verificar o cumprimento desta premissa e elas pertencem aos grupos de micro-organismos indicadores de enterobactérias e coliformes, respectivamente (BAYLIS, 2006).

Algumas pesquisas estabelecem que a carga de micro-organismos indicadores não tem relação direta com a carga de uma bactéria patogênica específica presente nos

alimentos mesmo que ela pertença ao grupo do micro-organismo indicador avaliado (MISKIMIN *et al.*, 1976; MERCURI *et al.*, 1978). Contudo, quando se verifica ausência de enterobactérias a probabilidade de *Salmonella* sp. estar presente no alimento diminui; e, baseados nesse critério, é possível prever a ausência deste micro-organismo patogênico quando não se apresentam contagens do micro-organismo indicador sempre que a bactéria patogênica pertença a este grupo e que se tenha em conta a sensibilidade do método de análise (RUBY; INGHAM, 2009).

Com a finalidade de contribuir ao conhecimento da microbiologia de sucos/polpas de frutas quando processadas em nível industrial, esta pesquisa teve como objetivos: i) quantificar a carga de enterobactérias e coliformes totais em polpa de morango e em suco de maracujá sem pasteurizar, verificando a melhor distribuição de probabilidade que explica seu comportamento e determinando a percentagem de valores que excedem uma contagem de 5 Log UFC g<sup>-1</sup>, e ii) quantificar a carga de enterobactérias e coliformes totais em polpa de morango e em suco de maracujá após pasteurização, comparando-as com a carga microbiológica obtida antes do tratamento térmico para verificar sua eficiência na inativação desses grupos de micro-organismos.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Processo de obtenção de sucos/polpas de frutas a nível industrial

Polpa de morango (*Fragaria vesca* L.) e suco de maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) produzidos em nível industrial, num processo contínuo de produção, em Callao (Peru) foram usados neste estudo, sendo as matérias-primas (fruta) de origem peruana. A polpa de morango foi obtida seguindo as etapas de processo: recepção/armazenamento da fruta, pesagem, seleção e retirada do cálice, desinfecção, enxágue, seleção, despulpamento, refino, homogeneização, pasteurização (80 °C/69 seg.), resfriamento, filtração, envase e congelamento. Por outro lado, o processamento do suco de maracujá seguiu as etapas de recepção/armazenamento da fruta, pesagem, pré-lavagem, seleção, escovamento/desinfecção, escovamento/enxágue, seleção, ruptura da casca, centrifugação, refino, homogeneização, pasteurização (85 °C/103 seg.), resfriamento, filtração, envase e congelamento.

Apesar da indústria onde foram obtidas as amostras de polpa de morango e suco de maracujá também processar polpa de manga e polpa de camu-camu, essas polpas não foram consideradas para este estudo devido ao fato que elas apresentam uma carga microbiológica muito baixa antes da pasteurização por receberem durante seu processamento um tratamento térmico (branqueamento ou *chapoteo*) prévio à homogeneização.

### 2.2. Coleta de amostras durante a produção

Em ambos os processos (polpa de morango e suco de maracujá), os pontos de amostragem foram a etapa de “homogeneização” para extração de polpa/suco sem pasteurizar e a etapa de “pasteurização”, em que foi obtida a polpa/suco com tratamento térmico. Em cada ponto foi extraída assepticamente 500 g de suco/polpa, a qual foi mantida sob refrigeração e transportada imediatamente ao laboratório da fábrica para análise. Em cada ponto de amostragem foram coletadas 30 amostras, as quais pertenciam a diferentes lotes de fabricação, tanto de polpa de morango como de suco de maracujá. Dentro do processo de fabricação de polpa/sucos de frutas nesta indústria, um lote equivale a 1600 kg de produto homogeneizado.

### 2.3. Análises físico-químicas e microbiológicas

Polpa de morango e suco de maracujá foram caracterizados físico-quimicamente através da determinação de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez titulável (expressa em percentagem de ácido cítrico) e pH, de acordo às metodologias preconizadas pelo ISO 2173 (2003), ISO 750 (1998) e ISO 1842 (1991), respectivamente.

Análises microbiológicas de enterobactérias e de coliformes totais foram realizadas em todas as amostras de polpa de morango (n=60) e de suco de maracujá (n=60). Para a avaliação de enterobactérias foi usado o método indicado na ISO 21528-2 (2004) enquanto que o método estabelecido pela *American Public Health Association* foi usado para a quantificação de coliformes totais (KORNACKI; JOHNSON, 2001).

### 2.4. Ajuste das contagens microbiológicas às distribuições estatísticas de probabilidade

As contagens microbiológicas de enterobactérias e coliformes totais foram expressas em Log UFC g<sup>-1</sup> e ajustadas às distribuições estatísticas de probabilidade (DEP) usando o software @RISK Versão 7.5.1 (Palidase Corporation, NY, USA), desenvolvido através de uma interface de análise de risco para o Microsoft Excel. O teste de adequação do ajuste (*goodness-of-fit*) foi realizado através do método de Qui-Quadrado, do Critério de Informação Akaike (AIC) e do Critério de Informação Bayesiano (BIC).

### 2.5. Estimação quantitativa da variabilidade das contagens microbiológicas

Com ajuda do software @RISK Versão 7.5.1 (Palidase Corporation, NY, USA), simulações de Monte Carlo (100 000 iterações) foram realizadas para determinar a variabilidade das contagens microbiológicas em cada distribuição que melhor ajustou os dados. Em cada grupo de micro-organismos a percentagem de contagens que foram superiores a 5 ciclos logarítmicos (5 Log) UFC g<sup>-1</sup> foi determinada mediante o uso de cada distribuição.

### 2.6. Quantificação da inativação de micro-organismos indicadores

O diagrama de caixas foi desenvolvido para observar graficamente a diferença que existe entre as contagens microbiológicas antes e após pasteurização em cada grupo de micro-organismos, tanto para a polpa de morango como para o suco de maracujá.

## 3. Resultados e Discussão

A maioria das bactérias patogênicas são inibidas pelo pH ácido da polpa/suco de fruta (< 4.6); no entanto, algumas são capazes de adaptar-se e sobreviver neste ambiente (OYARZÁBAL; NOGEURIA; GOMBAS, 2003; STRAWN; SCHNEIDER; DANYLUK, 2011). Os valores de pH que apresenta um suco/polpa de fruta é o resultado principalmente do equilíbrio entre os ácidos presentes, como o cítrico, tartárico, málico, entre outros (COTON; LEGUERINEL, 2014). Neste estudo, ambos os produtos apresentaram um pH menor do que 3,47 (Tabela 1), sendo o suco de maracujá (SM) o mais ácido dentre deles (pH: 2,95), estando em concordância com o maior valor obtido para o parâmetro de acidez titulável (394,8% mais do que a polpa de morango).

A concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) no alimento pode influenciar no desenvolvimento dos micro-organismos (fonte de energia) e pode exercer um efeito protetor frente a tratamentos de inativação, podendo aumentar sua resistência

(SLONGO; MIORELLI; ARAGÃO, 2005; GOH *et al.*, 2007). Neste caso, o SM apresentou 84.3% mais sólidos solúveis totais do que a polpa de morango (PM).

**Tabela 1.** Características físico-químicas dos sucos/polpas (n=30) sem pasteurizar.

Produto	SST	ATT	pH
Polpa de Morango	6,95 ± 0,41	0,77 ± 0,05	3,47 ± 0,06
Suco de Maracujá	12,81 ± 0,44	3,81 ± 0,24	2,95 ± 0,05

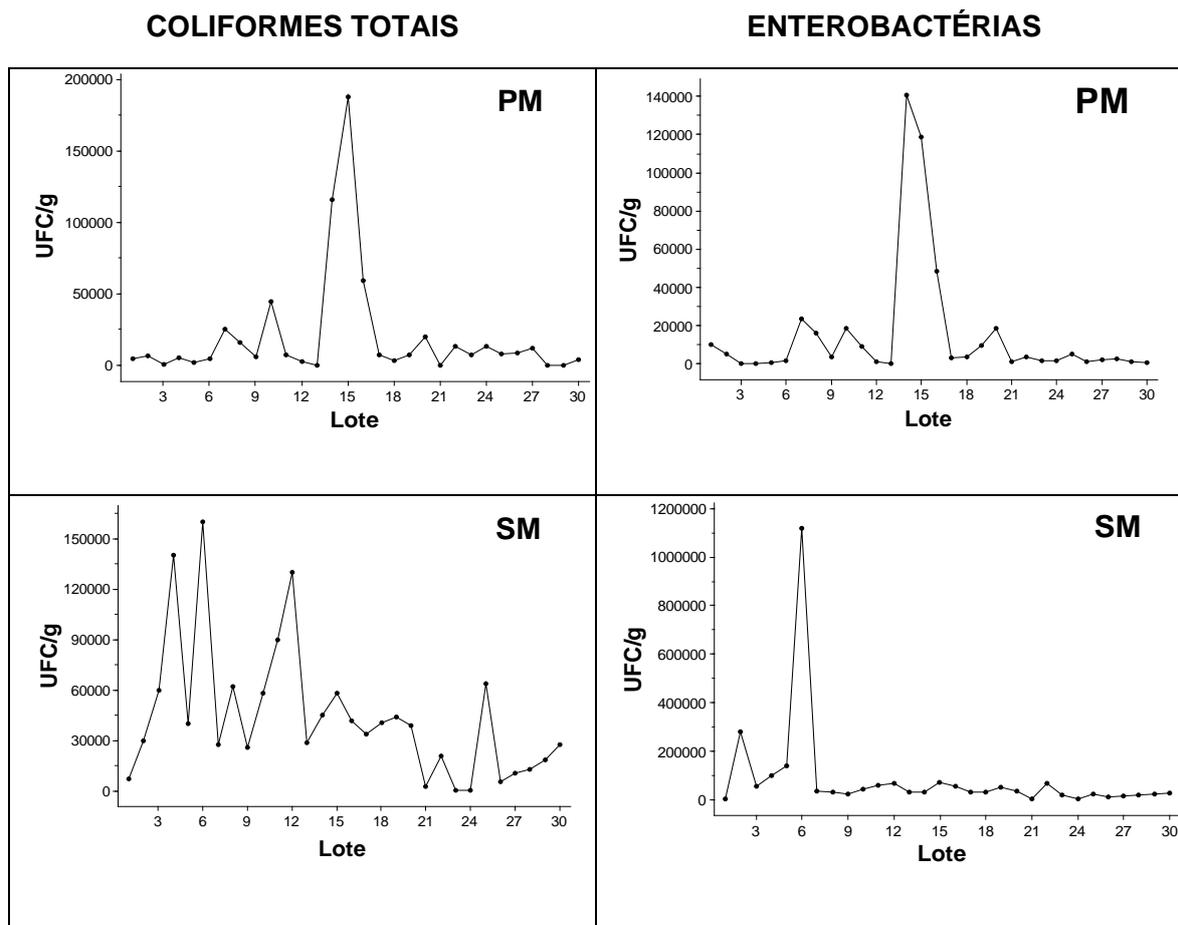
SST: sólidos solúveis totais em °Brix; ATT: acidez total titulável em % ácido cítrico.

Algumas cepas de enterobactérias podem tolerar pH menores do que 4,0, como do SM e PM, e geralmente não são resistentes ao calor, aspectos que as qualificam como potenciais micro-organismos indicadores para alimentos tratados termicamente (BAYLIS, 2006). Essa informação é relevante considerando as características intrínsecas dos produtos avaliados, as quais podem gerar uma barreira para o desenvolvimento de enterobactérias e coliformes totais e também influenciar na sua sobrevivência e inativação, podendo afetar sua carga microbiológica.

Para entender todas as trocas que ocorrem normalmente na microbiota dentro de um alimento durante seu processo de fabricação e identificar qual etapa é mais importante do ponto de vista microbiológico, é necessário determinar e quantificar os micro-organismos presentes (KILSBY; PUGH, 1981). As contagens microbiológicas dos lotes de polpas/sucos industrializados sem pasteurizar e sem transformação (UFC g<sup>-1</sup>) são mostrados na Figura 1. O comportamento das enterobactérias em PM e SM e os coliformes em PM são muito similares, apresentando valores regulares com picos (maior contagem) em alguns casos.

Comportamento flutuante e irregular foi evidenciado para as contagens de coliformes totais em SM. Esse comportamento é muito comum dentro de registros de contagens microbiológicas industriais em diversos produtos (PELEG, 2002; CORRADINI *et al.*, 2002) e ocorre devido às variações na carga inicial e à interação de diversos fatores inerentes ao processo produtivo que podem exercer alguma influência sob o crescimento ou morte nos micro-organismos. Enquanto fatores como os intervalos de sanitização (cada 12 horas nesta indústria) e seu procedimento CIP (*Cleaning-in-Place* de 7 etapas de processo: enxágue, limpeza alcalina, enxágue, limpeza ácida, enxágue, sanitização e enxágue final) não mudarem drasticamente, esse comportamento não mudará (CORRADINI *et al.*, 2001).

Baseados nos métodos do Qui-Quadrado, do Critério de Informação Akaike (AIC) e do Critério de Informação Bayesiano (BIC), conhecidos também como medidas de bondade de ajuste, as contagens de enterobactérias em PM e em SM se ajustam melhor a uma DEP Normal e Laplace, respectivamente. Por outro lado, as cargas microbiológicas de coliformes totais em PM e em SM apresentaram melhor ajuste às DEP Laplace e ExtValueMin (Tabela 2). Quanto menor sejam os valores do Qui-Quadrado, AIC e BIC, melhores são as adaptações das contagens microbiológicas ao DEP avaliado. É importante ressaltar que apesar das contagens microbiológicas se adequarem melhor a determinadas DEP (baseados em métodos estatísticos), um estudo realizado por Corradini *et al.* (2001) em três produtos comerciais industrializados (leite cru, concentrado de maçã congelado e um *snack* baseado num produto lácteo) determinou que nenhuma dessas distribuições se destacou para descrever o comportamento de aeróbios mesófilos, leveduras e micro-organismos anaeróbios e termófilos e predizer contagens que excederam um limite estabelecido.



**Figura 1.** Série de contagens microbiológicas de coliformes totais e de enterobactérias em lotes ( $n=30$ ) de polpa de morango (PM) e de suco de maracujá (SM) não pasteurizados.

**Tabela 2.** Médias e medidas de bondade de ajuste das contagens de enterobactérias (E) e coliformes totais (CT) em polpa de morango (PM) e em suco de maracujá (SM) sem pasteurizar frente aos tipos de distribuição estatística de probabilidade.

Produto	Grupo de micro-organismo	Tipo de distribuição	Média $\pm$ desvio padrão (Log UFC g <sup>-1</sup> )	Teste para determinar o grau de semelhança*		
				Qui-quadrado	AIC	BIC
PM	CT	Laplace	3,86 $\pm$ 0,79	0,800	71,276	73,634
	E	Normal	3,52 $\pm$ 0,80	0,800	74,897	77,254
SM	CT	ExtValueMin	4,42 $\pm$ 0,52	2,000	46,433	48,791
	E	Laplace	4,54 $\pm$ 0,44	2,400	35,807	38,165

\* Medida quantitativa do grau de semelhança da distribuição dos dados ajustados com a distribuição ajustada. AIC: Critério de informação de Akaike; BIC: Critério de informação bayesiano.

Uma distribuição Laplace é usada quando a distribuição de dados apresenta mais picos do que uma distribuição normal e quando os dados têm caudas longas (ARYAL,

2006). Isso é concordante com as características dos dados de coliformes totais em PM e enterobactérias em SM. As contagens de enterobactérias em polpa de morango apresentaram menos valores nas extremidades da curva de distribuição, sendo simétricas, o que a caracteriza como uma distribuição normal.

As DEP são usadas para descrever a contaminação microbiana nos alimentos e indicam o padrão estabelecido para os níveis de contaminação esperado quando amostras aleatorizadas são selecionadas dentro de um mesmo lote (FAO/WHO, 2016). A forma como os micro-organismos se encontram distribuídos no alimento determinará a probabilidade de causar uma enfermidade ou provocar deterioração, sendo esses dados muito importantes para a área de garantia de qualidade quando são necessárias informações para a tomada de decisões sobre a aceitação ou rejeição de um lote de produto ou aprovação de uma etapa de processo.

Nos alimentos, os micro-organismos encontram-se distribuídos fisicamente e os mecanismos como contaminação, crescimento e morte/inativação microbiana, agregação, mistura e fracionamento, podem influenciar marcadamente os tipos de distribuições espaciais que eles podem apresentar no produto final (JONGENBURGER *et al.*, 2012). Esses mecanismos ocorrem através das diversas fases ou processos pelos quais atravessa um alimento, influenciando também sob seu nível final de contaminação (concentração ou percentagem de prevalência).

Baseado no descrito por Jongenburger *et al.* (2012), a Figura 2 apresenta os diferentes mecanismos que provavelmente tenham influência sob a dispersão dos micro-organismos durante um processamento típico de polpa de fruta congelada, tomando como exemplo a manufatura da polpa de morango, a qual pode ser estendida ao suco de maracujá.

Localização	Etapa de processo sequencial	Provável mecanismo envolvido	Fonte de contaminação associada
1. Campo	Semeadura e cultivo	Contaminação	Água, ar, solo, animais
	Colheita	Contaminação	Manipulador, solo
2. Indústria A	Recepção / Armazenamento	Contaminação, crescimento microbiano	Ar, equipamento, outros lotes de frutas
	Pesagem	Contaminação	Equipamento
	Seleção e retirada do cálice	Agregação, contaminação, fracionamento	Manipulador, utensílios de corte
	Desinfecção	Agregação, morte microbiana	Água clorada
	Enxágue	Agregação, contaminação	Água potável
	Seleção	Agregação, contaminação	Manipulador, equipamentos de transferência
	Despolpamento	Mistura, contaminação	Equipamento
	Refino	Contaminação	Equipamento

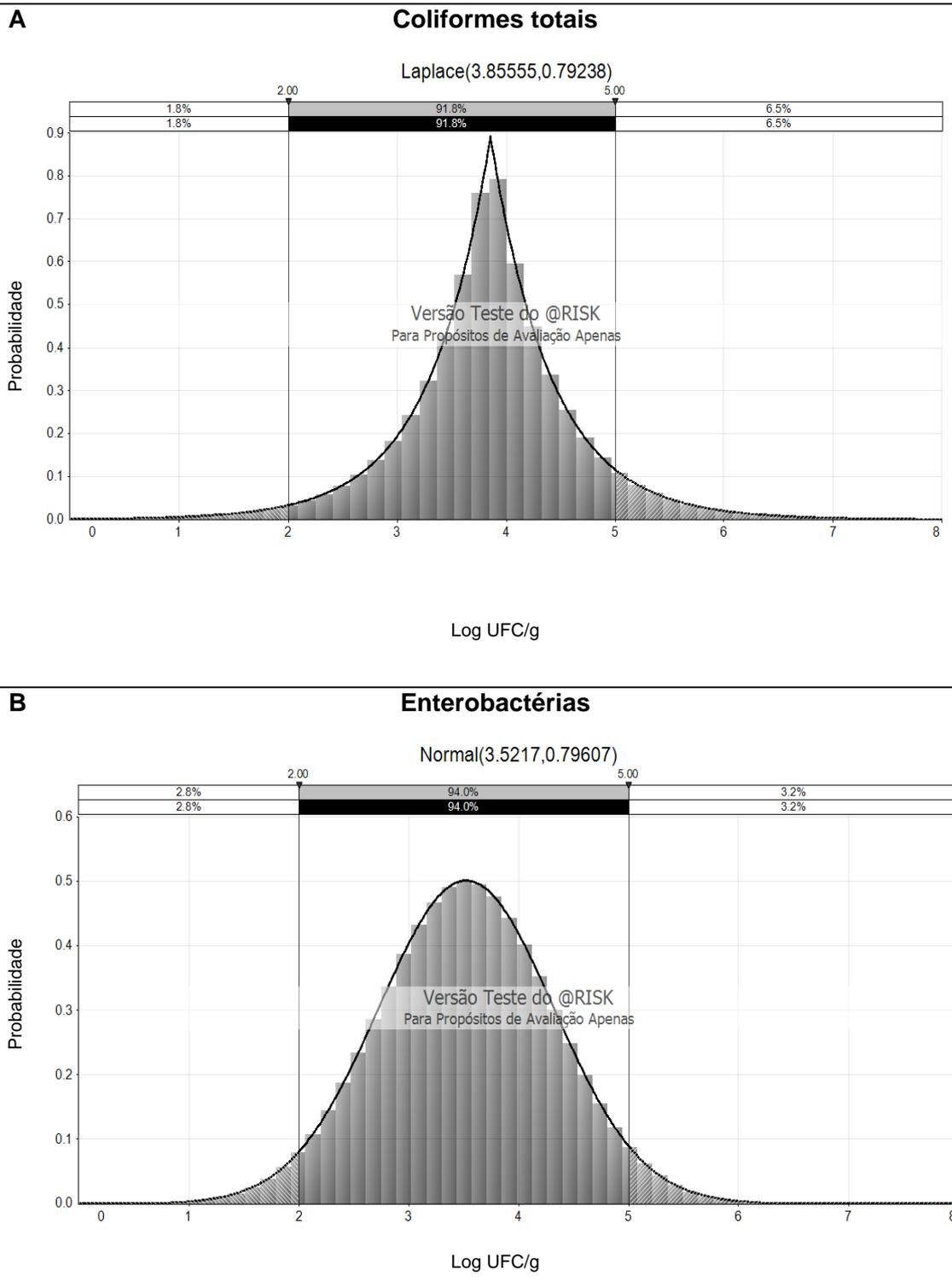
	Homogeneização	Mistura, contaminação	Equipamento
	Pasteurização	Morte microbiana	Nenhuma
	Resfriamento	Contaminação	Equipamento
	Filtração	Contaminação	Equipamento
	Envase	Contaminação	Equipamento, manipulador
	Congelamento	Inativação microbiana	Nenhuma
3. Indústria B	Descongelamento	Crescimento microbiano	Nenhuma

**Figura 2.** Prováveis mecanismos envolvidos no processamento de polpa de morango que influenciam na distribuição espacial final dos micro-organismos. Indústria A: processadora de sucos/polpas de frutas congeladas; Indústria B: aquela que utiliza o suco/polpa de fruta como matéria-prima ou ingrediente para outros produtos. Adaptado de Jongenburger *et al.* (2012).

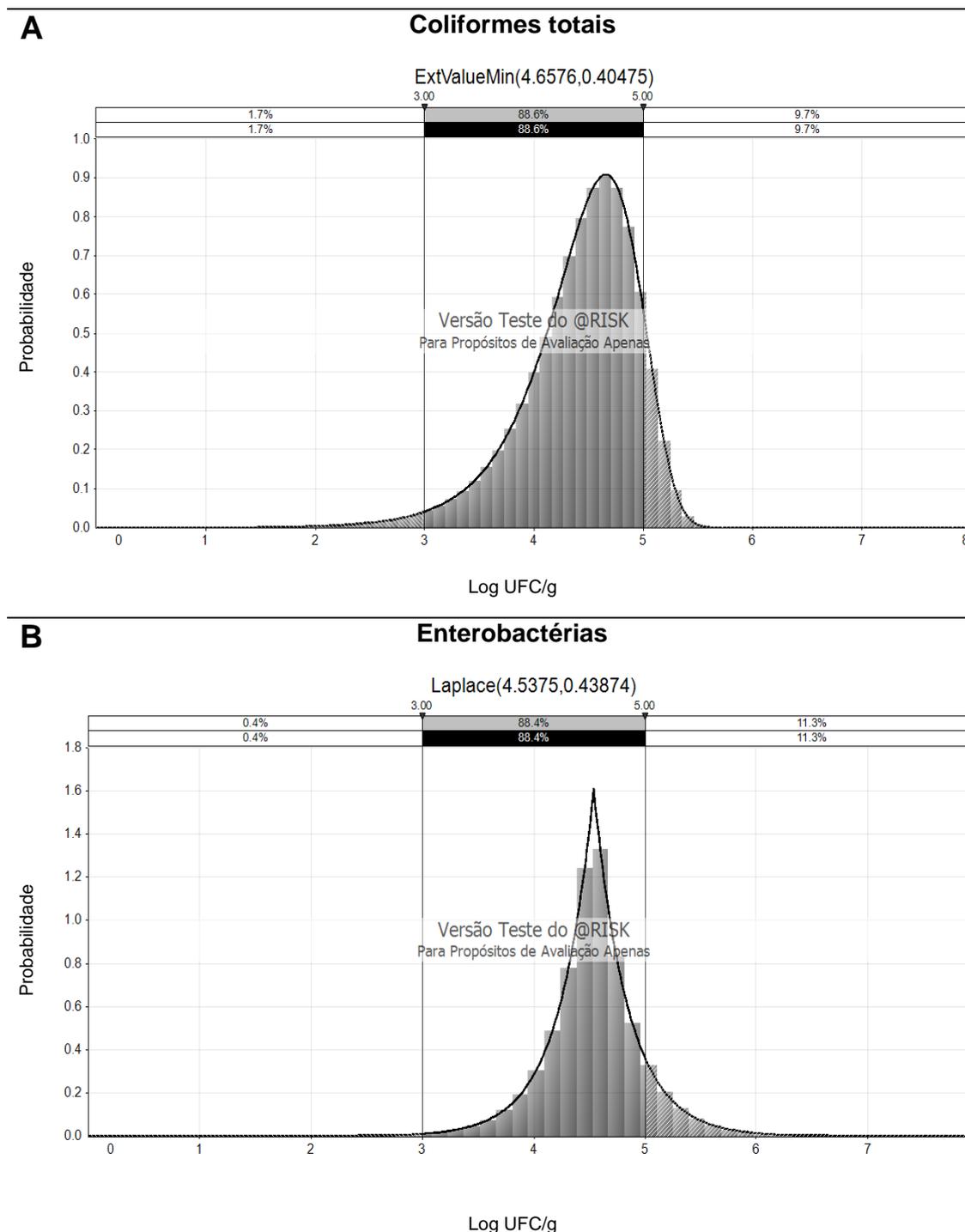
Em alimentos fluidos se espera que os micro-organismos se encontrem distribuídos mais uniformemente que em alimentos sólidos, contudo, também podem ocorrer casos de agrupamentos (*clustering*) os quais afetam diretamente na distribuição final das células microbianas. Além disso, é muito provável que cada amostra pertencente a um lote de produto homogêneo não tenha a mesma contagem microbiológica, considerando sua variabilidade intrínseca (JONGENBURGER *et al.*, 2012).

A variação dos valores numa distribuição de frequências é chamada dispersão e é medida através da variância (expressada como o desvio padrão à potência 2), e quando existe uma sobre-dispersão na distribuição de frequências isso reflete num agrupamento na distribuição espacial. Uma simulação desta dispersão é mostrada nas Figuras 3 e 4, considerando 100 000 iterações a partir dos dados iniciais de enterobactérias e coliformes totais em cada tipo de produto sem pasteurizar e o tipo de DEP previamente escolhido segundo a Tabela 2.

Nas Figuras 3 e 4 podem-se observar em detalhe as faixas das contagens microbiológicas e suas respectivas frequências. Valores superiores ao padrão estabelecido de 5 Log UFC g<sup>-1</sup> de enterobactérias e coliformes totais foram encontrados em amostras não pasteurizadas provenientes dos dois produtos avaliados. De acordo com as distribuições estatísticas de probabilidade selecionadas em cada caso, 3,2% (Fig. 3B) e 11,3% (Fig. 4B) das amostras superaram as contagens de 5 Log UFC g<sup>-1</sup> de enterobactérias em PM e SM, respectivamente, enquanto que 6,5% (Fig. 3A) e 9,7% (Fig. 4A) dos valores obtidos em PM e SM apresentaram-se fora do padrão estabelecido neste estudo para coliformes totais. Apesar do seu baixo valor do pH, o suco de maracujá foi o produto que apresentou os maiores valores fora do limite estabelecido (5 Log UFC g<sup>-1</sup>) para ambos os grupos de micro-organismos indicadores. Isso assinala que os frutos utilizados nesses lotes de fabricação tiveram provavelmente maior contato com o solo e que as condições em que foram colhidos, armazenados e transportados até a fábrica não foram melhores do que aquelas empregadas para o morango.



**Figura 3.** Uso da simulação de Monte Carlo (100 000 iterações) para a estimativa quantitativa das contagens de coliformes totais (distribuição Laplace) e de enterobactérias (distribuição normal) em polpa de morango sem pasteurização.



**Figura 4.** Estimação quantitativa das contagens de coliformes totais (distribuição ExtValueMin) e de enterobactérias (distribuição Laplace) em suco de maracujá sem pasteurização, mediante a aplicação da simulação de Monte Carlo (100 000 iterações).

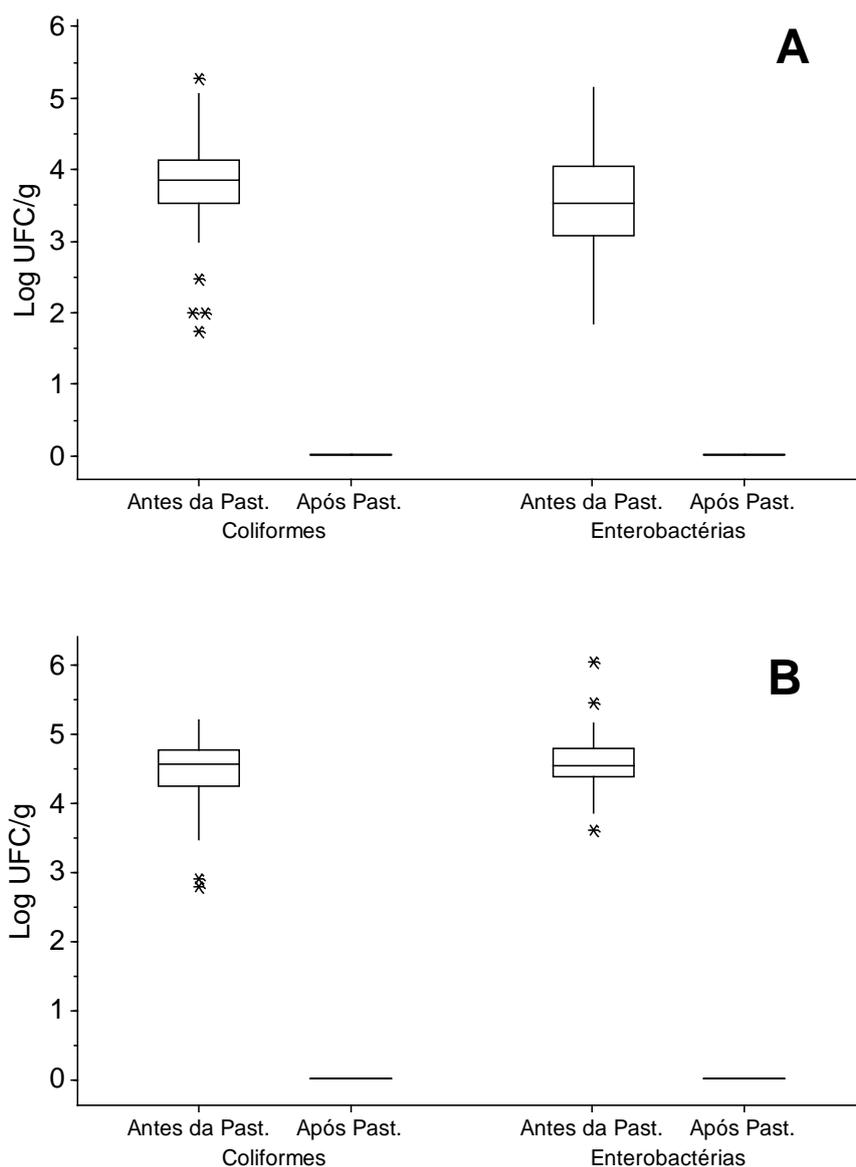
Maracujazeiro e morangueiro são plantas com diferentes formas de cultivo no campo, o que influencia na microbiota dos seus frutos. O primeiro cresce em forma de videira (longe do solo), em regiões tropicais e subtropicais, sob temperaturas entre 20 a 32 °C, sem ventos e geadas (CABRAL; FREIRE, MATTA, 2010), enquanto que o segundo tem mais probabilidade de ser contaminado por crescer perto do solo,

podendo-se também contaminar com micro-organismos patogênicos pelas águas de irrigação. No entanto, estudos realizados em morangos provenientes de campos de cultivos na Bélgica e na Noruega indicaram ausência de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* produtora de toxina de Shiga (STEC), ressaltando a boa qualidade desses frutos e a forma adequada de cultivá-los (DELBEKE *et al.*, 2015; JOHANNESSEN *et al.*, 2015).

A contagem de coliformes pode ser usada como indicador de qualidade higiênico-sanitária nas indústrias de alimentos. No estudo de Parish (1998) esta análise foi utilizada como informação microbiológica proveniente de amostras ambientais, de equipamentos e utensílios (transportadores de correias, filtros, drenos, pisos, luvas) de uma planta processadora de suco de laranja não pasteurizado envolvida num surto de salmonelose, ajudando a evidenciar que os procedimentos de limpeza e sanitização do equipamento, utensílios e ambiente de trabalho não foram adequados para prevenir a contaminação do suco engarrafado. Sem dúvida, nos últimos anos as contagens de coliformes estão sendo substituídos pelas de enterobactérias, sendo a preferida pelos fabricantes (BAYLIS *et al.*, 2011).

Enterobactérias, além de ser um grupo de micro-organismos indicadores para boas práticas de fabricação, também são considerados importantes agentes deteriorantes, podendo afetar leites, queijos, carnes vermelhas, pescados e outros frutos do mar, além de vegetais. Algumas espécies deste grupo podem produzir diversos compostos voláteis e enzimas pécticas capazes de destruir os tecidos dos vegetais, ocasionando por exemplo a podridão em peras (BAYLIS, 2006). Apesar dos esforços em reduzir as perdas de alimentos por deterioração microbiana, o desafio ainda é grande. Recentemente, uma pesquisa realizada com 164 produtores e engarrafadores de sucos (membros de associações deste tipo de produtos nos Estados Unidos e na Europa) revelou que ao menos anualmente eles descartam quantidade expressiva de ingredientes ou produtos finais devido à perda de qualidade, indicando a necessidade de melhores opções para a detecção e inativação dos micro-organismos deteriorantes, assim como otimização dos procedimentos de sanitização (SNYDER; WOROBO, 2018).

A microbiota das frutas é bastante influenciada pela contaminação inicial no campo, principalmente através do solo e águas de irrigação (PARAMITHIOTIS; DROSINOS; SKANDAMIS, 2017), podendo incluir micro-organismos patogênicos. Esses contaminantes microbianos podem estar presentes na casca e na polpa da fruta, podendo migrarem de um lugar a outro através da internalização (REZENDE *et al.*, 2016) e assim contaminar o maquinário e o produto final durante o processamento. Durante a fabricação, a carga microbiana proveniente das matérias-primas ou da contaminação através do equipamento/meio ambiente pode permanecer na polpa/suco antes da etapa de pasteurização (RAMOS *et al.*, 2017) e somente tratamentos térmicos ou alternativos (não-térmicos) são capazes de reduzir e controlar essa carga microbiológica. Neste estudo, os 30 lotes de fabricação avaliados em cada produto para verificar a carga residual de enterobactérias e coliformes totais depois da pasteurização resultaram em ausência ( $<10$  UFC g<sup>-1</sup>) destes micro-organismos. Algumas bactérias patogênicas pertencentes ao grupo de enterobactérias e coliformes totais, como *Salmonella enteritidis* e *E. coli* O157:H7, podem sobreviver aos fatores intrínsecos dos sucos/polpas de frutas ácidas; no entanto, tratamentos térmicos superiores a 71,1°C por 3 segundos aplicados a este grupo de alimentos com pH menor do que 3,9 são suficientes para garantir uma redução mínima de 5 Log destes micro-organismos (MAZZOTTA, 2001).



**Figura 5.** Diagrama de caixas comparativo das contagens microbiológicas de coliformes totais e de enterobactérias, antes e após pasteurização, em polpa de morango (A) e em suco de maracujá (B) industrializados. Past: Pasteurização.

Considerando o valor das medianas, reduções de 3,52 e 4,54 Log UFC g<sup>-1</sup> nas contagens de enterobactérias em PM e em SM, respectivamente, foram mostradas neste estudo (Figura 5). Apesar de encontrar contagens de enterobactérias e coliformes totais superiores a 5 Log nas amostras provenientes da etapa de homogeneização, a pasteurização aplicada pela indústria em pauta reduz e controla esses grupos de micro-organismos. Enterobactérias e coliformes são muito sensíveis aos tratamentos térmicos, principalmente em meio ácido. Assim, por exemplo, no estudo de Ramos, López e Noa (2016), quando foi aplicada a etapa do chapoteo à polpa de camu-camu em nível industrial, não se detectaram contagens de enterobactérias, assegurando uma redução média de  $3,65 \pm 0,03$  Log UFC g<sup>-1</sup> quando comparadas a um processo de extração mecânica convencional. Desta forma, esta

etapa que aplica calor e ao mesmo tempo melhora as características químicas e sensoriais da polpa, assegura a estabilidade microbiológica.

Através dos diagramas de caixas pode-se observar que não existe diferença marcante entre as contagens de enterobactérias e de coliformes totais nas polpas/sucos sem pasteurizar, confirmando que o processo de pasteurização reduz consideravelmente a carga residual de micro-organismos entéricos até um nível onde eles não podem ser detectados usando a metodologia de contagem por plaqueamento. É importante mencionar que, apesar de existir variabilidade nas contagens individuais de coliformes em SM, em conjunto elas não diferem muito das contagens obtidas para a PM.

Considerando o descrito na pesquisa de Ruby e Ingham (2009), as combinações de tempo e temperatura aplicados no tratamento térmico, e que todas as contagens de micro-organismos indicadores obtidos neste estudo foram positivos para bactérias patogênicas (*Salmonella enteritidis* ou *Escherichia coli* O157:H7), a pasteurização aplicada assegura que os produtos finais cumpram com os padrões de inocuidade estabelecidas para sucos/polpas de frutas (FDA, 2004).

#### 4. Conclusão

Apesar de existir diferenças entre as características físico-químicas e nas formas de cultivo das matérias-primas correspondentes, a polpa de morango (PM) e o suco de maracujá (SM) sem pasteurizar não apresentaram grandes diferenças entre as contagens de enterobactérias e coliformes totais num processo industrial. Essas contagens adequaram-se melhor às distribuições de Laplace (coliformes totais em PM e enterobactérias em SM), Normal (enterobactérias em PM) e ExtValueMin (coliformes totais em SM), segundo os critérios estatísticos avaliados. O tratamento térmico aplicado pela indústria em pauta foi eficiente na redução dessa carga de micro-organismos em ambos os produtos (PM e SM), inclusive contra valores que excederam os 5 Log (padrão). O SM foi o produto que mais valores fora do padrão apresentou nas contagens de enterobactérias (11,3%) e coliformes totais (9,7%), no entanto foram reduzidos completamente ( $<10 \text{ UFC g}^{-1}$ ) pela pasteurização. A quantificação desses grupos de micro-organismos antes e depois da pasteurização permitiu à equipe de garantia de qualidade da fábrica validar que o tratamento térmico aplicado pela indústria processadora desses produtos (sucos/polpas) assegura uma estabilidade microbiológica em termos de segurança alimentar.

#### 5. Referências

ARYAL, G.R. **Study of Laplace and related probability distributions and their applications**. 2006. 97 p. Dissertation (Doctor of Philosophy)-Department of Mathematics, College of Arts and Sciences, University of South Florida, Florida, 2006.

BAYLIS, C.L. Enterobacteriaceae. *In*: BLACKBURN, C de W. (ed). **Food spoilage microorganisms**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2006. p. 624-667.

BAYLIS, C. *et al.* **The Enterobacteriaceae and their significance to the food industry. ILSI Europe Report Series**. Brussels: ILSI Europe, 2011. 52 p. Disponível em: [<https://ilsi.eu/publication/the-enterobacteriaceae-and-their-significance-to-the-food-industry/>](https://ilsi.eu/publication/the-enterobacteriaceae-and-their-significance-to-the-food-industry/). Acesso 28 dez. 2020.

BEVILACQUA, A. *et al.* Nonthermal technologies for fruit and vegetables juices and beverages: Overview and advances. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.17, n.1, p. 2-62, jan. 2018. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12299>.

CABRAL, L.M.C.; FREIRE JÚNIOR, M.; MATTA, V.M. da. Suco de maracujá. *In*: VENTURINI FILHO, W. G. (coord.). **Bebidas não alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010. v. 2, cap. 16, p. 303-314.

CORRADINI, M.G. *et al.* Estimating the frequency of high microbial counts in commercial food products using various distribution functions. **Journal of Food Protection**, v.64, n.5, p. 674-681, maio. 2001. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.5.674>.

CORRADINI, M.G. *et al.* Estimating the frequency of future high microbial counts in records with an actual or potential trend or periodicity. **Journal of Food Science**, v.67, n.4, p. 1278-1285, maio. 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10276.x>.

COTON, E; LEGUERINEL, I. Effects of pH. *In*: BATT, CA; TORTORELLO, ML. (ed.). **Encyclopedia of Food Microbiology**. 2. ed. London: Academic Press, 2014. v. 1, p. 577-586.

DELBEKE, S. *et al.* Microbial safety and sanitary quality of strawberry primary production in Belgium: Risk factors for *Salmonella* and shiga toxin-producing *Escherichia coli* contamination. **Applied and Environmental Microbiology**, v.81, n.7, p. 2562-2570, abr. 2015. <https://doi.org/10.1128/AEM.03930-14>.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. 182 p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). **Statistical aspects of microbiological criteria related to foods. A risk managers guide. Microbiological Risk Assessments Series, n°24**. Rome: FAO/WHO, 2016. 120 p.

GOH, E.L.C. *et al.* Baroprotective effect of increased solute concentrations on yeast and moulds during high pressure processing. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.8, n.4, p. 535-542, dez. 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.04.004>.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 750**: Fruit and vegetable products – Determination of titratable acidity. Geneva, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 1842**: Fruit and vegetable products – Determination of pH. Geneva, 1991.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 2173**: Fruit and vegetable products – Determination of soluble solids – Refractometric method. Geneva, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 21528-2**: Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae – Part 2: Colony-count method. Geneva, 2004. JOHANNESSEN, G.S. *et al.* Occurrence of *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Salmonella* and shiga-toxin producing *E. coli* in Norwegian primary strawberry production. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.12, n.6, p. 6919-6932, 2015. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606919>.

JONGENBURGER, I. *et al.* Impact of microbial distributions on food safety I. Factors influencing microbial distributions and modelling aspects. **Food Control**, v.26, n.2, p. 601-609, aug. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.02.004>.

KILSBY, D.C.; PUGH, M.E. The relevance of the distribution of micro-organisms within batches of food to the control of microbiological hazards from foods. **Journal of Applied Bacteriology**, v.51, n.2, p. 345-354, Oct. 1981. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1981.tb01251.x>.

KORNACKI, JL; JOHNSON, JL. *Enterobacteriaceae*, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (ed). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA), 2001. p. 69-82. Disponível em: <<https://ajph.aphapublications.org/doi/abs/10.2105/MBEF.0222.014>>. Acesso 28 dez. 2020.

MAZZOTTA, A. Thermal inactivation of stationary-phase and acid-adapted *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in fruit juices. **Journal of Food Protection**, v.64, n.3, p. 315-320, mar. 2001. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-64.3.315>.

MERCURI, A.J. *et al.* Relation of *Enterobacteriaceae* counts to *Salmonella* contamination of market broilers. **Journal of Food Protection**, v.41, n.6, p. 427-428, jun. 1978. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-41.6.427>.

MISKIMIN, D.K. *et al.* Relationships between indicator organisms and specific pathogens in potentially hazardous foods. **Journal of Food Science**, v.41, n.5, p. 1001-1006, set. 1976. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1976.tb14376.x>.

ORELLANA, L.E. *et al.* Non-thermal methods for food preservation. In: JUNEJA, V.; DWIVEDI, HP; SOFOS, JN. (ed). **Microbial Control and Food Preservation. Theory and Practice**. New York: Springer Science + Business Media, LLC, 2017. p. 299-326. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7556-3>.

OYARZÁBAL, O.A.; NOGUEIRA, M.C.L.; GOMBAS, D.E. Survival of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* in juices concentrates. **Journal of Food Protection**, v.66, n.9, p. 1595-1598, set. 2003. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-66.9.1595>.

PARAMITHIOTIS, S; DROSINOS, EH; SKANDAMIS, PN. Microbial ecology of fruits and fruit-based products. In: SANT'ANA, AS. (ed). **Quantitative microbiology in food processing: modeling the microbial ecology**. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2017. p. 358-381.

PARISH, M.E. Coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella* serovars associated with a citrus-processing facility implicated in a Salmonellosis outbreak. **Journal of Food Protection**, v.61, n.3, p. 280-284, mar. 1998. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-61.3.280>

PELEG, M. Interpretation of the irregularly fluctuating microbial counts in commercial dairy products. **International Dairy Journal**, v.12, n.2-3, p. 255-262, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00103-0](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00103-0).

RAMOS, F.G.; LÓPEZ, B.C.; NOA, L.A. Efecto del “Chapoteo” sobre la carga microbiológica de enterobacterias y coliformes totales durante la fabricación de pulpa de camu camu. **Revista Vitae**, v.23, supl.2, p. S135-S136, set. 2016.

RAMOS, F.G. *et al.* Comportamento dos micro-organismos indicadores frente ao *Chapoteo* na produção de polpa de camu-camu. **Revista Higiene Alimentar**, v.31, n.270/271, p. 109-113, jul/ago. 2017. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-848951?lang=es>>. Acesso 28 dez. 2020.

REZENDE, A.C.B. *et al.* Incidence and growth of *Salmonella enterica* on the peel and pulp of avocado (*Persea americana*) and custard apple (*Annona squamosa*). **International Journal of Food Microbiology**, v.235, p. 10-16, out. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.06.034>.

RODRIGUES, E.C.N.; RIBEIRO, S.C.A.; da SILVA, F.L. Não padronização de procedimentos operacionais em agroindústria familiar de polpa de frutas e seus efeitos na renda e satisfação dos associados. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v.208, p. 1-19, mar. 2015. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/erv/observ/y2015i20811.html>>. Acesso 28 dez. 2020.

RUBY, J.R.; INGHAM, S.C. Use of *Enterobacteriaceae* analysis results for predicting absence of *Salmonella* serovars on beef carcasses. **Journal of Food Protection**, v.72, n.2, p. 260-266, fev. 2009. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-72.2.260>.

SALOMÃO, B.C.M. Pathogens and spoilage microorganisms in fruit juice. *In*: RAJAURIA, G; TIWARI, BK. (ed). **Fruit juices: extraction, composition, quality and analysis**. Oxford: Academic Press, 2018. p. 291-308.

SLONGO, A.P.; MIORELLI, S.; ARAGÃO, G.M.F. Influência de diferentes fatores na termorresistência de *Neosartorya fischeri* em suco de mamão. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.16, n.4, p. 377-387, out/dez. 2005. Disponível em: <<http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/498>>. Acesso 28 dez. 2020.

SNYDER, A.B.; WOROBO, R.W. The incidence and impact of microbial spoilage in the production of fruit and vegetable juices as reported by juice manufacturers. **Food Control**, v.85, p. 144-150, mar. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.09.025>.

STRAWN, L.K.; SCHNEIDER, K.R.; DANYLUK, M.D. Microbial safety of tropical fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.51, n.2, p. 132-145, fev. 2011. <https://doi.org/10.1080/10408390903502864>.

TRIBST, A.A.L.; SANT’ANA, A.S.; MASSAGUER, P.R. Review: Microbiological quality and safety of fruit juices – past, present and future perspectives. **Critical Reviews in Microbiology**, v.35, n.4, p. 310-339, out. 2009. <https://doi.org/10.3109/10408410903241428>.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Guidance for industry: juice HACCP hazards and controls guidance first edition**. Silver Spring, 2004. Disponível em: <<https://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/Juice/ucm072557.htm>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

VOJDANI, J.D.; BEUCHAT, L.R.; TAUXE, R.V. Juice-associated outbreaks of human illness in the United States, 1995 through 2005. **Journal of Food Protection**, v.71, n.2, p. 356-364, fev. 2008. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.2.356>.

## 6. Agradecimentos

Os autores deste trabalho desejam agradecer à empresa SELVA INDUSTRIAL S.A., quem permitiu obter as amostras e realizar as análises para o estudo correspondente.

## Autores

Félix Giovanni Ramos Guerrero<sup>1,\*</sup>, Rosane da Silva Rodrigues<sup>2</sup>

1. Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil; Centro Latinoamericano de Enseñanza e Investigación de Bacteriología Alimentaria (CLEIBA), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Jr. Puno N° 1002, Lima 1, Lima, Perú.

2. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Caixa postal 354, Cep 96010.900, Pelotas, RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: [felix.ramos@unmsm.edu.pe](mailto:felix.ramos@unmsm.edu.pe)

---

## Tomates orgânicos: caracterização e vida útil

Eduarda Caetano Peixoto, Bianca Pio Ávila, Irajá Ferreira Antunes, Márcia Arocha Gularte

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c8>

### Resumo

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é considerado um fruto de sabor agradável e um alimento com muitos benefícios à saúde, é uma das hortaliças mais consumidas no mundo inteiro, seu consumo apresenta crescimento expressivo ao longo dos anos. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a vida útil de sete acessos de tomates, oriundos de sistema orgânico, cultivados na Embrapa Terras Baixas na cidade Capão do Leão/RS, armazenados em temperatura ambiente e em temperatura de refrigeração, perante análise sensorial descritiva. Também foram realizadas análises físico-químicas e caracterização de compostos bioativos. As características físico-químicas avaliadas foram pH, teor de sólidos solúveis totais (SST) e cor. Os compostos bioativos avaliados foram: capacidade antioxidante, vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides. A amostra número 4 foi a que apresentou pH mais ácido, a amostra número 14 apontou valor alto de SST, sendo a mais doce dentre as amostras analisadas. A casca com coloração mais vermelha foi da amostra número 12. A amostra número 18 apresentou maior capacidade antioxidante, em relação à vitamina C, a amostra número 4 obteve maior teor. A amostra de número 4 teve maior resultado para a quantidade de compostos fenólicos, e a amostra número 6/7 obteve maior quantidade de beta caroteno. As amostras de número 12, 13 e 6/7 mostraram maior vida útil (12 dias em temperatura de refrigeração). O estudo aponta que os acessos podem ser produzidos para o consumo.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicu* L, análise sensorial, antioxidantes.

### 1. Introdução

O consumo de hortaliças tem aumentado devido à maior conscientização da população em busca de uma dieta alimentar mais rica e saudável, o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça cultivada e consumida em todo o mundo (COSTA *et al.*, 2010). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística o Brasil está, hoje, entre os dez maiores produtores de tomate do mundo, e o estado que mais produz o fruto é Goiás, em 2017 foram produzidos mais de 677 milhões de toneladas (IBGE, 2017). O tomate é ótima fonte de vitaminas A e C e de sais minerais, e pode ser destinado a agroindústria para consumo à mesa. São consumidos na forma de molhos prontos e caseiros, extrato, doces, sucos e cru, na salada. Apesar de ser proibido pela legislação, muitos frutos são comercializados em caixas de madeira, entretanto o ideal é a venda a granel em caixas de plástico, bandejas plásticas ou de isopor, cobertas com filme plástico (GIULIO, 2007).

O aumento na exigência dos consumidores por alimentos de qualidade e sem produtos químicos, e a busca por uma agricultura ambientalmente sustentável promoveu o desenvolvimento da produção de alimentos orgânicos. Neste sistema de produção existe a preocupação com o uso do solo e com a saúde do consumidor. Muitos agrotóxicos são classificados como extremamente tóxicos para a saúde humana, podendo, em longo prazo, causar diferentes tipos de doenças (VALENT, 2014). O consumo de hortaliças orgânicas no Brasil é muito baixo comparado com outros países. Vários fatores colaboram para que isso aconteça, dentre os quais os custos com a certificação. Muitos produtos orgânicos possuem certificação, é uma forma de controlar a procedência do produto e a diferença na produção em relação à agricultura convencional (NOGUEIRA; ROSADO; GOMES, 2009).

Entretanto, muitos agricultores estão, aos poucos, tentando se adaptar ao processo. Segundo a Instrução Normativa n. 46 06/10/2011 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011), as sementes crioulas utilizadas no cultivo orgânico deverão ser oriundas de sistemas orgânicos e, não existindo no mercado estas sementes adequadas a determinada situação ecológica específica, o produtor poderá lançar mão de produtos existentes no mercado, desde que avaliadas pela instituição certificadora, excluindo-se todos os organismos geneticamente modificados, e o uso de agrotóxico sintético no tratamento e armazenamento de sementes.

## **2. Materiais e Métodos**

Foram obtidos tomates de sete acessos oriundos de material crioulo cultivado em sistema orgânico, cedidos pela Embrapa Terras Baixas no município de Capão do Leão, os quais foram classificados em tomate tipo cereja (Tomate 12, 13, 14, 4, e 6/7) e tomate tipo salada (Tomate 16 e 18). Após a colheita, os frutos foram selecionados e higienizados em seguida foram transportados em sacos plásticos para o laboratório de análise sensorial da Universidade Federal de Pelotas. Realizaram-se análises físico-químicas, pH, sólidos solúveis totais e cor. Também foram feitas análises de compostos bioativos, atividade antioxidante – DPPH, fenóis, vitamina C e carotenoides (estas análises foram feitas apenas no dia da colheita). Para avaliar a vida útil dos tomates foi realizada análise sensorial através de método descritivo.

### **2.1. Análises físico-químicas**

#### **2.1.1. Análise de cor**

A cor das amostras foi determinada através do sistema Cielab com a leitura de três parâmetros, proposto pela Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), que permite medir a intensidade de absorção na região visível para obtenção dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . As análises foram feitas em triplicatas, realizadas com auxílio do colorímetro da marca Minolta®, modelo CR-300, em que  $L^*$  expressa a luminosidade ( $L^*=0$  preto e  $L^*=100$  branco) e  $a^*$  e  $b^*$  relacionados acromaticidade ( $+a^*$ =vermelho e  $-a^*$ =verde;  $+b^*$ =amarelo e  $-b^*$ =azul).

#### **2.1.2. Análise de pH**

O pH foi determinado por um medidor digital da marca Hanna® modelo HI 2221. Pesou-se aproximadamente 3 g de amostra e homogeneizou-se com 5 mL de água destilada, em seguida foi feita leitura.

### 2.1.3. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Foi obtido através de refratômetro digital de mão da marca ATAGO<sup>®</sup>, modelo PR- 32 $\alpha$ , que consiste em medir o índice de refração da amostra, e o resultado foi expresso em °Brix.

## 2.2. Caracterização de compostos bioativos

### 2.2.1. Vitamina C (ácido L-ascórbico)

Aproximadamente 2 g de amostra foi homogeneizada com 10 mL de solução ácido metafosfórico (4,5%) em água ultra pura e deixada em repouso por cerca de 1 hora em frasco protegido da luz. Transferiu-se este volume para um balão de 25 mL e completou-se o volume com água ultrapura. Filtrou-se a amostra em papel filtro, cuidando para a retirada de toda a amostra, deixando somente o resíduo da filtragem. O sobrenadante da filtragem foi centrifugado em tubos Eppendorf nas condições de 7000 rpm por 10 min. O sobrenadante da centrifugação está pronto para ser analisado em cromatógrafo de alta performance (HPLC), metodologia descrita por Vinci (1995). O conteúdo de vitamina C dos frutos foi determinada através da quantificação da área dos picos gerados pelo cromatógrafo em comparação com a curva padrão de ácido ascórbico e os resultados expressos em mg.100 g<sup>-1</sup> de fruto fresco.

### 2.2.2. Atividade Antioxidante

Determinada através de espectrofotometria segundo metodologia adaptada de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Esse método é baseado na captura do radical livre DPPH (2,2- difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorvância a 515 nm. A extração foi realizada utilizando 5 g de fruta adicionadas de 20 mL de metanol, 100  $\mu$ L de amostra com uma alíquota de 3 mL de solução de DPPH em tubo de 15 mL, com fundo cônico (Falcon). Os extratos foram armazenados no escuro, por 24 horas, quando se realizou a leitura a 515 nm em espectrofotômetro. Resultados expressos em mg.TEAC g<sup>-1</sup> de fruto fresco.

### 2.2.3 Carotenoides

Aproximadamente 2 g de amostra foram homogeneizadas com aproximadamente 20 mL de acetona gelada com auxílio do vortex durante 5 min. Após a filtragem em funil de Buchner, forrado com um papel filtro, o resíduo foi lavado com acetona até que o mesmo ficasse incolor. O filtrado foi transferido para o funil de separação, adicionando-se éter de petróleo 15 mL e água destilada, promovendo a separação de fases. Descartou-se a fase inferior e continuou-se lavando com água destilada (aproximadamente 4 ou 5 lavagens) até a remoção total da acetona. Transferiu-se o pigmento (extrato) para um balão volumétrico (25 mL) com o auxílio de um funil contendo algodão, no qual são colocadas algumas gramas de sulfato de sódio anidro. Completou-se o balão com éter de petróleo e realizou-se a leitura em espectrofotômetro. Para esse método, utilizou-se a metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (2001).

### 2.2.4 Fenóis

Aproximadamente 1 g de fruto homogeneizado foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL, adicionado 60 mL de água ultrapura e 5 mL de Reagente de

*Folin-Ciocalteu*. Após 8 minutos adicionou-se 20 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% e elevou-se o volume para 100 mL com água ultrapura.

Após repouso de 2 horas ao abrigo da luz a amostra foi filtrada e submetida à leitura espectrofotométrica (725 nm). A prova em branco consistiu em 1 mL de água ultrapura em substituição a 1 g de fruta. Os resultados foram expressos em equivalência de mg de GAE.g<sup>-1</sup> de fruto fresco, através de uma curva de calibração. Para esse método, utilizou-se a metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965).

### 2.3. Análise sensorial

Para verificação da vida útil, foram utilizados tomates recém colhidos, em que foram avaliados tempos e temperaturas diferentes, tempo zero (tempo inicial, mesmo dia da colheita), oito dias armazenado em temperatura ambiente (25±1 °C), oito e doze dias armazenado em temperatura de (4±1 °C). As amostras ficaram armazenadas na geladeira acondicionadas na gaveta de verduras.

Utilizou-se o método de análise descritiva (GULARTE, 2009) para avaliar as características do fruto ao longo do tempo de armazenamento. A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Pelotas, sendo aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram informados sobre os procedimentos do estudo. A amostra, codificada com três dígitos aleatórios, foi oferecida em porções de 10 g servidas em pratos de porcelana à temperatura ambiente. O teste foi realizado em cabines individuais com luz branca, sem ruído e sem cheiro, e em um momento distante das refeições principais.

NOME: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Avale da esquerda para a direita as características sensoriais solicitadas, registrando com um traço vertical na escala.  
CÓDIGO DAS AMOSTRAS \_\_\_\_\_ Cor característica \_\_\_\_\_

_____	POUCA	_____	MUITA
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Defeitos de superfície</b>		
_____	MUITA	_____	POUCA
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Firmeza ao corte</b>		
_____	POUCA	_____	MUITA
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Espessura da polpa</b>		
_____	RUIM	_____	EXCELENTE
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Aroma característico</b>		
_____	POUCO	_____	MUITO
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Doçura</b>		
_____	POUCA	_____	MUITA
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Acidez</b>		
_____	MUITA	_____	POUCA
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Tamanho ideal</b>		
_____	RUIM	_____	EXCELENTE
_____	-----		
_____	-----		
	<b>Aparência global</b>		
_____	RUIM	_____	EXCELENTE
_____	-----		
_____	-----		

Houve alguma amostra preferida? Se sim, qual foi? Anote o código \_\_\_\_\_

**Figura 1.** Modelo de ficha de análise sensorial descritiva.

Foram selecionados 10 avaliadores experientes, de ambos os sexos, com faixa etária de 25 a 50 anos, fazendo parte da equipe, discentes e docentes da Universidade Federal de Pelotas. Os avaliadores foram orientados sobre as características do tomate, como: sabor (acidez e doçura), textura (firmeza ao corte e espessura da polpa) e coloração. Na Figura 1 é apresentado o modelo de ficha da análise descritiva (AD).

Os termos e atributos que ancoraram essa avaliação foram: cor: 0 = pouco e 9 = muito, defeitos de superfície: 0 = muito e 9 = pouco, firmeza ao corte: 0 = pouca e 9 = muita, espessura da polpa: 0 = ruim e 9 = excelente, aroma característico: 0 = pouco e 9 = muito, doçura: 0 = pouco e 9 = muito, acidez: 0 = muita e 9 = pouco, tamanho ideal: 0 = ruim e 9 = excelente, aparência global: 0 = ruim e 9 = excelente.

#### 2.4. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA com comparação de médias através do teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Os gráficos tipo aranha apresentam resultados da análise sensorial.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados das análises de pH, sólidos solúveis e cor estão descritos na Tabela 1. Pode-se dizer que a coloração dos tomates é a característica mais importante, sendo por sua vez um fator importante na decisão de compra por parte do consumidor bem como um indicativo de maturação do fruto (LÓPEZ; GÓMEZ, 2004). A cor mais característica do tomate é o vermelho, sendo assim, entre as amostras, o acesso 14 foi o que obteve maior valor de  $a^*$  ( $27,0 \pm 5,1$ ).

**Tabela 1.** Caracterização físico-química dos acessos de tomates orgânicos.

Tomates	Amostras	pH	SST (°Brix)	Cor		
				L*	a*	b*
Cereja	12 VD	3,5±0,1c	6,0±0,2cd	46,4±1,1cb	-2,0±0,5b	25,4±3,0c
	13	3,4±0,1c	5,6±0,1cd	40,9±0,2de	23,4±2,6 <sup>a</sup>	15,7±0,3d
	14 GVM	4,3±0,0a	8,1±0,3a	44,0±0,5cd	27,0±5,1 <sup>a</sup>	19,5±1,5d
	6/7	3,9±0,0b	7,1±0,0b	40,6±0,3e	23,8±1,8 <sup>a</sup>	15,6±0,3d
	4 GAM	3,4±0,0c	5,5±0,2d	50,8±2,0a	3,8±0,9b	39,5±1,5a
Salada	16	3,8±0,0b	4,2±0,4e	48,2±1,6ab	23,9±1,0a	33,1±2,0b
	18	3,8±0,0b	6,2±0,0c	44,4±1,3cd	22,6±0,4a	27,0±1,6c

Médias (n=3) ± desvio padrão seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). VD = Tomate tipo cereja verde, GVM = tomate tipo cereja garrafinha vermelho, GAM = tomate tipo cereja garrafinha amarelo. SST = Sólidos solúveis totais.

O tomate do acesso 12 é o único que tem como característica a cor verde quando maduro, podendo ser observado pelo resultado do parâmetro  $a^*$  ( $-2,0 \pm 0,5$ ), já o acesso 4 tem como propriedade a cor amarela sendo indicada pelo valor de  $b^*$  ( $39,5 \pm 1,5$ ). A amostra 18 foi a que obteve resultado menor para coloração vermelha. O valor de  $L^*$  corresponde à luminosidade do fruto, neste parâmetro praticamente não se obteve variação de valores.

Os valores de pH são semelhantes em todos os acessos, o valor mais elevado foi encontrado na amostra 14 (mais vermelho),  $\text{pH} = 4,3 \pm 0,0$ , e o mais baixo para amostra 4 (amarelo),  $\text{pH} = 3,4 \pm 0,0$ , mesmo valor encontrado por Rêgo, Finger e Casali (1999), que cita que pH de tomates com tonalidade vermelho forte são superiores aos frutos de casca amarela.

Os sólidos solúveis totais influenciam diretamente no sabor dos frutos. Pode-se notar que, algumas amostras não variaram significativamente entre si, entretanto a cultivar 14 foi a que apresentou valor mais alto de SST ( $8,1 \pm 0,3$ ), e a cultivar 16 a que apontou o menor valor ( $4,2 \pm 0,4$ ). Os valores encontrados estão dentro das faixas normais para tomates (PEDRO, 2004). No entanto, os valores mínimos de sólidos totais aceitos pelas indústrias de transformação de tomate não deve ser inferior a 4,0 °Brix (SILVA; GIORDANO, 2013). Observou-se que todas as amostras de tomate, tem Brix superior a 4. Na Tabela 2 estão os resultados da caracterização dos compostos bioativos.

**Tabela 2.** Caracterização de compostos bioativos em tomates orgânicos.

Tomate	Amostra	DPPH mg.TEACg <sup>-1</sup> de ff	Fenóis mg.GAE.g <sup>-1</sup> de ff	Vitamina C mg.100g <sup>-1</sup> ff	Carotenoides µg.g <sup>-1</sup> ff
Cereja	12 VD	4,5±0,1 <sup>a</sup>	1,5±0,0 <sup>c</sup>	1,5±0,0 <sup>e</sup>	18,8±0,0 <sup>b</sup>
	13	3,7±0,0 <sup>c</sup>	1,7±0,0 <sup>b</sup>	0,9±0,0 <sup>f</sup>	17,4±0,0 <sup>c</sup>
	14 GVM	4,1±0,0 <sup>b</sup>	1,8±0,0 <sup>b</sup>	1,7±0,0 <sup>de</sup>	14,6±0,1 <sup>b</sup>
	6/7	3,2±0,0 <sup>d</sup>	1,7±0,0 <sup>b</sup>	2,3±0,0 <sup>ab</sup>	19,3±0,0 <sup>a</sup>
	4 GAM	3,2±0,0 <sup>d</sup>	2,1±0,0 <sup>a</sup>	2,5±0,1 <sup>a</sup>	18,5±0,3 <sup>b</sup>
Salada	16	3,1±0,0 <sup>d</sup>	1,8±0,0 <sup>b</sup>	1,9±0,0 <sup>cd</sup>	17,7±0,2 <sup>c</sup>
	18	2,8±0,0 <sup>e</sup>	1,8±0,0 <sup>b</sup>	2,1±0,1 <sup>bc</sup>	18,8±0,1 <sup>b</sup>

Médias (n=3) ± desvio padrão seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). VD = Tomate tipo cereja verde, GVM = tomate tipo cereja garrafinha vermelho, GAM = tomate tipo cereja garrafinha amarelo.

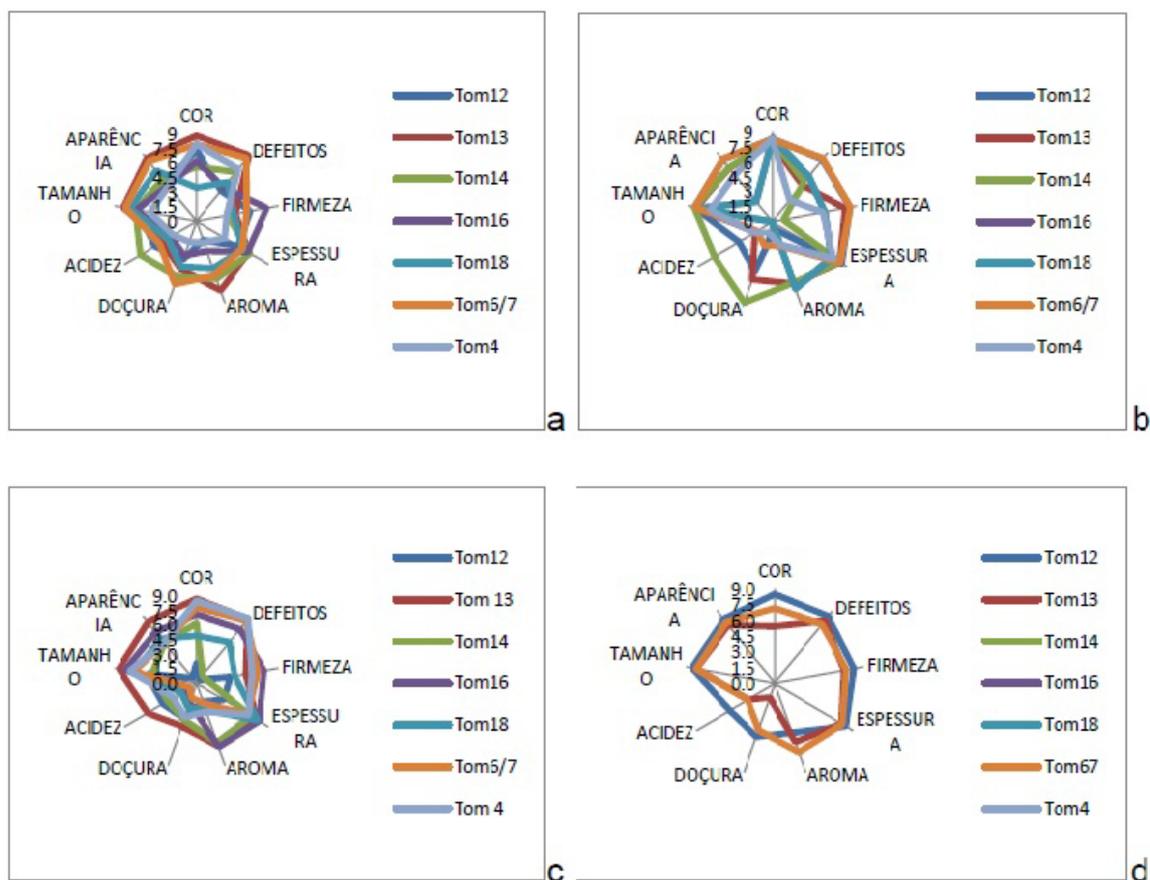
De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que a amostra número 18 se destacou mais perante as outras, apresentando maior capacidade antioxidante ( $2,8 \pm 0,0$ ), o acesso 12 VD foi o que mostrou menor conteúdo ( $4,5 \pm 0,1$ ). Borguini (2006) encontrou resultados inferiores de atividade antioxidante em tomates cultivados em sistema convencional. Apesar da variação existente entre os acessos não houve diferenças significativas no teor de compostos fenólicos. A amostra que obteve maior média e por sua vez maior teor de compostos fenólicos foi o acesso 4 ( $2,1 \pm 0,0$ ). O teor de vitamina C foi o componente que mais variou entre os parâmetros analisados, a amostra 13 apresentou valor bem inferior ( $0,9 \pm 0,0$ ) quando comparada as outras amostras, a amostra número 4 foi a que teve maior teor de

ácido ascórbico ( $2,5\pm 0,1$ ). Caris-Veyrat *et al.* (2004), observaram superioridade de 35% de vitamina C em tomates orgânicos quando comparado com tomates convencionais. O resultado mais elevado de carotenoides foi encontrado na amostra 6/7 ( $19,3\pm 0,0$ ) e o menor valor na amostra 14 ( $14,6\pm 0,1$ ). Sabe-se que a qualidade de um fruto na pós-colheita está diretamente relacionada com seu ponto de maturação, diversos trabalhos relatam que os compostos bioativos em geral são fortemente influenciados pelas práticas culturais (PAULA *et al.*, 2015). O tomate é uma hortaliça com grande teor de carotenoides. Alguns carotenoides são precursores de vitamina A, uma função muito importante já que a sua deficiência pode acarretar problema de saúde pública. No tomate, o betacaroteno é o carotenoide pró-vitamina A mais ativo, e que está associado à proteção de diversas doenças (CARVALHO *et al.*, 2006). Considerando as evidências epidemiológicas, atualmente o tomate é considerado um alimento funcional, sendo responsável pela redução de diferentes tipos de doenças (BORGUINI, 2006).

Em relação à análise sensorial, foi utilizada a técnica de descrição sensorial através do método de análise descritiva, pois permite o levantamento, a descrição e a quantificação dos atributos detectáveis em um produto (ALCANTARA; FREITAS, 2018). A Figura 2 demonstra a média da avaliação sensorial de todos os tempos avaliados.

O primeiro grupo de tomates analisados foi o do tempo inicial, referente ao dia da colheita (Figura 2 – a). A amostra 13 apresentou maior valor para o atributo cor, a amostra com menor número de defeitos também foi o tomate do acesso 13. A amostra número 16 mostrou maior firmeza em relação ao corte, a amostra com melhor espessura de polpa foi a número 14. Em relação ao aroma característico de tomate, a amostra 13 é a responsável por este atributo. A amostra que destacou maior teor de doçura foi a 6/7 a amostra com maior teor de acidez foi a amostra número 4. As melhores médias para as características de tamanho e aparência global foram obtidas pela amostra 13, as quais mais se aproximaram da avaliação máxima (9 pontos). Em relação aos resultados é possível verificar que o tomate número 13 foi o que alcançou melhores resultados quando comparado as outras amostras, a preferência pode ser explicada pelo fato da amostra ter cor vermelha característica e um tamanho padrão para tomates.

O segundo tempo avaliado (Figura 2 – b) perante análise sensorial foi o tempo oito, no qual os frutos foram armazenados em pratos cobertos com filme plástico em temperatura aproximadamente de  $25\pm 1$  °C. É possível analisar através do gráfico que as médias para cor de todas as amostras aumentaram consideravelmente. Segundo, Machado, Alvarenga e Florentino (2007) uma possível explicação para isso se dá ao fato que a temperatura é um fator ambiental significativo no desenvolvimento da cor do tomate, durante o amadurecimento temperaturas mais elevadas não inibem a síntese de betacaroteno, o qual é responsável por boa parte da cor dos frutos, intensificando a tonalidade do laranja para o vermelho. Em relação aos defeitos de superfície dos tomates, as médias de todas as amostras aumentaram significativamente, apontando para deterioração do mesmo. A amostra número 4 apresentou mais sinais de defeitos (rachaduras) do que as outras; a amostra que menos mudou quando comparada ao tempo inicial foi a amostra número 6/7.



**Figura 2.** Gráfico aranha do perfil dos tomates no tempo zero (a), tempo oito temperatura ambiente (b), tempo oito refrigerado (c) e tempo doze refrigerado (d).

Quanto a firmeza dos frutos, pode-se dizer que a única amostra que sofreu alterações foi a número 14, que apresentou uma textura mais macia. Silva, Alvarenga e Maciel (2013) observaram que em tomate, a perda progressiva da firmeza com o amadurecimento é resultante da redução na espessura da parede celular e adesão entre as células adjacentes, devido a solubilização da protopectina na parede celular para formar pectina solúvel e outros produtos.

Todas as amostras tiveram um pequeno aumento na média em relação a espessura da polpa, a amostra 4 teve um aumento significativo em relação a este atributo. Ao comparar a amostra 13 do tempo inicial com a do tempo oito, o aroma característico diminuiu, entretanto em outras amostras houve um aumento na média. Quanto a doçura dos frutos, as amostras 12, 13, 14 apresentaram maiores valores para doçura, já as amostras 6/7 e 4 tiveram redução, ou seja, estavam menos doces. Os tomates das amostras 16 e 18 não estavam aptos para o consumo, pois apresentaram características de mofos, sendo assim não foi possível realizar avaliação. Em relação a acidez observou-se redução em todos os valores, sendo um indicativo de que todas as amostras não estavam com sabor ácido. Segundo estudado por Seleguini *et al.* (2009) essa redução é explicável pelo metabolismo climatérico do tomate, que faz com que os ácidos orgânicos sejam utilizados na respiração. Em relação ao tamanho e a aparência dos tomates analisados, as únicas amostras que apresentaram valores relacionados à insatisfatório, foram as amostras dos acessos 16 e 18 por conta da contaminação microbiológica na superfície.

O terceiro tempo avaliado foi o tempo oito refrigerado a temperatura de  $\pm 4$  °C (Figura 2 – c) Em geral as colorações dos tomates refrigerados apresentaram-se inferiores aos resultados encontrados no tempo oito em temperatura ambiente, no qual a amostra 12 teve uma grande discrepância, observou-se grande descoloração. O tomate, em geral, apresenta sensibilidade ao frio, dependendo do estágio de amadurecimento em que se encontra. O fruto está no grupo de produtos que sofrem danos com o frio (temperaturas abaixo de 7 °C), exigindo, portanto, maiores cuidados em ambientes refrigerados (CASTRO, 2003).

O tomate 14 e o tomate 12 apresentaram mais defeitos que as amostras do tempo oito em temperatura ambiente, entretanto a amostra 4 apresentou menos defeito (menor rachadura de superfície). Em relação a firmeza, as únicas amostras que apresentaram resultados superiores foram as amostras do tomate 16 e 4. Todas as outras tiveram redução significativa em relação a espessura do fruto, com exceção da amostra 12, que apresentou valores inferiores, indicando menor espessura da polpa, as demais amostras não variaram significativamente. No atributo aroma, as amostras concentraram mais os compostos voláteis, preservando as características de odor. Todas as amostras apresentaram valores menores tanto para doçura quanto para acidez. Diferente do tempo oito em temperatura ambiente as amostras 16 e 18 não indicaram a presença de mofo, sendo assim, foi possível realizar a avaliação sensorial de doçura e acidez, os valores não variaram em relação as outras amostras do mesmo período. O tamanho e aparência global do fruto foram semelhantes em algumas amostras. As amostras 16 e 18 apresentaram valores superiores para aparência global, provavelmente devido ao fato do não aparecimento de mofo. Já amostra número 12 obteve nota bem inferior para aparência global.

O quarto e último tempo analisado é o tempo doze refrigerado (Figura 2 – d). Dentre todas as amostras, apenas os tomates, 12, 13 e 6/7 não estavam deteriorados. Em relação a cor dos frutos a amostra 12 apresentou coloração mais intensa do que o tempo anterior, as demais amostras mantiveram-se semelhantes aos resultados anteriores. Para o atributo defeitos de superfície, a amostra 12 também apresentou resultados superiores, as amostras 13 e 6/7 continuaram com resultados próximos aos já citados anteriormente. Houve um pequeno acréscimo na média para a característica de firmeza ao corte nas três amostras. A espessura se manteve praticamente a mesma para as amostras 6/7 e 13, a amostra 12 apresentou valor superior ao encontrado no tempo oito refrigerado. O aroma diminuiu para a amostra 12, as demais tiveram um pequeno aumento. A doçura aumentou para amostra 12 e 6/7 consideravelmente, entretanto as mesmas obtiveram valores maiores para acidez. A amostra 13 perdeu acidez e doçura, quando comparada com os tempos analisados anteriormente. Os resultados para tamanho característico do fruto não variaram. Já a aparência global, aumentou para a amostra 6/7 e 12, a amostra 13 recebeu valor inferior. Como se esperava, o uso da refrigeração aumenta a vida útil de praticamente todos os alimentos, o emprego da refrigeração nos acessos de tomates foi apontado como um fator positivo, entretanto o uso de temperaturas muito baixas, como Castro (2003) havia mencionado em sua pesquisa, não é adequado para o armazenamento do tomate.

#### 4. Conclusão

Os tomates avaliados neste estudo, cultivados pela Embrapa Terras Baixas, possuem quantidade de compostos bioativos benéficas à saúde. Os acessos 14 e 6/7 se

mostraram mais adocicados, o acesso 6/7 também apresentou maior conteúdo de vitamina C. Em geral a coloração da casca das amostras é de vermelho-alaranjada, com exceção dos acessos que possuem como característica coloração amarela-verde. A refrigeração concedeu maior tempo de vida útil a algumas amostras, entretanto, não se indicam temperaturas inferiores a 7 °C para o armazenamento dos frutos. O estudo indica que os acessos pesquisados podem ser produzidos para uma futura comercialização.

## 5. Referências

ALCANTARA, M.; FREITAS-SÁ, D. G. C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 21, e2016179, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.17916>.

BORGUINI R. G. **Avaliação antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate orgânico em comparação ao convencional**. 178f. 2006. Tese (Doutorado em Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

CARIS-VEYRAT, C. *et al.* Influence of organic versus conventional agricultural. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 52, n. 21, p.6503–6509, 2004. <https://doi.org/10.1021/jf0346861>.

CARVALHO, P. G. B. *et al.* Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 147-152, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000400001>.

CASTRO, V.A.S.P.T. **Controle do amadurecimento pós-colheita do tomate “Carmem” tratado com ácido 2-cloroetil fosfônico**. 88f. 2003. Dissertação (Mestrado Tecnologia Pós-Colheita) Universidade Federal de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas. 2003.

COSTA, E. S. *et al.* Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de tomateiro no agreste alagoano. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p.675-682, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000500011>.

GIULIO G. Setor tomateiro cresce e demanda aumento de pesquisas. **Inovação Uniemp**, v. 3, n.1, p.42-44, 2007. Disponível em: <[http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-23942007000100023&lng=es&nrm=is](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000100023&lng=es&nrm=is)> Acesso 28 dez. 2020.

GULARTE, M. A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas: UFPel, 2009. 106p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE **Censo Agropecuário**. 2017.

LÓPEZ C. A. F., GÓMEZ P.A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, p.534-537, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000300006>.

MACHADO A. Q.; ALVARENGA M. A. R.; FLORENTINO C. E. T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p.149-153, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000200004>.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 46, de 6 de Outubro de 2011.**

NOGUEIRA R. B.; ROSADO P. L.; GOMES A. S. Determinantes da demanda de hortaliças orgânicas em ilhéus. **Conjuntura & Planejamento**, Salvador, n.162, p.66-71, 2009. Disponível em: <[http://www.sei.ba.gov.br/site/publicacoes/sumarios/c&p162/c&p162\\_pag\\_66.pdf](http://www.sei.ba.gov.br/site/publicacoes/sumarios/c&p162/c&p162_pag_66.pdf)>. Acesso 28 dez. 2020.

PAULA, J.T. *et al.* Características físico-químicas e compostos bioativos em frutos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 434-440, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000400005>.

PEDRO, A. M. K. **Determinação simultânea e não-destrutiva de sólidos totais e solúveis, licopeno e betacaroteno em produtos de tomate por espectroscopia no infravermelho próximo utilizando calibração multivariada.** 102f. 2004. Dissertação (Mestrado em Físico-Química), Instituto de Química, UNICAMP, Campinas. 2004.

RÊGO R.; FINGER L.; CASALI W. D. Qualidade de frutos de tomate da cv. Santa Clara, mutante de fruto amarelo e seus híbridos F1. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p.106-109, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0102-05361999000200006>

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** Washington: Internacional Life Sciences Institute Press. 64p, 2001.

SELEGUINI A. *et al.* Vida útil e qualidade de frutos colhidos de plantas de tomateiro tratadas com paclobutrazol. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. S3717-S3723, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000400010>.

SILVA, E. C.; ALVARENGA, P. P. M.; MACIEL, G.M. Avaliações físico-químicas de frutos de tomateiro em função de doses de potássio e nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 1788-1795, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21896>>. Acesso 28 dez. 2020.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia – Embrapa Hortaliças, 168p. 2013.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A.JR. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic - phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p.144-158, 1965. Disponível em: <<https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>>. Acesso 28 dez. 2020.

VALENT, J. Z. *et al.* Qualidade de produtos orgânicos: a percepção dos produtores de hortaliças de uma feira ecológica em Porto Alegre – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, v. 18, p.1072-1082, set./dez. 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117013839>.

VINCI, G. *et al.* Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v.53, p.211-214, 1995. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)90791-5](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)90791-5).

## Autores

Eduarda Caetano Peixoto<sup>1,\*</sup>, Bianca Pio Ávila<sup>2</sup>, Irajá Ferreira Antunes<sup>3</sup>, Márcia Arocha Gularte<sup>4</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

2. Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

3. Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito, Caixa Postal, 403, 96010-971, Pelotas, RS, Brasil.

4. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: [eduardacpeixoto@hotmail.com](mailto:eduardacpeixoto@hotmail.com)

---

## Estudo da conservação de tomates “sweet grape” com revestimentos formulados a partir de fécula de mandioca e subprodutos da vinificação

Elizangela Gonçalves de Oliveira, Tatiana Valesca Rodriguez Alicieo

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c9>

### Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de coberturas filmogênicas de fécula de mandioca e bagaço de uva na conservação de tomate “sweet grape”, armazenados à temperatura ambiente e em refrigeração. Foram elaboradas duas soluções filmogênicas de gelatina, uma a base de fécula de mandioca e outra a base de bagaço de uva, ambas com concentração de 3%, as quais foram misturadas a uma solução de gelatina. As duas soluções filmogênicas foram testadas em amostras de tomates previamente selecionados, lavados e sanitizados. As amostras de tomate foram divididas em grupos distintos: grupo de controle, grupo revestido com biofilme de fécula de mandioca e grupo revestido com biofilme de bagaço de uva, e subdivididas entre amostras mantidas em temperatura ambiente e amostras mantidas sob refrigeração. Após doze dias de avaliação, os efeitos dos tratamentos foram verificados por meio da perda de massa (%), análise colorimétrica e análise microbiológica. Foi constatada a eficácia de ambas as variedades de biofilme para reduzir a perda de massa nas amostras mantidas em temperatura ambiente, com resultados sem diferença significativa pelo teste de *Tukey* entre as duas coberturas. Contudo, as amostras revestidas com biofilme de fécula de mandioca, sob temperatura ambiente, apresentaram resultados significativamente inferiores na contagem microbiana sob aspectos quantitativos, evidenciando eficácia qualitativamente inferior do biofilme de bagaço de uva. No entanto, ambas as coberturas se mostraram prejudiciais a proteção contra perda de massa sob condições de refrigeração, apresentando taxas de perdas superiores as das amostras controle.

**Palavras-chave:** cobertura filmogênica, polímeros, refrigeração, revestimento.

### 1. Introdução

Devido à preocupação com a questão da redução dos impactos ambientais, muitas pesquisas vêm sendo realizadas a fim de aperfeiçoar a produção de materiais biodegradáveis, a partir de fontes renováveis. Um exemplo disso é a produção de filmes biodegradáveis ou biofilmes, que se apresentam como uma alternativa para a redução dos impactos provocados pelo uso de polímeros derivados do petróleo, devido ao fato de poderem ser produzidos a partir de materiais renováveis como proteínas e polissacarídeos (PETRIKOSKI, 2013).

O desenvolvimento de filmes comestíveis e coberturas com permeabilidade seletiva pode ser extremamente promissor no controle de mudanças respiratórias e aumento do período de conservação de produtos vegetais frescos (SILVA *et al.*, 2012). O uso de coberturas comestíveis na conservação de frutas e hortaliças na condição pós-colheita tem sido preconizado como uma tecnologia emergente e de grande potencial.

A fécula é um dos produtos mais importantes obtidos a partir da mandioca. Apesar do amido e da fécula possuírem a mesma estrutura química, pode-se distinguir os dois devido ao fato de a fécula ser obtida de matérias-primas subterrâneas, enquanto o amido tem uma definição mais geral, pois pode ser obtido de qualquer parte da planta (CEREDA, 2005). Vários estudos realizados avaliam a utilização dos filmes de fécula de mandioca obtidos a partir de uma suspensão que possui apenas o polímero e o solvente, sendo este mais comumente a água. No entanto, na tentativa de aperfeiçoar as propriedades dos biofilmes podem ser elaborados filmes compostos adicionando à solução plastificantes e aditivos que contribuam positivamente nas propriedades mecânicas e de barreira ou ainda utilizando uma combinação de biopolímeros agregando as características positivas de cada um dos componentes utilizados (FAKHOURI *et al.*, 2007; ROJAS-GRAÜ; SOLIVA-FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2009).

O biofilme é produzido a partir de materiais biológicos, agindo como barreira a elementos externos e protegendo o produto embalado de danos físicos e biológicos, aumentando assim sua vida útil. O desenvolvimento desses biofilmes tem avançado consideravelmente, devido ao interesse por alimentos de alta qualidade, à preocupação ambiental e às oportunidades em criar mercados para as matérias-primas formadoras de filme, derivadas de produtos agrícolas (REIS *et al.*, 2011).

O bagaço é o principal resíduo obtido do processo de vinificação, sendo também o mais volumoso. É definido como o produto resultante da prensagem das uvas frescas, fermentadas ou não, sendo composto pelas cascas da uva, sementes e engaço. O conjunto mosto/vinho que embebe as partes sólidas da uva também pode ser componente do bagaço de uva (OLIVEIRA, 2010; RUGGIERI *et al.*, 2009). As cascas representam em média 82% do bagaço de uva (peso úmido) após a etapa de prensagem do processo de vinificação (JIANG; SIMONSEN; ZHAO, 2011). Estudos avaliaram a composição centesimal das mesmas e obtiveram valores próximos a 55% de fibras, 12% de proteínas, 6% de lipídios, 7% de cinzas e 2% de açúcares solúveis (DENG; PENNER; ZHAO, 2011; BAUMGÄRTEL *et al.*, 2007). Da quantidade de fibras presente na casca, quase 95% são consideradas insolúveis, sendo que as principais fibras encontradas são pectina, celulose e lignina. A proporção destas pode variar muito e depende do cultivar estudado, entre outros fatores.

Deng, Penner e Zhao (2011) desenvolveram filmes biodegradáveis a base de extratos de bagaço de uvas provenientes do processo de vinificação. Através do desenvolvimento de diferentes formulações de filmes, que além dos extratos de uva continham pectina, polissacarídeos, alginato e/ou uma mistura comercial de polissacarídeos, o estudo demonstra a possibilidade de obter filmes com atividade antimicrobiana, antioxidante e com boas propriedades mecânicas a partir de resíduos vitivinícolas.

O tomate apresenta elevado conteúdo de água, estando sujeito às variações de temperatura e umidade relativa do ambiente onde se encontra. A perda de água ocasiona perda de massa e altera a aparência do fruto (MARCOS, 2001). A utilização

de películas comestíveis para revestir produtos hortifrutícolas mostra-se eficaz na redução de perda de água e manutenção da qualidade do fruto.

Segundo Luvielmo e Lamas (2013) o uso de revestimentos comestíveis, aplicado em frutas, é uma tecnologia economicamente interessante, uma vez que são utilizadas pequenas quantidades de matérias-primas e muitas destas de baixo valor comercial, como a fécula de mandioca. Apesar de existir uma grande variedade de revestimentos comestíveis e muitos estudos com aplicações em frutas, ainda é um campo a ser explorado.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de coberturas filmogênicas de gelatina incorporadas de fécula de mandioca e bagaço de uva na conservação tomate "sweet grape", armazenados a temperatura ambiente e em refrigeração.

## 2. Materiais e Métodos

Foram avaliados frutos de tomates "sweet grape" maduros adquiridos em mercado varejista de produtos alimentícios. Os frutos foram selecionados em vista do tamanho, coloração (vermelha), firmeza ao tato e ausência de injúrias, sendo lavados em água corrente e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 200 mg L<sup>-1</sup>, por 15 min. Após esse período foram retirados da solução e colocados em peneiras para a secagem completa em temperatura ambiente.

A fécula de mandioca utilizada nos experimentos foi obtida em mercado varejista de alimentos. Já o bagaço de uva (*Vitis vinífera*, variedade Merlot, safra 2017-2018), utilizado para o desenvolvimento dos biofilmes foi doado pela Vinícola Peruzzo localizada na cidade de Bagé/RS. O bagaço de uva foi congelado a -18 °C e para a realização dos ensaios as amostras foram descongeladas em refrigeração a 7 °C e as sementes foram separadas das cascas manualmente. As cascas foram secas em estufa na temperatura de 70 °C por aproximadamente 2 h segundo metodologia proposta por Deamici *et al.* (2016). Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho analítico e acondicionadas em temperatura ambiente até a realização dos experimentos.

Após a sanitização e secagem, os frutos foram divididos em três grupos: amostras controle, sem aplicação de biofilme; amostras submetidas a aplicação de biofilme de fécula de mandioca com concentração de 3%, misturada com solução de gelatina incolor a 10% de concentração; e amostras recobertas com biofilme de bagaço de uva feito sob as mesmas condições de concentração do outro biofilme. A concentração de 3% foi definida a partir dos resultados obtidos por Lemos *et al.* (2008), que avaliaram a perda de massa de soluções filmogênicas de fécula de mandioca aplicada a pimentões e obteve melhores taxas de redução de perdas nesta concentração em amostras não refrigeradas.

Para a aplicação dos revestimentos, os frutos foram imersos por 1 min e, em seguida, suspensos e deixados secar naturalmente, sendo posteriormente acomodados em bandejas de poliestireno. Metade das amostras de cada um dos grupos foi armazenada em temperatura ambiente a 20±1 °C e 68±2% UR. A outra metade foi, por sua vez, colocada sob refrigeração controlada a 4±1 °C e 68±2% UR. Houve o acompanhamento da perda de massa e da cor das amostras durante 12 dias. A perda de massa dos frutos foi avaliada em todos os períodos de armazenamento, com

auxílio de balança analítica com precisão de 0,0001 g e os resultados expressos em porcentagem em relação à massa inicial conforme a equação 1.

$$\% \text{ Perda de massa} = \frac{(m_0 - m_i)}{m_0} \times 100\% \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:  $m_0$  a massa inicial (g) e  $m_i$  a massa a cada intervalo de tempo (g)

A análise de cor foi realizada com um colorímetro Minolta a partir de um diagrama tridimensional de cores ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), em que  $L$  indica luminosidade,  $a^*$  indica cromaticidade tendendo do verde (-) até vermelho (+) e  $b^*$  indica a cromaticidade que varia do azul (-) até amarelo (+). As análises foram realizadas em triplicata, para maior confiabilidade dos resultados. As diferenças significativas entre as médias ( $p < 0,05$ ) foram analisadas pelo teste de *Tukey*, utilizando-se o programa Statistica 6.0 (StatSoft Inc., Tulsa, Okla, USA).

As determinações microbiológicas foram realizadas de acordo com as recomendações de Downes e Ito (2001). A enumeração de bactérias mesófilas aeróbias foi realizada utilizando-se sementeira em ágar para contagem total (Plate Count Agar – PCA, MERCK®) com incubação a 37 °C por 24 h.

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de perda massa (%) para as amostras recobertas com as coberturas de fécula de mandioca e bagaço de uva nas condições de temperatura ambiente e refrigerada.

**Tabela 1.** Valores médios para perda de massa (%) de frutos de tomate “sweet grape” revestidos com biofilme de fécula de mandioca e bagaço de uva armazenados sob refrigeração.

		Temperatura ambiente*						
Tratamento/Dias**	0	1	3	5	8	10	12	
Controle (T1)	0	0,408a ±0,093	3,938a ±0,672	6,568a ±2,069	7,093a ±2,409	8,142a ±2,101	9,157a ±1,865	
Féc. Mandioca (T2)	0	1,274b ±0,152	2,620b ±0,353	4,850b ±0,787	6,237b ±1,061	6,141b ±1,211	7,050b ±2,409	
Bagaço de uva (T3)	0	1,235b ±0,122	3,627b ±0,893	3,410b ±0,351	5,366b ±0,410	6,240b ±0,453	7,140b ±0,333	
		Refrigeração*						
Tratamento/Dias**	0	1	3	5	8	10	12	
Controle (T4)	0	0,355a ±0,076	0,659a ±0,262	0,779a ±0,242	1,044a ±0,271	2,012a ±0,439	2,299a ±0,484	
Féc. Mandioca (T5)	0	0,800b ±0,315	1,466b ±0,355	2,453b ±0,413	2,903b ±0,428	3,533b ±0,485	4,055b ±0,267	
Bagaço de uva (T6)	0	0,210a ±0,122	1,157b ±0,103	1,694c ±0,080	2,879b ±0,135	3,197b ±0,160	3,543c ±0,126	

\*média ± desvio padrão. \*\*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de *Tukey*.

A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também de qualidade. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), alguma perda de água pode ser tolerada, mas aquelas responsáveis pelo enrugamento devem ser evitadas. Perdas da ordem de 3% a 6% são suficientes para causar um marcante declínio de qualidade, entretanto, alguns produtos são ainda comercializáveis com 10% de perda de umidade. Observa-se na Tabela 1 que as amostras revestidas com biofilme apresentaram a partir do terceiro dia taxas de perda de água significativamente inferiores às amostras controle. Ao término do experimento, no décimo segundo dia, ambas apresentavam perda de massa de 7%, com perdas 23% inferiores em relação a amostra controle. Tais resultados foram superiores em relação ao estudo de Lemos *et al.* (2008), que obteve êxito na redução das taxas de perda apenas no vigésimo dia de avaliação, quando as amostras já registravam perdas de 24% e já haviam ultrapassado limites de tolerância de 10% estabelecidos por Chitarra e Chitarra (2005).

Em relação a perda de massa em amostras refrigeradas, a aplicação dos biofilmes foi prejudicial à conservação destas. A amostra de biofilme de bagaço de uva e fécula de mandioca apresentaram perdas superiores em relação a amostra controle refrigerada, respectivamente na proporção de 55% e 77%. O mesmo fenômeno, ainda que em menor grau, ocorreu também nos experimentos de Lemos *et al.* (2008).

Sob aspectos de análise microbiológica, os resultados da Tabela 2 evidenciam excelente desempenho do biofilme de fécula de mandioca, mantendo níveis mínimos de contaminação nas amostras refrigeradas e não refrigeradas. O mesmo não se repetiu nas amostras revestidas por biofilme de bagaço de uva, em que houve mera redução dos níveis de contaminação em relação as amostras controle.

**Tabela 2.** Análise microbiológica de bactérias mesófilas aeróbias nos frutos de tomate “sweet grape” revestidos com biofilme de fécula de mandioca e bagaço de uva armazenados em condições ambientes e sob refrigeração.

Tratamento	Contagem (UFC/g)
1	$3,3 \times 10^5$
2	<1,0
3	$8,75 \times 10^3$
4	$2,14 \times 10^5$
5	<1,0
6	$3,8 \times 10^3$

\*T1: Condições ambiente – amostra controle; T2: Condições ambiente – fécula de mandioca; T3: Condições ambiente – bagaço de uva; T4: Refrigeração – amostra controle; T5: Refrigeração – fécula de mandioca; T6: Refrigeração – bagaço de uva.

A Tabela 3 mostra as variações do parâmetro L, que varia de 0 para preto a 100 para branco. Para todos os tratamentos houve decréscimo no valor de L, o escurecimento do fruto provocado pelo processo de maturação. No entanto, observa-se que a cobertura de bagaço de uva provocou menores reduções em seus valores quando comparados com o grupo controle.

A cobertura de bagaço de uva reteve luminosidade e garantiu maior brilho, quando comparada aos outros tratamentos e a amostra controle. O brilho produzido aos tomates por esta cobertura pode ser observado na Figura 1.

**Tabela 3.** Valores médios para a cor de frutos de tomate “sweet grape” revestidos com biofilme de fécula de mandioca e bagaço de uva armazenados em condições ambientes e sob refrigeração.

Cor	Tratamento	0 (dias)	5 (dias)	12 (dias)
L*	T1	33,02±1,48a	23,20±1,82a	20,39±2,61a
	T2	36,41±2,36b	35,54±0,74d	25,74±1,97b
	T3	33,79±1,47a	33,11±0,84b	32,57±1,25c
	T4	33,36±2,41a	30,48±1,24c	29,80±1,46c
	T5	33,52±1,41a	31,44±1,48c	28,86±2,51c
	T6	33,78±1,47a	33,11±0,84b	31,56±1,25c
a*	T1	15,08±0,75a	10,63±2,88a	16,38±1,05a
	T2	16,39±1,44a	18,64±1,25b	13,02±2,01b
	T3	13,39±1,53b	15,95±0,46c	16,41±0,53a
	T4	15,83±0,81a	18,75±1,41b	15,95±1,29a
	T5	16,76±1,57a	15,00±2,38c	16,11±1,10a
	T6	13,39±1,53b	15,95±0,46c	16,41±0,53a
b*	T1	12,20±0,63a	8,24±1,47a	12,84±1,08a
	T2	11,90±0,89b	14,76±0,93c	11,88±0,86a
	T3	10,11±1,00b	12,68±1,11b	12,51±0,31a
	T4	12,77±0,66a	15,37±0,62c	12,32±0,63a
	T5	13,82±1,43a	13,82±1,43b	13,19±1,33b
	T6	10,11±0,99b	12,67±1,10b	12,51±0,30a

\*T1: Condições ambiente – amostra controle; T2: Condições ambiente – fécula de mandioca; T3: Condições ambiente – bagaço de uva; T4: Refrigeração – amostra controle; T5: Refrigeração – fécula de mandioca; T6: Refrigeração – bagaço de uva. \*\*média ± desvio padrão. \*\*\*Letras minúsculas diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de *Tukey*.



**Figura 1.** Amostra de tomate “sweet grape” recoberta com solução filmogênica de bagaço de uva 3%.

Oliveira, Martins e Santos (2012) também observaram reduções na luminosidade (L) de tomates revestidos com pectina em concentrações de 2%, 5% e 8%. Não houve outros efeitos significativos nos demais parâmetros avaliados na Tabela 3.

#### 4. Conclusão

O uso de biofilmes de fécula de mandioca e bagaço de uva em duas condições de armazenamento foi avaliado para o aumento da vida útil de tomates "sweet grape".

Tanto o biofilme de fécula de mandioca quanto o de bagaço de uva, na concentração de 3%, foram eficientes em retardar o metabolismo pós-colheita e prolongar a conservação das amostras armazenadas em temperatura ambiente, reduzindo taxas de perda de massa. Houve, contudo, vantagem em prol do biofilme de fécula de mandioca em razão de sua capacidade de evitar contaminação microbiológica significativa das amostras, o que não ocorreu com o biofilme de bagaço de uva. O uso de biofilmes em amostras sob refrigeração, por sua vez, se mostrou amplamente inadequado, pois prejudicou a eficácia da atuação do frio no processo de retardamento da perda de massa.

Conclui-se que a aplicação de biofilme de fécula de mandioca em tomates pode consistir em solução para prolongar sua vida útil em condições não refrigeradas e para evitar contaminação microbiológica. O biofilme de bagaço de uva, em razão de limitada ação de proteção microbiológica, se mostrou inferior e menos promissor em seu uso como cobertura.

#### 6. Referências

- BAUMGÄRTEL, T. *et al.* A note on digestibility and energy value for sheep of different grape pomace. **Small Ruminant Research**, v. 67, p. 302-306, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.11.002>.
- CEREDA, M. P. Fécula de mandioca como ingrediente para alimentos. **Revista da ABAM**, Paranaíba, n. 11, 2005, s/p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. Ed. Lavras: ESAL/FAEFE, 2005. 785p.
- DEAMICI, K.M. *et al.* Drying kinetics of fermented grape pomace: determination of moisture effective diffusivity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Online), v. 20, p. 763-768, 2016. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n8p763-768>.
- DENG, Q.; PENNER, M.H.; ZHAO, Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of wine grape pomace skins and development of wine grape (cv. Merlot) pomace extract based films. **Food Research International**, v.44, p. 2712-2720, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.026>.
- DOWNES, F. P.; ITO, H. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 2001. 676p.

FAKHOURI, F. M. *et al.* Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 369-374, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200027>.

JIANG, Y.; SIMONSEN.; ZHAO, Y. Compression-molded biocomposite boards from red and white wine grape pomaces. **Journal of Applied Polymer Science**, v.119, n. 5, p. 2834-2846, 2011.

LEMOS, O.L. *et al.* Conservação do pimentão 'magali R' em duas condições de armazenamento associada à atmosfera modificada. **Magistra**, v. 20, n. 1, p. 06-15, 2008.

LUVIELMO, M.M.; LAMAS S.V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p.8-15, 2013. <https://doi.org/10.4013/ete.2012.81.02>.

MARCOS, S.R. **Desenvolvimento de tomate de mesa, com o uso do método Q. F. P. (Quality Function Deployment) comercializado em um supermercado**. 2001. 200 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

OLIVEIRA, D. A. de. **Caracterização fitoquímica e biológica de extratos obtidos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) das variedades Merlot e Syrah**. 2010. 211 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

OLIVEIRA, E.N.A. *et al.* Armazenamento de tomates revestidos com pectina: avaliação colorimétrica. **Revista Caatinga**. v. 25, n .4, p. 19-25, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2606>>. Acesso 28 dez. 2020.

PETRIKOSKI. A.P. **Elaboração de biofilmes de fécula de mandioca e avaliação do seu uso na imobilização de caulinita intercalada com ureia**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

REIS, L.C.B. *et al.* Filme biodegradável incorporado com glicerol e aditivos naturais. **Cadernos de Prospecção**, v. 4, n. 4, p.23-32, 2011. <https://doi.org/10.9771/S.CPROSP.2011.004.003>.

ROJAS-GRAÜ, M.A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. **Journal Trends of Food Science and Technology**, v. 20, p. 438-447, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.05.002>.

RUGGIERI, L. *et al.* Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p. 830-838, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.005>.

SILVA, D.F.P. *et al.* Desempenho de filmes comestíveis em comparação ao filme de policloreto de vinila na qualidade pós-colheita de mexericas 'Poncã'. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1770-1773, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000076>.

SOBRAL, P.J.A. Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura. **Ciência & Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 60-67, 1999.

### **Autores**

Elizangela Gonçalves de Oliveira\*, Tatiana Valesca Rodriguez Alicieo

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

\*Autor para a correspondência: [elizangelagoliveira1@gmail.com](mailto:elizangelagoliveira1@gmail.com)

## Revestimentos comestíveis aplicados na conservação pós-colheita de goiabas: revisão da literatura

Márcia Liliane Rippel Silveira, Carla Rosane Barboza Mendonça

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c10>

### Resumo

A expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está condicionada à qualidade das frutas e ao aumento de sua vida útil pós-colheita. Na condição de fruta climatérica, a goiaba é altamente perecível e sofre rápida maturação após a colheita, devido a sua intensa atividade metabólica, que acarreta em uma série de transformações nas suas características físicas e químicas, demandando inúmeros esforços na ampliação da vida útil desta fruta. O emprego de coberturas comestíveis na conservação de frutas, na condição pós-colheita, tem sido preconizado como uma tecnologia emergente e de grande potencial, principalmente para aplicações sobre frutas de origem tropical, como a goiaba. Diversos biopolímeros têm sido avaliados na formulação dessas coberturas e, nesta revisão, são apresentados alguns exemplos aplicados à goiaba. Entre as principais matérias-primas das coberturas comestíveis destacam-se a gelatina, a cera de carnaúba, a quitosana, a fécula de mandioca e o alginato, além de materiais alternativos como a carboximetilcelulose, goma de caju, zeína de milho e biomassa de microalga. As coberturas atuam, controlando a respiração, por constituírem uma barreira física para trocas gasosas e perda de vapor de água, além de modificarem a atmosfera e retardarem a senescência da fruta, ou ainda como uma barreira antimicrobiana ou antioxidante. Constatou-se que os diferentes materiais testados, aplicados isolados ou em combinação, apresentam vantagens e desvantagens na conservação da qualidade e extensão da vida útil das goiabas *in natura*, portanto, ainda não há uma formulação que satisfaça todas as condições ou que possa ser aplicada de forma universal.

**Palavras-chave:** biopolímeros, fruta *in natura*, qualidade, vida de prateleira.

### 1. Introdução

Com uma vasta extensão territorial, o Brasil produz cerca de 43 milhões de toneladas de frutas anuais, sendo o terceiro maior produtor mundial, superado em produção apenas pela China e Índia. A fruticultura brasileira concentra-se principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul, onde as condições de clima são bem distintas, permitindo o cultivo de um número variado de plantas frutíferas, tanto as tropicais como as de clima temperado (VIEIRA *et al.*, 2011). O Brasil destaca-se como um dos principais produtores de goiaba (*Psidium guajava* L.), estando entre os dez maiores produtores mundiais desta fruta (COSER *et al.*, 2014).

Com características sensoriais bastante apreciadas pelo consumidor e popular devido à sua disponibilidade e preço acessível (NIMISHA *et al.*, 2013), bem como com a

dupla aptidão para o consumo *in natura* e o processamento (RODRIGUES *et al.*, 2018), a goiaba está entre as frutas tropicais brasileiras que se destacam por sua importância econômica e nutricional (AMORIM *et al.*, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2015). A goiaba é uma fruta climatérica, que é caracterizada pelo aumento da taxa respiratória e produção auto catalítica de etileno durante o seu processo de amadurecimento (COSTA *et al.*, 2017; FORATO *et al.*, 2015). Durante o período pós-colheita, a senescência da fruta é rápida e compromete seus atributos de qualidade físicos, sensoriais e nutricionais, podendo levar à perdas significativas (TAVARES; ALMEIDA; GOMES, 2018). Sua vida útil é relativamente curta após a colheita e isto dificulta, ou até mesmo impede, o produtor de enviar suas frutas a centros consumidores mais distantes (SOARES *et al.*, 2011).

A expansão do mercado consumidor de goiaba *in natura* está condicionada à qualidade das frutas e ao aumento da vida útil na pós-colheita (CAMPOS *et al.*, 2011; COELHO *et al.*, 2017). Um dos maiores problemas enfrentados pelos produtores na comercialização da fruta fresca, tanto no mercado nacional como no internacional, é sua alta perecibilidade (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004). Por isso, a preservação da qualidade da goiaba após a colheita ainda é um dos grandes desafios da fruticultura brasileira (ONIAS *et al.*, 2018). Como esse fenômeno limita o transporte e armazenamento por períodos prolongados, devido às perdas irreversíveis que ocorrem (COELHO *et al.*, 2017), a goiaba necessita da adoção de práticas de conservação que reduzam a velocidade das mudanças fisiológicas pós-colheita, para minimizar as perdas e prolongar a sua vida útil, garantindo a qualidade das frutas ofertadas e ampliando o seu período de comercialização (CARVALHO *et al.*, 2001).

Os métodos normalmente empregados para a conservação de frutas intactas na condição pós-colheita fazem uso, prioritariamente, de refrigeração associada ou não a embalagens com atmosferas controladas. As condições mais comuns, e de comprovada eficiência, têm por base procedimentos nos quais a temperatura é reduzida logo após a colheita e a cadeia do frio, a uma temperatura apropriada para cada produto, é mantida preferencialmente em ambiente com alta umidade relativa, até a comercialização final (BARBOSA-CÁNOVAS *et al.*, 2003; COSTA; CLEMENTE, 2012).

Na prática, contudo, a manutenção e o controle efetivo da temperatura em todas as etapas da cadeia não são uma condição trivial, o que é observado mesmo em países considerados desenvolvidos, nos quais as infraestruturas para este fim são notadamente superiores às brasileiras (RODRIGUE; NOTTEBOOM, 2009).

Desta forma, uma tecnologia alternativa cada vez mais divulgada e avaliada como um procedimento viável para elevar o tempo de vida de frutas e hortaliças, inteiras ou minimamente processadas, é o emprego de coberturas comestíveis protetoras. Esses revestimentos não têm como objetivo substituir o uso dos materiais convencionais de embalagens ou mesmo eliminar definitivamente o emprego do frio, mas sim o de apresentar uma atuação funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água. Ao promover alterações na permeação e, por conseguinte, afetar a atmosfera interna, alguns autores consideram o efeito dessas coberturas similares aos conseguidos pelas embalagens com atmosfera modificada (PARK, 2005; TURHAN, 2010), essas coberturas têm sido indicadas, principalmente, para produtos com alta taxa de respiração (ASSIS; FORATO; BRITTO, 2008).

As coberturas comestíveis são aplicadas ou formadas diretamente sobre a superfície das frutas, configurando membranas delgadas, imperceptíveis a olho nu e com

diversas características estruturais, que são dependentes da formulação da solução filmogênica precursora. Como essas coberturas passam a fazer parte do alimento a ser consumido, os materiais empregados em sua formação devem ser considerados como GRAS (*Generally Recognized as Safe*), ou seja, serem atóxicos e seguros para o uso em alimentos (FDA, 2013). Cabe ressaltar que essas coberturas têm sido erroneamente denominadas de 'biofilmes', termo este totalmente inapropriado a este tipo de material ou aplicação. Segundo Assis e Brito (2014), 'biofilme' é um termo já consolidado em biologia e em ciências hídricas, de uso específico para a designação de colônias de bactérias imobilizadas sobre uma superfície sólida. São estruturas vivas organizadas, embebidas em matrizes poliméricas e dinâmicas, ou seja, apresentam alterações, como crescimento ao longo do tempo.

Neste contexto, o objetivo desta revisão é apresentar, de forma geral, os principais efeitos da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis sobre a qualidade e a vida útil pós-colheita de goiabas, destinadas ao consumo *in natura*.

## 2. Goiaba (*Psidium guajava* L.)

A goiabeira é uma árvore frutífera pertencente à família Myrtaceae, que é composta por 130 gêneros e 3 mil espécies, distribuídas em diversas partes do mundo (EMBRAPA, 2010). A goiaba é uma fruta nativa das Américas do Sul e Central, sendo bastante amplo seu local de origem, o que parece ser na região compreendida do México ao Brasil. A expansão da espécie ocorreu em praticamente todas as regiões tropicais e subtropicais do globo, em razão da sua fácil adaptação às diferentes condições ambientais (PEREIRA; KAVATI, 2011).

Atualmente, a goiabeira é amplamente cultivada em países como México, Índia, China, Paquistão, África do Sul e Brasil, onde o cultivo em escala comercial ocorre em todas as regiões do país (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002). De acordo com as últimas estatísticas disponíveis para a produção brasileira de goiaba, em 2017, foram produzidas 460.515 toneladas em uma área de 20.206 hectares, as regiões Nordeste (214.478 t) e Sudeste (210.860 t) concentram a maior parte da produção, Pernambuco (135.540 t) e São Paulo (173.926 t) se destacam como os principais estados produtores e juntos respondem por, aproximadamente, 70% da produção nacional (IBGE, 2018). Sua colheita concentra-se no período de janeiro a abril, apresentando declínio ao longo do ano, embora, em algumas regiões, com as técnicas culturais adotadas (poda e irrigação) a produção de frutas de goiabeira ocorra durante praticamente todo o ano (DEL'ARCO; SYLOS, 2018).

A exploração comercial da goiabeira iniciou-se em fins da década de 1950, sob dois modelos de produção bastante distintos, ou seja, goiabas para mesa e goiabas para processamento industrial (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002). Entre as cultivares de goiaba para mesa destacam-se as de polpa vermelha, Ogawa Nº 1, Nº 2 e Nº 3, Sassaoka e principalmente a Pedro Sato, que é na atualidade a cultivar de casca rugosa mais plantada no Estado de São Paulo para a produção de fruta fresca, além da Kumagai, de polpa branca, base de exportação da goiaba brasileira (PEREIRA; KAVATI, 2011). Além de poder ser consumida *in natura*, a goiaba é utilizada na indústria de processamento de sucos, néctares, polpas, sorvetes, geleias e compotas, bem como serve de ingrediente na preparação de iogurtes, gelatinas e, recentemente, de molho agridoce (*guatchup*) (RANA; SIDDIQUI; GOYAL, 2015; REIS *et al.*, 2007). A cultivar Paluma, que pode atender tanto ao processamento quanto ao consumo na forma de fruta fresca, é a mais cultivada do país, devido à grande capacidade produtiva por área plantada, por sua melhor conservação pós-colheita (resistência ao manuseio e transporte), pelas boas características industriais, frutas com bom rendimento e altos teores de sólidos solúveis. Atualmente, cerca de 70% das

goiabeiras cultivadas no Brasil, com o objetivo de produção de frutas para processamento industrial, são da cultivar Paluma (AMORIM *et al.*, 2015; PEREIRA; KAVATI, 2011).

O comércio internacional da goiaba brasileira e de seus derivados têm pouca expressão se comparado à dimensão da exportação brasileira de outras frutas, como a banana, a laranja, a manga e o melão (EMBRAPA, 2010). Apenas 0,06% do total produzido são exportados (CHOUDHURY *et al.*, 2001), por isso o principal destino da goiaba é o mercado interno, que absorve quase que a totalidade da produção nacional, que vem aumentando em volumes nos últimos anos (IBGE, 2018). Um dos motivos a justificar esse baixo desempenho é a preferência do mercado externo pela goiaba de polpa branca, em contraposição com a tendência da produção brasileira de goiaba, praticamente direcionada à produção de frutas de polpa vermelha, para atender à preferência do consumidor brasileiro (EMBRAPA, 2010).

Além do destino da produção, as frutas das cultivares de goiabeira diferem em relação ao tamanho, formato e coloração da polpa (GONZAGA NETO, 2007). A fruta é uma baga, sendo globosa, ou ovoide, ou piriforme, com 4 a 10 cm de diâmetro e peso variando de 100 a 450 g. A casca apresenta coloração de verde-clara a amarelo-brilhante, e a polpa é carnuda, de espessura variável, podendo ser de cor branca, ou amarela, ou vermelha ou rosa. As sementes são de formato reniforme, duras, com tamanho de 2 a 3 mm e em número variável conforme o cultivar (EMBRAPA, 2010). Nas características físico-químicas, como conteúdo de sólidos solúveis (SS), valores de pH, acidez titulável (AT) e a relação SS/AT, que estão relacionadas à qualidade da fruta e às exigências do mercado consumidor, também já foi relatada a existência de variação entre cultivares (CAVALINI *et al.*, 2006; COSER *et al.*, 2014; LIMA; ASSIS; GONZAGA NETO, 2002).

A goiaba destaca-se entre as frutas tropicais e subtropicais, não só pela excelente aceitação para o consumo *in natura*, devido ao seu agradável aroma e sabor peculiar, mas também pelas suas características nutricionais. Considerada uma das melhores fontes de vitamina C (ácido ascórbico) (ARAÚJO *et al.*, 2015; CERQUEIRA *et al.*, 2009; FREIRE *et al.*, 2013), possui altos teores de açúcares, vitamina A e vitaminas do complexo B, principalmente tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002; YAN *et al.*, 2006) e teores significativos de minerais, como cálcio, fósforo, potássio, ferro, zinco e cobre, sendo também rica em fibras (FREIRE *et al.*, 2012; LIMA; ASSIS; GONZAGA NETO, 2002). Apresenta ainda, compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides, sobretudo licopeno, e antocianinas, as maiores classes de pigmentos cuja ação antioxidante é um importante atributo nutricional (ARAÚJO *et al.*, 2015; DEL'ARCO; SYLOS, 2018; KUSKOSKI *et al.*, 2006; NIMISHA *et al.*, 2013). Seu consumo na forma de fruta fresca garante o aproveitamento de suas propriedades nutricionais, mas é limitado, principalmente, por seu curto tempo de vida útil, pois a goiaba exibe alta taxa de respiração e rápido amadurecimento que leva ao seu perecimento durante o armazenamento (HONG *et al.*, 2012). Além disso, nas frutas frescas, esses compostos bioativos podem ter suas quantidades e concentrações alteradas de acordo com a variedade, o grau de maturação e as condições climáticas e de cultivo da fruta (ARAÚJO *et al.*, 2015; DUZZIONI *et al.*, 2010; MELO *et al.*, 2008).

A alta perecibilidade da goiaba é o principal problema enfrentado pelos produtores na comercialização da fruta *in natura* (CERQUEIRA *et al.*, 2009). Por ser uma fruta tropical climatérica, a goiaba pode ser colhida na maturidade fisiológica, entretanto sua vida útil é relativamente curta, o que pode dificultar sua disponibilidade pós-colheita (OLIVEIRA; CEREDA, 1999). Goiabas colhidas completamente maduras apresentam capacidade de conservação de um a dois dias (MANICA *et al.*, 2000), o que inviabiliza

a comercialização em mercados distantes. Porém, a antecipação da colheita é motivo de dúvidas em relação à qualidade final da fruta (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004).

Os sinais visíveis de amadurecimento são as transformações na coloração, textura, sabor e aroma, as quais tornam a fruta comestível. As reações de síntese de novos compostos metabólicos ocorrem juntamente com inúmeras reações catabólicas que levam à completa degradação da fruta (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004). A taxa respiratória das goiabas, assim como a taxa de produção de etileno, depende de diversos fatores como condições de armazenamento, especialmente a temperatura, fase de maturação em que foi feita a colheita, além do cultivar e fatores genéticos. Os principais aspectos depreciadores da qualidade pós-colheita de goiabas envolvem o rápido amolecimento das frutas, a perda de coloração verde e do brilho da casca, o murchamento e a elevada incidência de podridões (CAMPOS *et al.*, 2011; CERQUEIRA *et al.*, 2009). Essas reações também podem promover o aumento da sensibilidade das frutas a danos mecânicos e aumentar a suscetibilidade a doenças (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004).

A vida útil das goiabas é de 3 a 5 dias quando armazenadas em temperatura ambiente (CAMPOS *et al.*, 2011; FORATO *et al.*, 2015). Quando as frutas colhidas estão no ponto maturo, recomenda-se para o armazenamento um ambiente refrigerado, com temperatura de 10 °C e umidade relativa em torno de 85% a 95%, nestas condições, a fruta pode ser conservada por até 21 dias. Como a goiaba é uma fruta sensível, o armazenamento não deve ocorrer em temperatura inferior a 10 °C, pois pode ocasionar injúria pelo frio (*chilling injury*) com danos severos na forma de lesões na superfície da casca, escurecimento da polpa que também pode adquirir consistência coriácea, além de amadurecimento irregular. A suscetibilidade à lesão pelo frio também é um fator que limita o potencial para sua comercialização (COSTA *et al.*, 2017; EMBRAPA, 2010; VISHWASRAO; ANANTHANARAYAN, 2016).

A goiaba necessita de adoção de práticas para reduzir a velocidade das mudanças fisiológicas pós-colheita e com isso, retardar os processos de senescência. O aumento da vida útil da goiaba em temperatura ambiente é desejável, uma vez que a quase totalidade das frutas comercializadas no Brasil, tanto no atacado quanto no varejo, não estão submetidas à refrigeração. A melhor conservação nessas condições pode facilitar o transporte a longas distâncias, o armazenamento por longos períodos, além de ampliar o seu período de comercialização (BASSETTO; JACOMINO; PINHEIRO, 2005; CARVALHO *et al.*, 2001; CERQUEIRA *et al.*, 2009).

O incremento de consumo da goiaba como fruta fresca está condicionado à melhoria na qualidade das frutas. Desta forma, a aplicação de tecnologias de conservação pós-colheita é prioridade para a cultura da goiaba (EMBRAPA, 2010).

Diversos tratamentos pós-colheita têm sido testados em goiabas, embora muitos sejam eficientes em retardar a maturação e em conservar a qualidade das frutas, alguns interferem em suas características sensoriais. Outros estendem a vida útil de forma economicamente inexpressiva, ou deixam resíduos químicos (BASSETTO, 2002).

A utilização de revestimentos comestíveis, associada aos procedimentos pós-colheita, tem-se mostrado bastante eficiente em prolongar a vida comercial de frutas frescas. Esses retardam os processos de amadurecimento e senescência, reduzindo o apodrecimento sem provocar alterações significativas em seu aspecto, sabor e qualidade nutritiva (VISHWASRAO; ANANTHANARAYAN, 2016).

## 2.1. Revestimentos comestíveis em goiabas

Apesar das vantagens econômicas e de saúde, há diversos problemas que impactam a produtividade e a qualidade das goiabas, como doenças e variações causadas por fatores ambientais, porém, além do aumento de produtividade e resistência a pragas, é necessário investimento na manutenção da qualidade das frutas (NIMISHA *et al.*, 2013).

A conservação pós-colheita usualmente empregada está, na sua maioria, centrada na cadeia do frio. A refrigeração é uma das técnicas mais práticas e eficientes para retardar o amadurecimento da goiaba (EMBRAPA, 2010), porém vários métodos para conservação pós-colheita foram avaliados em goiabas frescas, incluindo o uso de radiação ionizante para impedir a proliferação de microrganismos (SILVA *et al.*, 2011; SINGH; PAL, 2009); radiação gama associada à atmosfera modificada passiva (CAMPOS *et al.*, 2011); tratamento por imersão em solução concentrada de cloreto de cálcio (WERNER *et al.*, 2009) ou cloreto de cálcio associado com o ácido giberélico (LIMA; DURIGAN, 2003); resfriamento por ar forçado (SIQUEIRA *et al.*, 2014); exposição a 1-metilciclopropeno (BASSETTO; JACOMINO; PINHEIRO, 2005; CERQUEIRA *et al.*, 2009; SINGH; PAL, 2008a) e embalagens plásticas (SINGH; PAL, 2008b) ou atmosfera modificada (GRIGIO *et al.*, 2011; SAHOO *et al.* 2015). Apesar da eficiência dessas tecnologias, algumas técnicas possuem alto custo de implantação e podem gerar alto impacto ambiental (LOPES *et al.*, 2018).

Neste contexto, o desenvolvimento e a aplicação de revestimentos ou coberturas comestíveis a base de polímeros naturais surge como uma alternativa para a manutenção da qualidade pós-colheita das frutas, além de prolongar seu tempo de conservação (FRÁGUAS *et al.*, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2018; VISHWASRAO; ANANTHANARAYAN, 2016). Além disso, o uso de revestimentos comestíveis é de grande relevância para possibilitar maior disponibilidade da fruta *in natura* ao consumidor, e na preservação de suas características nutricionais e sensoriais, devido à manutenção de propriedades físico-químicas, propiciando, assim, valor comercial ao produto (COSTA *et al.*, 2017; SALGADO *et al.*, 2015).

Os revestimentos comestíveis têm sido bastante estudados nos últimos anos, especialmente em frutas frescas, devido, principalmente às suas propriedades de barreira, com a função de proteção contra fatores ambientais. Esses revestimentos podem ser usados para inibir ou reduzir a perda de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas e lipídeos, para o ambiente, diminuindo a taxa de respiração e alterações de textura, retendo componentes voláteis, constituintes do odor e do sabor, melhorando a integridade estrutural e a aparência das frutas e promovendo proteção física contra injúrias (COSTA *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2018). Além disso, esses materiais podem atuar como carreadores de compostos antimicrobianos, antioxidantes, entre outros (COSTA *et al.*, 2017; FAKHOURI; GROSSO, 2003).

A aplicação de revestimentos em frutas leva à formação de uma cobertura na sua superfície externa, tal fato é responsável pela redução da transferência de umidade (transpiração) e das trocas gasosas (respiração) da fruta. A perda de massa em frutas *in natura* ocorre devido à perda de água para o ambiente externo, causada por processos de transpiração e respiração. Essa perda está diretamente relacionada com a qualidade da fruta e representa um dos maiores problemas durante o armazenamento das goiabas, com implicações sobre a aparência (cor), sabor e textura (amolecimento, perda de frescor e suculência), tornando-as pouco atrativas

para a comercialização e consumo (COELHO *et al.*, 2017; GOMES FILHO *et al.*, 2016; ONIAS *et al.*, 2018). Os valores aceitáveis de perda de massa para goiabas em condições de consumo variam entre 10% e 15% (FAKHOURI; GROSSO, 2003; SOARES *et al.*, 2011). Desta forma, as coberturas comestíveis são utilizadas visando controlar a perda de água e conseqüentemente, de massa das goiabas armazenadas. A aplicação de coberturas pode ser realizada de duas formas: por meio de imersão rápida da fruta em uma solução filmogênica (o alimento é então deixado em repouso até que a água evapore e a película se forme sobre a fruta) ou por meio de aspersão da solução sobre o alimento. Os revestimentos comestíveis não devem interferir na aparência natural da fruta, devem possuir boa aderência e não podem promover alterações no sabor ou odor original da fruta (ASSIS; BRITO, 2014; TAVARES; ALMEIDA; GOMES, 2018).

As matérias-primas empregadas na formação das coberturas e revestimentos comestíveis podem ter origem animal ou vegetal, ou formarem um composto com a combinação de ambas. Polissacarídeos, lipídios (ceras) e proteínas são as classes de materiais mais empregados e a escolha, depende fundamentalmente das características do produto a ser revestido e do principal objetivo almejado com o revestimento aplicado (ASSIS; BRITO, 2014).

Existe a tendência de classificar os materiais empregados nos revestimentos em duas amplas categorias: hidrofílicos e hidrofóbicos. Nos materiais hidrofílicos predominam os grupos amino ( $\text{NH}_2$ ) ou hidroxila (OH) e carboxila ( $\text{COOH}$ ) na estrutura, que favorecem o acúmulo e a reorganização de moléculas polares, principalmente da água. Os polissacarídeos, como a celulose, a quitina, a goma xantana, a goma guar, a pectina, o amido e os polissacarídeos polieletrólitos, como a carboximetilcelulose, a quitosana, e o alginato são alguns exemplos destes materiais, que normalmente apresentam boa solubilidade em meio aquoso, favorecendo uma melhor dispersão do soluto e uma formação mais homogênea do filme (ASSIS; FORATO; BRITTO, 2008; ASSIS; BRITO, 2014).

Os materiais hidrofóbicos possuem grupos alquilas ( $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{-CH}_3$ ) e aromáticos, que são apolares. Na presença de água esses materiais se aglomeram e não interagem com as moléculas polares. Nessa categoria, encontram-se as proteínas hidrofóbicas, óleos e ácidos graxos, parafinas e álcoois de cadeia longa. Para esta classe de materiais, os solventes adequados devem ser mais apolares, como o álcool, a acetona e o hexano (ASSIS; BRITO, 2014).

As coberturas hidrofílicas, por terem afinidade com a água, preservam o aspecto hidratado, mantendo por mais tempo a superfície brilhante e por isso são mais indicadas para superfícies fatiadas e frutas com aspectos brilhantes. As formulações hidrofóbicas, por sua vez, são indicadas para o revestimento de frutas com alta taxa de transpiração, nas quais a degradação ocorre essencialmente por perda de água, levando a desidratação e alteração do aspecto superficial. Essas indicações, contudo, são bastante genéricas e demais aspectos físico-químicos das frutas a serem revestidas devem ser avaliados para que a seleção de uma formulação tenha um resultado satisfatório (ASSIS; BRITO, 2014).

Diversos revestimentos comestíveis para o aumento da vida útil de goiabas *in natura* vêm sendo testados, e os trabalhos na literatura indicam a eficiência destes revestimentos na conservação das frutas na condição pós-colheita. A Tabela 1 traz algumas aplicações, indicando os materiais empregados na formação da cobertura protetora em cultivares de goiaba, bem como as condições e o tempo de armazenamento das frutas quando revestidas.

**Tabela 1.** Exemplos de alguns materiais empregados na formação da cobertura protetora, as condições avaliadas e o tempo de armazenamento da goiaba, segundo dados publicados na literatura.

Cultivar	Cobertura	Condições	Armazenamento (dias)	Referência
Pedro Sato	Cera de carnaúba	25±2 °C, 75±5% UR	6	JACOMINO <i>et al.</i> (2003)
Paluma	Cera de carnaúba	10±1 °C, 85±5% UR 27±2°C, 70±9% UR	12	RIBEIRO <i>et al.</i> (2005)
-	Fécula de mandioca/ gelatina/emulsão lipídica	25 °C	7	COSTA <i>et al.</i> (2017)
Media China	Cera de candelila	7 °C e 10 °C, 80-85% UR	21	SALINAS-HERNÁNDEZ <i>et al.</i> (2010).
Media China	Goma xantana/cera de Candeuba	10 °C e 25 °C, 85% UR	34	ZAMBRANO-ZARAGOZA <i>et al.</i> (2013)
Kumagai	Gelatina/triacetina/ácido láurico	12 °C, 42-80% UR	20	FAKHOURI; GROSSO (2003)
Pérola	Quitosana	11 °C, 90-95% UR	12	HONG <i>et al.</i> (2012)
Pedro Sato	Quitosana/gelatina	5 °C e 10 °C, 80±5% UR	28	OSHIRO; DRESCH; SCALON (2012)
Pedro Sato	Quitosana	27±1 °C, 53±1% UR	8	FRÁGUAS <i>et al.</i> (2018)
Kumagai	Quitosana/soro de leite/glúten	22±2 °C, 70±5% UR	8	CERQUEIRA <i>et al.</i> (2011)
Paluma	Amido de semente de jaca/quitosana/alginato de sódio	10±2 °C, 80±2% UR 25±3 °C, 75±4% UR	26	RODRIGUES <i>et al.</i> (2018)
Pedro Sato	Fécula de mandioca/quitosana	22±2 °C, 62±6% UR	12	SOARES <i>et al.</i> (2011)
Pedro Sato	Fécula de mandioca/extratos	25 °C, 65% UR	9	GOMES FILHO <i>et al.</i> (2016)
Pedro Sato	Fécula de mandioca/óleo essencial de cravo-da-índia	25 °C, 80-85% UR	10	COELHO <i>et al.</i> (2017)
Pedro Sato	Fécula de mandioca/caseína; extrato vegetal de barbatimã	25±3 °C	12	LOPES <i>et al.</i> (2018)
-	O-carboximetilquitosana /óleo essencial de	8 °C	17	TAVARES; ALMEIDA; GOMES (2018)
Paluma	Goma de cajueiro	10±2 °C, UR 90±5%	28	BASTOS <i>et al.</i> (2018)
Kumagai	Goma de caju/ carboximetilcelulose	25-28 °C, 76,0±12,4% UR	12	FORATO <i>et al.</i> (2015)
Pedro Sato	Fécula de mandioca/alginato de sódio	10 °C, 70% UR	25	FONSECA <i>et al.</i> (2016)
Lalit	Hidroxipropilmetilcelulose/ óleo de palma	24±1 °C, 65±5% UR	12	VISHWASRAO; ANANTHANARAYAN (2016)
Paluma	Zeína	23±2 °C, 85±3% UR	12	SANTOS <i>et al.</i> (2018)
Paluma	Biomassa de <i>Spirulina platensis</i>	10±2 °C, 85±5% UR	12	ONIAS <i>et al.</i> (2018)

(-) Não informado.

As ceras podem ser incorporadas às operações de pós-colheita de goiabas, além de proporcionarem melhor aparência, devido ao aspecto lustroso, a cera pode aumentar o tempo de conservação por modificar a composição gasosa no interior da goiaba, diminuir a perda de água e retardar o amadurecimento. No entanto, é necessário identificar o tipo de cera mais adequado a cada cultivar (EMBRAPA, 2010). A película de cera aplicada na superfície do produto vegetal apresenta diferentes taxas de permeabilidade ao O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e ao vapor de água em função das propriedades da matéria prima, de sua concentração e da espessura da película. A combinação adequada destes fatores é variável para cada fruta, conforme suas características fisiológicas (JACOMINO *et al.*, 2003).

A cera à base de carnaúba vem sendo testada em frutas e hortaliças. Obtida a partir de uma palmeira brasileira, tem sido comercializada sob inúmeras marcas, em diferentes concentrações e misturas. Pode ser aplicada em produtos dos quais também se consome a casca, devido ao fato de não ser tóxica, ainda, confere brilho e reduz a perda de matéria fresca dos produtos, além de ser facilmente removível com água, se necessário (JACOMINO *et al.*, 2003).

Jacomino *et al.* (2003) avaliaram os efeitos da aplicação de ceras comerciais à base de carnaúba na conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' sob condição ambiente, durante seis dias. De acordo com os seus resultados, as ceras exerceram pouca influência nos teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ácido ascórbico, porém, foram eficientes em retardar o amadurecimento, reduzir a perda de massa e a incidência de podridões ao longo do armazenamento, além de conferir maior brilho as frutas. Ribeiro *et al.* (2005) também estudaram os efeitos de coberturas de cera de carnaúba Premium citrus<sup>®</sup> na conservação de goiabas 'Paluma', armazenadas sob refrigeração e em condição ambiente, pelo período de 12 dias. O uso da cera diminuiu a perda de massa e a degradação da clorofila na casca das frutas, contudo sua aplicação propiciou aumento de vida útil apenas para as frutas mantidas sob condição ambiente. Sob refrigeração, o uso da cera é dispensável para estender a vida útil da goiaba.

Costa *et al.* (2017) utilizaram como revestimento fécula de mandioca, gelatina e emulsão lipídica, composta por resina de colofônia e cera de carnaúba 15%, e avaliaram os efeitos da aplicação sobre as características físico-químicas de goiabas de polpa vermelha armazenadas a temperatura ambiente. As coberturas à base de lipídio, seguidas do revestimento à base de fécula proporcionaram menor perda de massa, maior retenção da coloração verde, além de serem capazes de manter a firmeza da casca, em comparação com a amostra controle, mostrando-se eficientes para controlar o amadurecimento das goiabas e assim permitindo estender sua vida útil. O revestimento à base de gelatina não apresentou o mesmo efeito sobre a goiaba, pois a perda de massa foi próxima ao controle. Os autores sugerem que os revestimentos comestíveis à base de fécula e lipídeo são alternativas interessantes na conservação e aumento da vida útil das goiabas *in natura* e poderiam auxiliar na agregação de valor das frutas.

A influência da aplicação de uma camada de cera de candelila (*Euphorbia anticyphilitica*) em goiabas cultivar Media China, obtidas em dois estágios de maturação e mantidas durante três semanas à baixa temperatura de armazenamento (7 °C e 10 °C) foi avaliada por Salinas-Hernández, Ulín-Montejo e Saucedo-Veloz (2010). Os resultados indicaram que a qualidade das frutas foi mantida por duas semanas. Os melhores resultados foram obtidos em frutas colhidas em estágio verde-maduro e mantidas a 10 °C, e frutas colhidas em estágio maduro armazenadas a 7 °C.

O revestimento de cera reduziu significativamente a perda de peso em frutas de ambos os estágios de maturação. O estágio de maturação na temperatura de colheita e armazenamento teve um efeito significativo na extensão da vida útil do armazenamento.

Zambrano-Zaragoza *et al.* (2013), estudaram o efeito de revestimento à base de goma xantana e nanopartículas lipídicas de cera de Candeuba<sup>®</sup> (mistura de cera de carnaúba e cera de candelila) em goiabas 'Media China' e reportaram que o revestimento tem potencial para aplicação, pois formou uma camada homogênea na casca da fruta, regulando a transpiração e outros processos metabólicos das frutas, o que contribuiu para o aumento do tempo de armazenamento e preservou a qualidade, como a cor, peso e textura em 19 dias em relação as frutas controle.

Outra forma de recobrimento de frutas *in natura* pode ser realizada com revestimentos obtidos a partir de polímeros naturais que são comestíveis, atóxicos, biodegradáveis e aderentes à superfície. A gelatina é um polímero proteico de origem animal, obtida a partir do colágeno, sendo de baixo custo, tendo sido utilizada como barreira à permeabilidade de gases no recobrimento de frutas. Revestimentos comestíveis com gelatina podem reduzir a migração de oxigênio, umidade e óleo, e ainda, podem carrear agentes antioxidantes ou antimicrobianos (FAKHOURI; GROSSO, 2003).

Coberturas filmogênicas produzidas com gelatina, triacetina e ácido láurico e aplicadas sobre goiabas brancas 'Kumagai', estocadas sob refrigeração durante 20 dias, foram avaliadas por Fakhouri e Grosso (2003). As coberturas mostraram-se eficientes no controle do amadurecimento das goiabas, permitindo estender sua vida útil em relação às frutas *in natura* sem cobertura. Entre as coberturas, a mistura de gelatina e triacetina se mostrou mais eficaz na preservação das características físico-químicas, e ainda preservou o brilho, a cor e a aparência das frutas. A incorporação de brilho, devido à adição das coberturas, teve um efeito favorável na aparência das amostras. Coberturas contendo ácido láurico, apesar de apresentarem aspectos positivos, influenciaram o sabor típico das goiabas. Entretanto, a lavagem das goiabas antes da degustação se mostrou suficiente para remover a presença de sabor estranho nas frutas.

Outro biopolímero para ser utilizado como revestimento comestível é a quitosana, um amino-polissacarídeo obtido da desacetilação da quitina, sendo um dos polímeros naturais mais abundantes em organismos vivos, como crustáceos, insetos e fungos. É uma fibra animal, que tem sido comprovada como não tóxica e biodegradável, que apresenta uma variedade de propriedades físicas e biológicas que resultam em diferentes aplicações. Quando utilizada como revestimento, possui a habilidade de modificar a atmosfera ao redor do produto por formar gel semipermeável aos gases e ao vapor de água, diminuindo as perdas por desidratação das frutas e, ainda, atrasando o amadurecimento e o escurecimento enzimático dos mesmos. A quitosana também pode auxiliar no controle do aparecimento de doenças pós-colheita, pois interfere diretamente no crescimento de patógenos e ativa diversas respostas de defesa nos tecidos vegetais (CERQUEIRA *et al.*, 2011; FRÁGUAS *et al.*, 2018; JIANG; LI 2001). O efeito da quitosana sobre a atividade dos fungos deve-se a possíveis alterações nas funções da membrana, através de interações com a superfície eletronegativa da quitosana, levando a mudanças de permeabilidade, distúrbios metabólicos e morte da célula (SOARES *et al.*, 2011).

Hong *et al.* (2012), estudaram o revestimento à base de quitosana em goiaba cultivar Pérola e concluíram que o revestimento combinado com a refrigeração, durante 12 dias de armazenamento, inibiu a maturação e preservou a qualidade das

frutas, pois reduziu a perda de massa e firmeza, retardou mudanças nos teores de clorofila e sólidos solúveis e na perda de acidez titulável e vitamina C, além de reduzir o estresse oxidativo. Entretanto, Oshiro, Dresch e Scalón (2012) não observaram efeitos para os revestimentos gelatina 3% e quitosana 1% e 3% na preservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas a 5 °C e 10 °C por 28 dias. De acordo com os resultados, esses revestimentos não foram eficientes em retardar o amadurecimento e prolongar a preservação e qualidade das frutas nas temperaturas avaliadas. A baixa eficiência da gelatina no revestimento da goiaba favoreceu o aumento da concentração de açúcares nos tecidos, prejudicando a conservação das frutas.

Fráguas *et al.* (2018) encontraram bons resultados na manutenção da qualidade de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com filmes de quitosana de diferentes pesos moleculares, em concentrações de 0,5% e 1,5%. Todos os tratamentos com quitosana foram eficazes na manutenção da qualidade pós-colheita das frutas quando comparados com o controle, estendendo sua vida útil por oito dias à temperatura ambiente. As propriedades filmogênicas e de barreira da quitosana foram comprovadas pela redução na taxa de perda de massa das frutas revestidas e também pela menor perda no teor de pectina, resultado em atividades menores das enzimas hidrolíticas pectina metilesterase e  $\beta$ -D-glucosidase, que contribuiu para a manutenção da integridade da parede celular da fruta e na firmeza da polpa.

A firmeza da goiaba é um dos principais atributos de qualidade e também um importante indicativo de vida útil. A retenção da firmeza em goiabas por revestimentos comestíveis pode estar relacionada ao bloqueio dos poros da superfície das frutas e diminuição da permeabilidade das cascas a gases, como o oxigênio e o etileno. A menor ação do etileno influencia na redução da atividade das enzimas pectinolíticas, que degradam a parede celular (COSTA *et al.*, 2017; LOPES *et al.*, 2018).

Cerqueira *et al.* (2011) avaliaram o efeito de recobrimentos proteicos (concentrado proteico de soro de leite-CPSL e glúten) e de quitosana na conservação de goiabas 'Kumagai' armazenadas em condição ambiente durante oito dias. As frutas revestidas com 6% de quitosana mostraram uma menor perda de massa, quando comparados com outras concentrações de quitosana, outros tratamentos e o controle. O tratamento com 6% de quitosana também interferiu na perda normal de firmeza decorrente do amadurecimento da fruta, provavelmente ocorreu devido à restrição excessiva de trocas gasosas entre os tecidos vegetal e o ambiente externo. Isto resultou em uma alteração no metabolismo, causando uma redução nos processos de degradação da parede celular e quebra de pectina, mantendo assim uma maior firmeza do tecido.

A quitosana é um biopolímero de alto potencial para ser utilizado como revestimento comestível por si só, ou associada a outros compostos, na conservação pós-colheita de goiabas (RODRIGUES *et al.*, 2018; SOARES *et al.*, 2011). A vantagem dos revestimentos compostos é a combinação das características positivas de cada componente (FAKHOURI; BATISTA; GROSSO, 2003).

A influência de recobrimentos à base de amido de sementes de jaca adicionado à quitosana e ao alginato de sódio na manutenção da qualidade de goiabas 'Paluma', no armazenamento refrigerado, seguido da transferência para a condição ambiente, para simular a comercialização, foi avaliada por Rodrigues *et al.* (2018). O uso do revestimento de amido de semente de jaca (2%) associado a quitosana (2%) e alginato (2%) foi eficiente na redução da taxa respiratória das frutas mantidas em condição ambiente por 10 dias. O recobrimento de amido e quitosana retardou o amadurecimento das frutas, manteve a firmeza e a coloração com intenção de compra

e aparência superiores ao limite de aceitação, durante o armazenamento refrigerado e também após a transferência para a condição ambiente.

Os revestimentos comestíveis, além de controlarem as atividades metabólicas das frutas, podem ser adicionados de ingredientes ativos que interagem com o produto, preservando a sua qualidade e segurança (SOARES *et al.*, 2011). Os revestimentos incorporados de aditivos quando em contato com a superfície da fruta, liberam, de forma gradativa, o composto para a superfície do alimento, onde a maioria das reações químicas e microbiológicas ocorre. A incorporação de óleos essenciais à matriz polimérica torna-se uma alternativa no desenvolvimento de filmes ativos na proteção do alimento de interesse, proporcionando ação antimicrobiana e antioxidante (COELHO *et al.*, 2017). A substituição dos fungicidas químicos tradicionais por substâncias antimicrobianas naturais é um fator favorável para a aceitação de produtos agrícolas no mercado internacional, devido à estrita regulamentação do uso de produtos químicos para a produção de alimentos (SOARES *et al.*, 2011).

Soares *et al.* (2011) desenvolveram um revestimento à base de fécula de mandioca com 1,0% e 1,5% de quitosana e avaliaram sua eficiência na conservação de goiabas 'Pedro Sato'. O uso do revestimento foi eficiente para prolongar a vida útil da goiaba, mantendo a cor verde da casca e a cor rosa da polpa. As frutas revestidas com quitosana (1,5%) apresentaram maior força de resistência, mantendo a firmeza da polpa durante todo o período de armazenamento. A maior resistência apresentada pelas frutas revestidas garante melhor resistência às lesões mecânicas durante os processos pós-colheita e, conseqüentemente, maior durabilidade. As goiabas revestidas com filmes à base de fécula, acrescidos de quitosana também apresentaram menor perda de massa, mantiveram o teor de sólidos solúveis e apresentaram menores contagens de fungos filamentosos e leveduras, quando comparadas as frutas do grupo controle, durante o armazenamento.

Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes Filho *et al.* (2016), que estudaram o efeito de revestimento à base de fécula de mandioca associado a substâncias antifúngicas na conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas durante nove dias em temperatura ambiente. A cobertura das frutas com diferentes concentrações de fécula de mandioca (3% e 5%) associada aos extratos vegetais de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) mostraram-se efetivas para minimizar a perda de massa das frutas e eficientes no controle de patógenos ao funcionarem como barreiras à contaminação do tecido, além de mostrarem propriedades antifúngicas, durante todo o período de armazenamento. Coelho *et al.* (2017) também obtiveram resultados satisfatórios com o uso de revestimento filmogênico à base de fécula de mandioca associado ao óleo essencial de cravo-da-índia, sobre a qualidade e redução de perdas por antracnose em goiabas 'Pedro Sato'. A aplicação do revestimento permitiu a extensão da vida útil da goiaba de 7 para 10 dias após a colheita em condição ambiente, retardou a mudança da coloração das frutas e possibilitou o acúmulo de licopeno e de  $\beta$ -caroteno. Além disso, o óleo de cravo-da-índia associado ao revestimento reduziu a ocorrência de antracnose, independentemente do aumento da vida útil das frutas.

Outro estudo com goiabas 'Pedro Sato' mostrou que a utilização de revestimentos comestíveis de fécula de mandioca e caseína, com a adição de extrato vegetal de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) foram eficientes na conservação da firmeza e colorimetria das goiabas, evitando seu amarelecimento e clareamento. Os revestimentos de fécula e caseína reduziram a perda de massa das frutas, durante os 12 dias de armazenamento, porém o extrato de barbatimão associado a esses revestimentos não proporcionou mudanças significativas em relação à perda de massa (LOPES *et al.*, 2018).

O composto O-carboximetilquitosana (O-CMQTS) é um derivado da quitosana, que apresenta como característica especial sua solubilidade em água. A presença dos grupos COOH e NH<sub>2</sub> na sua estrutura lhe confere uma característica anfótera e, conseqüentemente, uma maior capacidade de perturbação da membrana em condições ácidas, básicas e neutras, comparado à quitosana. Essas propriedades fazem com que a O-CMQTS venha sendo estudada ao longo dos anos, para emprego na indústria de alimentos (TAVARES; ALMEIDA; GOMES, 2018).

Ao estudarem o recobrimento de goiabas com coberturas comestíveis à base de O-carboximetilquitosana associada ao óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*), após 17 dias de armazenamento a 8 °C, Tavares, Almeida e Gomes (2018) verificaram que a utilização da cobertura foi eficiente para controlar o amadurecimento das goiabas e permitiu estender sua vida útil em relação às goiabas sem o revestimento. O recobrimento também contribuiu para a redução da perda de massa das frutas em até 81%, reduziu o grau de maturação e melhorou o aspecto visual das frutas. Os resultados da análise microbiológica de contagem de bolores e leveduras demonstrou redução na velocidade de crescimento microbiano nas frutas revestidas, com destaque para a cobertura contendo óleo de orégano, quando comparado às frutas sem cobertura.

A aplicação de revestimentos comestíveis em frutas se destaca por elevar o tempo de conservação permitindo uma maior flexibilidade de manuseio e comercialização. Neste sentido, Bastos *et al.* (2018) avaliaram a influência do revestimento de goma de cajueiro modificada na vida útil de goiabas 'Paluma', acondicionadas sob refrigeração e em temperatura ambiente. A goma de cajueiro é um heteropolissacarídeo composto por uma cadeia principal de β-d galactose 1-3 ligado como cadeias de galactose e glicose, e tem sido estudada por suas propriedades funcionais, incluindo baixa toxicidade, biodegradabilidade, biocompatibilidade e ainda capacidade de formar revestimento. De acordo com os seus resultados, os revestimentos apresentaram um efeito positivo na conservação das goiabas, principalmente os formulados com goma de cajueiro reticulada. Combinando o uso do revestimento e temperatura, pode-se constatar que as goiabas armazenadas sob refrigeração apresentaram melhores resultados em relação a redução da perda de massa das frutas e da coloração verde da casca. As frutas armazenadas sob temperatura de refrigeração conservaram-se por até 28 dias, enquanto em temperatura ambiente por até 12 dias.

Formulações à base de goma de caju e carboximetilcelulose foram avaliadas como revestimentos comestíveis em goiabas da cultivar Kumagai, armazenadas por 12 dias em condições ambientais (FORATO *et al.*, 2015). Ambos os revestimentos minimizaram a perda de massa das frutas, devido a redução da perda de água, além disso, foram eficazes na redução da infestação por fungos na polpa, preservaram a firmeza e retardaram as mudanças na cor da casca das goiabas.

Fonseca *et al.* (2016) avaliaram índices de qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', revestidas com fécula de mandioca, alginato de sódio e carboximetilcelulose. Independentemente do tratamento aplicado, as goiabas alcançaram maiores teores de vitamina C após o armazenamento prolongado de 22 dias. O uso de revestimentos à base de fécula e alginato foram eficientes em retardar o amadurecimento das frutas armazenadas por quatro dias sob refrigeração, seguidos de três dias em temperatura ambiente. As goiabas revestidas com fécula de mandioca apresentaram os maiores teores de licopeno e de β-caroteno nos períodos de armazenamento mais prolongados, podendo-se recomendar este revestimento comestível para o armazenamento dessa fruta, para que se obtenha maior retenção destes importantes atributos nutricionais. No entanto, a composição dos diferentes revestimentos não teve

influência sobre a atividade enzimática degradadora de parede celular, de modo a reduzir o processo de amaciamento das frutas.

Vishwasrao e Ananthanarayan (2016) estudaram o efeito do revestimento composto de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e óleo de palma no amadurecimento de goiabas 'Lalit', durante o armazenamento. As frutas revestidas apresentaram retardo significativo na perda de peso e firmeza e na mudança de cor. O revestimento também afetou a fisiologia da fruta, mostrando um aumento mais lento no total de açúcares redutores e no teor de ácido ascórbico e retardou as atividades enzimáticas da peroxidase e polifenoloxidase da fruta. O retardo na produção de etileno pelas frutas revestidas em comparação com a fruta controle sugere que o revestimento comestível exerceu uma barreira à troca gasosa. A qualidade geral das frutas foi mantida pelo recobrimento aplicado, estendendo a vida das frutas a até 12 dias, comparativamente com os 9 dias das frutas não revestidas. A produção retardada de etileno pode ser correlacionada com a senescência tardia e uma susceptibilidade reduzida à deterioração.

A celulose é o polissacarídeo mais abundante no planeta e seus derivados apresentam diferentes permeabilidades ao vapor de água e gases e são bons formadores de filmes. A hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) é aprovada como aditivo alimentar com a finalidade de formador de filme, estabilizante, espessante e agente de suspensão, porém as más propriedades de barreira à umidade do HPMC podem ser melhoradas pela incorporação de compostos hidrofóbicos, como ácidos graxos, na matriz de celulose para desenvolver um filme composto. O óleo de palma é uma das gorduras vegetais saturadas que é comercialmente utilizada devido ao seu baixo custo e alta estabilidade oxidativas. A combinação destes materiais em um revestimento composto comestível pode ser eficaz no controle do processo de maturação de frutas climatéricas como a goiaba (VISHWASRAO; ANANTHANARAYAN, 2016).

Revestimentos comestíveis podem ser formulados a partir de uma variedade de macromoléculas e entre as proteínas, a zeína, que constitui cerca de 50% das proteínas do endosperma do milho e contém cerca de 2/3 de aminoácidos hidrofóbicos, apresenta excelentes propriedades de formação de filmes e revestimentos, pois têm boa resistência à umidade e baixa permeabilidade a vapor de água, o que favorece seu uso como barreira para diminuir a perda de água por frutas. Além disso, tem boa barreira a gases, reduzindo as taxas de respiração. Santos *et al.* (2018) observaram que os revestimentos à base de zeína (reticulada ou não com ácido tânico) aplicados em goiabas 'Paluma' aumentaram a vida útil das frutas em 3-4 dias e retardaram o processo de amadurecimento, fazendo com que a plena maturação não tenha sido atingida ao final de sua vida útil. Portanto, os autores recomendam que esse revestimento seja usado durante o transporte e a comercialização da goiaba, evitando assim que a plena maturação seja atingida.

A *Spirulina platensis* é uma microalga que apresenta na sua composição, alta concentração de proteína, entre 60 e 70%. Por esse motivo, é considerada apropriada para o desenvolvimento de filmes estruturais, para o recobrimento de frutas na fase de pós-colheita (ONIAS *et al.*, 2018). Outro estudo com goiaba 'Paluma' avaliou diferentes concentrações da microalga *Spirulina platensis* (0%, 1%, 2% e 3%) como revestimento biodegradável na conservação pós-colheita sob armazenamento refrigerado e ambiente. Os resultados mostraram que os revestimentos a base da biomassa de *S. platensis* foram eficientes em retardar a perda fisiológica de massa das frutas em ambas as temperaturas de armazenamento, sendo o tratamento na concentração de 1% a 10±2 °C o mais eficiente, proporcionando as menores perdas de massa quando comparado ao controle. As soluções preparadas a partir da

biomassa de *Spirulina*, e empregadas no recobrimento das frutas foram de fácil formulação, por conterem maior quantidade de proteínas com alta solubilidade em água, e outra parte hidrofóbica que auxilia na formação de uma grade micelar para a estruturação do biofilme, portanto, resultando em boa solubilidade em água, observada pelo bom desempenho em relação a interação de complexos gelatinosos (ONIAS *et al.*, 2018).

### 3. Considerações Finais

A alta perecibilidade faz da goiaba um excelente modelo para estudo dos efeitos de diferentes revestimentos comestíveis sobre a qualidade e a vida útil pós-colheita das frutas destinadas ao consumo *in natura*.

O emprego de coberturas e revestimentos comestíveis protetores em goiabas, embora seja ainda um processo em desenvolvimento, tem apresentado, nas últimas décadas, resultados bastante significativos, como uma prática auxiliar na conservação pós-colheita desta fruta, cujo tempo de vida útil é consideravelmente reduzido em função da sua elevada atividade metabólica e das condições às quais é submetida após a colheita.

Com base na literatura, foram apresentados exemplos de algumas aplicações, indicando a extensão do tempo de vida útil da fruta, nas diferentes condições avaliadas.

Entre as matérias-primas mais comumente utilizadas na formação das coberturas comestíveis sobre a goiaba, destacam-se a gelatina, a cera de carnaúba, a quitosana, a fécula de mandioca e o alginato, além de materiais alternativos como a carboximetilcelulose, goma de caju, zeína de milho e biomassa de microalga. Cada um desses materiais, isolados ou combinados, foi utilizado com o objetivo de controlar a respiração, agindo como uma barreira física para trocas gasosas e perda de vapor de água, modificando a atmosfera e retardando a senescência, ou ainda na formação de uma barreira antimicrobiana ou antioxidante.

O que se depreende de concreto a partir dos trabalhos publicados, é que não há uma formulação que satisfaça todas as condições ou que possa ser aplicada de forma universal. Isso por que as características de uma cobertura, para que responda de forma satisfatória como barreira, dependem não somente do material em si, mas igualmente do produto a ser revestido e das suas particularidades, como a cultivar, fase de maturação em que foi feita a colheita e das condições de conservação. Outro aspecto a ser observado é que a cobertura não prescinde do emprego do frio. Na maioria dos exemplos apresentados a presença do frio é imprescindível para uma plena conservação na condição apropriada ao consumo.

### 4. Referências

AMORIM, D. A. *et al.* Adubação nitrogenada e potássica em goiabeiras 'Paluma': I. Efeito na produtividade e na qualidade dos frutos para industrialização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.1, p. 201-209, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-051/14>.

ARAÚJO, H. M. *et al.* Chemical profile and antioxidant capacity verification of *Psidium guajava* (Myrtaceae) fruits at different stages of maturation. **Excli Journal**, v.14, p.1020-1030, 2015. <https://doi.org/10.17179/excli2015-522>.

ASSIS, O. B. G. de; FORATO, L. A.; BRITTO, D. de. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Higiene Alimentar**, v. 22, n. 160, p. 99-106, 2008.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.2, p.87-97, 2014. <https://doi.org/10.1590/bjft.2014.019>.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.29-31, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000100009>.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. *et al.* **Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas**. Roma: FAO, 2003. 99 p. (Technical Manual). Disponível em: <<http://www.fao.org/3/y4358e/y4358e00.htm>>. Acesso 28 dez. 2020.

BASSETTO, E.; JACOMINO, A. P.; PINHEIRO, A. L. Conservation of 'Pedro Sato' guavas under treatment with 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.433-440, 2005.

BASTOS, M.S. R. *et al.* **Revestimento de goma de cajueiro modificada na vida útil de goiabas**. Comunicado Técnico 241. Embrapa, Fortaleza, junho de 2018.

CAMPOS, A. J. *et al.* Radiação gama e atmosfera modificada passiva na qualidade de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. spe1, p.350-356, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500044>.

CARVALHO, H.A. *et al.* Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.605-615, 2001.

CAVALINI, F. C. *et al.* Maturity indexes for 'Kumagai' and 'Paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.2, p.176-179, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000200005>.

CERQUEIRA, T. S. *et al.* Controle do amadurecimento de goiabas 'Kumagai' tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.687-692, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000300010>.

CERQUEIRA, T. S. *et al.* Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, v. 70, 216–221, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000100028>.

CHOUDHURY, M. M. *et al.* Goiaba: Pós- Colheita. In: **Agronegócio da goiaba**. p. 9-15. EMBRAPA Informação Tecnológica. 45p. II,; (Frutas do Brasil, 19) 2001.

COELHO, C. C. S. *et al.* Aplicação de revestimento filmogênico à base de amido de mandioca e de óleo de cravo-da-índia na conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato'. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.25, n.6, p.479-490, 2017. <http://dx.doi.org/10.13083/reveng.v25i6.723>.

COSER, S. M. *et al.* Diversidade genética de seleções de goiabeiras Cortibel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.2, p.391-398, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-085/13>.

COSTA, J. M. C.; CLEMENTE, E. Refrigeration and cold chain effect on fruit shelf life. In: RODRIGUES, S.; FERNANDES, F. A. N. (Ed.). **Advances in fruit processing technologies**. Boca Taton: CRC Press, 2012. p. 287-330. <https://doi.org/10.1201/b12088>.

COSTA, L. C. *et al.* Aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.). **Brazilian Journal of Food Research**, v.8, n.2, p.16-31, 2017. <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v8n2.4666>.

DEL'ARCO, A. P. L. T.; SYLOS, C. M. Effect of industrial processing for obtaining guava paste on the antioxidant compounds of guava (*Psidium guajava* L.) 'Paluma' cv. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.40, n.2, p.1-10, 2018. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018011>.

DUZZIONI, A.G. *et al.* Determinação da atividade antioxidante e de constituintes bioativos em frutas cítricas. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.4, p. 643-649, 2010.

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA - A cultura da goiaba** [editores técnicos, Flávia Rabelo Barbosa e Mirtes Freitas Lima]. – 2ª edição revista e ampliada – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 180 p.: il. 16 cm – (Coleção Plantar, 66).

FAKHOURI, F. M.; BATISTA, J. A.; GROSSO, C.. Efeito de coberturas comestíveis aplicadas em goiabas in natura (*Psidium guajava*) I: Desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de gelatina, triacetina e ácidos graxos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n.2, p.301-308, 2003.

FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C.R.F. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas in natura (*Psidium guajava* L.) mantidas sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.203-211, 2003.

FONSECA, M. J. O. *et al.* Uso de revestimento comestível para extensão da vida útil da goiaba 'Pedro Sato'. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.24, n.2, p.101-110, 2016. <https://doi.org/10.13083/reveng.v24i2.651>.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION-FAD. **Generally recognized as safe (GRAS)**. Silver Spring. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

FORATO, L. A. *et al.* Effect of cashew gum-carboxymethylcellulose edible coatings in extending the shelf-life of fresh and cut guavas. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 5, p. 68–74, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2015.06.001>.

FRÁGUAS, R. M. *et al.* Storage of guavas cv. Pedro Sato coated with low molecular weight chitosans. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, p.1-9, 2018. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11217>.

FREIRE, J. M. *et al.* Avaliação de compostos funcionais e atividade antioxidante em farinhas de polpa de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.847-852, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000300026>.

FREIRE, J. M. *et al.* Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2291-2296, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000132>.

GOMES FILHO, A. *et al.* Qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com diferentes concentrações de fécula de mandioca associadas a substâncias antifúngicas. **Agri-Environmental Sciences**, v.2, n.1, p.37-51, 2016. Disponível em: <<https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/189>>. Acesso 29 dez. 2020.

GONZAGA NETO, L. **Produção de goiaba**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 64 p.

GRIGIO, M. L. *et al.* Efeito da modificação atmosférica em goiabas var. Paluma na redução de danos mecânicos em pós-colheita. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.5, n.1, p.57-65, 2011. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/406>>. Acesso em: 19 dez. 2018. doi: dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v5i1.406.

HONG, K. *et al.* Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v.144, n.1, p.172-178, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.07.002>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Informações sobre culturas permanentes. Produção e área plantada de goiaba, Brasil, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

JACOMINO, A. P. *et al.* Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.401-405, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000300010>.

JIANG, Y.; LI, Y. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. **Food Chemistry**, v.73, n.2, p.139-143, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00246-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00246-6).

KUSKOSKI, E. M. *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000400037>.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S. de; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na Região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.273-276, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452002000100061>.

LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F.. Conservação pós-colheita de goiabas utilizando-se cálcio e ácido giberélico, associados a diferentes filmes plásticos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.28, n.2, p. 31-40, 2003.

LOPES, A. R. *et al.* Conservação de goiabas com revestimentos comestíveis de amido e caseína com extrato de barbatimão. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.26, n.4, p.295-305, 2018. <http://dx.doi.org/10.13083/reveng.v26i4.928>.

MANICA, I. *et al.* **Fruticultura Tropical-Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373p.

MELO, E. A. *et al.* Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.44, n.2, p.193-201, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322008000200005>.

NIMISHA, S. *et al.* Molecular breeding to improve guava (*Psidium guajava* L.): Current status and future prospective. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 578–588, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.017>.

OLIVEIRA, M.A.; CEREDA, M.P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.2, p.97-102, 1999.

ONIAS, E. A. *et al.* Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.3, p.849-860, 2018. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17201>.

OSHIRO, A. M.; DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q. Preservação de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas sob atmosfera modificada em refrigeração. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.213-221, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2012000100021](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2012000100021)>. Acesso 29 dez. 2020.

PARK, H. J. Edible coatings for fruits. In: JONGEN, W. W. F. (Ed.). **Fruit and vegetable processing: improving quality**. Boca Raton: CRC Press, 2005. p.331-345.

PEREIRA, F. M.; KAVATI, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.spe1, p.92-108, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500013>.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Melhoramento da goiabeira. In: BRUCKER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Editora UFV, 2002. p.267-289.

RANA, S.; SIDDIQUI, S; GOYAL, A.. Extension of the shelf life of guava by individual packaging with cling and shrink films. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n.12, p.8148-8155, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1881-5>.

REIS, K. C. *et al.* Physical-chemistry evaluate of guava osmotic dehydration in solutions different. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.781-785, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300026>.

RIBEIRO, V. G. *et al.* Armazenamento de goiabas 'Paluma' sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.203-206, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452005000200005>.

RODRIGUE, J.P.; NOTTEBOOM, T. The cold chain and its logistic. In: RODRIGUE, J-P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. **The geography of transport systems**. 2nd ed. New York: Routledge, 2009. 297 p.

RODRIGUES, A. A. M. *et al.* Physiology and postharvest conservation of 'Paluma' guava under coatings using Jack fruit seed-based starch. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.40, n.2, p. 1-8, 2018. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018352>.

SAHOO, N. R. *et al.* Comparative study of MAP and shrink wrap packaging techniques for shelf life extension of fresh guava. **Scientia Horticulturae**, v. 182, p. 1-7, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.10.029>.

SALGADO, P. R. *et al.* Edible films and coatings containing bioactives. **Current Opinion in Food Science**, v.5, p.86-92, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.09.004>.

SALINAS-HERNÁNDEZ, R. M.; ULÍN-MONTEJO, F.; SAUCEDO-VELOZ, C. Effect of waxing and temperature of storage on the conservation of guava (*Psidium guajava* L.) cultivar 'Media China'. **Acta Horticulturae**, v.849, p. 401-408, 2010. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.849.49>.

SANTOS, T. M. *et al.* **Revestimento de goiabas com zeína**. Comunicado Técnico 237. Embrapa, Fortaleza, abril de 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177626/1/COT18004.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

SILVA, J. M. *et al.* Use of ionising radiation technology as a method of postharvest conservation of guava. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, v. 2, p. 168-179, 2011. <https://doi.org/10.1504/IJPTI.2011.041039>.

SINGH, S. P.; PAL, R. K. Controlled atmosphere storage of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.47, p.296-306, 2008b. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.08.009>.

SINGH, S. P.; PAL, R. K. Ionizing radiation treatment to improve postharvest life and maintain quality of fresh guava fruit. **Radiation Physics and Chemistry**, v.78, p.135-140, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2008.09.007>.

SINGH, S. P.; PAL, R. K. Response of climacteric-type guava (*Psidium guajava* L.) to postharvest treatment with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, v.47, p.307-314, 2008a. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.08.010>.

SIQUEIRA, A. M. A. *et al.* Vida útil pós-colheita de goiaba cv. 'Paluma' submetida ao resfriamento rápido por ar forçado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 45-51, 2014. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1514>>. Acesso 29 dez. 2020.

SOARES, N. F. F. *et al.* Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.spe1 p.281-289, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500035>.

TAVARES, L. R. ALMEIDA, P. P. de; GOMES, M. F. Avaliação físico-química e microbiológica de goiaba (*Psidium guajava*) revestida com cobertura comestível à base de O-carboximetilquitosana e óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*). **Multi-Science Journal**, v.1, n.13, p.20-26, 2018. <https://doi.org/10.33837/msj.v1i13.590>.

TURHAN, K. N. Is edible coating an alternative to MAP for fresh and minimally processed fruits? **Acta Horticulturae**, v.876, n.1, p.299-305, 2010. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.876.40>.

VIEIRA, L. M. *et al.* Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.888-897, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011005000099>.

VISHWASRAO, C.; ANANTHANARAYAN, L. Postharvest shelf-life extension of pink guavas (*Psidium guajava* L.) using HPMC-based edible surface coatings. **Journal of Food Science and Technology**, v.53, n.4, p.1966–1974, 2016. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-015-2164-x>.

WERNER, E.T. *et al.* Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba Cortibel. **Bragantia**, v.68, n.2, p.511-518, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000200026>.

YAN, L. Y. *et al.* Antioxidant properties of guava fruit: comparison with some local fruits. **Sunway Academic Journal**, v.3, p.9-20, 2006.

ZAMBRANO-ZARAGOZA, M. L. *et al.* Use of solid lipid nanoparticles (SLNs) in edible coatings to increase guava (*Psidium guajava* L.) shelf-life. **Food Research International**, v.51, n.2, p.946-953, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.012>.

## Autores

Márcia Liliane Rippel Silveira<sup>1</sup>, Carla Rosane Barboza Mendonça<sup>2,\*</sup>

1. Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

2. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário, Caixa Postal, 354, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: [carlaufpel@hotmail.com](mailto:carlaufpel@hotmail.com)

---

## Uso de revestimentos comestíveis adicionados de óleos essenciais na conservação de maçã e melão minimamente processados

Renata Fialho Teixeira, Caroline Dellinghausen Borges

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-991393-5-2.c11>

### Resumo

Frutas minimamente processadas (MPs) são altamente perecíveis, tendo em vista o estresse fisiológico a que são submetidas durante o processamento. Revestimentos comestíveis adicionados de óleos essenciais (OEs) representam alternativas a serem utilizadas para inibir alterações indesejáveis, grande parte pelo potencial antimicrobiano e antioxidante que apresentam. Objetivou-se com esta revisão, relatar a influência da adição de OEs ou seus compostos ativos, em revestimentos comestíveis, nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de maçãs e melões MPs. A adição de OEs ou de seus compostos ativos aos revestimentos ocasionaram maior inibição do crescimento de diversos grupos de micro-organismos deteriorantes e patogênicos em maçã e melão MPs. O uso de maiores concentrações de OE ampliou o seu efeito antimicrobiano, dependendo do tipo de óleo adicionado. No entanto, alterações de cor e textura foram observadas mesmo na presença de agentes antiescurecimento e reticulantes nos revestimentos, como ácidos orgânicos e sais de cálcio. Embora os revestimentos exerçam barreira ao oxigênio e vapor de água, a incorporação de OEs em maiores concentrações foi associada ao aumento da reação de escurecimento, peroxidação lipídica e modificações estruturais nos tecidos. A aceitabilidade de frutas MPs revestidas na presença de OEs está condicionada a manutenção de seu sabor e aroma característicos. A partir dos dados coletados, é possível afirmar que o emprego em baixas concentrações de OEs, bem como, de seus compostos ativos em revestimentos comestíveis, são eficazes em manter a qualidade geral de maçãs e melões MPs.

**Palavras-chave:** antimicrobianos, compostos ativos, *Cucumis melo* L., *Malus domestica* B.

### 1. Introdução

O processamento mínimo de frutas e hortaliças é um ramo da indústria de alimentos com notável potencial de crescimento, alavancado pela crescente demanda dos consumidores por vegetais que apresentem qualidade, conveniência, praticidade e que sejam seguros para o consumo (ALZAMORA *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2017). Os termos *fresh-cut* ou minimamente processados (MPs) têm sido empregados para definir vegetais que passam apenas por alterações físicas mantendo seu estado de frescor. O processamento mínimo inclui operações como seleção, lavagem, sanitização, descascamento, corte, drenagem, embalagem, seguidos do

armazenamento refrigerado para comercialização (ARTÉS; GÓMEZ; ARTÉS-HERNÁNDEZ, 2007; FONTES *et al.*, 2008).

As frutas MPs são altamente suscetíveis a alterações decorrentes do estresse fisiológico a que são submetidas durante o processamento. Dentre os diversos processos metabólicos que as tornam mais perecíveis que as frutas inteiras são comumente citados o aumento das taxas de produção de etileno e atividade respiratória, degradação de lipídios das membranas celulares, reações oxidativas e de alteração de cor, formação de compostos secundários indesejáveis, alteração da síntese proteica e da composição de ácidos orgânicos e carboidratos, perda de água por evaporação e exsudação, alteração de textura, além do aumento da proliferação microbiana (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995; FONTES *et al.*, 2008; KLUGE *et al.*, 2016; OLIVAS; BARBOSA-CANOVAS, 2005). Muitas dessas respostas deletérias para a qualidade dos vegetais MPs ocorrem rapidamente após o estresse, enquanto outras podem demorar alguns dias para serem desencadeadas (MORETTI, 2007; PICCHIONI *et al.*, 1994).

Uma alternativa promissora para minimizar os danos causados pelo processamento mínimo consiste na aplicação de revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos, proteínas, lipídios ou combinação destes componentes. Segundo Cao, Fu e He (2007) e Santos *et al.* (2012), o uso de revestimentos auxilia na preservação dos vegetais por maiores períodos, mantendo a qualidade exigida pelos consumidores com características do fruto inteiro. Além disso, o revestimento comestível pode ser adicionado de ingredientes ativos, como agentes antiescurecimento, de firmeza, nutrientes e compostos antimicrobianos. Nesse sentido, tem sido avaliada a incorporação de óleos essenciais (OEs), ou seus compostos ativos na forma isolada, aos revestimentos, devido à redução da permeabilidade ao oxigênio através da matriz e inibição do crescimento de patógenos, dentre outros benefícios que apresentam, sendo uma alternativa ao uso de conservantes sintéticos (ROJAS-GRAÜ *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2012).

Em melões e maçãs MPs têm sido avaliados diferentes combinações de revestimentos à base de polissacarídeos como quitosana, alginato, pectina e goma gelana, adicionados de diferentes óleos essenciais, como OE de capim-limão, canela, cravo, tomilho e orégano (CHEVALIER *et al.*, 2016; GUERREIRO *et al.*, 2017; RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008; RAYBAUDI-MASSILIA *et al.*, 2008; ROJAS-GRAÜ; TAPIA; MARTÍN-BELLOSO, 2008; SALVIA-TRUJILLO *et al.*, 2015; SARENGAOWA *et al.*, 2017). Diante disso, esta revisão tem por objetivo relatar a influência da adição de óleos essenciais ou seus compostos isolados, em revestimentos comestíveis, nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de maçãs e melões minimamente processados.

## **2. Adição de óleos essenciais em revestimentos comestíveis aplicados a maçãs minimamente processadas**

A maçã (*Malus domestica* B.), pertencente à família Rosaceae, é uma fruta amplamente cultivada, consumida e apreciada no Brasil (FREIRE *et al.*, 1994; MALDONADO *et al.*, 2016). Sua utilização como produto MP representa uma forma de aproveitar excedentes de produção, além de agregar valor ao produto e propiciar a conveniência do consumo (FAGUNDES, 2009). Entretanto, maçãs MPs são altamente suscetíveis a alterações fisiológicas, principalmente, advindas da atividade enzimática em decorrência da exposição ao ar, o que compromete as características sensoriais e físico-químicas dos frutos, como reações de escurecimento, mudança na textura e aumento do crescimento microbiano (FONTES *et al.*, 2008). Dessa forma, serão

discutidos os principais efeitos observados pela adição de óleos essenciais ou seus compostos ativos em maçãs MPs revestidas.

## 2.1. Avaliação microbiológica

A atividade antimicrobiana de alguns OEs e seus compostos isolados, incluindo óleo de orégano e capim-limão, é atribuída a vários compostos terpenoides e fenólicos, que também em forma pura demonstram atividade antibacteriana ou antifúngica (BURT, 2004; FRIEDMAN; HENIKA; MANDRELL, 2002). Nychas, Tassou e Skandamis (2003) relataram que o modo de ação de cada OE depende de sua concentração, em que doses mais baixas podem inibir enzimas associadas à produção de energia e, doses mais elevadas podem precipitar proteínas. Rojas-Graü *et al.* (2007) verificaram que os revestimentos comestíveis à base de alginato e purê de maçã contendo OEs de capim-limão (1,0 e 1,5%) e orégano (0,3 e 0,5%), controlaram de modo eficaz o crescimento de bolores, leveduras e bactérias psicrófilas em maçãs MPs durante 21 dias.

O uso do revestimento comestível à base de alginato (2,0%) contendo ácido málico (2,5%), sem a adição de OEs avaliado por Raybaudi-Massilia *et al.* (2008) foi eficaz em reduzir a proliferação da *Escherichia coli* O157:H7, inoculada na superfície das maçãs MPs. Entretanto, a incorporação de OEs e seus compostos isolados a esse revestimento em maiores concentrações, possibilitou aumentar a inibição de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, criando um efeito antimicrobiano melhorado, que se estendeu durante 30 dias de armazenamento. A adição dos OEs de capim-limão e canela (0,7%) e seus compostos ativos isolados, citral e cinamaldeído (0,5%), respectivamente, foram os antimicrobianos mais efetivos em estender a vida útil das maçãs MPs, enquanto OEs de capim-limão, canela e cravo-da-índia em menores concentrações (0,3%) apenas mantiveram as características físico-químicas dos frutos, comparado ao grupo controle (RAYBAUDI-MASSILIA *et al.*, 2008).

A incorporação de OE de capim-limão (0,5 e 1,0%) em um revestimento à base de nanoemulsões de alginato (2,0%), reduziu as contagens microbianas logo após a sua aplicação e inibiram completamente a microflora natural das maçãs MPs durante 14 dias de armazenamento. Cabe salientar ainda que os revestimentos de alginato com OE de capim-limão na escala nano, exibiram uma melhor e mais rápida inativação dos micro-organismos, incluindo atividade bactericida contra *E. coli* inoculada, em comparação com os revestimentos de alginato convencionais (SÁLVIA-TRUJILLO *et al.*, 2015).

Atividade antimicrobiana contra *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium e *Listeria monocytogenes* foi relatada a partir da utilização de OEs de tomilho, canela e orégano (0,05, 0,35 e 0,65%) em um revestimento comestível de alginato (1,29%) (SARENGAOWA *et al.*, 2017). Destacou-se a adição de OE de tomilho (0,05 e 0,35%) em função da maior redução das contagens totais de maçãs MPs, quando comparado à incorporação de 0,65% após 12 dias de armazenamento. Esse efeito pode ser relacionado à parede celular do tecido do fruto que se torna gradualmente mais macia com o passar do tempo, bem como, à alta concentração de OE que pode acelerar o processo de deterioração das maçãs MPs. O revestimento de alginato com 0,05% de OE de tomilho foi considerado um conservante seguro para as maçãs MP durante 16 dias de armazenamento.

## 2.2. Alterações na cor

Alterações na cor são comuns em frutos MPs, e geralmente ocorrem devido ao dano tecidual provocado pelo descasque e fatiamento, podendo induzir a reações de escurecimento enzimático e não enzimático, fator crítico em maçãs MPs (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2012; GUERREIRO *et al.*, 2017; OMS-OLIU *et al.*, 2010).

Segundo Sálvia-Trujillo *et al.* (2015), a incorporação de OEs em revestimentos pode induzir ao escurecimento dos frutos MPs de duas formas: devido aos compostos fenólicos dos OEs, que podem atuar como substratos para a atividade da polifenoloxidase (PFO) e, pelo aumento da permeabilidade da membrana celular das plantas, que pelos compostos voláteis, pode causar uma maior liberação de PFO e polifenóis do citoplasma da célula, produzindo quinonas que se autopolimerizam para formar pigmentos de cor marrom (SARENGAOWA *et al.*, 2017; TOIVONEN; BRUMMELL, 2008).

O efeito de preservação da cor de maçãs MPs revestidas com adição de OEs foi dependente da concentração de OE aplicada. Nos trabalhos avaliados, as menores concentrações analisadas foram eficientes em prevenir o escurecimento, porém, ao aumentar a concentração de OE no revestimento, houve um pronunciado escurecimento. Rojas-Graü *et al.* (2007) encontraram resultados que indicam não somente dependência da concentração, mas do tipo de OE empregado no revestimento. Ao longo do armazenamento, foi observado que as maçãs MPs revestidas com 1,5% de OE de capim-limão sofreram alteração dos parâmetros de cor L\*, a\* e b\* significativamente, enquanto que a adição a 1,0% do mesmo OE alterou em menor proporção a cor da maçã MP comparado ao controle, sem revestimento. Todavia, as menores alterações na cor das maçãs MPs foram observadas quando OE de vanilina (0,3 e 0,6%) foi incorporado na formulação de revestimento, independente da concentração (ROJAS-GRAÜ *et al.*, 2007). Pode-se afirmar que a incorporação de OEs em concentrações superiores a faixa entre 0,15 e 0,30% podem causar escurecimento, mesmo na presença de agentes antiescurecimento.

Um estudo realizado em maçãs MPs revestidas com alginato (2,0%) incorporado de OEs de canela, cravo e capim-limão (0,7%) e seus compostos ativos isolados, cinamaldeído, eugenol e citral (0,5%), respectivamente, descreve que a reação de escurecimento foi nitidamente afetada pela adição de maiores concentrações dos OEs ou seus compostos isolados ao revestimento, resultando em danos significativos à integridade do tecido celular (RAYBAUDI-MASSILIA *et al.*, 2008).

Sarengaowa *et al.* (2017) incorporaram ácido ascórbico (0,01%) e cloreto de cálcio (0,02%) como agentes antiescurecimento em revestimento à base de alginato (1,29%) e OE de tomilho (0,05, 0,35 e 0,65%). Apesar do revestimento ter atuado como barreira contra o oxigênio, concentrações de 0,35 e 0,65% de OE de tomilho aceleraram o escurecimento das maçãs MPs. Isso se deve, provavelmente, a um efeito fitotóxico causado pela maior concentração do OE (SALVIA-TRUJILLO *et al.*, 2015; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

Por outro lado, Guerreiro *et al.* (2017) verificaram que menores concentrações dos constituintes ativos dos OEs, eugenol e/ou citral (0,10 e 0,15%) em ambos os revestimentos avaliados, alginato ou pectina (2,0%), apresentaram melhores resultados na redução do índice de escurecimento (IE) das maçãs MPs comparado ao controle (sem revestimento e sem compostos ativos). A presença de eugenol (0,1%) combinado com o ácido ascórbico (1,0%) como agente antiescurecimento no revestimento com alginato (2,0%), possibilitou um efeito mais pronunciado na

luminosidade das maçãs MPs. O uso de OE de tomilho em baixas concentrações (0,05%) combinado com um revestimento à base de alginato, teve destaque na inibição do escurecimento das maçãs MPs (SARENGAOWA *et al.*, 2017). Analogamente, ao avaliar o uso de revestimentos comestíveis com nanoemulsões de alginato (2,0%) contendo OE de capim-limão (0,5 e 1,0%), Sálvia-Trujillo *et al.* (2015), verificaram que apesar dos mesmos reduzirem a taxa de respiração e produção de etileno, causaram escurecimento da superfície das maçãs MPs. No entanto, na concentração mínima de OE de capim-limão (0,1%), não foi observado escurecimento, pois a luminosidade foi superior aos demais tratamentos durante os 15 dias de armazenamento.

### 2.3. Firmeza

A manutenção da firmeza é um dos parâmetros mais importantes da qualidade das maçãs MPs durante o armazenamento, sendo o amolecimento dos tecidos um dos principais problemas que limitam a vida útil dos frutos (SARENGAOWA, 2017; TOIVONEN; BRUMMELL, 2008).

Ainda que a firmeza tenha diminuído para todos os tratamentos, maçãs MPs revestidas com alginato nas concentrações de 1,29% (SARENGAOWA *et al.*, 2017) e 2,0% (RAYBAUDI-MASSILIA *et al.*, 2008) exibiram maiores valores de firmeza em relação às amostras não revestidas. Esse comportamento pode ser atribuído à incorporação do cálcio adicionado para induzir a reticulação do alginato no revestimento, o que fortaleceu a ligação molecular entre os constituintes da parede celular, prevenindo a degradação da mesma e minimizando o amolecimento dos frutos (ALANDES *et al.*, 2006; QUILES *et al.*, 2007). A eficácia do cálcio incorporado ao revestimento foi reduzida quando altas concentrações de OE foram adicionadas, resultando em menor firmeza nos frutos revestidos e adicionados de OE de capim-limão ou canela, ambos a 0,7%, ou citral e cinamaldeído a 0,5%. Nesse sentido, o amolecimento das maçãs MPs após a aplicação do revestimento de alginato com OEs ou seus compostos ativos (RAYBAUDI-MASSILIA *et al.*, 2008), foi atribuído ao baixo pH das soluções dos revestimentos, que conforme observado pelos autores podem ter ocasionado a hidrólise do ácido péctico nas paredes dos frutos. Também foi sugerido que a degradação da textura pode ter sido causada pela penetração dos OEs no tecido celular das maçãs MPs, produzindo mudanças estruturais (PONTING; JACKSON; WATTERS, 1971; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

Rojas-Graü *et al.* (2007) indicaram que, apesar das excelentes propriedades de firmeza do cálcio, as maçãs MPs revestidas à base de purê de maçã e alginato contendo 1,5% de OE de capim-limão e 0,5% de OE de orégano ocasionaram uma redução drástica na firmeza logo nas primeiras horas após a adição, indicando uma rápida degradação da textura. Contudo, as maçãs revestidas com alginato e purê de maçã contendo OE de vanilina (0,3 e 0,6%) mantiveram a firmeza. Já o uso combinado do OE de tomilho (0,05%) com o revestimento de alginato mantiveram a maior firmeza durante os 16 dias de armazenamento. Em contrapartida, a consistência das maçãs MPs diminuiu quando tratadas com 0,35 e 0,65% de OE de tomilho (SARENGAOWA *et al.*, 2017).

A firmeza das maçãs MPs manteve-se praticamente constante ao longo do armazenamento, independente do revestimento aplicado, ou seja, nem o revestimento de alginato, nem a concentração de OE de capim-limão (0,5 e 1,0%) tiveram influência sobre a textura dos frutos (SÁLVIA-TRUJILLO *et al.*, 2015). Essas diferenças encontradas entre os estudos realizados podem ser justificadas pelos elevados valores iniciais da firmeza das maçãs MPs e pela concentração e tipo de OE

incorporado nos revestimentos (SOLIVA-FORTUNY *et al.*, 2002). Em geral, todas as combinações dos revestimentos com alginato ou pectina (2,0%), adicionados de eugenol (0,1 e 0,2%) ou citral (0,15%), foram eficientes em manter a firmeza das maçãs MPs. Ao adicionar agentes antiescurecimento, como ácido ascórbico (1,0%), cloreto de sódio (0,05%) e cloreto de cálcio (1,0%) foram obtidos valores de firmeza semelhantes e satisfatórios, enquanto a adição de ácido cítrico (1,0%) reduziu a firmeza do revestimento à base de pectina (2,0%) (GUERREIRO *et al.*, 2017).

#### 2.4. Avaliação sensorial

Revestimentos comestíveis que têm pouco ou nenhum sabor são desejáveis para prevenir a detecção durante o consumo (LABUZA; CONTRERAS-MEDELLIN, 1981). No entanto, a incorporação de agentes antimicrobianos naturais, como OEs, pode propiciar sabores fortes associados a eles (ROJAS-GRAÜ *et al.*, 2007). Esse fato tem corroborado com a baixa aceitação de frutas MPs com revestimentos adicionado de OEs que apresentam aromas muito característicos e não são compatíveis com o fruto ao qual são adicionados, podendo até mesmo depreciar as características sensoriais do produto.

A formulação à base de purê de maçã e alginato (2,0%) por si só não modificou os atributos sensoriais da maçã MP, enquanto o uso de OEs influenciou significativamente em todos os parâmetros avaliados. Os revestimentos contendo OE de vanilina (0,3%) adicionados às maçãs MPs, bem como, os frutos revestidos sem OEs apresentaram maiores escores em termos de qualidade sensorial comparados aos adicionados de OE de capim-limão (1,0%), que por sua vez, reduziram a aceitabilidade pelo decréscimo dos escores para cor e firmeza na primeira semana de armazenamento (ROJAS-GRAÜ *et al.*, 2007). De acordo com esses autores, os revestimentos comestíveis podem prevenir a perda parcial ou total dos sabores dos alimentos, mantendo, assim, sua qualidade.

A utilização do revestimento de alginato (2,0%) não modificou os atributos sensoriais das maçãs MPs, em que os frutos revestidos receberam maiores pontuações de cor, firmeza, sabor e acidez no dia 0. Embora as maçãs MPs revestidas com alginato incorporados de OE de cravo-da-índia (0,7%) tenham recebido a menor pontuação para o sabor, os frutos revestidos com alginato e, com alginato adicionados de OE de capim-limão (0,7%) foram os preferidos pelos avaliadores após 15 dias de armazenamento (RAYBAUDI-MASSILIA *et al.*, 2008).

No estudo realizado por Guerreiro *et al.* (2017), após 6 dias de armazenamento, as maçãs MPs revestidas com alginato ou pectina (2,0%) apresentaram altas pontuações no painel de sabor e uma boa apreciação sensorial, enquanto os frutos não revestidos e sem adição dos compostos ativos não foram adequados para consumo, obtendo escores inferiores. Devido ao fato dos compostos isolados, eugenol e citral, terem sido adicionados em baixas concentrações (0,1 a 0,2%), os atributos sensoriais não sofreram influência dos mesmos. Assim, tomando como base as características globais e sensoriais de qualidade, o revestimento à base de alginato incorporado com eugenol (0,1%), além de ser o preferido pelos avaliadores, foi o que melhor conservou os frutos MPs (GUERREIRO *et al.*, 2017).

A adição de componentes derivados da própria fruta, como o purê de maçã investigado por Rojas-Graü *et al.* (2007), podem ser aliados para aumentar a aceitabilidade da maçã MP revestida com OEs, em que, de acordo com os autores, o OE de vanilina foi o que mais se destacou em manter as características da maçã MP durante o armazenamento. No entanto, diferentemente da cor, não se pode afirmar qual concentração de OE é melhor para manter a qualidade sensorial, visto que,

diversos autores encontraram diferentes combinações de revestimentos e OEs que forneceram boa aceitabilidade. Nesse quesito, o parâmetro sabor aparece como fator crucial devido à prevalência de aroma e sabores característicos do OE sobre os da fruta.

### **3. Adição de óleos essenciais em revestimentos comestíveis aplicados a melões minimamente processados**

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma fruta amplamente cultivada e consumida em todo o mundo, com excelente potencial para obtenção de produtos MPs, grande parte devido às suas características sensoriais atrativas. Porém, com o processamento, o melão torna-se altamente suscetível ao amolecimento, à perda de água e alteração de cor, além de ter suas reações metabólicas aceleradas, levando ao aumento da taxa respiratória, produção de etileno e crescimento de micro-organismos, o que reduz a sua vida de prateleira (AGUAYO; ESCALONA; ARTÉS, 2004; ARRUDA *et al.*, 2007; RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008; ZAMBRANO-ZARAGOZA *et al.*, 2017).

A seguir será relatada a influência da incorporação de revestimentos comestíveis combinada com OEs ou seus compostos ativos nos atributos, físicos e biológicos, de melões MPs.

#### **3.1. Avaliação microbiológica**

O efeito da incorporação de OEs de canela, palmarosa e capim-limão (0,3 a 0,7%) ou os seus principais compostos ativos, eugenol, geraniol e citral (0,5%), respectivamente, no revestimento à base de alginato (2,0%) e ácido málico (2,5%) aplicado em melão MP foi avaliado por Raybaudi-Massilia, Mosqueda-Melgar e Martín-Belloso (2008). Houve maior inibição dos micro-organismos mesófilos e psicrófilos com uso dos revestimentos adicionados dos OEs ou compostos isolados, comparado ao fruto revestido sem OE. Essa inibição pode ser devido à atividade antimicrobiana do ácido málico (2,5%) combinado com os OEs ou seus compostos isolados. Uma extensão no prazo de validade foi obtida para o melão MP revestido (9 a 10 dias) comparado ao fruto não revestido (3 dias), demonstrando que o revestimento foi um bom transportador antimicrobiano para o fruto. Contudo, concentrações mais elevadas dos OEs em geral, foram mais eficazes, com destaque para a adição dos compostos ativos a 0,5% e do OE de palmarosa, efetivo em ambas as concentrações utilizadas (0,3 e 0,7%) que prolongaram a vida útil do melão MP por mais de 21 dias.

Moreira *et al.* (2014) ao empregarem o revestimento na forma de multicamada à base de quitosana e pectina (ambos a 2,0%), incorporado de um complexo microencapsulado do composto trans-cinamaldeído e  $\beta$ -ciclodextrina (2,0%), constataram que o revestimento foi eficaz na inibição do crescimento de micro-organismos aeróbios, psicrófilos, bolores e leveduras em melão MP, na qual apresentaram contagem final quatro vezes inferior aos frutos não revestidos (controle) durante o armazenamento. O uso do revestimento multicamada incorporado do composto trans-cinamaldeído também foi responsável por prolongar a vida útil do melão MP até 15 dias, enquanto que a validade dos frutos controle foi de apenas 7 dias, indicando melhora na qualidade microbiológica.

Ao avaliar o efeito do revestimento comestível aplicado na forma de multicamadas composto por quitosana (0,5, 1,0 e 2,0%) e pectina (0,5, 1,0 e 2,0%), adicionado do agente antimicrobiano encapsulado trans-cinamaldeído (1,0, 2,0 e 3,0%), foi observada uma relação entre a concentração de antimicrobiano e a redução de micro-

organismos presentes (MARTIÑON *et al.*, 2014). Embora todos os revestimentos com antimicrobianos tenham sido satisfatórios, a incorporação das maiores concentrações do composto trans-cinamaldeído (2,0 e 3,0%) prolongou a vida útil dos melões MPs em 7 e 10 dias, respectivamente, sendo mais eficazes em inibir o crescimento de bolores e leveduras. O revestimento somente com quitosana não inibiu efetivamente a população de aeróbios, obtendo taxa de crescimento microbiano semelhante ao controle, com vida útil inferior a 4 dias.

Chevalier *et al.* (2016) investigaram os efeitos da aplicação de revestimento comestível à base de quitosana (1,0%) juntamente com argila montmorillonita (0,3%) e OE de cravo-da-índia (0,5%) em melão MP. De acordo com seus resultados, as amostras controle (sem revestimento), bem como, os frutos revestidos somente com quitosana apresentaram valores elevados no crescimento de bolores e leveduras no 3º dia de armazenamento, diferentemente do que ocorreu com os frutos revestidos adicionadas de montmorillonita e OE, em que o aparecimento dos micro-organismos foi observado a partir do 5º dia, indicando que o uso do OE de cravo-da-índia junto à montmorillonita foi eficaz em retardar o crescimento microbiano no melão MP e prolongar a vida útil dos frutos em 7 dias.

Em estudo mais recente, foi constatado que revestimentos à base de isolado proteico ácido (IPA) e básico (IPB) de tilápia (1,5%), adicionados de OE de cravo-da-índia (1,5%), proporcionaram menor crescimento de micro-organismos psicrotróficos, bolores e leveduras durante o armazenamento, quando comparado à amostra controle (sem revestimento e OE). O tratamento à base de IPB foi eficaz em aumentar a vida útil do fruto em 12 dias, tornando o melão MP mais seguro para consumo durante mais tempo (CHEVALIER *et al.*, 2018).

### 3.2. Atributos de cor

A mudança de cor é uma das alterações mais importantes nos frutos MPs durante o armazenamento, o que afeta diretamente a percepção de qualidade pelos consumidores (OLIVAS; BARBOSA-CÁNOVAS, 2005). Os revestimentos são notadamente reconhecidos pelas propriedades de barreira ao oxigênio e à água que proporcionam, evitando assim reações que alteram a qualidade dos vegetais revestidos.

A aplicação de concentrações mais elevadas dos OEs de canela, palmarosa e capim-limão (0,7%) e dos compostos eugenol e geraniol (0,5%), respectivamente, ao revestimento de alginato (2,0%) aplicado ao melão MP, ocasionaram redução no índice de brancura (IB) logo após sua aplicação, o que de acordo com Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín-Belloso (2008) é associado a um aumento do dano de translucidez, distúrbio fisiológico que torna a polpa do fruto escura e com aspecto vítreo. Entretanto, menores concentrações dos OEs citados (0,3%) e citral (0,5%), promoveram menor redução ao longo do tempo (RAYBAUDI-MASSILIA; MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008).

O emprego de revestimentos à base de quitosana em concentrações de 0,5 a 2,0% (CARVALHO *et al.*, 2016; MARTIÑON *et al.*, 2014; MOREIRA *et al.*, 2014) e pectina a 2,0% (MOREIRA *et al.*, 2014) com adição do composto trans-cinamaldeído (0,5 e 2,0%), auxiliaram na preservação da cor do melão MP, em que a coloração amarelo-alaranjada da polpa foi mantida evitando o escurecimento oxidativo ou enzimático. Apesar do parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) ter diminuído no decorrer do tempo, nestes trabalhos, os frutos não revestidos apresentaram superfície com coloração mais escura no final do armazenamento.

Os revestimentos à base de IPA e IPB de tilápia (1,5%) adicionados de OE de cravo-da-índia (1,5%) mantiveram a coloração dos melões MPs em comparação aos frutos não revestidos e sem a adição do OE. O uso de antioxidantes proporcionou maior inibição do escurecimento enzimático nos frutos, demonstrado pela menor redução na luminosidade, principalmente quando o revestimento de IPA foi utilizado (CHEVALIER *et al.*, 2018). As propriedades advindas dos OEs incorporados nos revestimentos à base da proteína do peixe, provavelmente, exerceram influência na coloração dos melões MPs.

### 3.3. Firmeza

Em frutas MPs, mudanças na textura são geralmente advindas dos processos de amadurecimento, senescência ou causadas pela perda de massa, responsáveis pelas características indesejáveis dos produtos como, amolecimento da polpa, rompimento celular e aumento da quantidade de suco nos tecidos (BRECHT *et al.*, 2007). Uma alternativa de manutenção da firmeza é a adição de cálcio ao revestimento, uma vez que a adição do composto, promove o aumento da rigidez estrutural da parede celular, além de preservar a integridade funcional e estrutural dos sistemas de membranas (POOVAIAH, 1986).

Segundo Moreira *et al.* (2014), os frutos revestidos à base de quitosana e pectina (2,0%) incorporados de trans-cinamaldeído microencapsulado (2,0 %) apresentaram valores de firmeza duas vezes maior comparado aos frutos sem revestimento até o 15º dia de armazenamento, resultado associado ao fenômeno de reticulação exercido pelo cloreto de cálcio (2,0%).

Por outro lado, a utilização dos OEs de palmarosa e capim-limão (0,7%), bem como, seus compostos isolados, geraniol e citral (0,5%), respectivamente, diminuíram a firmeza dos frutos em maior proporção que a adição de OE de canela e eugenol. Esse resultado pode ser consequência da ação dos OEs e seus constituintes sobre o tecido celular dos MPs, que possivelmente sofrem alterações estruturais (RAYBAUDI-MASSILIA, MOSQUEDA-MELGAR; MARTÍN-BELLOSO, 2008). Embora os OEs de palmarosa, capim-limão e canela tenham componentes ativos e majoritários distintos (geraniol, citral e eugenol, respectivamente), possuem compostos secundários que apresentam efeito sinérgico com os compostos isolados (BURT, 2004). Nesse caso, é importante salientar que os OEs de palmarosa e capim-limão têm geraniol e acetato de geraniol em comum, o que pode explicar o comportamento semelhante sobre a firmeza do melão MP.

Carvalho *et al.* (2016) verificaram que, apesar de ter ocorrido a perda de massa no melão MP revestido com quitosana (2,0%) e trans-cinamaldeído (0,5%), a firmeza foi mantida durante os 15 dias de armazenamento. O amolecimento dos frutos não revestidos foi associado a uma maior peroxidação lipídica do tecido, visto que, o revestimento atua como uma barreira ao oxigênio necessário para essas reações, e a capacidade antioxidante do trans-cinamaldeído foi atribuída à redução da peroxidação do melão MP revestido e da atividade de enzimas hidrolases envolvidas na dissolução da parede celular.

A adição de lactato ou cloreto de cálcio (2,0%) à solução de reticulação dos revestimentos à base de alginato (2,0%) testados por Raybaudi-Massilia, Mosqueda-Melgar e Martín-Belloso (2008) e de alginato (2,0%), pectina (2,0%) e gelatina (0,5%) testados por Oms-Oliu, Soliva-Fortuny e Martín-Belloso (2008), impediram o amolecimento dos melões MPs.

### 3.4. Avaliação sensorial

O uso do revestimento à base de quitosana isolada (1,0%) e combinada com montmorillonita (0,3%) e OE de cravo-da-índia (0,5%) foi eficaz em manter as características sensoriais dos melões MPs (CHEVALIER *et al.*, 2016).

Raybaudi-Massilia, Mosqueda-Melgar e Martín-Belloso (2008) relataram que não houve diferenças na aceitação dos frutos revestidos com alginato (2,0%) em comparação ao controle, sem adição do revestimento. Inversamente, as características sensoriais de odor e sabor foram afetadas pela incorporação do OE de canela (0,3 e 0,7%), uma vez que menor aceitação do melão MP foi observada comparado à adição de OE de palmarosa ou capim-limão nas mesmas concentrações. Já a percepção da firmeza foi afetada pela incorporação de OE capim-limão logo no primeiro dia, intensificando esse efeito negativo durante o tempo de armazenamento. Entretanto, a adição de OE de palmarosa (0,3%) ao revestimento, mostrou ser uma alternativa promissora para a conservação, uma vez que manteve as características sensoriais similar ao melão MP não revestido.

Diferentes concentrações do composto antimicrobiano trans-cinamaldeído no revestimento afetaram a aceitação dos melões MPs pelos avaliadores. A adição do composto na concentração máxima avaliada (3,0%) foi indesejável, visto que conferiu forte sabor e aroma de canela aos frutos. Em contrapartida, frutos revestidos somente com quitosana (0,5%), apresentaram ligeira preferência, grande parte devido ao efeito benéfico em preservar os atributos de cor nos melões. A percepção de textura mudou ao longo do armazenamento, em que no 15º dia de armazenamento, a aceitabilidade caiu drasticamente pelos avaliadores que detectaram a presença dos revestimentos com ou sem a adição do composto ativo nos frutos. Ainda que os índices gerais tenham indicado maior preferência pelos melões MPs não revestidos e sem o composto do OE de canela, frutos com revestimento multicamada à base de quitosana (0,5%) e pectina (1,0%) incorporados com 2,0% de trans-cinamaldeído foram bem aceitos, de modo que mantiveram os atributos sensoriais originais do melão por mais tempo (7 a 9 dias) comparados aos frutos não revestidos (4 dias) (MARTIÑON *et al.*, 2014).

### 4. Considerações Finais

A comercialização de frutas minimamente processadas (MPs) está cada vez mais consolidada em diversas partes do mundo, onde o uso de tecnologias emergentes torna-se fundamental para melhor atender às exigências impostas pelos consumidores. O emprego de revestimentos comestíveis possui grande potencial a ser explorado, visto que, atuam como transportadores de antioxidantes, agentes antiescurecimento e antimicrobianos, a exemplo dos óleos essenciais (OEs) e seus compostos ativos isolados, que auxiliam na extensão da vida útil, de modo a garantir a segurança microbiológica e a qualidade dos frutos MPs. A adição de OEs ou de seus compostos ativos aos revestimentos ocasionaram maior inibição do crescimento de diversos grupos de micro-organismos deteriorantes e patogênicos em maçã e melão MPs. O uso de maiores concentrações de OE ampliou o seu efeito antimicrobiano, dependendo do tipo de óleo adicionado. No entanto, alterações de cor e textura foram observadas mesmo na presença de agentes antiescurecimento e reticulantes nos revestimentos, como ácidos orgânicos e sais de cálcio. Embora os revestimentos exerçam barreira ao oxigênio e vapor de água, a incorporação de OEs em maiores concentrações foi associada ao aumento da reação de escurecimento, peroxidação lipídica e modificações estruturais nos tecidos. A aceitabilidade de frutas MPs revestidas na presença de OEs está condicionada a manutenção de seu sabor e aroma característicos. A partir dos dados coletados, é possível afirmar que o emprego

em baixas concentrações de OEs, bem como, de seus compostos ativos em revestimentos comestíveis, são eficazes em manter a qualidade geral de maçãs e melões MPs.

Contudo, fica evidente a necessidade e importância de realizar mais estudos que relatem sobre a influência da incorporação de diferentes OEs ou seus componentes ativos isolados, com ênfase nos compostos majoritários e, suas respectivas concentrações em revestimentos comestíveis aplicados em melões e maçãs MPs. O ponto de partida principal consiste em explorar a obtenção de maiores informações acerca da dose ideal a ser adicionada, bem como, seus efeitos, benefícios e possíveis interferências nas principais características dos frutos, tanto do ponto de vista microbiológico quanto de aceitação por parte dos consumidores.

## 5. Referências

- AGUAYO, E.; ESCALONA, V. H.; ARTÉS, F. Metabolic behavior and quality changes of whole and fresh processed melon. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 4, p. 148-155, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb06356.x>.
- ALANDES, L. *et al.* Cell wall stability of fresh-cut fuji apples treated with calcium lactate. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 9, p. S615-S620, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00180.x>.
- ALZAMORA, S. M. *et al.* Minimally processed foods. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P.; TOLDRA, F. (Eds.) **Encyclopedia of Food and Health**. Waltham: Academic Press, p. 767-771, 2016.
- ARRUDA, M. C. *et al.* Processamento mínimo de melão. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 453-464, 2007.
- ARTÉS, F.; GÓMEZ, P. A.; ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. Physical, physiological and microbial deterioration of minimally fresh processed fruits and vegetables. **Food Science and Technology International**, v. 13, n. 3, p. 177-188, 2007. <https://doi.org/10.1177/1082013207079610>.
- BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO; M. O.; BAKER, R. A. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 35, n. 6, p. 509-524, 1995. <https://doi.org/10.1080/10408399509527713>.
- BRECHT, J. K. *et al.* Alterações metabólicas. In: MORETTI, C. L. (Eds.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 453-464, 2007.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>.
- CAO, N.; FU, Y.; HE, J. H. Mechanical properties of gelatin films cross-linked, respectively, by ferulic acid and tannin acid. **Food Hydrocolloids**, v. 21, n. 4, p. 575-584, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.07.001>.

CARVALHO, R. L. *et al.* Chitosan coating with *trans*-cinnamaldehyde improves structural integrity and antioxidant metabolism of fresh-cut melon. **Postharvest Biology and Technology**, v. 113, p. 29-39, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.004>.

CHEVALIER, R. C. *et al.* Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 3, p. 130-138, 2016. <https://doi.org/10.18067/jbfs.v3i3.101>.

CHEVALIER, R. C. *et al.* Obtaining protein isolate of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its application as coating in fresh-cut melons. **Journal of Food Safety**, v. 38:e12496, n. 5, p. 1-10, 2018. <https://doi.org/10.1111/jfs.12496>.

CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch-Carnauba wax edible coating to preserve fresh-cut apples. **Food Hydrocolloids**, v. 28, p. 59-67, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.12.006>.

COSTA, A. P. D. *et al.* Minimally processed beetroot waste as an alternative source to obtain functional ingredients. **Journal of Food Science and Technology**, v. 18, n. 66, p. 1-9, 2017. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2642-4>.

FAGUNDES, C. **Estudo cinético do processamento mínimo de maçã (*Malus domestica* B.) var. Gala: influência da temperatura na taxa respiratória e nos parâmetros físico-químicos e sensoriais.** 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FONTES, L. C. B. *et al.* Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 872-880, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cta/v28n4/a17v28n4.pdf>>. Acesso 29 dez. 2020.

FREIRE, C. J. S. *et al.* **A cultura da maçã.** Brasília: Embrapa, 1994. 107 p.

FRIEDMAN, M.; HENIKA, P. R.; MANDRELL, R. E. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica*. **Journal of Food Protection**, v. 65, n. 10, p. 1545-1560, 2002. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-65.10.1545>.

GUERREIRO, A. C. *et al.* The effect of edible coating on the nutritional quality of 'Bravo de Esmolfe' fresh-cut apple through shelf life. **LWT – Food Science and Technology**, v. 75, p. 210-219, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.052>.

KLUGE, R. A. *et al.* **Processamento mínimo de hortaliças: princípios e práticas.** Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2016. 85 p.

LABUZA, T. P.; CONTRERAS-MEDELLIN, R. Prediction of moisture protection requirements for foods. **Cereal Foods World**, v. 26, n. 7, p. 335-343, 1981.

MALDONADO, R. R. *et al.* Aplicação de biofilme comestível em maçãs minimamente processadas armazenadas sob refrigeração. **Foco: Caderno de Estudos e Pesquisas**, n. 10, p. 60-80, 2016. Disponível em:

<<http://www.revistafoco.inf.br/index.php/FocoFimi/article/view/88>>. Acesso 29 dez. 2020.

MARTIÑON, M. E. *et al.* Development of a multilayered antimicrobial edible coating for shelf-life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.) stored at 4 °C. **LWT – Food Science and Technology**, v. 56, p. 341-350, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.11.043>.

MOREIRA, S. P. *et al.* Freshness retention of minimally processed melon using different packages and multilayered edible coating containing microencapsulated essential oil. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 2192-2203, 2014. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12535>.

MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531 p.

NYCHAS, G. J. E.; TASSOU, C. C.; SKANDAMIS, P. Antimicrobials from herbs and spices. In: ROLLER, S. M. (Eds.), **Natural antimicrobials for the minimal processing of foods**. New York: CRC Press, p. 176-200, 2003.

OLIVAS, G. I.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Edible coatings for fresh-cut fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, p. 657-670, 2005. <https://doi.org/10.1080/10408690490911837>.

OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coating to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. **LWT – Food Science and Technology**, v. 41, p. 1862-1870, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.01.007>.

OMS-OLIU, G. *et al.* Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: a review. **Postharvest Biology Technology**, v. 57, p. 139-148, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.04.001>.

PICCHIONI, G. A. *et al.* Membrane lipid metabolism, cell permeability, and ultrastructural changes in lightly processed carrots. **Journal of Food Science**, v. 59, n.3, p.597-601, 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb05571.x>.

PONTING, J. D.; JACKSON, R.; WATTERS, G. Refrigerated apple slices: effects of pH, sulfites and calcium on texture. **Journal of Food Science**, v. 36, p. 349-350, 1971. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb04059.x>.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage of fruits and vegetables. **Food Technology**, p. 86-89, 1986.

QUILES, A. *et al.* Effect of calcium propionate on the microstructure and pectin methylesterase activity in the parenchyma of fresh-cut Fuji apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 511-519, 2007. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2749>.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. **International Journal of Food Microbiology**, v. 121, p. 313-327, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.010>.

RAYBAUDI-MASSILIA, R. M.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; MOSQUEDA-MELGAR, J.; OLGA MARTÍN-BELLOSO, O. Comparative study on essential oils incorporated into an alginate-based edible coating to assure the safety and quality of fresh-cut fuji apples. **Journal of Food Protection**, v. 71, n. 6, p. 1150-1161, 2008. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.6.1150>.

ROJAS-GRAÜ, M. A. *et al.* Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, p. 254-264, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.017>.

ROJAS-GRAÜ, M. A.; TAPIA, M. S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut fuji apples. **LWT – Food and Science Technology**, v. 41, p. 139-147, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.01.009>.

SALVIA-TRUJILLO, L. *et al.* Use of antimicrobial nanoemulsions as edible coatings: Impact in safety and quality attributes of fresh-cut Fuji apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 105, p. 8-16, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.03.009>.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L. *et al.* Use of essential oils in bioactive edible coatings. **Food Engineering Reviews**, v. 3, p. 1-16, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>.

SANTOS, N. S. T. *et al.* Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.). **Food Microbiology**, v. 32, p. 345-353, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.07.014>.

SARENGAOWA *et al.* Effect of thyme oil-alginate-based coating on quality and microbial safety of fresh-cut apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 6, p. 2302-2311, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8720>.

SOLIVA-FORTUNY, R. C. *et al.* Effect of minimal processing on the textural and structural properties of fresh-cut pears. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p. 1682-1688, 2002. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1248>.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 1-14, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.004>.

ZAMBRANO-ZARAGOZA, M. L. *et al.* The release kinetics of  $\beta$ -carotene nanocapsules/xanthan gum coating and quality changes in fresh-cut melon (*Cantaloupe*). **Carbohydrate Polymers**, v. 157, p. 1874-1882, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.11.075>.

## Autores

Renata Fialho Teixeira<sup>1,\*</sup>, Caroline Dellinghausen Borges

1. Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

2. Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

\*Autor para correspondência: [renatafialhot@gmail.com](mailto:renatafialhot@gmail.com)

