

# **Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de gomas de frutas**

**Adalcy Boa Morte Do Nascimento Luís**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de  
Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e  
Segurança Alimentar*

Orientado por  
**Professora Doutora Elsa Cristina Dantas Ramalhosa**  
**Doutora Maria de Fátima Tomé Martins**

**Bragança**  
**2024**

Este trabalho foi suportado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC): UIDB/00690/2020 (DOI:10.54499/UIDB/00690/2020) e UIDP/00690/2020 (DOI: 10.54499/UIDP/00690/2020); e SusTEC, LA/P/0007/2020 (DOI: 10.54499/LA/P/0007/2020). Elsa Ramalhosa agradece também o financiamento do Projeto Bio4Med: implementação de estratégias inovadoras para incremento da sustentabilidade em culturas perenes mediterrânicas (Código PRR-C05-i03-I-000083, Projetos I&D+I – Projetos de Investigação e Desenvolvimento + Inovação - Territórios Sustentáveis).



## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me conceder forças, sabedoria e resiliência ao longo desta jornada acadêmica. Agradeço a mim mesma, pela perseverança e dedicação em cada desafio superado. Aos meus pais Adalberto Ferreira Do Nascimento Luís e Jacinta Da Boa Morte Pinto Tiólo Do Nascimento Luís, pelo apoio incondicional e por acreditarem sempre no meu potencial e que mesmo distantes deram sempre aquela força. Sou muito grata por ter vocês como meus pais.

Ao meu querido e amado namorado Célio Veloso Teixeira, que é meu braço direito, sempre presente e preexistente, pelo amor e suporte em todos os momentos, sempre serei grata por te ter comigo e à minha irmã Adalgilza Luís, que para além de irmã, é amiga, companheira, colega e muitas das vezes foi como uma professora, sempre partilhando o seu conhecimento comigo. Gratidão por tudo!

Agradeço profundamente aos meus irmãos Adolfo Boa Morte Do Nascimento Luís, Abel Boa Morte Do Nascimento Luís, Adriano Boa Morte Do Nascimento Luís, Adriana Boa Morte Do Nascimento Luís, Adalton José Boa Morte Do Nascimento Luís e Adalina Boa Morte Do Nascimento Luís, que estiveram comigo ao longo desta caminhada, contribuindo para o meu sucesso de tantas maneiras, seja com palavras de apoio, conselhos, ou simplesmente por estarem presentes. Vocês sempre me impulsionaram a continuar. Cada gesto, cada conversa e até mesmo o silêncio de compreensão foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Não seria a mesma sem o carinho e a força de vocês. Sou eternamente grata por ter vocês ao meu lado e por cada pequena e grande contribuição que fizeram parte dessa conquista.

Quero expressar minha imensa gratidão à minha orientadora Professora Doutora Elsa Cristina Dantas Ramalhosa, que além de uma excelente professora, também é amiga. Sempre disposta a ajudar, dedicou seu tempo não apenas para ensinar, mas também para me apoiar em cada detalhe do trabalho, seja no tratamento de dados, nas dúvidas e nas orientações para o trabalho escrito e prático. Sempre atenta, perguntava como estava a parte escrita, se eu já havia organizado e tratado os dados obtidos das análises feitas, entre tantas outras preocupações e que isso fez toda a diferença. Muito obrigada por todo o cuidado e dedicação.

Gostaria também de agradecer à minha coorientadora Doutora Maria de Fátima Tomé Martins, que no início do meu estágio esteve ao meu lado, apoiando e me ajudando em

todas as partes práticas. Mesmo quando precisou de se ausentar da escola, o que tornou um pouco mais difícil manter aquele ritmo inicial, nunca deixou de me apoiar, sendo uma presença constante, mesmo à distância. Quando passava pela escola, perguntava como as coisas estavam correndo, demonstrando seu cuidado e compromisso. Muito obrigada pelo suporte!

Quero expressar a minha profunda gratidão a todos os meus amigos e familiares, que são tão especiais, e que, não consigo citar cada um pelo nome porque são muitos. Saibam que, mesmo sem nomear, todos vocês têm um lugar enorme no meu coração. Cada palavra de apoio, gesto de carinho e incentivo foram essenciais ao longo dessa jornada. Vocês estiveram comigo de inúmeras maneiras, me fortalecendo e acreditando em mim. Sou imensamente grata por ter ao meu redor pessoas tão incríveis, que fizeram parte dessa conquista de forma tão significativa. Muito obrigada, de coração!

Quero agradecer aos meus colegas de laboratório Auryo Gomes, Diana Carneiro, Halana Florindo, Filipe Lema e Jhonatan pelos momentos incríveis que passamos juntos. Foram dias de muitas gargalhadas e aprendizagem, e sempre que precisei, pude contar com a ajuda de vocês, seja nas tarefas do dia a dia, nas dúvidas que surgiam ou nos desafios que enfrentamos juntos, o apoio de cada um de vocês foi essencial. Também não posso deixar de agradecer à responsável do laboratório, a “Ceuzinha” (Maria do Céu Fidalgo), que sempre foi uma querida, pronta a nos apoiar em tudo que precisávamos. Vocês todos fizeram parte dessa experiência de forma única.

Também deixo o meu profundo agradecimento à Escola Superior Agrária de Bragança e ao Instituto Politécnico de Bragança, que me proporcionaram os recursos e o ambiente necessários para a realização da minha jornada académica.

A todos e todas que de uma forma direta ou indireta estiveram comigo ao longo desta caminhada, deixo o meu sentimento de gratidão. Obrigada!

## RESUMO

Gomas são produtos de confeitaria geralmente feitos com açúcar, gelatina e outros ingredientes. À semelhança de outros produtos, as gomas de sumo de fruta podem ser uma opção de lanche ou uma opção conveniente como sobremesa, oferecendo uma alternativa saborosa para aqueles que desfrutam do paladar das uvas. O objetivo geral do presente trabalho foi produzir gomas de sumo natural de uva, sem adição de corantes e conservantes sintéticos e de açúcares adicionados, produto não existente no mercado. Um dos objetivos específicos do presente estudo foi avaliar o uso de ágar e gelatina neutra como principais agentes gelificantes para garantir a obtenção de uma consistência adequada do produto. Assim, neste trabalho de dissertação prepararam-se e desenvolveram-se formulações de gomas de fruta, em particular de uva (1º sumo comercial e 2º sumo natural), tendo sido, em simultâneo, determinados parâmetros físico-químicos e sensoriais. De forma a garantir a qualidade e segurança alimentar do produto final, foi ainda avaliada a população microbiana. Numa fase inicial fez-se um estudo de algumas gomas existentes nas superfícies comerciais para melhor conhecer as propriedades físico-químicas destes produtos. De seguida, foi utilizado um sumo comercial de uva e romã, para se produzirem diferentes formulações, tendo-se aplicado um desenho de mistura, "Simplex Lattice Level 3" (software Minitab®). Foram testados vários modelos – Linear, Quadrático, Cúbico Especial, Cúbico Completo, Quártico Especial e Quártico Completo. Modelos com bons ajustes (p-falta de ajuste não significativos e bons fatores de determinação ( $R^2$ ) ajustados e preditos) foram obtidos para a atividade da água, aparência geral, aroma/cheiro, intensidade do aroma/cheiro, textura, sabor e apreciação geral. Verificou-se que a formulação ótima consistiu em 87,3% de sumo (v/v), 5,0% de ágar (m/v) e 7,7% de gelatina neutra (m/v). Posteriormente, aplicou-se esta formulação para produzir gomas com sumo natural de uvas, tendo-se obtido resultados que evidenciaram um teor de proteína superior ao das gomas comerciais e com boa aceitabilidade por parte dos provadores. Em relação à estabilidade microbiológica das gomas, obtiveram-se resultados questionáveis (Valores entre  $5 \times 10^2$  e  $\leq 10^3$  UFC/g ou 2,6 e  $\leq 3$  log UFC/g), sendo um fator a ter em consideração no futuro. Sendo assim, as gomas de sumo de uva podem ser uma boa opção de sobremesa ou lanche, sem aditivos sintéticos e açúcares adicionados, permitindo aumentar o rendimento económico de produtores de uvas em Trás-os-Montes.

**Palavras-Chave:** Uvas, gomas, sumo, formulações, agentes gelificantes, desenho experimental de misturas, ajustes de modelos matemáticos.

## ABSTRACT

Gummies are confectionery products generally made with sugar, gelatin, and other ingredients. Similar to other products, fruit juice gummies can be a snack option or a convenient dessert option, offering a tasty alternative for those who like grapes. The general objective of this work was to produce gums made from natural grape juice, without the addition of synthetic dyes, preservatives, and added sugars, a product that does not exist on the market. One of the specific objectives of the present study was to evaluate the use of agar and neutral gelatin as the main gelling agents to ensure adequate product consistency. Thus, in this dissertation work, formulations of fruit gums were prepared and developed, namely of grapes (1<sup>st</sup> commercial juice and 2<sup>nd</sup> natural juice). Physic-chemical and sensory analyses were performed simultaneously. To guarantee the quality and food safety of the final product, microbial counts were also evaluated. In an initial phase, a study was carried out on some existing gummies on commercial surfaces to better understand the physic-chemical properties of these products. Next, a commercial grape and pomegranate juice was used to produce different formulations, applying an experimental design of mixtures, "Simplex Lattice Level 3" (Minitab® software). Several models were tested – Linear, Quadratic, Special Cubic, Full Cubic, Special Quartic, and Full Quartic. Models with good fits (non-significant p-lack of fit and good adjusted and predicted determining factors ( $R^2$ )) were obtained for water activity, general appearance, aroma/smell, aroma/smell intensity, texture, flavor, and general evaluation. It was found that the optimal formulation consisted of 87.3% juice (v/v), 5.0% agar (w/v), and 7.7% neutral gelatin (w/v). Subsequently, this formulation was applied to produce gums with natural grape juice, resulting in a higher protein content than commercial gums and good acceptability among tasters. Regarding microbiological stability, questionable results were obtained (values between  $5 \times 10^2$  and  $\leq 10^3$  CFU/g or 2,6 and  $\leq 3$  log CFU/g), which is a factor to be taken into consideration in the future. Therefore, grape juice gummies can be a good dessert or snack option, without the addition of synthetic preservatives and additional sugars, allowing to increase the economic income of grape producers in Trás-os-Montes.

**Keywords:** Grapes, gums, juice, formulations, gelling agents, experimental design of mixtures, mathematical models fitting.

## Índice Geral

Agradecimentos .....	ii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
Índice de Tabelas .....	viii
Índice de Figuras .....	x
<b>1. ENQUADRAMENTO DO TEMA E OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Definição de gomas .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.1. Classificação industrial das gomas quanto a fonte .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.2. Agentes gelificantes utilizados na produção de gomas .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Aplicações das gomas .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Uvas .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.1. Produção nacional .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.2. Uva de mesa .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.3. Produção de uva em Trás-os-Montes .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.4. Produtos obtidos a partir de uvas .....</b>	<b>16</b>
<b>3. PARTE EXPERIMENTAL .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Caracterização de gomas comerciais .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2 Parâmetros físico-químicos avaliados .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Elaboração de gomas com sumo comercial utilizando um desenho experimental de misturas .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1. Análise sensorial .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3. Elaboração de gomas com sumo comercial para testar dois tipos diferentes de ágar-ágar .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4. Caracterização das gomas elaboradas a partir de sumos naturais de uvas brancas e tintas da região de Trás-os-Montes .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1. Análises dos parâmetros físicos-químicos (cor, textura, pH e <math>a_w</math>) e análise sensorial .....</b>	<b>23</b>

3.4.2. Determinação da composição nutricional das gomas elaboradas a partir de sumos naturais de uvas brancas e tintas da região de Trás-os-Montes.....	23
3.4.3. Parâmetros microbiológicos .....	25
3.5 Análise Estatística.....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1. Caracterização de gomas comerciais .....</b>	<b>28</b>
4.1.1. Cor .....	31
4.1.2. Textura .....	31
4.1.3. Atividade da água.....	33
4.1.4. pH.....	34
<b>4.2. Elaboração de gomas com sumo comercial – aplicação de um Desenho Experimental de Misturas .....</b>	<b>35</b>
4.2.1. Caracterização físico-química das diferentes formulações de gomas elaboradas com sumo comercial, ágar-ágar e gelatina neutra .....	36
4.2.2. Caracterização sensorial das diferentes formulações de gomas elaboradas com sumo comercial, ágar-ágar e gelatina neutra.....	39
4.2.3. Análise ao Desenho Experimental de Misturas - Modelação .....	42
4.2.4. Otimização da formulação.....	50
<b>4.3. Elaboração de gomas com o sumo comercial e dois tipos de ágar diferentes tendo em conta a formulação otimizada.....</b>	<b>51</b>
<b>4.4. Elaboração de gomas com sumo de uva – uvas tintas e uvas brancas .....</b>	<b>53</b>
4.4.1. Características físico-químicas e de textura das gomas elaboradas com sumo de uvas tintas e uvas brancas .....	54
4.4.3 Determinação do teor de humidade, cinzas, proteína, gordura e metais	56
4.4.4. Parâmetros Microbiológicos.....	58
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Exemplos de produtos disponíveis no mercado que se intitulam por “gomas” .....	2
<b>Tabela 2.</b> Caracterização das gomas industriais quanto à fonte .....	3
<b>Tabela 3.</b> Exemplos de gomas à venda nos supermercados (Fonte: autor) .....	8
<b>Tabela 4.</b> Descrição dos ingredientes e modo de preparação de três gomas caseiras (Fontes: “Momentos e sabores”, “A pitada do pai” e “24 kitchen”) .....	11
<b>Tabela 5.</b> Principais castas portuguesas (Fonte: Santos, 2018) .....	13
<b>Tabela 6.</b> Características de algumas castas de uva (Fonte: Acunha et al., 2011) .....	16
<b>Tabela 7.</b> Desenho experimental utilizado na elaboração das gomas .....	21
<b>Tabela 8.</b> Declaração nutricional das gomas comerciais analisadas .....	29
<b>Tabela 9.</b> Ingredientes das gomas comerciais analisadas .....	30
<b>Tabela 10.</b> Valores dos parâmetros de cor avaliados nas amostras comerciais (média ±desvio padrão) .....	31
<b>Tabela 11.</b> Análise à textura das gomas comerciais .....	32
<b>Tabela 12.</b> Valores da atividade da água determinados nas gomas comerciais (média±desvio padrão). .....	34
<b>Tabela 13.</b> Valores de pH determinados nas gomas comerciais (média±desvio padrão) .....	35
<b>Tabela 14.</b> Declaração nutricional do néctar clássico, ágar-ágar e gelatina neutra em pó .....	36
<b>Tabela 15.</b> Parâmetros físico-químicos - cor, textura, aw e pH – avaliados nas gomas preparadas no presente trabalho (Média±Desvio padrão).....	37
<b>Tabela 16.</b> Análise sensorial às gomas elaboradas nas diferentes formulações do desenho experimental.....	41
<b>Tabela 17.</b> Qualidade do ajuste de diferentes modelos de regressão para parâmetros físicos, químicos e análise sensorial. Fonte: autor .....	43
<b>Tabela 18.</b> Coeficientes e valores de p para os modelos escolhidos para a aw, aparência geral, aroma/cheiro, intensidade do aroma/cheiro, textura (avaliada na análise sensorial), textura (elasticidade), sabor e apreciação geral .....	48

<b>Tabela 19.</b> Parâmetros avaliados nas amostras de gomas preparadas com dois tipos de ágar-ágar (mé-dia±desvio padrão).....	52
<b>Tabela 20.</b> Valores de parâmetros físico-químicos e de textura avaliados em gomas e sumos de uvas tintas e uvas brancas (Média±Desvio padrão).....	55
<b>Tabela 21.</b> Dados tratados da Análise Sensorial das Gomas Feitas com Sumo de Uva: Valores Médios e Desvio Padrão .....	56
<b>Tabela 22.</b> Teores de humidade, cinzas, proteína e gordura para as gomas elaboradas com sumo de uva (média ± desvio padrão).....	56
<b>Tabela 23.</b> Teores de potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês e zinco para as gomas elaboradas com sumo de uva (média ± desvio padrão).....	57

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Estrutura molecular da amilose (a) amilopectina (b) (Fonte: Sousa, 2019) .....	4
<b>Figura 2.</b> Estrutura molecular da agarose (a) e agarpectina (b) (Fonte: Sousa, 2019).....	5
<b>Figura 3.</b> Estruturas moleculares das substâncias pécticas (Canteri et al., 2012).....	6
<b>Figura 4.</b> Produção mundial de uvas para o ano de 2021.....	12
<b>Figura 5.</b> Produção de uva para vinho em Portugal (Fonte: INE, 2023).....	14
<b>Figura 6.</b> Produção de uva de mesa em Portugal (INE, 2023).....	15
<b>Figura 7.</b> Colorímetro portátil CR-400 (Fonte: Autor).....	18
<b>Figura 8.</b> Texturómetro utilizado nas determinações da textura das gomas (Fonte: Autor, 2024).....	19
<b>Figura 9.</b> Medidor da atividade da água utilizado nas determinações (Fonte: Autor).....	20
<b>Figura 10.</b> Soluções prontas para medir o pH e o medidor de pH utilizado nas experiências (Fonte: Autor).....	21
<b>Figura 11.</b> Equipamento utilizado na determinação da proteína: a) Digestor e b) Destilador...	24
<b>Figura 12.</b> Amostras comerciais analisadas no presente trabalho (Fonte: Autor).....	28
<b>Figura 13.</b> Ingredientes utilizados na elaboração das gomas com um sumo comercial (Fonte: autor).....	35
<b>Figura 14.</b> Gomas elaboradas no presente trabalho – dez formulações distintas obtidas pelo desenho experimental de mistura.....	40
<b>Figura 15.</b> Gráficos de contorno para a aw, aparência geral, sabor e apreciação geral das gomas elaboradas no presente trabalho.....	49
<b>Figura 16.</b> Gráfico de contorno de mistura sobreposto para atividade de água e apreciação geral.....	50
<b>Figura 17.</b> Gráfico obtido da opção relativa ao otimizador de resposta.....	51
<b>Figura 18.</b> Agentes gelificantes utilizados na nova elaboração de gomas, aplicando a formulação otimizada.....	52
<b>Figura 19.</b> Gomas preparadas com sumo de uva, designadamente de: a) Castas de uvas brancas e b) Castas de uvas tintas.....	54
<b>Figura 20.</b> Pormenor das gomas preparadas com sumo de uva.....	54

## **1. ENQUADRAMENTO DO TEMA E OBJETIVOS**

O desenvolvimento de novos produtos é composto por um conjunto de atividades cujo fim é ir de encontro às necessidades do consumidor (Luz, 2016), o qual atualmente procura produtos diferenciados e naturais, sem aditivos. Ter uma dieta equilibrada é essencial para evitar e tratar problemas de saúde como obesidade, diabetes, desnutrição e cardiopatias, que geralmente resultam de práticas alimentares inadequadas. De modo a dar resposta a esta necessidade, o presente trabalho de dissertação teve como objetivo geral produzir gomas à base de sumos de frutas, em particular de uvas, não se pretendendo adicionar quaisquer corantes e conservantes sintéticos. No seguimento de um trabalho já desenvolvido pelo grupo, pretendeu-se avaliar o uso do agar como agente gelificante principal, de forma a garantir a obtenção de uma consistência adequada para o produto. Numa primeira fase, foi utilizado um sumo comercial e posteriormente a melhor formulação em termos de agentes gelificantes foi aplicada a um sumo natural de uvas (*Vitis vinifera* L.), produzidas na região de Trás-os-Montes, sob a forma de diversas castas. Em termos de análise de produto, fez-se a caracterização físico-química, microbiológica e sensorial.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Definição de gomas

O termo “goma” possui várias interpretações, tendo em conta o contexto da sua utilização. Em termos genéricos, as gomas são produzidas a partir de substâncias poliméricas que, em presença de um solvente apropriado ou agente de inchamento, mesmo em concentrações reduzidas, têm a capacidade de formar dispersões, soluções muito viscosas ou até mesmo géis. Esta descrição abrange uma ampla variedade de substâncias, que incluem hidrocarbonetos de elevado peso molecular, proteínas, polissacarídeos e seus derivados, bem como alguns polímeros sintéticos (Rodrigues *et al.*, 1993).

Segundo Garcia *et al.* (2005), “as gomas” constituem uma ampla categoria de produtos de confeitaria caracterizados por um processo de cozimento de baixa intensidade e um elevado teor de humidade, tipicamente em torno de 20% ou mais. A textura distintiva desses produtos é atribuída ao agente gelificante utilizado, que pode variar entre goma arábica, ágar, gelatina, pectina e amidos especiais. Em outro estudo feito por Souza *et al.* (2017), é referido que a “goma” corresponde a um produto com uma base elástica, o qual tem como característica física principal a elasticidade, sendo possível mastigá-la, mas não ingeri-la, ou seja, não é um produto adequado para ser engolido. Um dos produtos existentes no mercado que inclui esta característica são as pastilhas elásticas. Contudo, atualmente existem produtos, principalmente para crianças, que apresentam elevada elasticidade e que podem ser ingeridas. Alguns desses produtos estão representados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Exemplos de produtos disponíveis no mercado que se intitulam por “gomas”.

Gomas	Pontos de venda
Marsmallow	Auchan
Gummes (Vitamina C e Zinco)	Wells
Gelatina sabor morango	Continente
Multivitaminas Wells (Gummies)	Nutribo

Fonte: Autor

#### 2.1.1. Classificação industrial das gomas quanto a fonte

Em relação à fonte, as gomas podem ser classificadas em gomas naturais que podem ser obtidas por exsudados de plantas, extraídas de algas, extraídas de sementes e pela fermentação microbiológica, além de poderem existir gomas modificadas (Rodrigues *et al.*, 1993). Na Tabela 2 encontram-se descritos alguns exemplos de gomas.

**Tabela 2.** Caracterização das gomas industriais quanto à fonte.

<b>Gomas naturais</b>	<b>Gomas modificadas</b>
<b>Exsudado de plantas</b>	Carboximetilcelulose
Goma arábica	Hidroximetilcelulose
Goma caraia	Hidroxietilcelulose
Goma tragacanto	Carboximetilcelulose
Goma do cajueiro	Acetato de amido
<b>Extraídas de algas</b>	Hidroxietilamido
Ágar	Hidroxipropilamido
Alginato	Carboximetilguar
Carragenina ou carragenano	Alginato de propilenoglicol
<b>Extraídas de sementes</b>	
Goma de guar	
Goma do marmelo	
<b>Fermentação microbiológica</b>	
Dextrano	
Goma xantana	

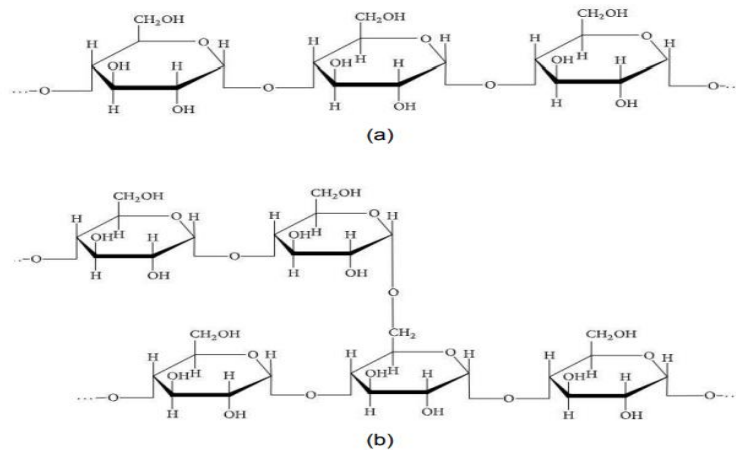
### **2.1.2. Agentes gelificantes utilizados na produção de gomas**

Tal como referido anteriormente, algumas gomas são formadas por polissacarídeos hidrofílicos ou hidrofóbicos de alto peso molecular com propriedades coloidais que podem formar géis em solventes apropriados (Pasquel, 1999). Estes polissacarídeos têm papéis específicos na preparação de alimentos, sendo responsáveis por aumentar a consistência, manter a estabilidade, ajustar a viscosidade, proporcionar elasticidade e criar a textura desejada nos alimentos produzidos (Zuvanov, 2012).

Alguns agentes gelificantes são substâncias proteicas, tais como a gelatina. Nas secções seguintes descreve-se em mais pormenor alguns desses agentes.

#### **2.1.2.1. Amido**

O amido é composto por dois elementos principais: a amilose e a amilopectina. A amilose consiste em unidades de glicose ligadas linearmente por meio de ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4. Por outro lado, a amilopectina é composta por unidades de glicose unidas através de ligações  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6, resultando em uma estrutura ramificada (Sousa, 2019), representada na Figura 1.



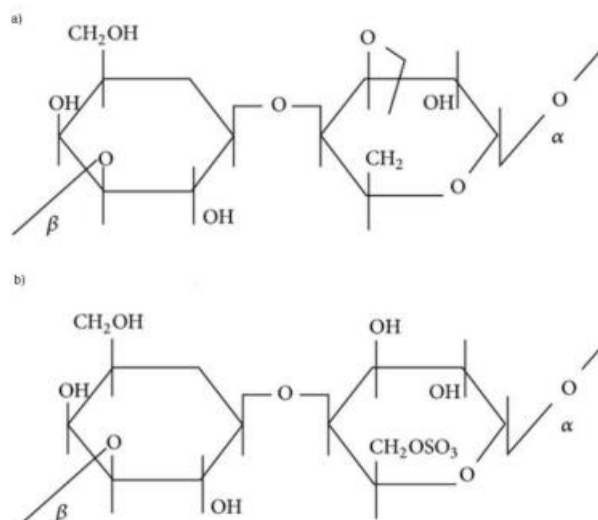
**Figura 1.** Estrutura molecular da amilose (a) amilopectina (b) (Fonte: Sousa, 2019)

De entre os polissacarídeos, os mais utilizados são o amido de milho, que é ceroso e composto em grande percentagem por amilopectina, quase não contendo amilose. Isso faz com que ele gelatinize facilmente, diminuindo o tempo necessário para o processamento e resultando em uma pasta de coloração mais transparente (Almeida, 2020).

#### 2.1.2.2. Ágar-ágar

O ágar-ágar é uma substância gelatinosa de origem vegetal extraída de várias espécies de algas marinhas vermelhas. O ágar-ágar é comercializado em pó, não necessitando de ir ao frio para ficar firme. Em condições de temperatura ambiente, a sua consistência é mantida, facilitando o seu armazenamento (Cruz *et al.*, 2021).

O ágar-ágar é encontrado na natureza na forma de sais de cálcio ou de uma mistura de sais de cálcio e magnésio, sendo a mistura de dois tipos de polissacarídeos, designadamente a agarose e a agaropectina (Sousa, 2019), representados na Figura 2.



**Figura 2.** Estrutura molecular da agarose (a) e agarpectina (b) (Fonte: Sousa, 2019).

### 2.1.2.3. Pectina

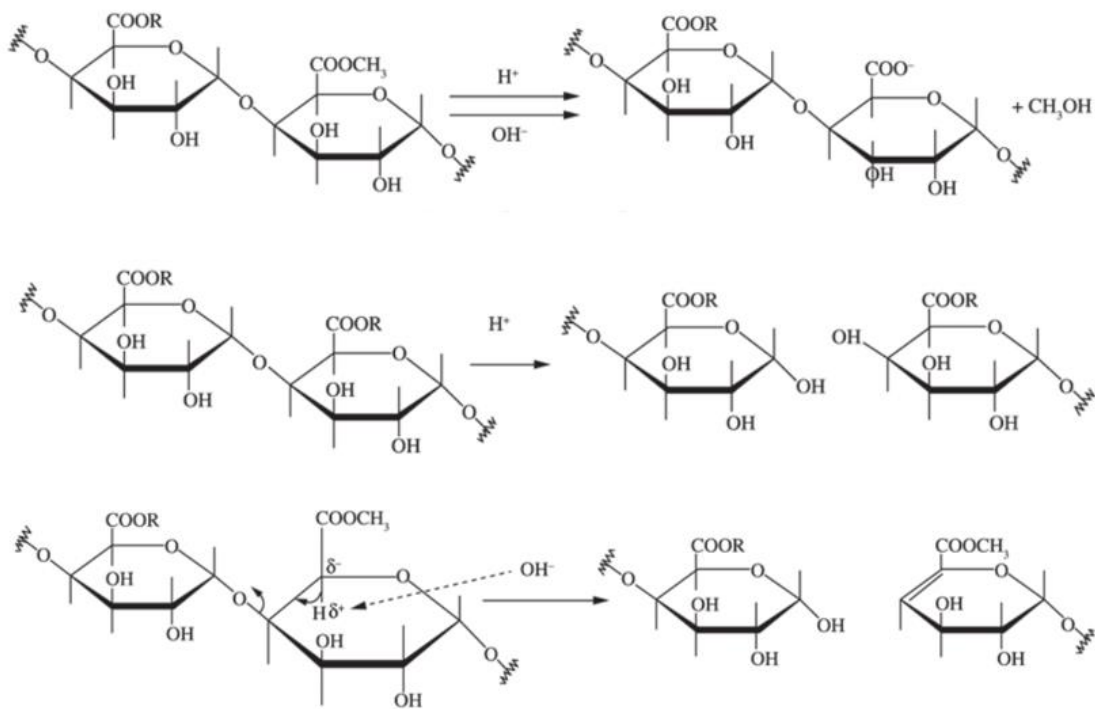
A pectina é uma substância presente na parte branca da casca de laranja, com várias aplicações na indústria alimentar devido às suas propriedades como espessante, texturizante, emulsionante e estabilizante (Sthel *et al.*, 2014). É amplamente utilizada na produção de geleias, doces de frutas, produtos de confeitaria e sumos, pois é capaz de proporcionar texturas gelatinosas desejáveis (FBI, 2024).

Segundo a FIB (2024), a pectina comercial é produzida através da extração ácida do albedo de frutas cítricas (com teor de pectina entre 20% e 30%) e da polpa de maçã (com teor de pectina entre 10% e 15%). Contudo, a pectina pode ser obtida através da polpa de maçã, polpa de beterraba, polpa de frutas cítricas, cascas de laranja, tamarindo, cenouras, mamão, papaia, tomate e girassol.

Devido à diversidade de ingredientes disponíveis para formulações e extrações de pectina, esta pode apresentar variações significativas em termos da sua capacidade para criar um gel. A pectina comercial em pó, pode ser dividida em duas categorias principais: alta metoxilação (HM ou AM), com mais de 50% dos grupos esterificados na cadeia (também conhecido como grau de esterificação ou DE), embora na prática geralmente varie entre 50% e 75%; ou baixa metoxilação (LM ou BM), com DE inferior a 50%, geralmente variando entre 20% e 45% (Canteri *et al.*, 2012). De acordo com Lima *et al.* (2019), por

exemplo, a goma de “balas” é feita a partir de pectina de alto grau de metoxilação em meio aquoso, com pH entre 3,4 – 3,8.

A natureza polimérica e a presença de cargas elétricas influenciam a solubilidade, a degradação química, o comportamento hidrodinâmico em dispersões e o comportamento iônico na cromatografia. A estrutura polissacarídica heteropolimérica contém uma grande variedade de unidades estruturais com diferentes substituintes, formas, anômeros e tipos de ligação, o que torna a sua análise estrutural complexa. Além disso, a sua extração enfrenta desafios devido à insolubilização dos polissacarídeos causada pelo tratamento para inativação enzimática, bem como aos agentes de extração e protocolos utilizados, que resultam em pectinas com características variadas. Entretanto, a determinação do conteúdo de pectina em alimentos apresenta algumas dificuldades devido à estrutura das moléculas pécnicas e às interferências causadas por outros carboidratos presentes nas amostras, sejam eles ácidos ou não. Na Figura 3 estão representadas as estruturas moleculares das substâncias pécnicas (Canteri *et al.*, 2012).



**Figura 3.** Estruturas moleculares das substâncias pécnicas (Canteri *et al.*, 2012).

#### **2.1.2.4. Gelatina**

A gelatina é uma proteína derivada do colágeno (hidrólise parcial), sendo composta por uma mistura de polipeptídeos. Uma das principais características da gelatina é a sua capacidade de formar géis. A temperaturas baixas, a gelatina pode reter moléculas de água, criando uma estrutura gelatinosa (Francisco Junior e Francisco, 2006).

A conversão do colágeno em gelatina pode ser obtida através do aquecimento do colágeno, em meio ácido ou alcalino. Gelatinas obtidas por tratamento ácido são designadas do tipo A, enquanto que as do tipo B são as obtidas por tratamento alcalino (Silva *et al.*, 2011).

A gelatina é aplicada tanto na indústria alimentar, quanto na farmacêutica. A gelatina é utilizada como gelificante, espessante, estabilizante e aglutinante, possibilitando o seu uso em diversos segmentos da indústria alimentar. A sua principal aplicação na indústria alimentar é na preparação de sobremesas (Vieira *et al.*, 2000).

#### **2.2. Aplicações das gomas**

O consumo mundial de gomas tem vindo a crescer nos últimos tempos, uma vez que atualmente tem-se observado várias aplicações ao nível da sua utilização. As gomas têm sido usadas na indústria alimentar, como por exemplo, na elaboração de revestimentos comestíveis, além de ser utilizadas como estabilizantes em bebidas derivadas do leite e de plantas (Leal *et al.*, 2022), bem como na indústria farmacêutica, como aglutinante em cápsulas e comprimidos ou em produtos cosméticos (Sarubo *et al.*, 2007). Como exemplos, pode-se referir o caso da goma do cajueiro, a qual apresenta propriedades cicatrizantes, antibacterianas, gastro protetoras e antidiarreicas (Sarubo *et al.*, 2007). O ágar e a goma gelana têm sido utilizadas na preparação de polpas, apresentando propriedades intrínsecas, como por exemplo, a redução da humidade (Leal *et al.*, 2022).

Em relação a produtos comerciais encontrados em diferentes pontos de venda com a designação de “goma”, na Tabela 3 estão descritos alguns desses produtos, com indicação do país onde são produzidos, os ingredientes e a composição nutricional. Pode-se verificar que a adição de xaropes de glucose e açúcar é comum, fazendo com que o teor em açúcares destes produtos seja elevado.

**Tabela 3.** Exemplos de gomas à venda nos supermercados (Fonte: autor)

Designação do produto (País de produção)	Ingredientes	Nutrientes	Quantidade por 100g
Gomamix sortido de açúcar® (Portugal)	Xarope de glucose	Lípidos, dos quais ácidos gordos saturados	0 g
	Açúcar		0 g
	Gelatina	Hidratos de carbono dos quais açúcares	80,4 g
	Amido modificado de batata		61,7 g
	Acidificantes (ácido cítrico, ácido láctico)	Polióis	1,2 g
	Xarope de açúcar invertido	Fibras	0,1 g
	Gelificante (pectinas)	Proteínas	4,3 g
	Aromas	Sal	0,3 g
	Concentrado de vegetais (cártamo, limão, pimento, groselha negra, cenoura)	Energia	1452 kJ/ 341kcal
Corantes (complexos cúpricos das clorofilas e de compostos derivados, dióxido de titânio).			
Haribo Sour Pasta Fruta® (Alemanha)	Xarope de glucose	Lípidos,	1,3
	Açúcar	dos quais ácidos gordos saturados	1,1 g
	Amido		
	Humectante (xarope de sorbitol)	Hidratos de carbono,	81,0 g
	Farinha de trigo	dos quais açúcares	52 g
	Acidificante: ácido cítrico, ácido málico, emulsionante (mono e diglicerídeos de ácidos gordos)	Fibras	0,0 g
	Regulador de acidez (hidrogenomalato de sódio)	Proteínas	0,8 g
	Aromas	Sal	0,26 g
	Extrato de sabugueiro	Energia	1451 kJ/ 342 kcal
Concentrados de frutas e plantas (groselha-preta, sabugueiro, uva)			
Corantes (curcumina, complexos de cobre de clorofilinas)			
Goma Mascar Melon Fini® (Espanha)	Xarope de glucose e frutose	Lípidos,	0
	Açúcar	dos quais saturados	0
	Água	Hidratos de carbono,	83
	Sal	dos quais açúcares	74

	Gelatina	Proteínas	0
	Aromatizantes	Sal	0,2
	Corantes artificiais	Energia	1411 kJ/ 332 kcal
Gomas Marshmallows Fini® (Espanha)	Xarope de glucose	Carboidratos	86,57 g
	Açúcar	Proteína	4,28 g
	Água	Açúcar	86,57 g
	Gelatina	Gordura saturada	0,09 g
	Aromatizantes	Sal	0,80 g
	Corantes	Energia	1563,08 kJ / 373,57 kcal
Tubo Mágico Morango® (Portugal)	Xarope de glucose	Lípidos,	4,0 g
	Farinha de trigo	dos quais ácidos gordos saturados	2,3 g
	Água	Hidratos de carbono,	85,0 g
	Amido de milho modificado	dos quais açúcares	52,3 g
	Gordura vegetal	Fibras	0,4 g
	Maltodextrina	Proteínas	2,0 g
	Acidificante (ácido cítrico, citrato de sódio)	Sal	0,4 g
	Aromas	Energia	1668,0 kJ/394,0 kcal
	Gelatina		
	Óleo vegetal (palma, côco)		
	Agentes de revestimento (goma laca, cera de abelha e sorbato de potássio)		
	Emulsionante (mono e diglicerídeos de ácidos gordos)		
	Corante (E120 cochonilha)		

Diferentes compostos gelificantes são usados pela indústria para produzir as gomas, tais como gelatina, amido e pectina. De referir que os produtos elaborados têm também adição alguns acidificantes, tais como os ácidos cítrico, láctico ou málico, hidrogenomalato de sódio e citrato de sódio, que lhes permite aumentar o tempo de conservação. Igualmente também são adicionados emulsionantes, como mono e diglicerídeos de ácidos gordos.

Em termos de concentrados vegetais, têm sido utilizados diversos concentrados de diferentes espécies, tais como cártamo (*Carthamus tinctorius* L., planta bulbosa semelhante ao açafrão), limão, pimento, groselha negra, cenoura, sabugueiro e uva. De referir que em algumas gomas comerciais é prática comum adicionar corantes, como por exemplo complexos cúpricos das clorofilas e de compostos derivados, dióxido de titânio e a cochonilha. No estudo realizado por Bettini *et al.* (2017), os quais utilizaram um modelo *in vivo* com exposição alimentar equivalente ao dos seres humanos, os autores constataram que as partículas de dióxido de titânio resultaram em desequilíbrios nas respostas imunológicas e sistémicas. Além disso, observou-se a promoção da formação de lesões pré-neoplásicas no cólon e a indução de inflamação na mucosa. Relativamente à cochonilha, estão associados à mesma, danos à saúde das crianças, incluindo hiperatividade, alergias, problemas respiratórios e dificuldades na absorção de vitaminas (Sousa *et al.*, 2020).

Também é comum encontrar formulações caseiras, como as indicadas na Tabela 4. Nesta encontram-se descritos os ingredientes e o modo de preparação das gomas sem açúcar, “Gomas caseiras 24 kitchen” e “Gomas saudáveis - A Pitada do Pai”. Observou-se que a gelatina foi o agente gelificante mais usado nas receitas caseiras, mas, em algumas situações, também se usa o ágar-ágar. Verificou-se que a preparação de gomas caseiras apresenta diversas variações de acordo com cada receita e as preferências individuais. Também se observou que não é prática comum adicionar açúcar ou um agente acidificante, ao contrário do verificado industrialmente. Estas situações levarão à obtenção de um produto menos calórico, mas com um menor tempo de validade. Contudo, deve-se sempre assegurar a segurança alimentar quando se confeccionam alimentos.

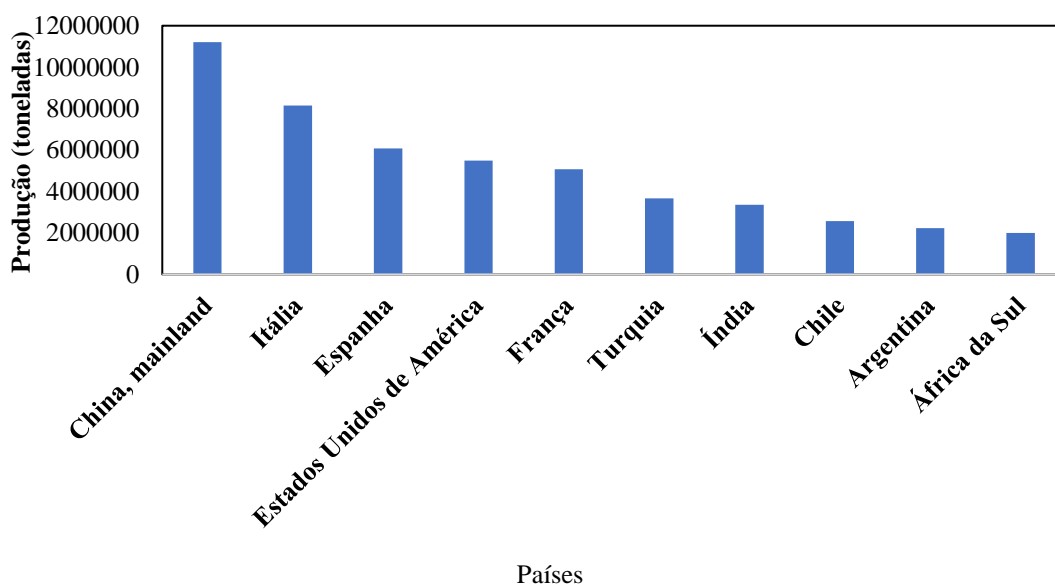
**Tabela 4.** Descrição dos ingredientes e modo de preparação de três gomas caseiras (Fontes: “Momentos e sabores”, “A pitada do pai” e “24 kitchen”)

Gomas sem açúcar		Gomas caseiras 24 kitchen		Gomas saudáveis (A pitada do pai)	
Ingredientes	Modo de preparação	Ingredientes	Modo de preparação	Ingredientes	Modo de preparação
200 g de água 20 g de gelatina neutra em pó (ou 10 folhas de gelatina)	Colocar no copo a água e a gelatina neutra e levar ao lume. Deixar ferver 5 minutos a 100 °C / vel. 2.	250 mL de sumo de laranja (ou outra fruta). 2 colheres de sopa rasa de ágar-ágar 2 colheres de sopa de xarope de agave	Verter para um recipiente 250 mL de sumo de laranja, 1 colher de sopa rasa de ágar-ágar, 2 colheres de sopa de geleia de agave e mexer frequentemente até ferver.	200 mL de água	Colocar água num recipiente e deixar ferver
80 g de gelatina em pó com sabor a fruta sem açúcar	Adicionar a gelatina de sabor e misturar durante 10 seg./vel.2.  Voltar a ferver 5 min /100 °C / vel.2. Colocar em forminhas e levar ao frigorífico por 4 horas.	250 mL de sumo de beterraba  1 colher de sopa rasa de sumo de limão	Em simultâneo, fazer o mesmo processo para 250 mL de sumo de beterraba.  Quando levantar fervura, desligar. Acrescentar 1 colher de sopa de sumo de limão a cada preparado e deixar por mais 5 minutos.  Coar os preparados para recipientes e deixar arrefecer.  Num tabuleiro dispor os moldes de silicone e verter os dois preparados para as mesmas. Levar ao frigorífico por uma hora.	1 saqueta de gelatina sem açúcar  10 g de gelatina neutra em pó ou 5 folhas de gelatina.	Quando estiver a ferver, juntar a gelatina de sabor e ir mexendo. Juntar a gelatina neutra. Mexer e homogeneizar bem por mais 1 minuto.  Retirar do lume, colocar em forminhas e levar ao frigorífico por cerca de 1 hora.

### 2.3. Uvas

A uva é o fruto da videira (*Vitis vinifera* L.) existindo uma elevada variedade de castas, ressaltando a sua diversidade e adaptação às diferentes regiões onde estão inseridas. Portanto, como forma de valorizar as uvas, além da produção de vinho e de uva de mesa, tem-se desenvolvido produtos diferenciados com qualidade, sendo uma oportunidade para aumentar a competitividade deste produto no mercado (Fernandes *et al.*, 2012). Os elementos fundamentais do sumo de uva incluem: água, açúcar, ácidos orgânicos, minerais, substâncias nitrogenadas, compostos fenólicos, vitaminas e pectina (Rizzon *et al.*, 2007).

Segundo os dados da FAOSTAT (2023), no ano de 2021, o total de uvas produzidas mundialmente foi de 73 524 196,23 toneladas, e os dez países com maior produção de uvas do mundo encontram-se representados na Figura 4. A China encontra-se no 1º lugar, onde se regista uma produção de 11 200 000 toneladas, que corresponde a 15,2% do total. No 10º lugar encontra-se a África do Sul, com uma produção total de 2 000 297 toneladas de uvas, que corresponde a 2,7% da produção mundial. É de ressaltar que Portugal encontra-se no 19º lugar, com a produção de 977 670 toneladas, representando 1,3% da produção mundial.



**Figura 4.** Produção mundial de uvas para o ano de 2021.

### 2.3.1. Produção nacional

Segundo o Instituto Superior de Agronomia (ISA, 2017), uma das culturas de maior importância no mundo e em Portugal é a viticultura. Portugal é o país com a maior diversidade de castas de uvas autóctones, com um total de 198 variedades nativas, de acordo com um estudo da Universidade de Adelaide (USA) (LADOF, 2024). Esse número coloca Portugal apenas atrás da França e da Itália, evidenciando a riqueza e a variedade da viticultura portuguesa (LADOF, 2024).

As maiores áreas de produção de uvas em Portugal, encontram-se nas regiões Norte, Centro, área Metropolitana de Lisboa, Alentejo e Algarve (INE, 2023).

Na Tabela 5 encontram-se indicadas as principais castas tintas e brancas das uvas portuguesas (Santos, 2018) encontradas no território nacional.

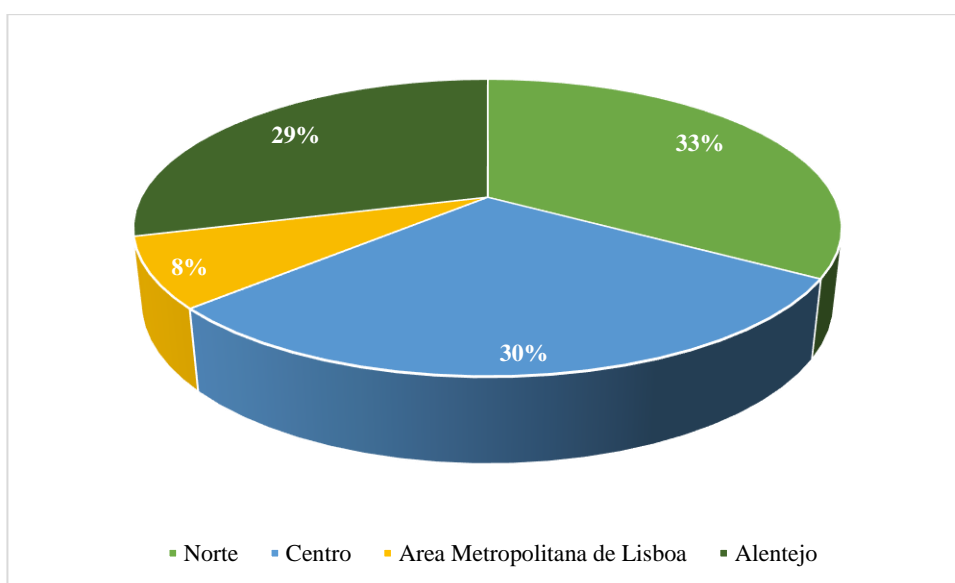
**Tabela 5.** Principais castas portuguesas (Fonte: Santos, 2018).

<b>Castas Tintas</b>	<b>Castas Brancas</b>
Alfrocheiro	Alvarinho
Amaral	Antão Vaz
Aragonez	Arinto
Baga	Bical
Carignan	Côdega de Larinho
Castelão	Encruzado
Espadeiro	Fernão Pires
Isabela	Loureiro
Jaen	Malvasia Fina
Marufo	Mourisco Branco
Moreto	Sarigo
Regent	Seara Nova
Rufete	Síria
Tinta Barroca	Trajadura
Tinta Miúda	Verdelho
Tinto Cão	Viosinho
Touriga Franca	
Touriga Nacional	
Trincadeira Preta	
Vinhão	

Uma das castas de maior importância em Portugal é a Touriga Nacional que é universalmente considerada uma das castas mais nobres, além de ser uma das mais antigas nas regiões do Dão e Douro, onde se presume ter suas raízes. Esta uva destaca-se pela sua aparência elegante e pela capacidade de produzir uma quantidade significativa de frutos

(Castro *et al.*, 2007). Considerada a principal uva portuguesa, a Touriga Nacional é fundamental na produção dos vinhos do Porto. Esses vinhos são conhecidos por sua potência, taninos aveludados e notas de frutas maduras. O sabor único e a sólida reputação da Touriga Nacional fazem dela a uva mais prestigiada de Portugal (LADOF, 2024).

Relativamente à produção de uva para vinho, verificou-se que no ano de 2020 (Figura 5), a região com maior produção de uva para vinho foi o Norte, com cerca de 33% da produção nacional. Em segundo lugar, surge a região do Centro, com uma produção de 30%, seguida do Alentejo com 29%, e a Área Metropolitana de Lisboa com 8% (INE, 2023).



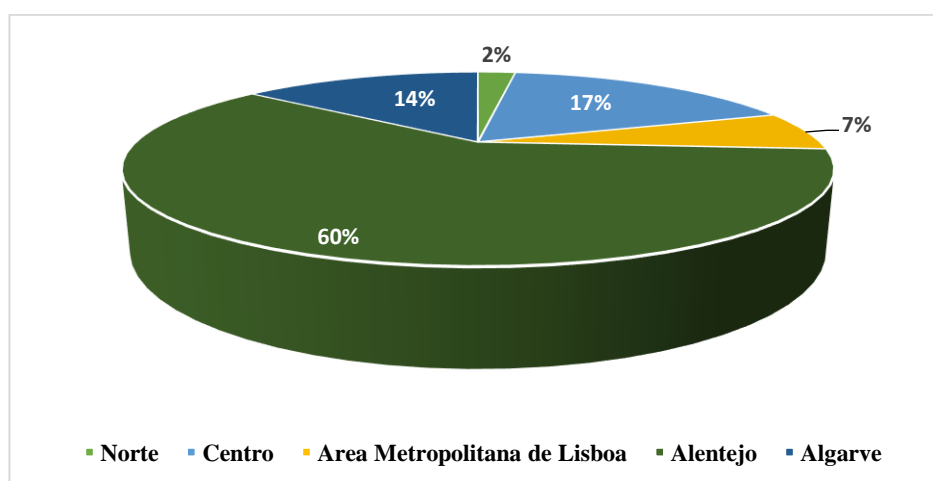
**Figura 5.** Produção de uva para vinho em Portugal (Fonte: INE, 2023).

### 2.3.2. Uva de mesa

Manter os bagos das uvas de mesa bem formados, projetados e seguros à ráquis é essencial para garantir a qualidade da fruta e garantir a sua aceitação no mercado. Os agricultores e produtores de uva de mesa muitas vezes realizam a poda e seleção para garantir que os bagos atendam a esses critérios e sejam atraentes para os consumidores (Mota, 2013). Portugal é notável por suas uvas de mesa de alta qualidade, como a doce e aromática Moscatel de Setúbal, ideal para consumo in natura e na produção de vinhos licorosos, e a Alvarinho, do Minho, conhecida por sua acidez equilibrada e aroma frutado (LADOF, 2024).

A uva de mesa tem uma produção bastante reduzida quando comparada com a produção de uva para vinho. A antecipação da época de maturação da uva de mesa é uma prática que tem sido adotada na agricultura com o objetivo de obter vantagens económicas e comerciais pelo facto de serem comercializadas fora do período de maior oferta. Isso pode ser alcançado por meio de diversas técnicas, sendo duas delas bastante interessantes: o uso de coberturas de plástico e a adoção de sistemas de cultivo sem solo (ex. hidroponia). Essas abordagens têm sido empregues com sucesso para modificar o calendário de produção de uva, permitindo que ela amadureça mais cedo do que o normal. As uvas de mesa em Portugal são predominantemente cultivadas ao ar livre, permitindo que as videiras recebam a quantidade ideal de luz solar e que haja uma adequada circulação de ar para um desenvolvimento saudável das uvas. Contudo, na maior exploração nacional, localizada em Ferreira do Alentejo, Vale da Rosa, são utilizadas coberturas de plástico. Recentemente, têm sido realizadas investigações sobre a produção de uva de mesa em hidroponia (Nóbrega, 2013).

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2023), em relação ao ano de 2020 (Figura 6), a região com maior produção de uva de mesa foi o Alentejo, responsável por cerca de 60% da produção nacional. Em segundo lugar seguiu-se a região do Centro, com uma produção de 17%, o Algarve com 14%, a Área Metropolitana de Lisboa com 7%, e, por fim, o Norte com 2% da produção.



**Figura 6.** Produção de uva de mesa em Portugal (INE, 2023).

### 2.3.3. Produção de uva em Trás-os-Montes

As castas de uvas brancas mais comumente cultivadas em Trás-os-Montes são a Códega de Lario, Gouveio, Sória, Malvasia Fina, Fernão Pires e Malvasia Rei. Por outro lado,

de entre as castas tintas destacam-se a Trincadeira, Aragonés, Franca, Touriga Nacional, Tinta Barroca e Tinta Carvalha (Climaco *et al.*, 2012).

De acordo com o estudo feito por Acunha *et al.* (2011), encontram-se indicados na Tabela 6, os valores de pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e a relação de sólidos solúveis com a acidez titulável (SS/AT) para diversas castas.

**Tabela 6.** Características de algumas castas de uva (Fonte: Acunha et al., 2011).

Característica	Cultivares						
	Bordô	Niágara Branca	Isabel	Concord	Malbec	Pinot Noir	Merlot
pH	3,01	3,28	2,87	3,07	3,05	3,15	3,29
AT (% ác. tartárico)	0,7	0,55	1,03	0,61	0,93	0,53	0,54
SS (°Brix)	13,33	10,33	14,33	15,16	13,66	12,33	16,33
SS/AT	21,11	21,08	15,58	28,07	16,46	26,23	34,02

#### 2.3.4. Produtos obtidos a partir de uvas

Além do vinho e do consumo em fresco, as uvas podem ser utilizadas na elaboração de outros produtos. De seguida, passa-se a mencionar alguns desses produtos.

O sumo de uva é uma bebida que apresenta um sabor simultaneamente doce e ácido, com baixos teores de gordura, proteína e cloreto de sódio. Destaca-se pela sua elevada quantidade de açúcares, ácidos orgânicos e sais minerais. Adicionalmente, é rico em vitaminas e é facilmente digerido, sendo todos os seus componentes prontamente absorvidos pelo organismo humano. Pode ser elaborado com diferentes castas, sendo que as cultivares com este fim devem apresentar as seguintes características: alto desempenho na produção de mosto, equilíbrio adequado entre açúcar e acidez, aroma e sabor agradáveis e bem delineados, juntamente com um nível satisfatório de maturação e sanidade (Rizzon *et al.*, 2007).

As uvas passas são outro produto elaborado a partir das uvas. É um produto rico em hidratos de carbono, apresentando quantidades elevadas de ferro, vitaminas A, B1, B2, B3, B6 e diversos minerais. São frequentemente incorporadas em cereais matinais, produtos de panificação, laticínios e produtos de confeitaria (Almeida, 2013). As uvas passas são

consumidas globalmente e desfrutam de grande popularidade devido aos seus reconhecidos benefícios para a saúde.

No presente trabalho pretendeu-se elaborar gomas de sumo de uva para crianças, nas quais não fossem adicionados açúcar.

### 3. PARTE EXPERIMENTAL

Nesta secção descreve-se a parte experimental realizada na presente dissertação, e a descrição das metodologias utilizadas.

#### 3.1. Caracterização de gomas comerciais

Numa primeira fase analisaram-se 3 amostras comerciais de gomas comerciais, sendo elas a Haribo favoritosclassic®, Haribo Ositos de Oro® e Gomamix sortido de Gomas brilhos® da marca Pingo Doce, nas quais se determinou a cor (Secção 3.1.2.1), textura (Secção 3.1.2.2), atividade da água (Secção 3.1.2.3) e pH (Secção 3.1.2.4).

#### 3.1.2 Parâmetros físico-químicos avaliados

##### 3.1.2.1 Cor

A cor foi determinada através de um colorímetro portátil CR-400 (Minolta) (Figura 7), previamente calibrado com um padrão branco, tendo-se medido as coordenadas na escala CIELAB, utilizando o iluminante C (luz natural média). Para cada amostra fizeram-se triplicados, tendo sido obtidos valores para os seguintes parâmetros:  $L^*$  que indica a luminosidade, o  $a^*$  que dá indicação da cor que vai do vermelho (+) ao verde (-), o  $b^*$  que corresponde ao amarelo (+) e azul (-), o  $C^*$  que indica a intensidade ou pureza da cor e o parâmetro H que indica a tonalidade ou a cor propriamente dita e fornece uma visão tridimensional da cor.



**Figura 7.** Colorímetro portátil CR-400 (Fonte: Autor).

##### 3.1.2.2. Textura

A textura das gomas foi avaliada num texturómetro (TA. XT Plus Texture Analyser), equipado com uma célula de carga de 30 kg (Figura 8). O teste aplicado foi o de Análise do Perfil de Textura (TPA), no qual são realizados dois ciclos de compressão, que imitam a ação da mordida humana para avaliar as propriedades texturais dos alimentos. A

calibração da altura da sonda foi realizada com uma distância de retorno de 30 mm, uma velocidade de retorno de 5 mm/s e uma força de contacto de 1 g. As configurações do texturómetro incluíram uma velocidade de pré-teste de 1,00 mm/s, uma velocidade de teste de 5,00 mm/s e uma velocidade pós-teste de 5,00 mm/s. O modo alvo foi definido para uma distância de 7,5 mm (0,75 cm), com um tempo de compressão de 3 segundos e uma força de contacto de 5,0 g. A amostra analisada apresentava formato cilíndrico, com um diâmetro de 20 mm (2,0 cm) e uma altura de 15 mm (1,5 cm).



**Figura 8.** Texturómetro utilizado nas determinações da textura das gomas (Fonte: Autor, 2024).

### 3.1.2.3. Atividade da água

A atividade da água ( $a_w$ ) é um parâmetro essencial para produtos de confeitaria, pois afeta diretamente a validade, a qualidade e os atributos sensoriais dos produtos. A atividade da água foi medida utilizando um equipamento portátil (Novasina, LabSwift-aw) (Figura 9). As amostras foram colocadas em caixas plásticas circulares com 4 cm de diâmetro e 1,10 cm de altura, sendo então inseridas no local apropriado no equipamento. Para garantir precisão nos resultados, foram realizadas três repetições para cada amostra. Inicialmente realizou-se a calibração do aparelho com padrões (soluções saturadas de sais) a 11% (LiCl), 58% (NaBr) e 84% (KCl).



**Figura 9.** Medidor da atividade da água utilizado nas determinações (Fonte: Autor).

#### **3.1.2.4. pH**

A determinação de pH foi realizada no medidor de pH de bancada (Hanna Instruments, HI8417), previamente calibrado com soluções tampão com valores de pH de 4,00 e 7,00 (Figura 10). O processo da preparação das amostras incluiu previamente a fervura de água destilada. As amostras (gomas) foram colocadas em copos de 25 mL e misturadas com a água fervida previamente arrefecida, numa proporção de 1:1 (10 gramas de gomas para 10 mL de água). Posteriormente, as misturas foram colocadas sob uma placa de agitação com ligeiro aquecimento, de modo a facilitar a dissolução das gomas. Após as gomas estarem dissolvidas e arrefecidas, procedeu-se à medição do pH.



**Figura 10.** Soluções prontas para medir o pH e o medidor de pH utilizado nas experiências (Fonte: Autor).

### 3.2. Elaboração de gomas com sumo comercial utilizando um desenho experimental de misturas

Foram elaboradas gomas, empregando um sumo comercial de Néctar Clássico de Romã e Uva (Marca Pingo Doce®), ao qual foram adicionados ágar-ágar e gelatina neutra. As proporções utilizadas foram estabelecidas por um desenho experimental de misturas, utilizando o software Minitab (versão 22.0), conforme detalhado na Tabela 7 (com triplicações).

**Tabela7.** Desenho experimental utilizado na elaboração das gomas.

Ordens Pad	Ordens Ens	Tipo Pt	Blocos	Sumo (mL)	Agar (g)	Gelatina (g)
4	1	1	1	75,00	5,00	20,00
34	2	2	1	77,50	2,50	20,00
8	3	2	1	77,50	2,50	20,00
6	4	2	1	97,50	2,50	0,00
2	5	1	1	95,00	5,00	0,00
36	6	-1	1	93,75	1,25	5,00
29	7	1	1	80,00	0,00	20,00
15	8	1	1	95,00	5,00	0,00
13	9	-1	1	81,25	3,75	15,00
16	10	1	1	80,00	0,00	20,00
11	11	-1	1	91,25	3,75	5,00
21	12	2	1	77,50	2,50	20,00
30	13	1	1	75,00	5,00	20,00
28	14	1	1	95,00	5,00	0,00
35	15	0	1	87,50	2,50	10,00
31	16	2	1	90,00	0,00	10,00
10	17	-1	1	93,75	1,25	5,00
18	18	2	1	90,00	0,00	10,00
14	19	1	1	100,00	0,00	0,00
32	20	2	1	97,50	2,50	0,00
39	21	-1	1	81,25	3,75	15,00
19	22	2	1	97,50	2,50	0,00

20	23	2	1	85,00	5,00	10,00
3	24	1	1	80,00	0,00	20,00
17	25	1	1	75,00	5,00	20,00
23	26	-1	1	93,75	1,25	5,00
12	27	-1	1	83,75	1,25	15,00
7	28	2	1	85,00	5,00	10,00
38	29	-1	1	83,75	1,25	15,00
9	30	0	1	87,50	2,50	10,00
37	31	-1	1	91,25	3,75	5,00
25	32	-1	1	83,75	1,25	15,00
27	33	1	1	100,00	0,00	0,00
1	34	1	1	100,00	0,00	0,00
22	35	0	1	87,50	2,50	10,00
5	36	2	1	90,00	0,00	10,00
33	37	2	1	85,00	5,00	10,00
24	38	-1	1	91,25	3,75	5,00
26	39	-1	1	81,25	3,75	15,00

Foram consideradas as seguintes restrições: o sumo poderia ter um máximo de 100%, o ágar-ágar poderia ter um máximo de 5,00% e a gelatina neutra poderia ter um máximo de 20,00%, tendo por base as proporções indicadas na embalagem dos produtos e de um ensaio prévio realizado no laboratório.

Após terem sido elaboradas as gomas, determinaram-se os seguintes parâmetros: cor, textura (dureza), atividade da água e pH, avaliados pelos métodos descritos nas Secções 3.1.2.1, 3.1.2.2, 3.1.2.3 e 3.1.2.4, respetivamente. Também se realizou uma análise sensorial, segundo o método descrito na Secção 3.2.1.

### 3.2.1. Análise sensorial

Em termos sensoriais, as gomas foram avaliadas em relação à sua aparência, cor, textura e sabor, tendo os ensaios sido realizados no Laboratório das Agroindústrias da Escola Superior Agrária, em condições controladas, com 9 provadores com experiência em análise sensorial, de modo a garantir resultados precisos e consistentes. Cada amostra consistiu numa goma cortada a meio, e em cada troca de amostra, recomendou-se beber água, de modo a não influenciar o resultado da amostra seguinte. A escala utilizada foi uma escala não estruturada, que variou entre 0 e 10, onde quanto maior fosse o valor selecionado maior seria o grau de aceitabilidade e quanto menor fosse, menor seria o grau de aceitabilidade. No Anexo I encontra-se a folha de prova utilizada nos ensaios. Posteriormente, os dados foram tratados e analisados estatisticamente para saber o nível de aceitação das gomas pelos provadores. A partir da análise dos resultados, foi possível escolher a melhor formulação a ser usada na tarefa seguinte.

### **3.3. Elaboração de gomas com sumo comercial para testar dois tipos diferentes de ágar-ágar**

Após se ter determinado a melhor formulação pelo desenho experimental, nesta tarefa pretendeu-se testar dois tipos de ágar-ágar (marcas comerciais distintas) para saber se havia ou não diferenças entre eles, e no caso de existir diferenças, qual seria o mais eficiente para se aplicar na tarefa seguinte, relativa à elaboração de gomas com sumo de uva natural. Foram novamente avaliados os parâmetros da cor, atividade da água, textura e pH das gomas e também foi feita a análise sensorial, através dos procedimentos anteriormente descritos.

### **3.4. Caracterização das gomas elaboradas a partir de sumos naturais de uvas brancas e tintas da região de Trás-os-Montes**

Nesta tarefa, pretendeu-se elaborar gomas a partir de sumos naturais de uvas da região de Trás-os-Montes (brancas e tintas), aplicando a melhor formulação determinada na tarefa anterior.

#### **3.4.1. Análises dos parâmetros físicos-químicos (cor, textura, pH e $a_w$ ) e análise sensorial**

Nesta tarefa avaliaram-se diversos parâmetros físico-químicos das gomas previamente produzidas a partir do sumo de uvas brancas e tintas, como a cor, textura, pH e atividade de água, segundo os métodos descritos anteriormente. Também se procedeu à análise sensorial, como descrito na Secção 3.2.1.

#### **3.4.2. Determinação da composição nutricional das gomas elaboradas a partir de sumos naturais de uvas brancas e tintas da região de Trás-os-Montes**

##### **3.4.2.1. Teores de humidade e cinzas**

Para a determinação do teor de humidade das gomas, pesaram-se aproximadamente 3 gramas de gomas e colocaram-se em cadinhos previamente calcinados a 550 °C. Em seguida, as amostras foram levadas a uma estufa a 105 °C até se atingirem valores constantes. Depois dos valores estabilizados fez-se a determinação do teor de cinzas, onde os cadinhos foram colocados na mufla (Lenton Thermal designs LTD), para inceneração a 550 °C por um período de 12 horas. Depois de os cadinhos arrefecerem e se terem obtido cinzas brancas, os cadinhos foram pesados para se obter os valores referentes aos teores de cinzas. Cada amostra foi analisada em triplicado.

### 3.4.2.2. Gordura total

O teor de gordura foi determinado por meio de uma extração sólido-líquido, utilizando éter de petróleo com 0,01% (m/v) de hidroxitolueno butilado (BHT), como solvente extrator. A extração foi realizada em um sistema Soxhlet durante 12 horas, utilizando aproximadamente 5 g de amostra. Após a extração, o balão foi colocado num evaporador rotativo para evaporação do solvente. Em seguida, o resíduo foi pesado, e a diferença de peso foi calculada para determinar a quantidade de gordura extraída.

### 3.4.2.3. Proteína

A proteína foi avaliada pelo teor total de azoto, utilizando o método de Kjeldahl. Foram pesadas aproximadamente 0,1 g de amostra (o valor rigoroso foi anotado) e colocadas em tubos para determinação de proteína, aos quais foram adicionados 15 mL de ácido sulfúrico concentrado e 2 pastilhas de catalisador metálico (4,99 g de  $K_2SO_4$  e 0,005 g de selênio). Os tubos foram então transferidos para o digestor, onde permaneceram até atingir os 400 °C, aguardando-se a reação de oxidação, que foi sinalizada pela mudança de cor para verde. Após a digestão, os tubos foram arrefecidos à temperatura ambiente e transferidos para o destilador. Inicialmente, a amostra foi diluída com água destilada, tendo o excesso de ácido sulfúrico sido neutralizado com hidróxido de sódio a 40%. O azoto total, destilado na forma de amônia, foi misturado com 10 mL de ácido bórico a 0,5% (v/v), contendo um indicador misto de verde de bromocresol e vermelho de metilo. A solução resultante foi titulada com uma solução padrão de HCl a 0,5 mol/L até ao ponto de viragem. Na Figura 11 estão representados os equipamentos utilizados no método de Kjeldahl, incluindo o digestor de proteínas e o destilador+titulador automático (Velp Scientifica UDK 152).



**Figura 11.** Equipamento utilizado na determinação da proteína: a) Digestor e b) Destilador.

#### 3.4.2.4. Metais

Os metais foram determinados a partir das cinzas das gomas (primeiro determinou-se o teor de cinzas e as mesmas amostras foram utilizadas para a análise dos metais). As cinzas foram transferidas para um balão volumétrico de 50 mL, ao qual se adicionou ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) a 1,5% v/v. A mistura foi submetida a ultrassons por 5 minutos para assegurar uma boa homogeneização. Em seguida, completou-se o volume do balão com a solução de ácido nítrico, agitou-se a solução, transferiu-se para um copo e filtrou-se para tubos Falcon utilizando um filtro de Nylon, de porosidade 0,2 µm. Por fim, analisaram-se os elementos de acordo com as recomendações do fabricante do espectrofotômetro de Absorção Atômica (Perkin Elmer). Em pormenor, determinaram-se os teores de potássio (λ=766,5 nm), cálcio (λ=422,7 nm), magnésio (λ=285,2 nm), ferro (λ=248,3 nm), mangânês (λ=279,5 nm) e zinco (λ=213,4 nm) por espectrofotometria de emissão atômica (K) e espectrofotometria de absorção atômica (restantes metais), utilizando curvas padrão para cada um dos metais.

#### 3.4.3. Parâmetros microbiológicos

##### 3.4.3.1. Preparação das amostras

Com o intuito de investigar a microflora presente nas gomas, foram determinados parâmetros microbiológicos das gomas elaboradas. Para isso, realizaram-se contagens totais de microrganismos a 30 °C, incluindo mesófilos aeróbios, fungos filamentosos, leveduras e bactérias ácido-láticas. As análises foram feitas uma semana após a elaboração das gomas. A colheita das amostras foi efetuada sob condições de assepsia em uma câmara de segurança biológica. Foram pesados 15 g de gomas, as quais foram transferidas para sacos stomacher contendo um volume equivalente de água peptonada a 0,015% (m/v), seguido de homogeneização a 25 °C durante 30 minutos, com agitação suave. Realizaram-se diluições decimais sucessivas em 9 mL da mesma solução, conforme a Norma ISO 6887-6:2013. Posteriormente, as amostras foram inoculadas em meios de cultura específicos para a quantificação dos respectivos microrganismos. Para cada amostra, foram realizadas três réplicas, com os resultados expressos em log UFC (unidades formadoras de colónias) por g. A equação utilizada para a quantificação das colónias foi a seguinte:

$$N = \frac{\sum C}{V.(n_1 + 0,1 \times n_2)d}$$

Sendo que:

N - número de UFC;

$\Sigma C$  - soma das colónias contadas em duas placas contendo duas diluições sucessivas da amostra;

$n_1$  - número de placas selecionadas da primeira diluição;

$n_2$  - número de placas selecionadas da segunda diluição;

d - diluição a partir da qual se obtiveram as primeiras contagens;

V - volume inoculado (mL).

#### **3.4.3.2. Mesófilos aeróbios**

A contagem total de microrganismos mesófilos aeróbios foi efetuada de acordo com a norma ISO 4833-1:2013, utilizando o meio de cultura Plate Count Agar (PCA, Himedia). Para a contagem, foi utilizado um espalhador estéril para distribuir 0,1 mL (100  $\mu$ L) da suspensão de cada diluição sobre a superfície do meio de cultura. Após a incubação das placas a 30 °C por 48 horas, as colónias foram contadas.

#### **3.4.3.3. Bolores e leveduras**

A contagem de bolores e leveduras foi realizada conforme a norma ISO 21527-1:2008. Utilizou-se Sabouraud Dextrose Agar (SDA, Liofichem) e Malt Extract Agar (MEA, Liofichem), ambos com adição de 0,1% (m/v) de cloranfenicol. A inoculação foi feita com 0,1 mL (100  $\mu$ L) de cada diluição decimal, que foi então espalhada sobre o meio de cultura. As placas foram incubadas a 25 °C por 48 horas e as contagens foram feitas depois das 48 horas.

#### **3.4.3.4. Bactérias ácido lácticas**

A contagem de bactérias ácido-láticas foi realizada de acordo com a Norma BS ISO 15214:1998. Para isso, foi incorporado 1 mL (1000  $\mu$ L) de cada diluição ao meio de cultura Man, Rogosa e Sharpe (MRS, Himedia), enriquecido com 0,01% (m/v) de cicloheximida e ajustado para pH 5,7. A amostra foi misturada no meio de cultura por movimentos rotativos e, após a solidificação, uma segunda camada foi adicionada. A contagem foi feita após incubação das placas a 30 °C por 72 horas.

### **3.5 Análise Estatística**

O software Minitab (versão 22) foi utilizado para realizar o desenho experimental de misturas e proceder à análise estatística dos resultados. Os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão, tendo-se avaliado a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente. Após se ter verificado que os dados se mostraram normais e que se observou homogeneidade de variâncias, aplicou-se a ANOVA para se detetarem ou não diferenças significativas entre amostras. Seguidamente, no caso de existirem diferenças significativas entre amostras ( $p < 0,05$ ), aplicou-se o teste de Tukey.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente secção são apresentados os resultados obtidos na presente dissertação, de forma organizada, utilizando tabelas, gráficos e outras ferramentas visuais, quando apropriado, para facilitar a compreensão e interpretação dos dados. Cada análise é acompanhada por uma discussão detalhada.

### 4.1. Caracterização de gomas comerciais

Foram analisadas 3 gomas comerciais, representadas na Figura 12, onde se pôde observar diferentes formas e cores. As gomas das marcas A e C apresentaram variações ao nível da forma, ao contrário das da marca B, as quais apresentaram todas a mesma forma, designadamente de ursinhos. Os resultados dos parâmetros avaliados estão descritos a seguir.



**Figura 12.** Amostras comerciais analisadas no presente trabalho (Fonte: Autor).

Na Tabela 8 estão descritos os valores nutricionais das gomas comerciais analisadas nomeadamente Haribo Favoritos Classic®, Haribo Ositos de Oro® e Sortido de Gomas Brilhante® da Marca Pingo Doce. É de referir que as gomas encontradas têm valores energéticos muito elevados e que também são muito ricas em hidratos de carbono, designadamente açúcar.




**Tabela 8.** Declaração nutricional das gomas comerciais analisadas.

<b>Declaração nutricional por 100g</b>	<b>Haribo favoritos classic®</b>	<b>Haribo ositos de oro®</b>	<b>Sortido de gomas brilho®</b>
Valor energético	1438KJ / 338Kcal	1459KJ / 343Kcal	1339KJ / 315Kcal
Gordura / Lípidos	< 0,5g	< 0,5g	< 0,1g
Saturados	< 0,1g	0,1g	< 0,1g
Hidratos de carbono	80g	77g	74,7g
Açúcar	51g	46g	57,5g
Proteínas	4,5g	6,9g	4,1g
Sal	0,01g	0,07g	0,1g

Na Tabela 9 são indicados os ingredientes das gomas anteriores. Verificou-se que estes produtos tinham como ingredientes maioritários os xaropes de glucose e açúcar, bem como dextrose e amido modificado de batata, o que explica os elevados valores energéticos indicados para este género de produtos. Como agentes gelificantes foram indicados a gelatina e o ágar, sendo o ácido cítrico utilizado como acidificante. Refira-se a presença de diversos corantes, tais como a curcumina, o azul patenteado V e os complexos cúpricos das clorofilas e clorofilinas, bem como de produtos mais comuns como o caramelo simples ou o extrato de pimentão.

Estes dados vêm novamente reforçar a importância de se desenvolverem produtos mais naturais e saudáveis para serem consumidos por crianças.

**Tabela 9.** Ingredientes das gomas comerciais analisadas.

<b>Goma analisada</b>	<b>Ingredientes</b>
<p><b>Haribo favoritos classic®</b></p> 	<p>Xarope de glucose  Açúcar  Água  Gelatina  Dextrose  Humidificante: xarope de sorbitol,  Um produto concentrado: framboesa, maçã, laranja, limão, morango, ananás, óleo de girassol  Gelificante: ágar  Aroma  Concentrados de frutos e plantas: baga de sabugueiro, groselha-negra, maçã, rábano, cártamo, espirulina, kiwi, laranja, limão, arónia, manga, maracujá, uva, extrato de baga de sabugueiro, xarope de caramelos.  Corantes: curcumina, azul patenteado V, carvão vegetal  Agente de revestimento: cera de abelhas (branca e amarela)  Pode conter vestígios de leite e trigo</p>
<p><b>Haribo ositos de oro®</b></p> 	<p>Xarope de glucose  Açúcar  Gelatina  Dextrose  Sumo de vários frutos fabricados a partir de um producto concentrado: maçã, morango, framboesa, laranja, limão, ananás  Acidificante: ácido cítrico  Concentrados de frutos e plantas: cártamo, espirulina, maçã, baga de sabugueiro, laranja, groselha-negra, kiwi, limão, arónia, manga, maracujá, uva  Aromas  Extrato de baga de sabugueiro  Agentes de revestimento: cera de abelhas (branca e amarela), cera de carnaúba  Pode conter vestígios de leite e trigo</p>
<p><b>Sortido de gomas brilho®</b></p> 	<p>Xarope de glucose  Açúcar  Amido modificado de batata  Gelatina  Acidificante (ácido cítrico)  Gelificante (pectinas)  Aromas  Agentes de revestimento: cera de abelha, cera de carnaúba  Óleos vegetais (côco, colza)  Concentrado de vegetais (cártamo, limão, groselha negra, cenoura)  Corantes (complexos cúpricos das clorofilas e clorofilinas, caramelo simples, extrato de pimentão).</p>

#### 4.1.1. Cor

Os parâmetros de cor das gomas comerciais variaram entre marcas e nestas entre diferentes sabores e cores. Como se pode observar na Tabela 10, os valores referentes a  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h$  variaram entre: o  $L^*$  entre 28,6 (parte mais escura do morango) e 77,3 (zona mais clara da garrafa de Coca-cola);  $a^*$  entre -27,2 (vermelho do morango) até 34,2 (tonalidade verde, característica da parte escura do morango);  $b^*$  entre 3,8 e 34,7 (tonalidade mais amarelada relativa à parte mais clara do morango da Marca A),  $C^*$  entre 10,4 e 44,2 e o  $h$  entre 8,9 e 124,7, indicando diferentes luminosidades, intensidades e tonalidades das amostras.

**Tabela 10.** Valores dos parâmetros de cor (sistema CIELAB) avaliados nas amostras comerciais (média  $\pm$  desvio padrão).

	Amostra (zona)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h$
Marca A	Coca-cola (escura)	64,8 $\pm$ 26,1	26,5 $\pm$ 23,5	10,9 $\pm$ 5,9	29,9 $\pm$ 22,2	46,9 $\pm$ 47,5
	Coca-cola (clara)	77,3 $\pm$ 30,3	11,2 $\pm$ 20,6	7,5 $\pm$ 5,9	15,4 $\pm$ 19,5	73,7 $\pm$ 44,5
	Coração (escura)	39,1 $\pm$ 12,7	10,4 $\pm$ 7,4	14,4 $\pm$ 4,3	18,9 $\pm$ 2,0	54,2 $\pm$ 25,7
	Coração (clara)	42,9 $\pm$ 10,5	7,1 $\pm$ 6,6	14,3 $\pm$ 3,1	17,0 $\pm$ 1,2	64,4 $\pm$ 25,1
	Framboesa (frente)	33,3 $\pm$ 2,8	26,2 $\pm$ 2,9	4,4 $\pm$ 0,4	26,6 $\pm$ 2,9	9,6 $\pm$ 1,0
	Framboesa (verso)	34,1 $\pm$ 1,9	25,9 $\pm$ 1,2	4,0 $\pm$ 0,1	26,2 $\pm$ 1,2	8,9 $\pm$ 0,3
	Morango (escura)	49,1 $\pm$ 0,5	34,2 $\pm$ 0,2	17,0 $\pm$ 0,2	38,2 $\pm$ 0,2	26,5 $\pm$ 0,4
	Morango (clara)	67,1 $\pm$ 2,9	-27,2 $\pm$ 6,6	34,7 $\pm$ 2,9	44,2 $\pm$ 5,9	127,6 $\pm$ 5,4
Marca B	Verde	41,6 $\pm$ 3,0	-5,9 $\pm$ 0,2	26,5 $\pm$ 1,9	27,2 $\pm$ 1,9	102,5 $\pm$ 0,5
	Vermelho	31,8 $\pm$ 2,2	25,4 $\pm$ 3,4	12,1 $\pm$ 1,6	28,1 $\pm$ 3,8	25,4 $\pm$ 0,1
	Laranja	36,9 $\pm$ 5,3	22,4 $\pm$ 5,4	19,2 $\pm$ 5,6	29,5 $\pm$ 7,9	40,4 $\pm$ 1,4
	Amarelos	42,9 $\pm$ 4,1	-0,8 $\pm$ 2,5	29,1 $\pm$ 4,4	29,2 $\pm$ 4,4	91,9 $\pm$ 5,3
	Branco	40,5 $\pm$ 2,3	0,8 $\pm$ 2,6	10,3 $\pm$ 5,6	10,4 $\pm$ 5,7	89,58 $\pm$ 13,8
Marca C	Dedo (escura)	37,9 $\pm$ 4,4	-5,6 $\pm$ 0,8	13,4 $\pm$ 1,4	14,2 $\pm$ 1,6	113,3 $\pm$ 0,9
	Dedo (clara)	42,6 $\pm$ 1,1	-4,9 $\pm$ 0,2	9,1 $\pm$ 5,7	10,6 $\pm$ 4,7	124,7 $\pm$ 21,8
	Morango (escura)	28,6 $\pm$ 4,8	11,2 $\pm$ 9,9	3,8 $\pm$ 5,3	11,9 $\pm$ 11,1	13,6 $\pm$ 9,0
	Morango (clara)	42,1 $\pm$ 3,1	-4,4 $\pm$ 0,9	12,1 $\pm$ 1,2	12,9 $\pm$ 1,2	110,1 $\pm$ 4,2
	Coca-cola (escura)	31,2 $\pm$ 3,0	10,7 $\pm$ 2,4	10,1 $\pm$ 2,3	14,7 $\pm$ 3,1	43,2 $\pm$ 4,9
	Coca-cola (clara)	54,0 $\pm$ 2,9	4,24 $\pm$ 0,4	19,1 $\pm$ 0,7	19,5 $\pm$ 0,8	77,5 $\pm$ 0,8

#### 4.1.2. Textura

Em termos gerais, verificou-se que cada marca oferece diferentes características, permitindo a escolha de acordo com as preferências pessoais, como maior dureza e mastigabilidade ou maior elasticidade. Na Marca A (Tabela 11), as gomas de morango apresentaram a maior dureza (8624 g), avaliada como sendo a força máxima na primeira compressão, e uma maior mastigabilidade (Dureza  $\times$  Coesividade  $\times$  Elasticidade), sugerindo ser a goma mais dura e mastigável. Pelo contrário, os ursinhos de diferentes cores apresentaram o menor valor médio de dureza (1270 g) e uma baixa mastigabilidade.

**Tabela 11.** Análise à textura das gomas comerciais

<b>Marca</b>	<b>Forma</b>	<b>Dureza (g)</b>	<b>Elasticidade</b>	<b>Coabilidade</b>	<b>Gomosidade</b>	<b>Mastigabilidade</b>	<b>Resiliência</b>
Marca A	Morango	8624±297	0,90±0,01	0,86±0,02	7442±142	6652±204	0,41±0,01
	Coração	1640±158	0,93±0,01	0,93±0,01	1533±144	1430±118	0,42±0,01
	Coca-cola	4816±622	0,96±0,03	0,93±0,02	4487±584	4328±598	0,33±0,01
	Framboesa	2950±323	0,67±0,06	0,39±0,11	1142±293	776±669	0,14±0,05
Marca B (Ursos)	Branco	1270±184	1,00±0,01	0,92±0,01	1171±169	1172±178	0,28±0,01
	Amarelo						
	Vermelho						
	Laranja Verde						
Marca C	Morango	4800±305	0,95±0,11	0,91±0,01	4369±314	4158±669	0,33±0,33
	Coca-cola	6496±3749	0,94±0,05	0,87±0,04	5586±3000	5193±2654	0,35±0,01
	Dedo	2821±731	0,98±0,04	0,91±0,01	2550±632	2481±571	0,36±0,01

Em termos de elasticidade (parâmetro que avalia a forma como um produto retorna ao estado inicial após ter sido deformado no primeiro ciclo de compressão), os valores foram bastante próximos, variando entre 0,90 e 1,00, com exceção da framboesa da Marca A (0,67) que apresentou menor elasticidade, demonstrando ser a propriedade mais uniforme entre as gomas analisadas.

A coesividade (propriedade que mostra como um produto resiste a uma segunda deformação em relação à sua resistência quando submetido à primeira deformação) também se mostrou bastante uniforme, variando entre 0,86 e 0,93, com exceção novamente da framboesa da Marca A (0,39). Pelo contrário, verificou-se que a: (i) Gomosidade (aplicada a produtos semi-sólidos e determinada pelo produto: Dureza  $\times$  Coesividade) variou entre 1142 e 7442; (ii) Mastigabilidade (aplicada a produtos sólidos e correspondente ao produto: Dureza  $\times$  Coesividade  $\times$  Elasticidade) variou entre 776 e 6652; e (iii) Resiliência (propriedade que avalia como o produto “resiste” para voltar à sua altura inicial. É avaliada no primeiro ciclo de penetração) variou entre 0,14 e 0,42. Estes resultados indicaram que as diferentes gomas analisadas, apresentaram comportamentos distintos no que se refere à textura. Deve ser referido que os valores de gomosidade e mastigabilidade foram semelhantes porque a elasticidade apresentou valores próximos de 1.

#### **4.1.3. Atividade da água**

Os valores da atividade da água obtidos estão descritos na Tabela 12, onde se pode observar valores médios entre 0,508 e 0,592, demonstrando valores com pequena variação, e indicando estabilidade microbiana. De acordo com o estudo feito por Iamanaka *et al.* (2010), grande parte dos fungos precisa de humidade, pelo menos 80%, para se desenvolver. Se a humidade estiver abaixo desse limite, podem não ser produzidas toxinas, o que é desejável. Contudo, essas toxinas podem surgir em alimentos com uma atividade de água entre 0,60 e 0,90, que têm uma quantidade de água intermédia. Pelo contrário, os alimentos com atividade de água abaixo de 0,6 indicam estabilidade microbiana, pois esse valor é considerado o limite para o crescimento de microrganismos (Gava *et al.*, 2009).

Também deve ser referido que os microrganismos patogénicos não podem crescer a valores de atividade da água inferiores a 0,86 e que as leveduras e bolores não podem desenvolver a atividades da água inferiores a 0,62 (Barbosa-Cánovas *et al.*, 2003).

**Tabela 12.** Valores da atividade da água determinados nas gomas comerciais (média±desvio padrão).

<b>Marca</b>	<b>Formas</b>	<b>Média± desv.pad</b>
Marca A	Coca-Cola	0,579 ± 0,005
	Coração	0,570 ± 0,007
	Framboesa	0,566 ± 0,007
	Morango	0,582 ± 0,004
Marca B	Amarelo	0,511 ± 0,006
	Branco	0,510 ± 0,007
	Laranja	0,513 ± 0,003
	Verde	0,513 ± 0,002
	Vermelho	0,508 ± 0,004
Marca C	Coca-Cola	0,588 ± 0,010
	Dedo	0,592 ± 0,010
	Morango	0,590 ± 0,009

#### 4.1.4. pH

Os valores de pH determinados nas gomas comerciais estão descritos na Tabela 13. O valor médio, tendo em conta todos os valores determinados para as diversas marcas, foi igual a  $2,80 \pm 0,11$ , sendo um valor bastante ácido. A Marca A apresentou uma média igual a 2,75, com um desvio padrão de 0,12. A Marca B apresentou uma média de pH de 2,79 com um desvio padrão de 0,05. Pelo facto do desvio padrão ser o mais baixo entre as três marcas, estes resultados sugerem que o pH dos produtos da Marca B é o mais uniforme. O valor médio de pH da Marca B foi ligeiramente mais alto que o da Marca A, indicando que os produtos eram um pouco menos ácidos. A Marca C apresentou uma média de pH mais elevada, 2,90, com um desvio padrão de 0,14, indicando que os seus produtos eram os menos ácidos entre as três marcas.

**Tabela 13.** Valores de pH determinados nas gomas comerciais (média±desvio padrão).

Marca	Formas	pH	Média ± DesvPad
A	Framboesa	2,918	2,75 ± 0,12
	Coca-Cola	2,627	
	Coração	2,747	
	Morango	2,723	
B	Branco	2,72	2,79 ± 0,05
	Amarelo	2,792	
	Vermelho	2,811	
	Laranja	2,85	
	Verde	2,792	
C	Dedo	3,048	2,90 ± 0,14
	Morango	2,783	
	Coca-Cola	2,815	
<b>Total</b>			<b>2,80 ± 0,11</b>

#### 4.2. Elaboração de gomas com sumo comercial – aplicação de um Desenho Experimental de Misturas

Na elaboração de gomas preparadas com um sumo comercial, utilizou-se o néctar clássico de romã e uva da marca Pingo Doce®, o ágar-ágar da marca Vahiné® e a gelatina neutra em pó da marca Condi®, representados na Figura 13.



**Figura 13.** Ingredientes utilizados na elaboração das gomas com um sumo comercial (Fonte: autor).

A Tabela 14 fornece a declaração nutricional por 100 mL ou grama do néctar clássico, ágar-ágar e gelatina neutra. O néctar clássico contém 197 kJ (46 kcal) por 100 mL. É muito baixo em gorduras (<0,5 g) e, em particular, em ácidos gordos saturados (<0,1g). Em termos de carboidratos, possui 11,6 g, dos quais 10,4 g são açúcares. Também oferece 0,5 g de fibras e 0,5 g de proteína, com uma quantidade mínima de sal (0,01g). O ágar-ágar contém 728 kJ (174 kcal) por 100 g e é isento de gorduras, açúcares e proteínas. No entanto, é uma excelente fonte de fibras, com 86 g por 100 g. O teor de sal é de 0,53g. A

gelatina neutra, apresenta um valor energético de 1496 kJ (352kcal) por 100 g, sendo o valor mais alto entre os três produtos. Não contém gorduras, hidratos de carbono ou açúcares, mas é rica em proteínas, com 88 g por 100 g. A quantidade de sal é relativamente baixa, correspondendo a 0,10g.

**Tabela 14.** Declaração nutricional do néctar clássico, ágar-ágar e gelatina neutra em pó.

<b>Declaração nutricional por 100g</b>	<b>Néctar clássico</b>	<b>Ágar-ágar</b>	<b>Gelatina neutra</b>
Valor energético	197 kJ / 46 kcal	728 kJ/ 174 kcal	1496 kJ/ 352 kcal
Gasas / lípidos	< 0,5 g	0 g	0 g
Saturados	< 0,1 g	0 g	0 g
Hidratos de carbono	11,6 g	0 g	0 g
Açúcar	10,4 g	0 g	0 g
Fibras	0,5 g	86 g	0 g
Proteínas	0,5 g	0 g	88 g
Sal	0,01 g	0,53 g	0,10 g

#### **4.2.1. Caracterização físico-química das diferentes formulações de gomas elaboradas com sumo comercial, ágar-ágar e gelatina neutra**

No Anexo II encontram-se descritos os valores obtidos para os diferentes parâmetros avaliados ao longo dos ensaios do desenho experimental de misturas aplicado no presente trabalho. Como foram realizados triplicados, decidiu-se também analisar esses dados por cada tipo de formulação (13 formulações distintas no total) para detetar a existência ou não de diferenças significativas entre as gomas elaboradas.

A Tabela 15 apresenta os dados das diferentes formulações de gomas, especificando as quantidades de sumo, ágar e gelatina utilizadas na elaboração das gomas, além dos parâmetros da cor e características físico-químicas avaliadas.

Em relação à cor, esta foi avaliada através dos parâmetros  $L^*$  (luminosidade que varia entre 0 (preto) e 100 (branco)),  $a^*$  (verde/vermelho<sup>+</sup>),  $b^*$  (azul/amarelo<sup>+</sup>),  $C^*$  (croma ou intensidade da cor) e  $h$  (tonalidade ou cor propriamente dita).

**Tabela 15.** Parâmetros físico-químicos - cor, textura, aw e pH – avaliados nas gomas preparadas no presente trabalho (Média±Desvio padrão).

Formulação	Sumo	Ágar	Gelatina	Tonalidades da cor					Parâmetros Físico-Químicos		
				<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>C*</i>	H	Textura Dureza (g)	<i>a<sub>w</sub></i>	pH
1	75ml	5g	20g	68,2 ± 0,6 <sup>a</sup>	5,30 ± 0,15 <sup>c,d</sup>	11,4 ± 0,1 <sup>a,b</sup>	12,6 ± 0,1 <sup>c,d</sup>	65,1 ± 0,7 <sup>d</sup>	2114 ± 257 <sup>a</sup>	0,949 ± 0,004 <sup>a</sup>	4,75 ± 0,01 <sup>a</sup>
2	77,5ml	2,5g	20g	73,2 ± 1,6 <sup>a</sup>	4,62 ± 0,19 <sup>c,d</sup>	9,4 ± 0,4 <sup>b,c</sup>	10,5 ± 0,4 <sup>c,d,e</sup>	63,9 ± 0,1 <sup>d</sup>	1542 ± 48 <sup>a,b</sup>	0,944 ± 0,013 <sup>a</sup>	4,60 ± 0,06 <sup>b</sup>
3	80ml	0g	20g	73,7 ± 1,7 <sup>a</sup>	4,71 ± 0,23 <sup>c,d</sup>	8,2 ± 0,3 <sup>b,c</sup>	9,5 ± 0,4 <sup>c,d,e</sup>	60,3 ± 0,5 <sup>d</sup>	1203 ± 78 <sup>b,c</sup>	0,966 ± 0,025 <sup>a</sup>	4,39 ± 0,02 <sup>c</sup>
4	81,25ml	3,75g	15g	72,8 ± 1,9 <sup>a</sup>	4,95 ± 0,27 <sup>c,d</sup>	9,6 ± 0,5 <sup>b,c</sup>	10,8 ± 0,6 <sup>c,d,e</sup>	62,8 ± 0,2 <sup>d</sup>	606 ± 108 <sup>c</sup>	0,960 ± 0,003 <sup>a</sup>	4,32 ± 0,01 <sup>d</sup>
5	83,75ml	1,25g	15g	68,6 ± 2,0 <sup>a</sup>	3,03 ± 0,89 <sup>d</sup>	6,0 ± 1,8 <sup>c</sup>	6,7 ± 2,0 <sup>e</sup>	63,1 ± 0,3 <sup>d</sup>	2030 ± 289 <sup>a</sup>	0,960 ± 0,003 <sup>a</sup>	4,29 ± 0,01 <sup>d</sup>
6	85ml	5g	10g	18,7 ± 1,0 <sup>c</sup>	4,35 ± 1,44 <sup>c,d</sup>	-4,6 ± 1,8 <sup>d,e</sup>	6,3 ± 2,3 <sup>e</sup>	314,0 ± 2,5 <sup>b</sup>	1532 ± 232 <sup>a,b</sup>	0,955 ± 0,021 <sup>a</sup>	4,08 ± 0,01 <sup>e</sup>
7	87,5ml	2,5g	10g	20,3 ± 2,4 <sup>c</sup>	4,95 ± 2,11 <sup>c,d</sup>	-6,8 ± 2,3 <sup>e,f</sup>	8,4 ± 3,1 <sup>d,e</sup>	305,4 ± 2,3 <sup>c</sup>	1411 ± 268 <sup>b</sup>	0,961 ± 0,002 <sup>a</sup>	4,07 ± 0,01 <sup>e</sup>
8	90ml	0g	10g	25,1 ± 5,8 <sup>c</sup>	4,15 ± 0,72 <sup>c,d</sup>	-5,5 ± 1,4 <sup>d,e</sup>	6,9 ± 1,5 <sup>e</sup>	307,3 ± 3,9 <sup>b,c</sup>	1038 ± 243 <sup>b,c</sup>	0,966 ± 0,008 <sup>a</sup>	4,03 ± 0,01 <sup>e</sup>
9	91,25ml	3,75g	5g	16,5 ± 0,2 <sup>c</sup>	8,04 ± 0,08 <sup>c</sup>	-10,5 ± 0,1 <sup>f</sup>	13,2 ± 0,1 <sup>c,d</sup>	307,5 ± 0,4 <sup>b,c</sup>	660 ± 102 <sup>c</sup>	0,957 ± 0,005 <sup>a</sup>	3,72 ± 0,01 <sup>f</sup>
10	93,75ml	1,25g	5g	22,8 ± 3,4 <sup>c</sup>	6,36 ± 0,79 <sup>c,d</sup>	-8,4 ± 0,8 <sup>e,f</sup>	10,5 ± 1,1 <sup>c,d,e</sup>	307,2 ± 2,4 <sup>b,c</sup>	762 ± 266 <sup>c</sup>	0,960 ± 0,003 <sup>a</sup>	3,68 ± 0,01 <sup>f</sup>
11	95ml	5g	0g	24,3 ± 2,2 <sup>c</sup>	13,58 ± 3,24 <sup>b</sup>	-2,3 ± 2,7 <sup>d</sup>	14,0 ± 2,8 <sup>b,c</sup>	341,7 ± 3,6 <sup>a</sup>	0 <sup>l</sup>	1 ± 0 <sup>l</sup>	3,05 ± 0,01 <sup>g</sup>
12	97,5ml	2,5g	0g	43,1 ± 9,9 <sup>b</sup>	17,19 ± 2,77 <sup>b</sup>	6,9 ± 2,2 <sup>c</sup>	18,6 ± 3,1 <sup>b</sup>	21,6 ± 5,5 <sup>e</sup>	0 <sup>l</sup>	1 ± 0 <sup>l</sup>	2,95 ± 0,01 <sup>h</sup>
13	100ml	0g	0g	39,3 ± 3,4 <sup>b</sup>	35,61 ± 0,70 <sup>a</sup>	14,6 ± 0,5 <sup>a</sup>	38,5 ± 0,5 <sup>a</sup>	22,3 ± 1,1 <sup>e</sup>	0 <sup>l</sup>	1 ± 0 <sup>l</sup>	2,91 ± 0,02 <sup>h</sup>

**Nota:** <sup>l</sup>Valores não considerados no tratamento estatístico da textura e atividade da água pelo facto das amostras não terem gelificado. Diferentes letras minúsculas na mesma coluna indicam diferenças significativas entre as amostras (p<0,05).

Verificou-se que a luminosidade variou entre 18,7 e 73,7, tendo o menor valor (amostra mais escura) sido obtido com a mistura de 85 mL de sumo e 5 g de ágar e 10 g de gelatina. Pelo contrário, a amostra mais clara foi obtida com 80 mL de sumo e 20 g de gelatina. O parâmetro  $a^*$  apresentou valores positivos, indicando que as gomas apresentavam uma tonalidade vermelha, resultado do sumo utilizado. Os valores variaram entre 3,03 e 35,61, tendo o menor valor sido obtido com a mistura de 83,75 mL de sumo e 1,25 g de ágar e 15 g de gelatina. Pelo contrário, o maior valor foi obtido com o sumo (100 mL), indicando que a tonalidade vermelha se vai perdendo à medida que se adicionam os agentes gelificantes. O parâmetro  $b^*$  variou entre -10,5 (tom azulado) e 14,6 (tom amarelado), para as situações de 91,25 mL de sumo + 3,75 g de ágar + 5 g de gelatina e 100 mL de sumo, respetivamente, novamente indicando que as adições dos agentes gelificantes afetam a tonalidade das gomas. Este facto pôde ser observado pelo parâmetro  $h$  (cor propriamente dita) que variou entre 21,6 e 314,0. A intensidade da cor ( $C^*$ ) também foi afetada, variando entre 6,3 e 38,5, tendo o maior valor sido novamente obtido com o sumo (100 mL), sem adição de agentes gelificantes.

Relativamente à textura instrumental, avaliada pela dureza, os valores variaram significativamente entre as formulações, com valores mais altos indicativos de uma textura mais firme. A dureza variou entre 606 e 2114 g para as amostras com 81,25 mL de sumo + 3,75 g de ágar + 15 g de gelatina e 75,00 mL de sumo + 5,00 g de ágar + 20 g de gelatina, respetivamente, obtendo-se o maior valor de dureza nas gomas com as maiores proporções de agentes gelificantes, tal como seria de esperar. A adição de 2,5 g de ágar (Formulação 12) ou de 5,0 g de ágar (Formulação 11) não foram suficientes para provocar a gelificação das amostras. De realçar que alguns dos valores obtidos no presente trabalho foram semelhantes aos medidos nas gomas comerciais (Tabela 11), como por exemplo os corações da Marca A, os ursinhos da Marca B e o dedo da Marca C.

A atividade de água ( $a_w$ ) manteve-se relativamente constante, sem diferenças significativas entre as formulações 1 a 10. Pelo contrário, 5,0 ou 2,5 g de ágar (Formulações 11 e 12, respetivamente) não foram suficientes para alterar a  $a_w$  que se manteve igual a 1, tal como no sumo (100 mL, Formulação 13). Tendo em conta os resultados obtidos da atividade da água que variaram entre 0,944 e 0,966, verificou-se ser valores elevados que favorecem o crescimento de microorganismos e diminuem o tempo de prateleira do produto. Segundo Beuchat (1981), valores de  $a_w$  entre 0,91 e 0,95 podem favorecer o crescimento de *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium botulinum*, *Serratia*,

*Lactobacillus*, *Pediococcus*, alguns bolores e leveduras (*Rhodotorula*, *Pichia*). Valores de  $a_w$  entre 0,95 e 1,00 podem favorecer o desenvolvimento de *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Proteus*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Clostridium perfringens* e algumas leveduras (Beuchat, 1981). Os valores determinados nas gomas elaboradas foram também elevados em relação aos determinados nas gomas comerciais (valores médios entre 0,508 e 0,592), indicando ser um parâmetro a melhorar no futuro.

Relativamente ao pH, este apresentou uma variação entre 2,91 e 4,75, com os valores mais baixos nas formulações que continham mais sumo, designadamente as Formulações 13 e 12 com 100 e 97,5 ml de sumo. Já o maior valor de pH foi obtido na goma elaborada com os agentes gelificantes nas proporções máximas (5 g de ágar e 20 g de gelatina), Formulação 1. De realçar que geralmente os valores de pH obtidos no presente trabalho foram superiores aos determinados nas gomas comerciais (valor médio de  $2,80 \pm 0,11$ , Tabela 12), sugerindo que no futuro dever-se-á considerar a utilização de ácidos na formulação, como por exemplo o ácido cítrico, para baixar o pH das gomas, conferindo-lhe estabilidade.

#### **4.2.2. Caracterização sensorial das diferentes formulações de gomas elaboradas com sumo comercial, ágar-ágar e gelatina neutra**

Encontram-se apresentados na Tabela II.2 do Anexo II, os resultados obtidos da análise sensorial das gomas elaboradas para cada ensaio do desenho experimental. Tal como na secção anterior, decidiu-se analisar as 10 formulações distintas elaboradas para verificar a existência de diferenças significativas entre elas. De referir que as “gomas” das Formulações 11, 12 e 13 não foram analisadas sensorialmente porque não se observou gelatinização, não tendo sido obtido um produto com a textura desejada. Na Figura 14 são apresentadas as gomas elaboradas no presente trabalho.



**Figura 14.** Gomas elaboradas no presente trabalho – dez formulações distintas obtidas pelo desenho experimental de mistura.

Ao observar os resultados obtidos (Tabela 16), verificou-se que estes não foram tão positivos como seria esperado, devido ao fator “cheiro”, designadamente o cheiro forte do ágar-ágar, o qual influenciou muito a avaliação dos provadores, fazendo com que estes não gostassem tanto do produto. É importante destacar que, em relação ao parâmetro "outros aromas", alguns provadores identificaram notas de queijo, avinagrado, ágar e sumo. No entanto, o número de respostas foi insuficiente para obter dados significativos para realizar uma análise estatística.

Em relação à aparência geral, esta variou entre 4,0 e 7,7, para as Formulações 1 e 5, respetivamente, tendo a melhor pontuação sido obtida com uma baixa quantidade de ágar (1,25 g). A seguinte melhor pontuação (7,4) foi obtida sem ágar e com 10 g de gelatina.

Já o sabor foi avaliado entre 4,8 (Formulação 4) e 7,5 (Formulação 10), tendo a maior pontuação sido obtida nas gomas com a maior proporção de sumo. Em termos de apreciação global, esta variou entre 3,9 (Formulação 1) e 6,8 (Formulação 10), tendo novamente a maior pontuação sido obtida quando se utilizou sumo na maior proporção.

**Tabela 16.** Análise sensorial às gomas elaboradas nas diferentes formulações do desenho experimental.

	<b>Sumo</b>	<b>Ágar</b>	<b>Gelatina</b>	<b>Aparência geral</b>	<b>Aroma/cheiro</b>	<b>Intensidade</b>	<b>Textura</b>	<b>Textura - firmeza</b>	<b>Textura - elasticidade</b>	<b>Sabor</b>	<b>Intensidade do sabor</b>	<b>Apreciação global</b>
1	75ml	5g	20g	4,0 ± 2,4	3,5 ± 3,0	1,5 ± 1,6	6,3 ± 1,8	6,3 ± 1,5	5,8 ± 1,8	5,1 ± 1,9	2,2 ± 2,2	3,9 ± 2,0
2	77,5ml	2,5g	20g	4,1 ± 2,1	4,2 ± 2,1	2,8 ± 2,5	6,6 ± 1,6	6,2 ± 1,4	4,4 ± 2,5	5,5 ± 1,3	2,1 ± 1,9	5,3 ± 1,6
3	80ml	0g	20g	4,2 ± 2,3	3,9 ± 2,3	2,4 ± 2,3	6,3 ± 1,8	6,1 ± 1,8	4,9 ± 2,4	5,8 ± 1,6	3,0 ± 2,7	5,3 ± 1,4
4	81,25ml	3,75g	15g	4,3 ± 2,1	2,8 ± 2,1	3,0 ± 2,5	4,2 ± 2,2	5,0 ± 1,1	5,6 ± 2,3	4,8 ± 1,4	2,4 ± 2,3	4,5 ± 1,7
5	83,75ml	1,25g	15g	7,7 ± 1,6	4,4 ± 2,0	3,6 ± 2,8	6,3 ± 3,0	7,0 ± 1,3	5,3 ± 2,7	6,6 ± 1,8	3,7 ± 2,5	6,2 ± 2,1
6	85ml	5g	10g	6,3 ± 1,8	4,2 ± 1,9	4,0 ± 2,6	4,8 ± 2,1	6,1 ± 0,8	4,0 ± 2,5	5,8 ± 2,2	5,2 ± 2,3	6,0 ± 2,1
7	87,5ml	2,5g	10g	5,9 ± 2,4	4,6 ± 1,8	4,3 ± 2,8	5,9 ± 1,6	6,7 ± 1,5	4,6 ± 2,8	7,1 ± 2,2	4,4 ± 2,1	6,3 ± 1,7
8	90ml	0g	10g	7,4 ± 2,8	4,1 ± 2,5	4,1 ± 3,0	8,0 ± 1,6	6,2 ± 1,3	6,3 ± 2,3	6,8 ± 2,0	5,6 ± 2,7	6,7 ± 1,9
9	91,25ml	3,75g	5g	6,7 ± 1,9	4,3 ± 2,2	4,3 ± 3,2	5,9 ± 1,7	6,1 ± 1,4	4,7 ± 2,5	6,8 ± 1,7	5,2 ± 2,5	6,7 ± 1,8
10	93,75ml	1,25g	5g	6,9 ± 2,8	5,5 ± 2,7	5,4 ± 3,7	7,4 ± 1,5	6,2 ± 1,4	5,2 ± 2,9	7,5 ± 1,9	5,9 ± 2,8	6,8 ± 1,8

Quanto ao parâmetro "outros sabores", algumas pessoas afirmaram perceber sabores adicionais, mas não conseguiram especificá-los. Contudo, uma boa parte dos provadores indicou não ter detectado outros sabores, tendo a maioria não respondido a essa questão.

#### 4.2.3. Análise ao Desenho Experimental de Misturas - Modelação

Utilizando os dados obtidos no desenho experimental foi possível avaliar o ajuste dos dados experimentais aos seguintes modelos:

$$\text{Modelo Linear} \quad \eta = \beta_0 \left( \sum_{i=1}^q x_i \right) + \sum_{i=1}^q \beta_i x_i = \sum_{i=1}^q \beta_i^* x_i \quad [1]$$

$$\text{Modelo Quadrático} \quad \eta = \sum_{i=1}^q \beta_i^* x_i + \sum_{i<j} \sum_j^q \beta_{ij}^* x_i x_j \quad [2]$$

$$\text{Modelo Cúbico Especial} \quad \eta = \sum_{i=1}^q \beta_i^* x_i + \sum_{i<j} \sum_j^q \beta_{ij}^* x_i x_j + \sum_{i<j<k} \sum_j^q \beta_{ijk}^* x_i x_j x_k \quad [3]$$

#### Modelo Cúbico Completo

$$\eta = \sum_{i=1}^q \beta_i^* x_i + \sum_{i<j} \sum_j^q \beta_{ij}^* x_i x_j + \sum_{i<j} \sum_j^q \delta_{ij} x_i x_j (x_i - x_j) + \sum_{i<j<k} \sum_j^q \beta_{ijk}^* x_i x_j x_k \quad [4]$$

#### Modelo Quártico Especial

$$\eta = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i<j} \sum_j^q \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i<j<k} \sum_k^q \beta_{ijk} x_i^2 x_j x_k + \sum_{i<j<k} \sum_k^q \beta_{ijk} x_i x_j^2 x_k + \sum_{i<j<k} \sum_k^q \beta_{ijk} x_i x_j x_k^2 \quad [5]$$

#### Modelo Quártico Completo

$$\begin{aligned} \eta = & \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i<j} \sum_j^q \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i<j} \sum_j^q \gamma_{ij} x_i x_j (x_i - x_j) + \sum_{i<j} \sum_j^q \delta_{ij} x_i x_j (x_i - x_j)^2 + \\ & + \sum_{i<j<k} \sum_k^q \beta_{ijk} x_i^2 x_j x_k + \sum_{i<j<k} \sum_k^q \beta_{ijk} x_i x_j^2 x_k + \sum_{i<j<k} \sum_k^q \beta_{ijk} x_i x_j x_k^2 + \\ & + \sum_{i<j<k<l} \sum_l^q \beta_{ijkl} x_i x_j x_k x_l \end{aligned} \quad [6]$$

Na Tabela 17 encontram-se apresentados os parâmetros que permitem avaliar os ajustes dos diferentes modelos aplicados.

**Tabela 17.** Qualidade do ajuste de diferentes modelos de regressão para parâmetros físicos, químicos e análise sensorial. Fonte: autor.

Parâmetro	Parâmetro Ajuste do Modelo	Linear	Quadrático	Cúbico especial	Cúbico Completo	Quártico especial	Quártico completo
<i>L*</i>	<i>S</i>	15,75	12,99	12,42	7,88	8,71	5,26
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	48,88	65,20	68,20	87,22	84,37	94,30
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	44,87	61,15	65,30	84,44	81,28	91,22
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-- <sup>a</sup>
<i>a*</i>	<i>S</i>	6,87	3,94	3,55	2,73	3,04	2,26
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	47,39	82,68	85,95	91,70	89,72	94,31
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	38,83	77,77	81,51	87,92	85,65	91,24
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,001	-- <sup>b</sup>
<i>b*</i>	<i>S</i>	8,26	5,34	5,06	1,98	3,09	1,91
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	0,48	58,46	62,73	94,30	86,11	94,66
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	0,00	53,04	58,85	91,97	82,74	91,78
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	0,204	<0,001	-- <sup>a</sup>
<i>C*</i>	<i>S</i>	7,43	4,31	4,06	3,37	3,61	2,60
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	32,21	77,20	79,73	86,02	83,95	91,71
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	21,06	71,05	73,30	79,73	77,64	87,24
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	-- <sup>b</sup>
<i>h</i>	<i>S</i>	131,33	86,39	86,26	45,38	64,89	42,98
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	0,00	54,90	55,03	87,55	74,55	88,84
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	0,00	50,23	49,07	82,77	68,76	82,82
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	0,123	<0,001	-- <sup>a</sup>
Textura	<i>S</i>	472,59	452,18	450,13	374,93	442,59	298,71
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	59,60	63,02	63,35	74,57	64,57	83,86
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	56,62	60,36	60,25	70,64	60,12	75,16
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	-- <sup>b</sup>

**Nota:** <sup>a</sup>Termos do modelo com coeficientes significativos ( $p < 0,05$ ). <sup>b</sup>Termos do modelo sem coeficientes significativos ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 17 (cont.).** Qualidade do ajuste de diferentes modelos de regressão para parâmetros físicos, químicos e análise sensorial. Fonte: autor.

Parâmetro	Parâmetro Ajuste do Modelo	Linear	Quadrático	Cúbico especial	Cúbico Completo	Quártico especial	Quártico completo
a <sub>w</sub>	S	0,01	0,01	0,01	<b>0,01</b>	0,01	0,01
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	50,61	66,69	65,65	<b>76,11</b>	71,61	75,06
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	44,02	58,85	55,86	<b>64,07</b>	59,55	61,61
	p-(falta de ajuste)	0,001	0,037	0,023	<b>0,625</b>	0,118	-- <sup>b</sup>
pH	S	0,15	0,07	0,06	0,02	0,04	0,02
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	93,54	98,55	98,92	99,86	99,63	99,89
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	92,75	98,34	98,85	99,81	99,55	99,83
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	0,034	<0,001	-- <sup>b</sup>
Aparência Geral	S	2,54	1,38	1,38	1,09	1,10	<b>1,09</b>
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	15,98	75,08	75,08	84,57	84,34	<b>84,57</b>
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	5,91	71,57	71,04	79,18	80,25	<b>79,18</b>
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	-- <sup>a</sup>
Aroma/ Cheiro	S	1,63	1,19	1,21	<b>0,67</b>	0,90	0,67
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	29,03	62,21	61,06	<b>87,94</b>	78,47	88,12
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	21,48	57,14	54,40	<b>82,09</b>	72,23	81,71
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	<b>0,347</b>	0,001	-- <sup>b</sup>
Intensidade do aroma/ cheiro	S	1,97	1,26	1,28	<b>1,05</b>	1,17	1,08
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	3,18	60,32	59,09	<b>72,41</b>	65,54	70,77
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	0,00	55,68	52,87	<b>62,97</b>	57,69	55,01
	p-(falta de ajuste)	<0,001	0,031	0,019	<b>0,714</b>	0,081	-- <sup>b</sup>
Intensidade de outros aromas	S	3,01	2,89	2,93	2,84	2,82	2,83
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	24,67	30,54	28,50	32,64	33,78	33,17
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	16,58	16,57	9,49	6,72	12,80	0,00
	p-(falta de ajuste)	0,211	0,345	0,262	0,376	0,461	-- <sup>b</sup>

**Nota:** <sup>a</sup>Termos do modelo com coeficientes significativos (p<0,05). <sup>b</sup>Termos do modelo sem coeficientes significativos (p<0,05).

**Tabela 17 (cont.).** Qualidade do ajuste de diferentes modelos de regressão para parâmetros físicos, químicos e análise sensorial. Fonte: autor.

Parâmetro	Parâmetro Ajuste do Modelo	Linear	Quadrático	Cúbico especial	Cúbico Completo	Quártico especial	Quártico completo
Textura (análise sensorial)	<i>S</i>	2,09	1,69	1,64	<b>1,12</b>	1,36	1,16
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	45,57	64,39	66,78	<b>84,36</b>	76,91	83,38
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	39,95	59,61	61,33	<b>78,19</b>	71,19	74,42
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	<b>0,731</b>	0,013	-- <sup>b</sup>
Textura – Firmeza	<i>S</i>	1,92	1,13	1,14	0,62	0,66	0,52
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	49,57	82,46	82,27	94,70	94,09	96,27
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	44,29	80,95	80,64	93,34	93,18	94,26
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	0,007	0,003	-- <sup>b</sup>
Textura – Elasticidade	<i>S</i>	1,70	1,23	1,20	1,15	<b>1,15</b>	1,10
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	47,93	72,68	73,39	76,04	<b>76,05</b>	78,30
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	42,85	69,45	70,16	69,70	<b>72,41</b>	66,59
	p-(falta de ajuste)	<0,001	0,066	0,087	0,138	<b>0,164</b>	-- <sup>a</sup>
Sabor	<i>S</i>	2,40	1,48	1,48	<b>0,96</b>	1,05	0,93
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	28,14	72,61	72,81	<b>88,43</b>	86,03	89,18
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	20,29	69,20	69,05	<b>84,22</b>	82,44	83,34
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	<b>0,199</b>	0,030	-- <sup>b</sup>
Intensidade do sabor	<i>S</i>	2,24	1,48	1,50	1,28	1,39	1,32
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	1,26	56,50	55,84	67,66	61,78	65,39
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	0,00	50,64	48,71	56,78	51,66	46,72
	p-(falta de ajuste)	<0,001	0,067	0,050	0,778	0,163	-- <sup>b</sup>
Intensidade de outros sabores	<i>S</i>	1,99	2,02	2,05	2,04	2,08	2,14
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	13,18	10,65	7,91	9,23	5,01	0,00
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	3,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	p-(falta de ajuste)	0,850	0,821	0,740	0,945	0,649	-- <sup>b</sup>

**Nota:** <sup>a</sup>Termos do modelo com coeficientes significativos (p<0,05). <sup>b</sup>Termos do modelo sem coeficientes significativos (p<0,05).

**Tabela 17 (cont.).** Qualidade do ajuste de diferentes modelos de regressão para parâmetros físicos, químicos e análise sensorial. Fonte: autor.

<b>Parâmetro</b>	<b>Parâmetro Ajuste do Modelo</b>	<b>Linear</b>	<b>Quadrático</b>	<b>Cúbico especial</b>	<b>Cúbico Completo</b>	<b>Quártico especial</b>	<b>Quártico completo</b>
Apreciação Geral	<i>S</i>	2,34	1,29	1,30	<b>0,80</b>	0,94	0,76
	R <sup>2</sup> (aj) (%)	23,36	76,73	76,23	<b>91,05</b>	87,48	91,87
	R <sup>2</sup> (pred) (%)	14,51	74,44	73,78	<b>88,20</b>	84,95	87,48
	p-(falta de ajuste)	<0,001	<0,001	<0,001	<b>0,143</b>	0,004	-- <sup>b</sup>

A qualidade dos ajustes foi avaliada através dos seguintes parâmetros:

- parâmetro  $S$ , o qual deve ser mínimo. O  $S$  é medido nas unidades da variável de resposta e representa o quão longe os valores dos dados se encontram dos valores ajustados. Assim, quanto mais baixo for o valor de  $S$ , melhor o modelo descreve a resposta;

-  $R^2$  ajustados ( $R^2(\text{aj})$ ): este parâmetro é útil quando se deseja comparar modelos com diferentes números de preditores. O  $R^2$  aumenta quando se adiciona um preditor ao modelo, mesmo quando não se observe uma verdadeira melhoria ao modelo. Deste modo, o  $R^2(\text{aj})$  incorpora o número de preditores no modelo, ajudando a escolher o mais correto. Como os modelos estudados apresentavam diferentes preditores, optou-se por mostrar só os valores de  $R^2(\text{aj})$ , em vez do  $R^2$ , para facilitar a comparação entre os diferentes modelos;

-  $R^2$  preditos ( $R^2(\text{pred})$ ): este parâmetro permite avaliar o quão o modelo prediz as respostas para novas observações. Os modelos que têm valores de  $R^2(\text{pred})$  mais elevados têm melhor capacidade preditiva;

-  $p$  relativo à falta de ajuste ( $p_{\text{falta de ajuste}}$ ). O valor de  $p$ -falta de ajuste deve ser  $> 0,05$  para que a falta de ajuste não seja significativa.

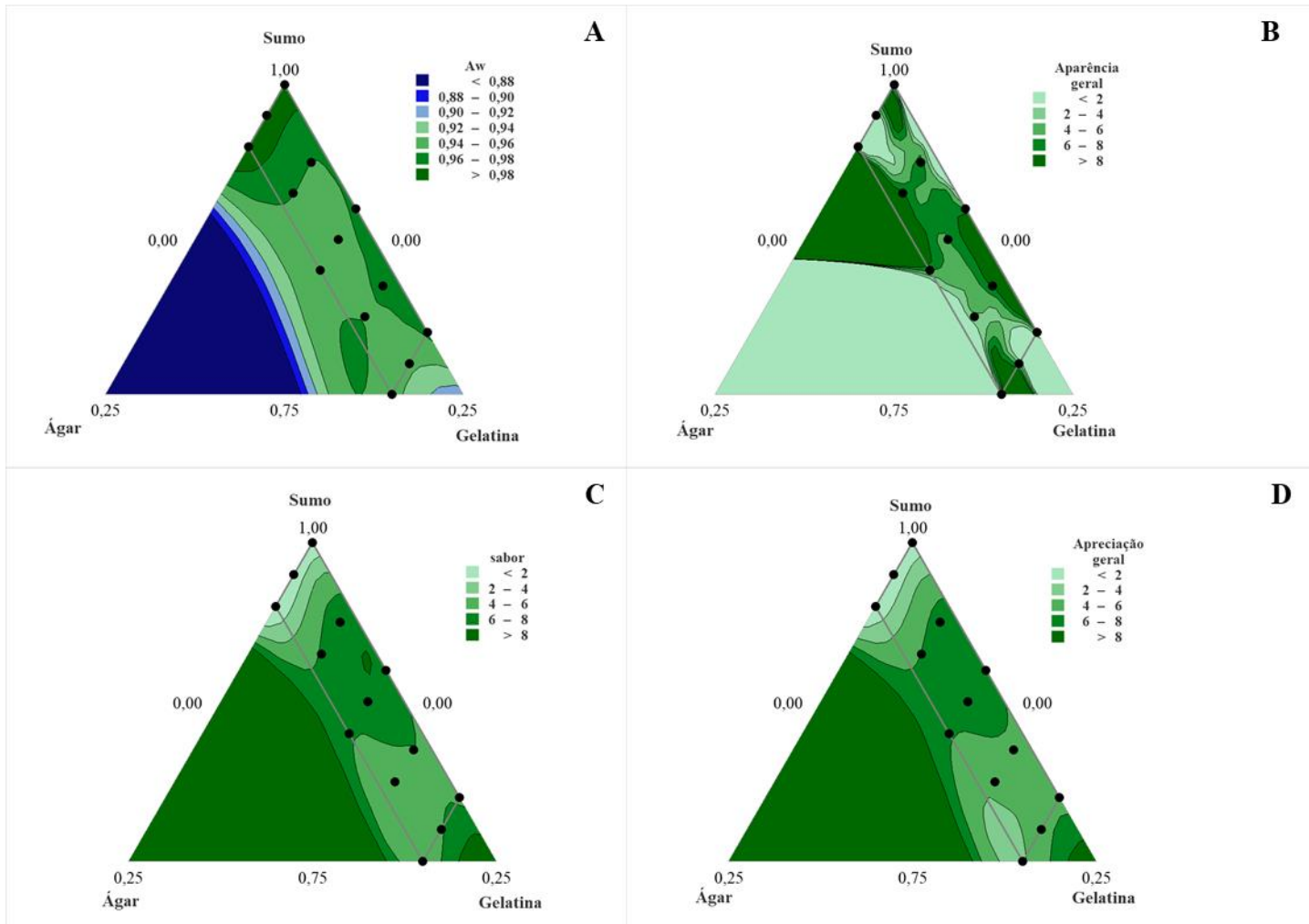
Na análise também se consideraram sempre os gráficos dos resíduos *versus* os valores ajustados para se verificar a pressuposição de que os resíduos se encontravam aleatoriamente distribuídos e tinham variância constante. Idealmente, os pontos devem cair aleatoriamente em ambos os lados do valor 0, sem padrões reconhecíveis nos pontos. Também se analisaram os gráficos de probabilidade normal de resíduos para verificar a pressuposição de que os resíduos se encontravam distribuídos normalmente. Os gráficos de probabilidade normal dos resíduos devem seguir aproximadamente uma linha reta.

Na Tabela 17 assinalaram-se a negrito os modelos que se apresentaram mais adequados, com um  $S$  inferior a 1,2,  $R^2(\text{aj})$  e um  $R^2(\text{pred})$  superiores a 0,60, bem como um  $p$ -falta de ajuste não significativo ( $>0,05$ ). O modelo cúbico completo ajustou-se de forma adequada aos resultados da  $a_w$ , aroma/cheiro, intensidade do aroma/cheiro, textura (avaliada na análise sensorial), sabor e apreciação geral. Já o modelo quártico especial ajustou-se de forma mais adequada aos dados da textura (elasticidade) e o modelo quártico completo à aparência geral. Na Tabela 18 encontram-se descritos os coeficientes e os valores de  $p$  para os termos que fazem parte dos modelos que melhor se ajustaram aos dados experimentais no que se refere à  $a_w$ , aparência geral, sabor e apreciação geral.

**Tabela 18.** Coeficientes e valores de p para os modelos escolhidos para a  $a_w$ , aparência geral, aroma/cheiro, intensidade do aroma/cheiro, textura (avaliada na análise sensorial), textura (elasticidade), sabor e apreciação geral.

Parâmetro avaliado	Modelo	Preditor	Coefficiente	Valor-p
$a_w$	Cúbico completo	Sumo	1,00	--
		Ágar	-226	--
		Gelatina	-24,24	--
		Sumo.Ágar	349	0,672
		Sumo.Gelatina	42,3	0,000
		Ágar.Gelatina	438	0,597
		Sumo.Ágar.Gelatina	-334	0,567
		Sumo.Ágar.(Sumo-Ágar)	-122	0,674
		Sumo.Gelatina.(Sumo-Gelatina)	-18,35	0,000
		Ágar.Gelatina.(Ágar-Gelatina)	155	0,592
Aparência geral	Quártico completo	Sumo	0,00	--
		Ágar	-15108911	--
		Gelatina	-23801	--
		Sumo.Ágar	27302909	0,001
		Sumo.Gelatina	39555	0,001
		Ágar.Gelatina	23113970	0,001
		Sumo.Ágar.(Sumo-Ágar)	-16937356	0,001
		Sumo.Gelatina.(Sumo-Gelatina)	-16294	0,001
		Ágar.Gelatina.(Ágar-Gelatina)	6019476	0,001
		Sumo <sup>2</sup> . Ágar.Gelatina	-15436332	0,001
		Sumo.Ágar <sup>2</sup> .Gelatina	-32870785	0,001
		Sumo.Ágar.Gelatina <sup>2</sup>	-21638510	0,001
Sumo.Ágar.(Sumo-Ágar) <sup>2</sup>	476702	0,001		
Sabor	Cúbico completo	Sumo	-0,161	--
		Ágar	61230	--
		Gelatina	3595	--
		Sumo.Ágar	-94569	0,229
		Sumo.Gelatina	-6093	0,000
		Ágar.Gelatina	-100494	0,204
		Sumo.Ágar.Gelatina	71851	0,198
		Sumo.Ágar.(Sumo-Ágar)	33465	0,225
		Sumo.Gelatina.(Sumo-Gelatina)	2726	0,000
		Ágar.Gelatina.(Ágar-Gelatina)	-31714	0,250
Apreciação ge- ral	Cúbico completo	Sumo	-0,075	--
		Ágar	42743	--
		Gelatina	3333	--
		Sumo.Ágar	-65870	0,311
		Sumo.Gelatina	-5653	0,000
		Ágar.Gelatina	-73438	0,261
		Sumo.Ágar.Gelatina	53374	0,247
		Sumo.Ágar.(Sumo-Ágar)	23200	0,309
		Sumo.Gelatina.(Sumo-Gelatina)	2534	0,000
		Ágar.Gelatina.(Ágar-Gelatina)	-22783	0,317

Foram gerados os gráficos de contornos (Figura 15) para analisar os dados experimentais, permitindo avaliar a influência das proporções de sumo, ágar e gelatina nas propriedades físico-químicas.



**Figura 15.** Gráficos de contorno para a  $a_w$ , aparência geral, sabor e apreciação geral das gomas elaboradas no presente trabalho.

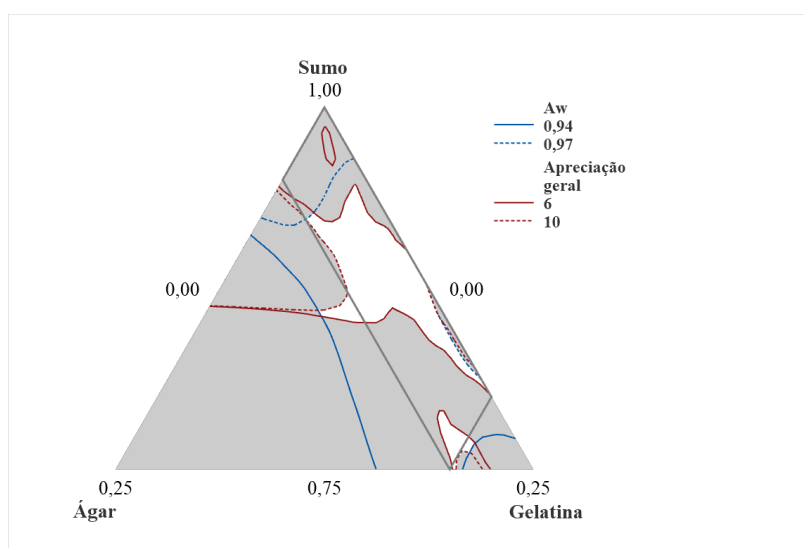
Verificou-se o seguinte para os parâmetros a seguir indicados:

- a  $a_w$  tende a aumentar com a quantidade de sumo, tal como era esperado, tendo o ágar um efeito oposto. Quanto maior a quantidade de ágar, a atividade da água reduzir-se-á, sendo essa redução mais evidente para o ágar do que para a gelatina. Refira-se que o fator do ágar é cerca de 10 vezes superior ao da gelatina (-226 *versus* -24,24);
- a aparência geral apresenta um comportamento bastante variável com as proporções dos componentes, observando-se uma clara diminuição da aparência geral à medida que a proporção de ágar aumenta. Todos os preditores do modelo são significativos ( $p < 0,05$ ) o que dificulta a leitura da superfície;

- o sabor também apresentou um comportamento bastante variável na zona de teste, sugerindo o modelo que maiores pontuações seriam obtidas para maiores percentagens de ágar em conjunto com uma percentagem de gelatina entre os 5 e os 10%;
- a apreciação geral apresentou um comportamento bastante semelhante ao sabor.

#### 4.2.4. Otimização da formulação

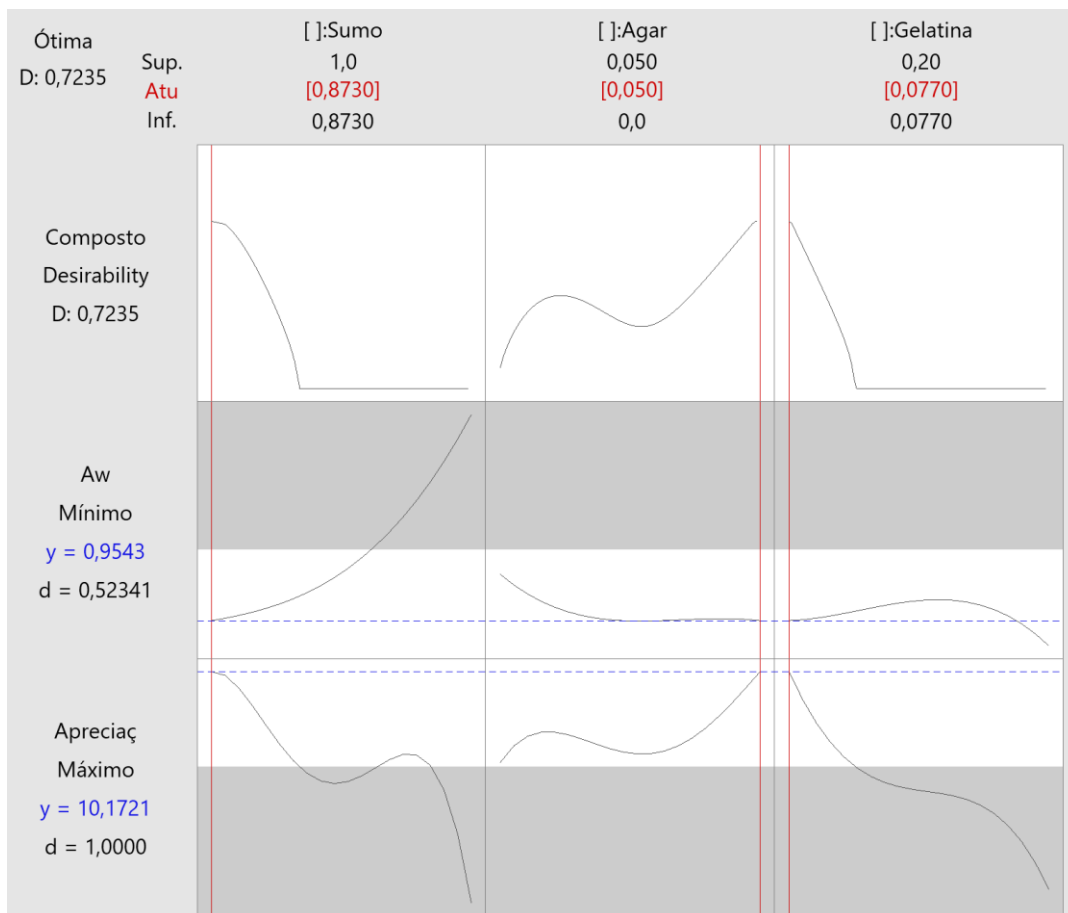
Tendo em conta os resultados anteriores, considerou-se que a formulação final deveria ter uma atividade de água entre 0,94 e 0,97 e uma apreciação global entre 6 e 10. A zona onde se observou a sobreposição destas condições encontra-se indicada na Figura 16. Para se obter este gráfico foi utilizada a opção “otimizador de resposta” do software.



**Figura 16.** Gráfico de contorno de mistura sobreposto para atividade de água e apreciação geral.

Obteve-se como formulação ótima a seguinte mistura: Sumo 87,3%, Ágar 5,0% e Gelatina 7,7%, com valores esperados de aw de 0,95 e apreciação geral de 10, tal como representado na Figura 17. Contudo, o parâmetro “desirability” do modelo foi igual a 0,72, sendo um valor baixo. A “desirability” composta (D) avalia como as definições otimizam um conjunto global de respostas. As “Desirabilities” individual e composta avaliam em que medida uma combinação de variáveis satisfaz as metas definidas para as respostas. A “desirability” individual (d) avalia como as definições otimizam uma resposta única; a “desirability” composta (D) avalia como as definições otimizam um conjunto global de respostas. A “desirability” abrange uma amplitude de zero a um, representando o valor 1,

o caso ideal. Pelo contrário, o zero indica que uma ou mais respostas estão fora dos seus limites aceitáveis.



**Figura 17.** Gráfico obtido da opção relativa ao otimizador de resposta.

Os parâmetros  $a_w$  e apreciação geral apresentaram valores de “desirability” iguais a 0,52 e 1,00, respetivamente, indicando que a apreciação geral seria melhor prevista do que a  $a_w$ .

#### 4.3. Elaboração de gomas com o sumo comercial e dois tipos de ágar diferentes tendo em conta a formulação otimizada

Tendo em conta os resultados anteriores, elaboraram-se gomas com a formulação otimizada - 87,3 % de sumo + 5% de ágar + 7,7% de gelatina, tendo sido utilizadas duas marcas comerciais de ágar, estando as mesmas representadas na Figura 18, em conjunto com a gelatina neutra, uma vez que se ficou com a dúvida se a proveniência do ágar poderia ou não afetar os resultados. Em pormenor, foram usados na elaboração das gomas, o ágar-

ágar gelificante vegetal das marcas “Cem por cento” e “Vahiné”, bem como a gelatina neutra em pó da marca Royal.



**Figura 18.** Agentes gelificantes utilizados na nova elaboração de gomas, aplicando a formulação otimizada.

Os parâmetros analisados foram a cor, textura, atividade da água e pH, além da análise sensorial. Na **Tabela 19** estão representados os valores obtidos nas determinações.

**Tabela 19.** Parâmetros avaliados nas amostras de gomas preparadas com dois tipos de ágar-ágar (média±desvio padrão).

Parâmetro avaliado	Marca do ágar-ágar	
	Cem por cento®	Vahiné®
<i>L</i> *	16,57±0,44 <sup>B</sup>	28±1,39 <sup>A</sup>
<i>a</i> *	6,74± 0,33 <sup>A</sup>	2,93 ±0,24 <sup>B</sup>
<i>b</i> *	-7,67±0,24 <sup>B</sup>	-3,33 ±0,21 <sup>A</sup>
<i>C</i> *	10,21±0,39 <sup>A</sup>	4,44±0,31 <sup>B</sup>
h	311,31±0,76 <sup>A</sup>	311,35 ± 1,35 <sup>A</sup>
Dureza (g)	2913±388 <sup>A</sup>	2452±419 <sup>A</sup>
Elasticidade	0,861 ±0,030 <sup>A</sup>	0,766 ± 0,04 <sup>B</sup>
Coesividade	0,76 ± 0,05 <sup>A</sup>	0,71 ± 0,02 <sup>A</sup>
Gomosidade	2238± 399 <sup>A</sup>	1747± 258 <sup>A</sup>
Mastigabilidade	1934±403 <sup>A</sup>	1331±116 <sup>A</sup>
Resiliência	0,46±0,022 <sup>A</sup>	0,45±0,031 <sup>A</sup>
<i>a<sub>w</sub></i>	0,98 ±0,002 <sup>A</sup>	0,98 ±0,011 <sup>A</sup>
pH	4,03 ±0,006 <sup>B</sup>	4,04 ±0,005 <sup>A</sup>
Aparência geral	6,64±1,39 <sup>A</sup>	6,92 ± 1,91 <sup>A</sup>
Aroma/cheiro	4,11±1,79 <sup>A</sup>	4,46±2,02 <sup>A</sup>
Intensidade	2,64± 1,83 <sup>A</sup>	3,64±2,63 <sup>A</sup>
Outros aromas	4,92± 2,75 <sup>A</sup>	5,23 ± 2,58 <sup>A</sup>
Textura	5,85±1,99 <sup>A</sup>	6,67 ±1,87 <sup>A</sup>
Textura – firmeza	5,86± 1,42 <sup>A</sup>	6,46± 1,39 <sup>A</sup>
Textura – elasticidade	5,34±1,74 <sup>A</sup>	5,39± 1,84 <sup>A</sup>
Sabor	5,31±2,12 <sup>A</sup>	6,14 ± 2,19 <sup>A</sup>
Intensidade do sabor	3,86±2,11 <sup>B</sup>	5,61± 2,01 <sup>A</sup>
Intensidade de outros sabores	3,79± 1,65 <sup>A</sup>	4,91 ±1,81 <sup>A</sup>
Apreciação global	5,39±2,20 <sup>A</sup>	5,96 ±2,26 <sup>A</sup>

**Nota:** Diferentes letras maiúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

A análise dos parâmetros de cor revelou diferenças significativas entre as duas amostras em alguns parâmetros. A amostra 1, feita com o ágar-ágar gelificante vegetal cem por cento®, possuiu menor luminosidade, maior tonalidade vermelha e uma tonalidade mais azulada, enquanto a amostra 2, feita com o ágar-ágar gelificante vegetal da marca Vahiné®, apresentou uma cor mais clara, com menor tonalidade vermelha e menos intensa. Contudo, ambas as amostras apresentaram uma tonalidade geral semelhante, próxima ao roxo.

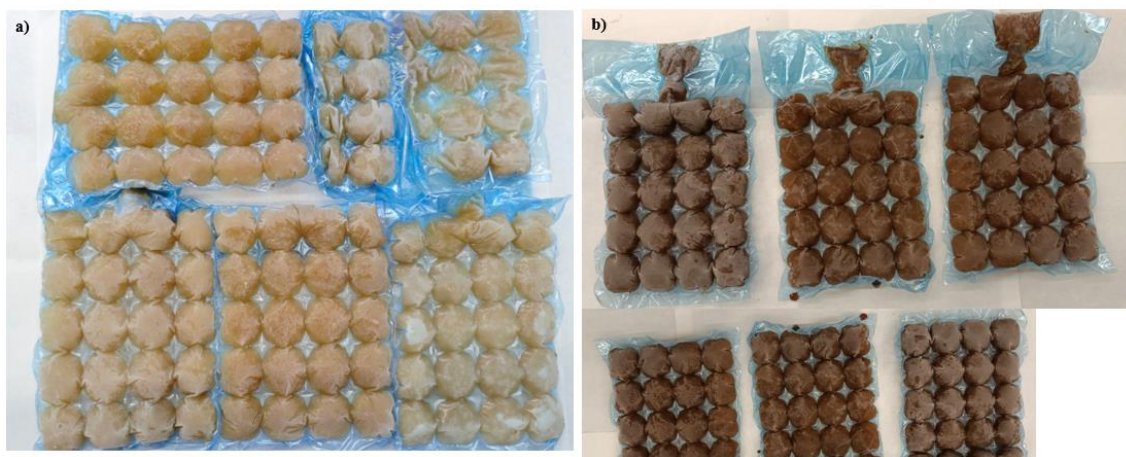
Já em relação aos parâmetros da textura, só se observaram diferenças significativas ao nível da elasticidade, apresentando a Amostra 1 da Marca Cem por cento®, uma maior elasticidade.

Em relação à atividade de água, ambas as amostras apresentaram um elevado valor, igual a 0,98, superior ao estabelecido pela otimização. O pH de ambas as amostras foi praticamente o mesmo, com valores ao redor de 4,0, indicando uma acidez ligeiramente elevada.

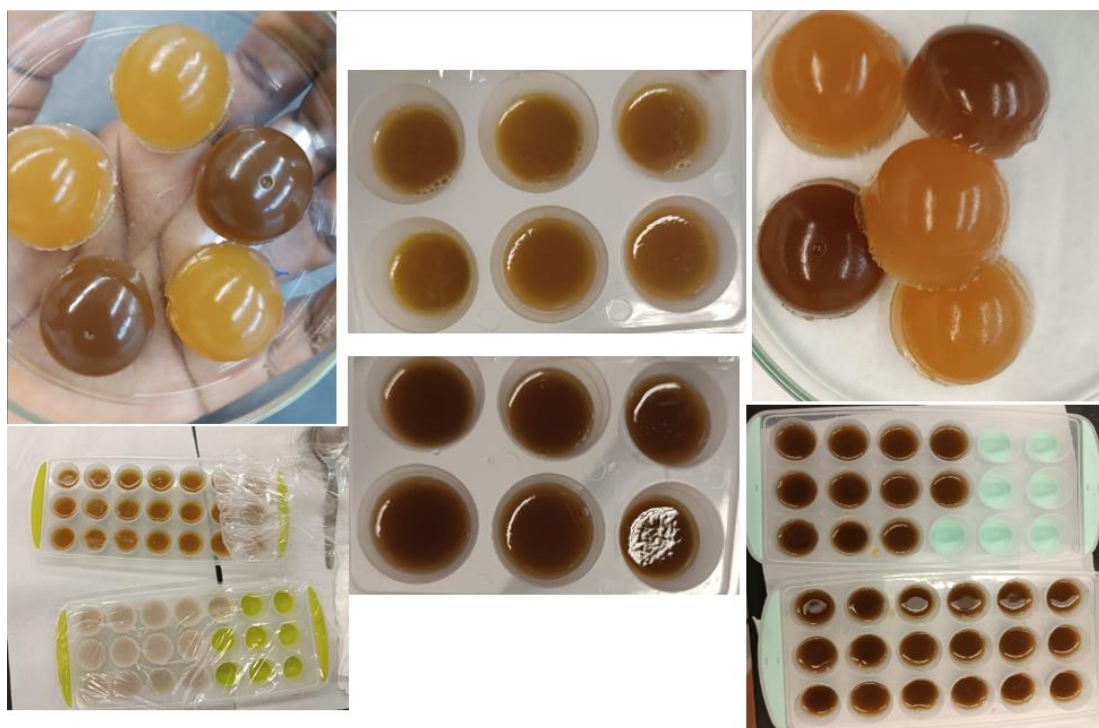
Em relação à análise sensorial, as duas amostras avaliadas apresentaram médias semelhantes em quase todos os parâmetros, com a exceção da intensidade do sabor a sumo, que foi mais bem pontuada na Amostra B. Em relação à apreciação global, não se detectaram diferenças significativas entre as amostras. Contudo, deve ser referido que o valor estimado de 10 não foi atingido, o que demonstra que o modelo de otimização apresenta algumas falhas que precisam de ser revistas no futuro.

#### **4.4. Elaboração de gomas com sumo de uva – uvas tintas e uvas brancas**

Por último foram elaboradas gomas a partir de duas variedades de uvas, uma formulação feita com sumo de uma casta branca e outra feita com sumo de uma casta tinta, estando as gomas elaboradas representadas nas Figuras 19 e 20. Ambas as formulações seguiram a formulação otimizada de 87,3% de sumo + 5% de ágar-ágar + 7,7% de gelatina. Vale a pena destacar que as gomas mais escuras foram feitas com sumo de uvas tintas, enquanto as mais claras foram preparadas com sumo de uvas brancas.



**Figura 19.** Gomas preparadas com sumo de uva, designadamente de: a) Castas de uvas brancas e b) Castas de uvas tintas.



**Figura 20.** Pormenor das gomas preparadas com sumo de uva.

#### **4.4.1. Características físico-químicas e de textura das gomas elaboradas com sumo de uvas tintas e uvas brancas**

Na Tabela 20 são apresentados os dados referentes ao pH das gomas e dos sumos, atividade de água ( $a_w$ ) das gomas, cor dos sumos e das gomas, e da textura das gomas. O pH das gomas foi semelhante entre os dois tipos, com valores em torno de 4,09 para as gomas de uvas brancas e 4,06 para as de uvas tintas. Contudo, o pH do sumo das uvas tintas foi ligeiramente superior, não se conseguindo explicar o ocorrido. A  $a_w$  foi semelhante entre

as gomas, sendo que as gomas de uvas tintas apresentaram um valor um pouco superior (0,960). Ambos os valores estão de acordo com o estimado pelo processo de otimização.

Quanto à textura, as gomas de uvas tintas foram significativamente mais duras e apresentaram valores de gomosidade e mastigabilidade superiores, porém apresentaram menor coesividade e resiliência em comparação com as gomas de uvas brancas.

**Tabela 20.** Valores de parâmetros físico-químicos e de textura avaliados em gomas e sumos de uvas tintas e uvas brancas (Média±Desvio padrão).

<b>Parâmetros</b>	<b>Uvas Brancas</b>	<b>Uvas Tintas</b>
pH das gomas	4,09 ± 0,01 <sup>A</sup>	4,06 ± 0,01 <sup>A</sup>
pH do sumo	3,83 ± 0,01 <sup>B</sup>	3,94 ± 0,02 <sup>A</sup>
a <sub>w</sub> das gomas	0,951 ± 0,002 <sup>B</sup>	0,960 ± 0,001 <sup>A</sup>
L* gomas	37,80 ± 0,62 <sup>A</sup>	26,51 ± 0,22 <sup>B</sup>
a* gomas	7,4 ± 0,10 <sup>A</sup>	6,18 ± 0,24 <sup>B</sup>
b* gomas	15,29 ± 0,64 <sup>A</sup>	0,64 ± 0,10 <sup>B</sup>
C* gomas	16,99 ± 0,54 <sup>A</sup>	6,21 ± 0,26 <sup>B</sup>
h* gomas	64,15 ± 1,25 <sup>A</sup>	5,89 ± 0,68 <sup>B</sup>
L* sumo	39,15 ± 1,30 <sup>A</sup>	32,63 ± 0,91 <sup>B</sup>
a* sumo	6,18 ± 0,53 <sup>B</sup>	13,87 ± 0,17 <sup>A</sup>
b* sumo	18,56 ± 1,28 <sup>A</sup>	14,07 ± 1,17 <sup>B</sup>
C* sumo	19,60 ± 1,08 <sup>A</sup>	19,77 ± 0,70 <sup>A</sup>
h sumo	71,27 ± 2,24 <sup>A</sup>	45,35 ± 2,77 <sup>B</sup>
Dureza (g)	2018 ± 264 <sup>B</sup>	4664 ± 431 <sup>A</sup>
Elasticidade	0,882 ± 0,009 <sup>A</sup>	0,852 ± 0,069 <sup>A</sup>
Coesividade	0,874 ± 0,012 <sup>A</sup>	0,791 ± 0,010 <sup>B</sup>
Gomosidade	1761 ± 208 <sup>B</sup>	3689 ± 383 <sup>A</sup>
Mastigabilidade	1554 ± 197 <sup>B</sup>	3126 ± 89 <sup>A</sup>
Resiliência	0,622 ± 0,038 <sup>A</sup>	0,467 ± 0,021 <sup>B</sup>

**Nota:** Diferentes letras maiúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (p<0,05).

#### 4.4.2 Análise Sensorial

A Tabela 21 apresenta uma comparação entre gomas feitas com sumo de uva tinta e sumo de uva branca, avaliadas em relação a diversos parâmetros sensoriais. De maneira geral, as duas versões de goma apresentaram resultados bastante similares, sem diferenças significativas entre elas. De mencionar que o valor médio da apreciação global (8,3) já se aproximou do valor esperado (10) fornecido pelo processo de otimização.

**Tabela 21.** Dados tratados da Análise Sensorial das Gomas Feitas com Sumo de Uva: Valores Médios e Desvio Padrão

<b>Parâmetros</b>	<b>Uvas Brancas</b>	<b>Uvas Tintas</b>
Aparência geral	8,36 ± 1,51 <sup>A</sup>	8,60 ± 0,99 <sup>A</sup>
Aroma/cheiro	4,93 ± 2,65 <sup>A</sup>	5,30 ± 2,16 <sup>A</sup>
Intensidade	2,88 ± 2,88 <sup>A</sup>	3,05 ± 2,81 <sup>A</sup>
Outros aromas	7,05 ± 3,40 <sup>A</sup>	5,75 ± 3,43 <sup>A</sup>
Textura	7,60 ± 1,85 <sup>A</sup>	7,89 ± 1,58 <sup>A</sup>
Textura – firmeza	6,65 ± 2,08 <sup>A</sup>	6,55 ± 1,86 <sup>A</sup>
Textura - elasticidade	5,50 ± 2,03 <sup>A</sup>	5,20 ± 1,87 <sup>A</sup>
Sabor	7,85 ± 1,72 <sup>A</sup>	8,25 ± 1,16 <sup>A</sup>
Intensidade do sabor	6,28 ± 2,94 <sup>A</sup>	6,08 ± 3,21 <sup>A</sup>
Apreciação global	8,30 ± 1,87 <sup>A</sup>	8,37 ± 1,43 <sup>A</sup>

**Nota:** Diferentes letras maiúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

De referir que dos catorze provadores que participaram na análise sensorial, 5 indicaram preferência pela amostra 2, composta por gomas elaboradas com sumo de uvas brancas; 3 demonstraram preferência pela amostra 1, produzida com sumo de uvas tintas; e 1 provador reportou gostar igualmente de ambas as amostras. No entanto, 5 provadores não forneceram respostas.

#### 4.4.3 Determinação do teor de humidade, cinzas, proteína, gordura e metais

Estão descritos na Tabela 22, os valores médios dos teores de humidade, cinzas, proteína e gordura para as gomas elaboradas com sumo de uva. Não se detetaram diferenças significativas entre as duas gomas no que se refere à humidade e cinzas. Relativamente à percentagem de proteína, esta foi de  $10,0 \pm 0,2\%$ , p.f. nas gomas de uvas brancas, enquanto que nas gomas feitas com as uvas tintas, esse valor foi superior, correspondendo a  $11,7 \pm 0,9\%$ . Estes valores são superiores aos reportados para as amostras comerciais analisadas no início do trabalho (4,1 a 6,9%, Tabela 8). Relativamente à gordura, o seu valor foi desprezável, em linha com o encontrado nas gomas comerciais.

**Tabela 22.** Teores de humidade, cinzas, proteína e gordura para as gomas elaboradas com sumo de uva (média ± desvio padrão).

Gomas de sumo	<b>Valores (% , p.f.)</b>			
	Humidade	Cinzas	Proteína	Gordura
Uvas brancas	75,2 ± 0,5 <sup>A</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>A</sup>	10,0 ± 0,2 <sup>B</sup>	— <sup>a</sup>
Uvas tintas	75,5 ± 0,6 <sup>A</sup>	0,55 ± 0,40 <sup>A</sup>	11,7 ± 0,9 <sup>A</sup>	— <sup>a</sup>

Nota:<sup>a</sup>Valor desprezável (<0,1%)

Diferentes letras maiúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

A Tabela 23 apresenta as concentrações de metais para as duas formulações de gomas, mostrando que a Formulação 1 (gomas feitas com o sumo de uvas tintas) apresentou valores médios mais elevados para o potássio, cálcio, magnésio, manganês e zinco do que a Formulação 2 (gomas feitas com sumo de uva branca), contudo, só se observaram diferenças significativas no manganês. Este facto deve-se em parte pelos elevados desvios padrão determinados em algumas situações. Pelo contrário, a Formulação 2 apresentou uma maior concentração média de ferro, no entanto, essa variação também não foi significativa.

**Tabela 23.** Teores de potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês e zinco para as gomas elaboradas com sumo de uva (média  $\pm$  desvio padrão).

Amostras	Metal (mg metal/100 g p.f.)					
	[K]	[Ca]	[Mg]	[Fe]	[Mn]	[Zn]
Gomas uvas tintas	95 $\pm$ 22 <sup>A</sup>	7,9 $\pm$ 2,9 <sup>A</sup>	4,4 $\pm$ 0,8 <sup>A</sup>	0,04 $\pm$ 0,03 <sup>A</sup>	0,013 $\pm$ 0,004 <sup>A</sup>	0,16 $\pm$ 0,02 <sup>A</sup>
Gomas uvas brancas	68 $\pm$ 9 <sup>A</sup>	4,0 $\pm$ 0,7 <sup>A</sup>	3,3 $\pm$ 0,7 <sup>A</sup>	0,07 $\pm$ 0,02 <sup>A</sup>	0,002 $\pm$ 0,001 <sup>B</sup>	0,11 $\pm$ 0,02 <sup>A</sup>

**Nota:** Diferentes letras maiúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

A discussão dos resultados baseia-se no estudo realizado por Andrade et al. (2021), que determinou a presença de minerais nas gomas comerciais de carragena e xantana. Em relação ao **potássio (K)**, as gomas comerciais de carragena apresentaram uma concentração muito maior de potássio (3,87 g/100g) em comparação com as gomas feitas de sumo de uva, que apresentaram o valor máximo de 95 mg/100 g (para uvas tintas). Relativamente ao **cálcio (Ca)**, as gomas de uvas apresentaram níveis mais altos de cálcio em comparação com a goma xantana, que não apresentou cálcio detectável, e valores relativamente menores que a goma carragena (0,15 g/100g). Em termos de **magnésio (Mg)**, a concentração de magnésio foi maior nas gomas comerciais de carragena e xantana do que em relação às gomas de uva. Relativamente ao **ferro (Fe)**, as gomas comerciais de carragena apresentaram-se significativamente mais ricas em ferro (243,2 mg/kg ou 24,3 mg/100 g) em comparação com as gomas de uva e xantana, que tiveram valores muito inferiores. Para o **Manganês (Mn)**, este foi mais elevado na goma carragena (6,9 mg/kg ou 0,69 mg/100 g) em comparação com as gomas de uva e de goma xantana. Por fim, relativamente ao **zinco (Zn)**, as gomas comerciais de carragena apresentaram uma quantidade significativamente maior de zinco (27 mg/kg ou 2,7 mg/100 g) em comparação com as gomas feitas de uva (0,16 mg/100g nas uvas tintas). Assim, as gomas comerciais, particularmente as elaboradas com carragena, são mais ricas em minerais, como potássio,

manganês e ferro, quando comparadas às gomas feitas com sumo de uva, que possuem concentrações relativamente baixas de minerais, principalmente no que se refere ao ferro, manganês e zinco. As gomas de uva parecem apresentar quantidades moderadas de potássio, cálcio e magnésio, mas ainda inferiores às gomas comerciais.

#### **4.4.4. Parâmetros Microbiológicos**

Em relação aos resultados das análises microbiológicas realizadas às duas amostras de gomas elaboradas com sumo de uva branca e com sumo de uva tinta verificaram-se baixas contagens para os mesófilos aeróbios e leveduras para a primeira diluição estudada ( $10^{-1}$ ), variando as contagens entre 1 e 3 colónias/ placa, originando valores não precisos (resultados não apresentados). Em relação às bactérias lácticas, estas não foram detetadas em nenhuma amostra.

Relativamente aos bolores, as gomas elaboradas com sumo de uvas brancas apresentaram valores médios de  $2,6 \pm 0,5$  log UFC/g, enquanto que as tintas apresentaram um valor igual a  $3,0 \pm 0,3$  log UFC/g. Tendo em conta os “Valores-guia INSA” para os microrganismos indicadores de higiene e de alteração em alimentos prontos para consumo (INSA, 2019), os bolores deveriam estar a uma concentração inferior a  $5 \times 10^2$  UFC/g (ou 2,6 log UFC/g) para que o resultado fosse considerado satisfatório. Valores entre  $5 \times 10^2$  e  $\leq 10^3$  UFC/g (ou 2,6 e  $\leq 3$  log UFC/g) são resultados questionáveis, indicando que as gomas elaboradas com sumo de uvas brancas e tintas se encontravam nesta situação.

De referir que a análise microbiológica foi realizada uma semana após a elaboração das gomas e da análise sensorial realizada, indicando que é um produto com um baixo tempo de prateleira, devendo-se no futuro encontrar uma embalagem que lhe confira estabilidade e impeça o desenvolvimento microbiológico.

## 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho conseguiu-se desenvolver formulações de gomas de fruta após a aplicação de um desenho experimental de misturas, em especial de uva, com o objetivo de oferecer um produto mais natural, sem adição de corantes nem conservantes artificiais.

O presente trabalho confirmou que é possível desenvolver produtos de confeitaria utilizando ingredientes naturais, atendendo à crescente procura por parte dos consumidores por alternativas mais saudáveis. O uso do ágar e da gelatina apresentou vantagens na consistência e na apreciação geral do produto final. Entretanto, alguns ajustes em certos aspetos sensoriais, como o sabor residual, podem potencializar a aceitação do produto no mercado.

As análises físico-químicas às gomas elaboradas demonstraram teores de proteína interessantes, sem adição de açúcares além dos existentes no próprio fruto. Em relação às análises microbiológicas das gomas de uva observaram-se baixas contagens de microrganismos mesófilos aeróbios e leveduras, e ausência de bactérias lácticas. Em relação aos bolores, os valores médios ficaram próximos do limite aceitável para alimentos prontos a consumir, com 2,6 log UFC/g para as gomas de uva branca. Pelo contrário, nas uvas tintas determinou-se um valor médio de 3,0 log UFC/g, sendo um resultado questionável. Estes resultados sugerem a necessidade de, no futuro, se utilizar uma embalagem adequada para prolongar a estabilidade do produto, garantindo a qualidade e segurança microbiológica ao longo do tempo de prateleira.

Sendo assim, este estudo ajuda no desenvolvimento de produtos alimentares mais naturais e reforça a viabilidade da elaboração de gomas de fruta sem conservantes artificiais e açúcares adicionados. Assim, as futuras pesquisas podem focar na otimização do sabor e produzir novos produtos à base de outros tipos de fruta, engrandecendo o portfólio de produtos naturais disponíveis aos consumidores.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acunha, A. S., Zambiasi, R. C., Maciel, K. D., & Ferri, V. C. (2011). Caracterização Físico-Química de uvas de Videiras Viníferas (*Vitis vinifera* L.) E Americanas (*Vitis Labrusca*). Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos/UFPel. Centro de Ciências, Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos/UFPel. Curso Superior em Viticultura e Enologia, CAVG- IF Sul/UFPel.
- Almeida.V.S. (2020). Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de milho regular e ceroso reforçados com Nanocelulose de eucalipto. Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção de Título de Mestre em Ciências e tecnologia de alimentos do programa de Pós-Graduação em Ciências e tecnologia de alimentos da universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Almeida, I. C. (2013). Desenvolvimento de produtos de Uva Passa a Partir da Uva de Mesa da Variedade Crimson. Dissertação Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu.
- Andrade, L. A., Nunes, C. A., & Pereira, J. (2021). Determinação de minerais nas gomas carragena e xantana. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 11(2), 1077-1080.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Fernández-Molina, J.J., Alzamora, S.M., Tapia, M.S., López-Malo A., Chanes, J.W. (2003). Chapter 3 - General considerations for preservation of fruits and vegetables. In *Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas*, FAO, ISBN 92-5-104861-4.
- Bettini, S., Boutet-Robinet, E., Cartier, C., Coméra, C., Gaultier, E., Dupuy, J., Naud, N., Taché, S., Gysan, P., Reguer, S., Thieriet, N., Réfrégiers, M., Thiaudière, D., Cravedi, JP., Carrière, M., Audinot, JN., Pierre, FH., Guzylack-Piriou, L & Houdeau, E. (2017). Food-grade TiO<sub>2</sub> impairs intestinal and systemic immune homeostasis, initiates preneoplastic lesions and promotes aberrant crypt development in the rat colon. *Scientific reports*.7: 40373.
- Beuchat, L. R. (1981). Estabilidade microbiana afetada pela atividade da água. *Cereal Foods World*, 26(7), 345–349.

- Canteri, M, H.G., Moreno, L., Wosiacki, G., Scheer, A, P. (2012). Pectina: da matéria-prima ao produto final. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000024> Acessado em abril de 2024.
- Castro, R., Gomes, C., Rodrigues, C., Castro2, j., Alberto, S., Ribeiro, F., Rodrigues, A., Batista, M, A., Botelho, M., Cruz, A. (2007). Potencial de maturação da casta touriga nacional em diferentes itinerários tecnológicos e regiões (Dão, Bairrada, e Vinhos verdes). Instituto Superior de Agronomia – Viticultura, Quinta de Lourosa – Soc. Agrícola, Lda, Dão Sul – Sociedade Vitivinícola, S.A. oc. Agrícola e Comercial dos Vinhos Messias, S.A.
- Climaco, P., Silva, J, R., Laureano, O., Castro, R., Tonietto, J. (2012). O clima vitícola das principais regiões produtoras de uvas para vinho em Portugal.
- Cruz, J. R. D., Silva, L. C., & Alcantara, R. de O. (2021). *ETIM Alimentos: Centro Paula Souza - ETEC Benedito Storani*. Governo do Estado de São Paulo.
- FAOSTAT. (2021) Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fernandes, L., Rodrigues, N., Verdial, J., Pereira, J.A., & Ramalhosa. E. (2012). Caracterização físico-química de formulações de geleia de uva de diferentes castas como forma de valorização de frutos regionais. CIMO-Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Bragança, Portugal.
- FIB (2024). Food Ingredientes Brazil <https://revista-fi.com/artigos/todos/pectinas-propriedades-e-aplicacoes> Acessado em abril de 2024.
- Francisco Junior, W, E, F. & Francisco, W. (2006). Proteínas: Hidrólise, Precipitação e um Tema para o Ensino de Química. Conceitos científicos em destaque.
- Garcia, T. & Penteadó, M, V, C. (2005). Qualidade de balas de gelatina fortalecidas com vitaminas A, C e E1 Food Science and Technology. Scielo Brasil <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000059>
- Gava, J, A., Silva, C, A, B., & Frias, J, R, G. (2009). Tecnologias de alimentos Princípios e aplicações. Nova edição revista e ampliada.

[https://books.google.com.br/books?hl=ptPT&lr=&id=mbI-qoh793j0C&oi=fnd&pg=PA23&dq=atividade+da+agua+aceitavel+para+alimentos&ots=Zmays9nKU&sig=VBgm\\_6k62W7\\_SsFnFmO-qtQbZDCE#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=ptPT&lr=&id=mbI-qoh793j0C&oi=fnd&pg=PA23&dq=atividade+da+agua+aceitavel+para+alimentos&ots=Zmays9nKU&sig=VBgm_6k62W7_SsFnFmO-qtQbZDCE#v=onepage&q&f=false) Acedido em a Abril 2024.

Gomas caseiras 24 kitchen (2023). <https://www.24kitchen.pt/receita/gomas-caseiras> (Acedido em Outubro 2023).

Gomas saudáveis (A pitada do pai) (2023). <https://www.apitadadopai.com/gomas-saudaveis-em-menos-de-2-minutos/> (Acedido em Novembro de 2023).

Gomas sem açúcar momentos e sabores 2023. <https://www.momentosesabores.com/gomas-sem-acucar/> acedido em Novem-bro 2023.

INE- Instituto Nacional de Estatística (2023). Estatística de produção de vegetal.

INSA (2019). Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar: valores-guia. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge IP.

ISA- Instituto Superior de Agronomia (2017). A Vinha <https://www.isa.ulisboa.pt/proj/nep/vinha/> Acedido em janeiro 2024.

Iamanaka, B, T., Oliveira, I, S., & Taniwaki, M, H. (2010). Micotoxinas em Alimentos. Anais Da Academia Pernambucana De Ciência Agrônômica, 7, 138–161 <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/128>.

LADOF (2024)- Descubra as deliciosas Uvas de Mesa em Portugal: Variedades e sabores! <https://ladof.pt/portugal/variedades-de-uva-de-mesa-em-portugal/?accettato=1>. Acedido em junho de 2024.

Leal, A, R., Oliveira, L, S., Costa, J, N., Alves, C, A, N., Mata, P., & Sousa, P, H, M. (2022). In vitro bioaccessibility of antioxidant compounds from structured fruits developed with gellan gum and agar. Revista Ciência Agrônômica, v. 53, e20207744, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

- Lima, L, N., Avelar, M, H, M., & Efraim, P. (2019). Aplicação da gelificação a frio de alginato e pectina no desenvolvimento de balas de goma com polpas de frutas. XXVII Congresso de Iniciação Científica Unicamp. Campinas Brasil.
- Luz, V, D. (2016). Desenvolvimento De Produtos: Um Estudo De Caso. Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – Etapa II, na linha de formação específica em Engenharia de Produção, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.
- Mota, M, A. (2013). O Potencial de Produção e Comercialização De Uvas ‘D. Maria’ em Portugal. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestrado em Gestão da Qualidade e Marketing Agro-Alimentar. Universidade de Évora Escola de Ciências sociais.
- Nóbrega, H, P, V. (2013). Utilização de redes de ensombramento para monda de bagos em uva de mesa. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica. Lisboa.
- Pasquel, A. (1999). Gomas: Utilização e aspetos reológicos. Bol. SBCTA, 33(1): 86-97.
- Rizzon, L,A., Meneguzzo, J. (2007). Suco de uva. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Uva e Vinho Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Informação Tecnológica Brasília.
- Rodrigues, J, F., Paula, R, C, M., Costa, S, M, O. (1993). Métodos de Isolamento de Gomas Naturais: Comparação Através da Goma do Cajueiro (*Anacardium occidentale* L). Departamento de Química e Inorgânica, Universidade Federal do Ceará, UFC, Campus do Piei, CP, 12.200, CfP60.021-000 - Fortaleza-Ceará.
- Santos, C, R. (2018). Suscetibilidade ao oídio da videira: caracterização do fenótipo nas principais castas portuguesas. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestrado em viticultura e enologia. Universidade de Évora.
- Sarubbo, L, A., Campos, G, M., Porto, A, L, F., Tambourgi, E, B., Oliveira, L, A. (2007). Agoma do cajueiro (*Anacardium occidentale*.l) como sistema inovador de extração de líquido-líquido. São Paulo,V.5.

- Silva, R, S, G., Bandeira, S, F., Petry, F,C., & Pinto, L, A, A., (2011). Extração de gelatina a partir das peles de cabeças de carpa comum. Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS Brazil. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000059>.
- Sousa, J, A, O. (2019). Desenvolvimento de filme polimérico a base de ágar-ágar, amido e carboximetilcelulose. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda.
- Sousa, F, C, D,A., Moreira, L, R, S., Oliveira, J,M,S., Brito, M,M., Barros, N, V, A., Santos, G,M., Abreu, B, B & Sousa, P, V, L. (2020). Checking dyes through the labeling of foods intended for children. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-13, e250974146.
- Souza, J, P, S., Morais, S, M., & Dode, A, C., (2017). Estudo das possibilidades de reciclagem da goma de mascar: Estudo de caso no Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brasil.
- Sthel, M. S., Muniz, E. P., Proveti, J. R. C., & Porto, P. S. S. (2014). Seca-gem e extração de pectina do albedo da casca de laranja. *Blucher*, 445-449. São Paulo: Blucher.
- Vieira, F. F., & del Mastro, N. L. (2000). Viscosidade da gelatina em pó irradiada com feixe de elétrons. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP. Caixa Postal 11049, 05422-970, São Paulo, Brasil.
- Zuvaanova, V C. (2012). Complexos poliméricos obtidos a partir das proteínas do soro de queijo e polissacarídeos. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

# ANEXOS

## Anexo I – Folha de prova utilizada na Análise Sensorial

### Análise Sensorial de Gomas

A presente ficha pretende avaliar o nível de aceitação de provadores relativamente a diferentes formulações de gomas. Este inquérito insere-se num trabalho académico, designadamente numa Tese de Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar, desenvolvida no Instituto Politécnico de Bragança. Todas as respostas são anónimas e serão utilizadas somente para fins académicos.

#### Dados do provador:

Género:  Feminino     Masculino     Não quero dizer    Idade: \_\_\_\_\_

Observe as amostras dadas e na escala abaixo representada coloque um traço vertical no local onde considera que melhor representa a sua opinião para cada uma das amostras.

#### Amostra: \_\_\_\_\_

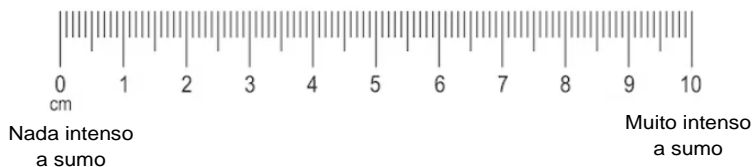
#### 1. Aparência Geral



#### 2. Aroma/ Cheiro



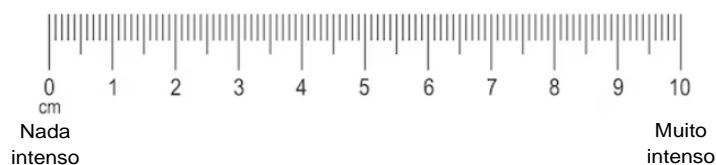
Avalie a intensidade do aroma/cheiro a sumo:



Deteta outros aromas? Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_.

Se sim qual? \_\_\_\_\_.

Avalie a sua intensidade:



#### 3. Textura





Anexo II – Valores obtidos nos ensaios do desenho experimental

**Tabela II.1.** Valores dos parâmetros de cor, textura, atividade da água e pH, avaliados nos ensaios relativos ao desenho experimental aplicado na elaboração das gomas.

<b>Ordens Ens</b>	<b>Sumo</b>	<b>Agar</b>	<b>Gelatina</b>	<b><i>L</i>*</b>	<b><i>a</i>*</b>	<b><i>b</i>*</b>	<b><i>C</i>*</b>	<b>h</b>	<b>Textura Dureza (g)</b>	<b>a<sub>w</sub></b>	<b>pH</b>
1	75,00	5,00	20	67,48	5,46	11,33	12,58	64,27	2402	0,949	4,76
2	77,50	2,50	20	74,44	4,68	9,59	10,67	63,97	1589	0,931	4,62
3	77,50	2,50	20	71,41	4,41	9,00	10,03	63,90	1522	0,944	4,65
4	97,50	2,50	0	34,01	19,69	6,29	20,67	17,71	0	1,000	2,94
5	95,00	5,00	0	35,62	25,60	11,42	22,24	24,04	0	1,000	3,05
6	93,75	1,25	5	25,71	5,65	-8,20	11,73	304,56	695	0,964	3,68
7	80,00	0,00	20	74,06	4,50	8,10	9,27	60,92	1251	0,957	4,39
8	95,00	5,00	0	41,98	11,80	5,15	28,03	23,59	0	1,000	3,04
9	81,25	3,75	15	73,84	5,09	9,78	11,02	62,50	729	0,961	4,32
10	80,00	0,00	20	71,82	4,66	8,02	9,28	59,88	1113	0,994	4,38
11	91,25	3,75	5	16,45	7,97	-10,32	13,04	307,69	629	0,953	3,72
12	77,50	2,50	20	73,81	4,77	9,67	10,78	63,73	1507	0,957	4,53
13	75,00	5,00	20	68,58	5,17	11,40	12,51	65,58	1908	0,945	4,75
14	95,00	5,00	0	27,38	22,12	2,32	12,88	5,99	0	1,000	3,05
15	87,50	2,50	10	21,98	3,73	-5,43	6,58	304,49	1367	0,960	4,06
16	90,00	0,00	10	20,45	3,89	-5,75	6,94	304,08	918	0,954	4,04
17	93,75	1,25	5	23,55	6,21	-7,62	9,96	309,16	1055	0,959	3,68
18	90,00	0,00	10	31,58	3,60	-4,04	5,41	311,71	897	0,974	4,03
19	100,00	0,00	0	36,80	35,98	14,17	38,67	21,50	0	1,000	2,90
20	97,50	2,50	0	53,68	17,68	9,37	20,01	27,93	0	1,000	2,96
21	81,25	3,75	15	70,64	4,64	9,08	10,20	62,95	523	0,962	4,32
22	97,50	2,50	0	41,67	14,20	4,97	15,05	19,29	0	1,000	2,94
23	85,00	5,00	10	38,65	1,90	-1,17	2,23	328,58	1337	0,931	4,08
24	80,00	0,00	20	75,15	4,96	8,63	9,95	60,10	1245	0,946	4,41
25	75,00	5,00	20	68,43	5,28	11,61	12,75	65,55	2032	0,952	4,75
26	93,75	1,25	5	19,10	7,21	-9,25	9,83	307,93	534	0,958	3,68
27	83,75	1,25	15	66,38	2,01	3,90	4,39	62,80	1815	0,962	4,28
28	85,00	5,00	10	58,50	2,27	-1,16	4,65	60,78	1470	0,970	4,09
29	83,75	1,25	15	69,27	3,55	7,03	7,88	63,23	2359	0,961	4,28

30	87,50	2,50	10	21,37	7,39	-5,59	6,72	303,75	12	0,963	4,07
31	91,25	3,75	5	16,80	8,12	-10,47	13,25	307,80	773	0,962	3,72
32	83,75	1,25	15	70,13	3,54	7,02	7,86	63,27	1916	0,956	4,30
33	100,00	0,00	0	43,18	34,80	15,13	37,94	23,51	0	1,000	2,90
34	100,00	0,00	0	37,99	36,05	14,47	38,85	21,86	0	1,000	2,94
35	87,50	2,50	10	17,50	3,73	-9,45	12,00	308,01	1698	0,960	4,07
36	90,00	0,00	10	23,16	4,96	-6,76	8,38	306,23	1318	0,966	4,03
37	85,00	5,00	10	38,55	1,87	4,06	2,21	327,89	1790	0,964	4,08
38	91,25	3,75	5	16,30	8,02	-10,60	13,29	307,13	576	0,955	3,72
39	81,25	3,75	15	73,97	5,13	10,01	11,25	62,84	567	0,956	4,31

**Tabela II.2.** Valores dos parâmetros sensoriais avaliados nos ensaios relativos ao desenho experimental aplicado na elaboração das gomas.

Ordens Ens	Sumo	Agar	Gelatina	Aparência geral	Aroma/ cheiro	Intensidade	Intensidade de outros aromas	Textura	Textura - fir- meza	Textura - elasticidade	Sabor	Intensidade do sabor	Intensidade do sabor_I	Apreciação geral
1	75,00	5,00	20	3,675	1,8750	0,250	8,35	6,225	6,55000	5,7000	3,9250	2,0250	3,75	4,1750
2	77,50	2,50	20	3,925	4,0250	1,975	7,45	6,475	6,67500	4,3750	5,3500	1,9000	5,75	4,3500
3	77,50	2,50	20	5,525	4,8250	3,825	3,00	7,675	6,25000	4,6000	6,3250	2,8750	*	6,1750
4	97,50	2,50	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
5	95,00	5,00	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
6	93,75	1,25	5	6,950	5,7750	5,250	3,30	6,925	6,37500	4,8500	7,3500	5,8750	1,80	6,4250
7	80,00	0,00	20	3,350	3,7250	2,825	9,50	5,925	6,50000	4,8250	5,6250	2,4000	7,15	5,1000
8	95,00	5,00	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
9	81,25	3,75	15	4,375	2,1333	2,375	5,80	2,800	4,87500	4,7250	4,6250	2,0250	2,00	4,3000
10	80,00	0,00	20	5,625	4,8500	3,125	6,25	7,325	6,57500	4,5250	7,0000	4,3500	3,00	6,3750
11	91,25	3,75	5	6,200	3,7250	4,250	5,60	4,800	5,50000	4,2750	6,0250	5,8500	2,20	6,2000
12	77,50	2,50	20	2,875	3,8750	2,550	0,80	5,700	5,80000	4,0000	4,6000	1,2667	0,00	4,6000
13	75,00	5,00	20	6,000	4,8000	2,350	10,00	7,975	6,42500	6,3750	6,6000	3,8750	0,00	4,3500
14	95,00	5,00	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
15	87,50	2,50	10	5,900	5,0500	4,225	2,20	4,975	5,57500	2,8750	7,6750	5,3500	4,60	5,7250
16	90,00	0,00	10	6,200	3,7250	4,250	5,60	4,800	5,50000	4,2750	6,0250	5,8500	2,20	6,2000
17	93,75	1,25	5	6,575	5,6250	4,450	5,90	8,450	5,80000	6,3500	8,2000	7,0500	6,00	7,7000
18	90,00	0,00	10	6,625	2,3500	2,550	2,00	8,700	6,12500	7,1500	8,2000	5,6500	0,00	7,8750
19	100,00	0,00	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
20	97,50	2,50	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
21	81,25	3,75	15	5,225	3,0750	2,450	3,00	5,450	5,17500	7,1667	6,0000	4,8000	0,00	4,9667
22	97,50	2,50	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
23	85,00	5,00	10	6,025	4,4250	4,025	5,75	3,925	6,35000	2,9250	5,6250	6,0750	3,50	5,9500
24	80,00	0,00	20	3,700	3,1750	1,275	7,10	5,625	5,25000	5,6333	4,4330	1,4500	0,00	4,2330
25	75,00	5,00	20	2,450	3,9250	1,825	0,50	4,750	5,85000	5,0333	4,6333	0,3667	0,00	3,0000
26	93,75	1,25	5	7,175	5,0250	6,375	9,00	6,800	6,63333	3,5000	6,8330	3,8000	0,00	6,2333
27	83,75	1,25	15	7,925	4,2250	2,250	7,40	7,325	7,42500	3,3500	5,9750	3,5250	4,00	5,3000
28	85,00	5,00	10	6,650	4,0500	2,600	2,00	6,800	6,00000	3,9500	6,1250	5,4500	0,00	6,3500
29	83,75	1,25	15	8,425	4,9750	3,475	2,25	6,750	7,27500	7,0500	7,3250	4,4000	5,50	7,4000
30	87,50	2,50	10	5,925	4,6000	3,525	2,40	6,575	7,95000	6,1500	7,6250	4,1250	2,50	7,4500

31	91,25	3,75	5	7,050	4,6000	2,525	1,20	6,375	6,40000	5,5250	8,3500	6,2000	0,00	7,7000
32	83,75	1,25	15	6,875	3,8750	4,950	9,00	4,750	6,13330	5,6000	6,5000	2,9667	0,00	6,0000
33	100,00	0,00	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
34	100,00	0,00	0	0,000	0,0000	0,000	0,00	0,000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,0000
35	87,50	2,50	10	5,725	4,2750	5,500	4,85	6,250	6,63300	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,0000
36	90,00	0,00	10	6,975	4,6250	5,450	8,25	6,400	6,46700	4,9000	5,5330	3,0000	0	5,8000
37	85,00	5,00	10	6,333	4,2500	5,450	9,00	3,800	6,07500	4,8330	6,2667	4,8000	0	6,1667
38	91,25	3,75	5	6,875	4,5750	6,125	9,50	4,425	6,43300	5,6330	5,5330	3,0000	0	5,5330
39	81,25	3,75	15	3,250	3,1500	4,100	5,15	4,475	5,02500	4,0000	5,9000	1,7500	0	6,0330