



EMERSON OLIVEIRA GARCIA

**AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DE BALAS DE
GOMA PRODUZIDAS COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE GELATINA E PECTINA**

**LAVRAS – MG
2023**

EMERSON OLIVEIRA GARCIA

**AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DE BALAS DE GOMA PRODUZIDAS
COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GELATINA E PECTINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia de
Alimentos, para a obtenção do título de
Bacharel.

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

EMERSON OLIVEIRA GARCIA

**AVALIAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DE BALAS DE GOMA PRODUZIDAS
COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GELATINA E PECTINA**

**EVALUATION OF THE TEXTURE PROFILE OF GUMMY CANDY PRODUCED
WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF GELATIN AND PECTIN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia de
Alimentos, para a obtenção do título de
Bacharel.

APROVADO em 08 de dezembro de 2023
Dr. Diego Alvarenga Botrel, UFLA
Dra. Ana Alice Andrade Oliveira, UFLA
Dra. Thais Lomonaco Teodoro da Silva, UFLA

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças e me guiado ao longo desses anos, fazendo com que fosse possível transformar esse sonho em realidade.

Aos meus pais, Nina e José Reis, por serem a base para que eu conquistasse minha formação, me ajudando, protegendo e não medindo esforços para me proporcionar sempre o melhor.

À Universidade Federal de Lavras e todo o corpo docente e técnico do Departamento de Ciência dos Alimentos, por me conceder muitos conhecimentos, tanto profissionais quanto pessoais.

Agradeço ao Núcleo de Estudos em Tecnologia e Pós Colheita de Frutas e Hortaliças (NEPC), o qual serei eternamente grato por todo o aprendizado, amizades e desenvolvimento pessoal.

Ao meu orientador, Dr. Diego Alvarenga Botrel, por ter aceitado o convite para me orientar, e por todo apoio, confiança e auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

À todos os meus amigos em especial, Gabriela, Adriene e Andressa, por sempre estarem comigo durante todos esses anos, compartilhando todos os momentos dessa graduação.

E por fim, todas as pessoas que sempre acreditaram no meu potencial, que me incentivaram e torceram pelo meu sucesso. Muito obrigado!

RESUMO

Atualmente as balas de goma tornaram-se bastante populares, sendo muito apreciadas mundialmente pelo público jovem. Os produtos denominados gomas, pertencem a uma grande classe de confeitos de baixa cocção com teor de umidade, em torno de 20%, cuja textura varia dependendo do agente gelificante utilizado, podendo ser goma arábica, agar, gelatina, pectina e amidos especiais. A gelatina é obtida da extração do colágeno ou por meio de tratamentos ácidos em ossos ou pele de bovinos e suínos, apresenta textura elástica e suave, derretendo agradavelmente na boca. A pectina é obtida, principalmente, de casca de frutas cítricas e do bagaço de maçã, sendo um polímero com capacidade única de formar géis espalháveis, na presença de açúcar e ácido. Essa substância ainda possui compatibilidade com outros agentes gelificantes, sendo normalmente utilizada em conjunto com a gelatina, substituindo a concentração desse composto, para benefício financeiro. As balas de goma são produzidas pela combinação de uma mistura de açúcares, geralmente de xarope de glicose e sacarose, agentes gelificantes, corantes, aroma e ácido cítrico. As etapas básicas do processo de fabricação incluem o cozimento, moldagem, secagem, desmoldagem, limpeza, finalização e embalagem. O objetivo deste trabalho foi desenvolver balas de goma, aplicando diferentes concentrações de gelatina e pectina, e avaliar como esses agentes gelificantes afetam o perfil de textura e as características físico-químicas do confeito. Foram produzidas cinco formulações em duplicata, havendo três tratamentos com diferentes concentrações de gelatina (10g, 15g, 20g) e outros dois tratamentos utilizando a combinação de gelatina (10g) e pectina em diferentes concentrações (5g, 10g). A análise físico-química de sólidos solúveis foi realizada com a calda quente. A secagem, após a moldagem, foi conduzida em BOD com temperatura controlada de 25°C por 48 horas. Após a bala moldada e seca, as análises de acidez titulável, perfil de textura (TPA) e teor de umidade foram realizadas. Os resultados das análises foram analisados estatisticamente pelo teste de Duncan com 5% de significância. Com o aumento da concentração de gelatina, ocorreu uma maior retenção de água e um maior teor de água no produto após o cozimento e, conseqüentemente uma diminuição no teor de sólidos solúveis e acidez das balas. Resultados semelhantes foram observados no perfil de textura, onde os parâmetros de dureza, mastigabilidade e gomosidade foram maiores para o tratamento T3. A combinação de gelatina com pectina deixou as balas de goma mais macias, obtendo resultados semelhantes com as balas com menor concentração de gelatina. Conclui-se que a avaliação do uso de diferentes gelificantes tem efeito significativo nos aspectos de textura das balas de goma e devem ser explorados no desenvolvimento de novos produtos ou na reformulação de produtos já existentes.

Palavras-chave: Confeitos de açúcar. Análise do perfil de textura. Gelificantes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 História e evolução das balas.....	9
2.2 Mercado.....	9
2.3 Ingredientes.....	10
2.3.1 Água.....	10
2.3.2 Sacarose.....	11
2.3.2.1 Hidrólise do açúcar.....	11
2.3.3 Xarope de glicose.....	12
2.3.4 Acidulante.....	13
2.3.5 Aromatizante.....	13
2.3.6 Corantes.....	14
2.4 Agentes de Textura.....	15
2.4.1 Amido.....	16
2.4.2 Gelatina.....	17
2.4.2.1 Tipos de Gelatina.....	17
2.4.2.2 Propriedades das gelatinas.....	18
2.4.3 Pectina.....	18
2.4.3.1 Estrutura das Pectinas.....	19
2.4.3.2 Pectina ATM.....	20
2.4.3.3 Pectina BTM.....	20
2.5 Processo de fabricação de balas de goma.....	21
2.5.1 Cozimento e concentração.....	21
2.5.2 Moldagem.....	22
2.5.2.1 Moldes de amido.....	22
2.5.3 Secagem.....	23
2.5.4 Desmoldagem e finalização.....	24
2.6 Textura dos alimentos.....	24

2.6.1 Definição e importância da textura na aceitação do produto.....	24
2.6.2 Componentes da análise do perfil de textura.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Procedimento de preparo das balas de gomas.....	27
3.2 Análises.....	28
3.2.1 Sólidos solúveis.....	28
3.2.2 Acidez.....	28
3.2.3 Análise do perfil de textura das balas.....	29
3.2.4 Determinação do teor de umidade.....	30
3.3 Análises estatísticas.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Análises físico-químicas.....	30
4.2 Análise do perfil de textura.....	32
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

Segundo a RDC nº 723, de 01 de julho de 2022, bala é o produto constituído por açúcar ou outros ingredientes, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2022). As balas são um segmento de confeitos que estão entre os destaques da confeitaria no Brasil. Atualmente, no mercado é possível encontrar diversos tipos e marcas, que variam da categoria mole a dura, produzidas por diferentes matérias-primas e cada variedade apresenta características e propriedades diferentes, o que influencia no cozimento e no processamento de cada uma (ALVES et al., 2013).

As balas de goma são produzidas pela combinação de uma mistura de açúcares, normalmente por xarope de glicose e sacarose, agentes gelificantes, corante, aroma e ácido, que usualmente é o ácido cítrico (GARCIA, 2000). Trata-se de um produto muito popular em diversos países da Europa, nos Estados Unidos e também no Brasil, sendo comercializadas em diversos formatos e tamanhos, bastante apreciado pelo público infantil e juvenil (GARCIA; PENTEADO, 2005).

De acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), a textura de um alimento refere-se às suas propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície). Geralmente, é percebida por três ou quatro sentidos: os receptores mecânicos, táteis e, eventualmente, os visuais e auditivos. Dentre as propriedades mecânicas destacam-se a dureza, a elasticidade, a viscosidade, a aderência e a coesão. Já as propriedades geométricas estão relacionadas à forma, disposição e tamanho das partículas presentes no interior do alimento (XUE, et al., 2021).

A textura dos alimentos é um dos critérios utilizados para avaliar a qualidade, desempenhando um papel importante para prever se os consumidores irão apreciar ou não o produto. Desse modo, alguns fatores são responsáveis por afetar a textura final das balas, sendo eles o tipo de goma utilizada, o teor de sólidos solúveis, tempo de secagem e teor de umidade residual do produto (JACQUES; CHIM, 2021).

Esses confeitos apresentam baixa cocção e alto conteúdo de umidade, cerca de 20% ou mais, cuja textura é fornecida pelo agente gelificante utilizado, podendo ser goma arábica, ágar, gelatina, pectina e amidos especiais (LAZZAROTTO, 2008).

Entre todos os géis alimentícios, a gelatina é o que mais se aproxima de um gel entrópico ideal. As cadeias moleculares longas e flexíveis entre as ligações cruzadas são responsáveis por fazer com que o gel estique (DAMODARAN et al., 2010). A gelatina é considerada como uma proteína completa, composta por 18 diferentes aminoácidos unidos

por ligações peptídicas. Possui a maioria dos aminoácidos essenciais, com exceção do triptofano, mesmo assim é um produto nutricionalmente interessante, reconhecida como alimento de fácil digestão, livre de qualquer tipo de conservante (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

A pectina é um polímero que possui compatibilidade com outros agentes gelificantes. Normalmente é utilizada em conjunto com a gelatina, substituindo a concentração desse composto, para benefício financeiro. Podendo haver a troca de até 25% de gelatina na formulação, sem que cause mudanças significativas na textura. Um nível elevado de substituição, faz com que a textura do confeito fique mais macia e menos mastigável (EDWARDS, 2000).

Considerando a complexidade envolvida na fabricação de balas, com sua ampla variedade de tipos, ingredientes e processos, a textura se destaca como um fator fundamental para que o consumidor aceite o produto. Sendo um desafio para a indústria de confeitos encontrar formulações que equilibrem atributos como dureza e mastigabilidade. Dessa forma, é importante compreender como os agentes gelificantes influenciam a textura final do produto.

Desse modo, o objetivo do trabalho foi desenvolver balas de goma com diferentes concentrações de gelatina e pectina, e avaliar como estes ingredientes afetam o perfil de textura e as propriedades físico-químicas do confeito.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História e evolução das balas

Apesar de ser um produto muito popular e consumido por pessoas de todas as idades e no mundo todo, não existem registros precisos sobre a história das balas no Brasil. As informações disponíveis, são principalmente de pessoas ligadas ao setor, possibilitando uma reconstituição do percurso que levou as pequenas fábricas a se transformarem em estabelecimentos comerciais de grande porte (ABICAB, 2012).

Com base nos relatos, é possível dividir a história das balas no Brasil em três fases: pré-história (balas artesanais produzidas no fundo do quintal), história (período de inauguração das primeiras fábricas no país e ampliação do setor) e industrialização (mecanização e consolidação do setor) (INSAUSTI; PINTO, 2017).

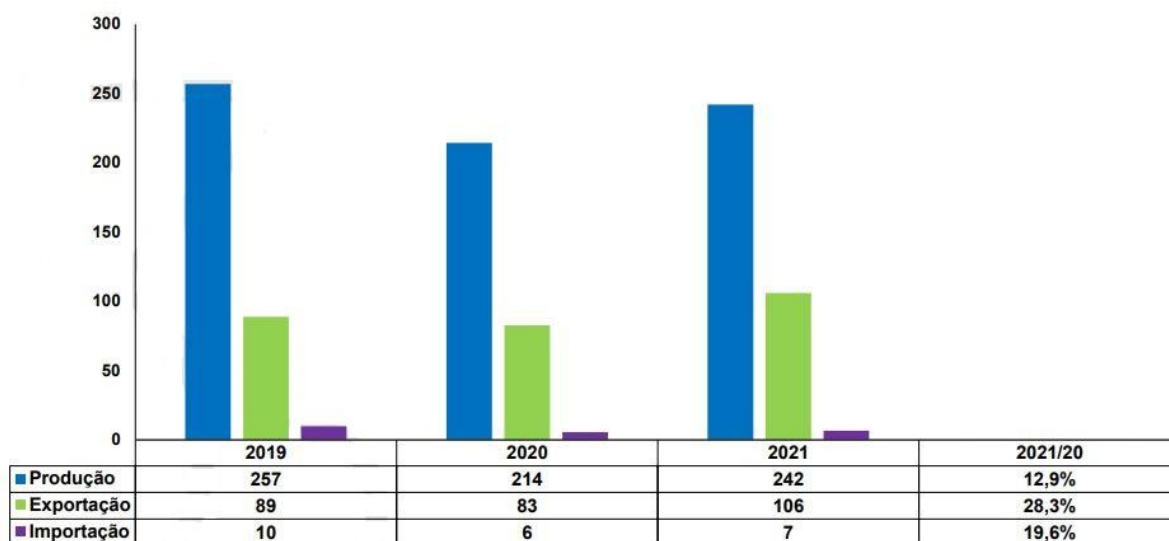
A bala de goma, por sua vez, surgiu em 1920 na Alemanha, sendo criada pelo alemão Hans Riegel, fundador da Haribo, empresa responsável por desenvolver em 1922, a famosa bala de goma em formato de urso, que é atualmente comercializada mundialmente, principalmente na Europa e nos Estados Unidos (MAFALDO, 2018).

2.2 Mercado

O Brasil está entre os dez países que lideram no varejo, em relação ao volume de vendas de doces de açúcar e goma de mascar. O país atualmente ocupa a nona posição mundial, ficando atrás de países como a China, Estados Unidos, Alemanha, Índia, Japão, Rússia, México e Indonésia. Os dados de produção, exportação e importação referentes aos anos de 2019 a 2021, podem ser analisados na Figura 1. Já em 2022, o setor de balas e gomas produziu 287 mil toneladas, gerando um faturamento de R\$10,9 bilhões (ABICAB, 2022).

O país exporta balas e gomas para 142 países, sendo os principais destinos desses produtos, os Estados Unidos, Paraguai e Argentina. No ano de 2022, o setor registrou um volume de 105,7 mil toneladas, como resultado da exportação. Atingindo a marca de US\$ 201,5 milhões, gerando um aumento de 19% em comparação aos US\$ 168,8 milhões alcançados em 2021 (MONEY REPORT, 2022).

Figura 1 - Produção, Exportação e Importação de Balas e Gomas em Volume (Mil Ton.).



Fonte: ABICAB, 2022.

2.3 Ingredientes

A qualidade da matéria-prima é um dos aspectos mais importantes que deve ser considerado na fabricação de balas, visto que irá influenciar diretamente a qualidade do produto final e sua aceitação no mercado consumidor. Além disso, as matérias-primas devem ser adquiridas baseado em sua demanda, a fim de prevenir o acúmulo de estoque e a deterioração de produtos perecíveis (MAFALDO, 2018).

Para a fabricação de balas de gomas são necessários ingredientes essenciais como a água responsável pela diluição dos sólidos; os açúcares para dar o sabor adocicado do produto; a gelificação é obtida pelo amido, gelatina ou pectina e os atributos sensoriais são conferidos pelo aromatizante, acidulante e corante (NOGUEIRA, 2022). Cada empresa determina sua própria formulação, assim como os padrões de qualidade e características desejadas para o produto final.

2.3.1 Água

A qualidade da água é fundamental na produção de alimentos, segundo a Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, toda a água empregada na preparação e produção de alimentos deve ser considerada potável, devendo atender aos requisitos expressos na portaria, de modo que não ofereça riscos à saúde. A água potável deve estar em conformidade com os padrões microbiológicos e organolépticos de potabilidade vigentes, para ser considerada própria para consumo humano (BRASIL, 2011).

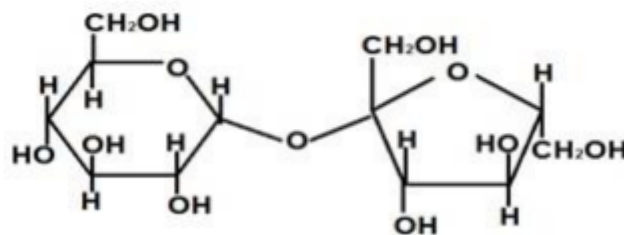
Nos produtos de confeitaria a água interage com os açúcares e outros componentes, através de sua capacidade de formar ligações de hidrogênio. Na produção de balas de gomas, a água é essencial para a dissolução dos ingredientes sólidos solúveis, e participa do processo de cozimento, contribuindo para a definição da consistência e textura do produto final (HARTEL et al., 2018).

2.3.2 Sacarose

O açúcar sólido é um composto orgânico, cuja denominação química é sacarose. Pode ser produzido na forma cristal ou refinado e é amplamente utilizado na indústria de alimentos para a produção de bebidas, biscoitos, confeitos, entre outros produtos (MACHADO, 2012).

A sacarose é um dissacarídeo, obtido principalmente da cana-de-açúcar e da beterraba, mas é encontrada em todas as plantas que realizam fotossíntese (JACQUES; CHIM, 2021). Sua estrutura consiste em dois monossacarídeos, α -D-glicose e β -D-frutose, unidos por ligação glicosídica entre o carbono único da glicose e os dois carbonos da frutose (Figura 2). Esta ligação torna a sacarose um açúcar não redutor, pois envolve os grupos redutores de ambos os monossacarídeos (HARTEL et al., 2018).

Figura 2 - Estrutura química da sacarose.



Fonte: Jacques; Chim, 2021.

Os açúcares presentes nas balas são responsáveis por realçar o sabor e cor do produto, contribuem para a retenção de umidade, controlam o crescimento de microrganismos como bactérias, leveduras e bolores, diminui a oxidação, proporcionando uma conservação do alimento e uma melhor vida de prateleira. Além de ser fundamental para garantir a textura ideal do produto (CARRETA, 2006).

2.3.2.1 Hidrólise do açúcar

A sacarose é facilmente hidrolisada por soluções diluídas de ácidos minerais ou

enzimas (invertases) resultando em D-glicose e D-frutose. No processo de hidrólise ácida ou enzimática ocorre a inversão da rotação óptica da solução original. Devido a esse fenômeno, a hidrólise da sacarose também é conhecida como inversão da sacarose, tendo como produto final o açúcar invertido (JACQUES; CHIM, 2021).

A presença da frutose na mistura impede a cristalização, fazendo com que as tentativas de cristalizar o açúcar invertido gerem dextrose. Tais soluções possuem uma atividade de água suficientemente baixa para evitar problemas de estabilidade biológica. Ao ser combinado com a sacarose e convertido adequadamente, o açúcar invertido, é capaz de produzir produtos estáveis com atividade de água baixa, e que evitam a cristalização (EDWARDS, 2000).

2.3.3 Xarope de glicose

O xarope de glicose é um ingrediente muito utilizado na indústria de confeitos, sendo um composto líquido viscoso, constituído principalmente por glicose (dextrose), possuindo um gosto menos doce em comparação à sacarose. É obtido através da hidrólise parcial do amido, utilizando matérias-primas ricas neste composto (batata, milho, mandioca e arroz), cujas propriedades funcionais estão diretamente relacionadas ao desempenho do produto (KHALIL, 2004).

A classificação dessa substância depende do grau de hidrólise do amido, medido pelo parâmetro de DE (valor de dextrose equivalente). Quanto maior o valor de DE, maior o grau de hidrólise sofrido pelo amido, gerando uma maior proporção de dextrose do xarope. Com um aumento no grau de hidrólise do amido, maior a doçura do xarope, maior quantidade de dextrose, menor a viscosidade e maior a higroscopicidade. Xaropes com um grau menor de hidrólise (maior quantidade de polissacarídeos) resultam em produtos com textura e viscosidade menores (JACQUES; CHIM, 2021).

Os processos de obtenção do composto, podem ser através de hidrólise ácida, enzimática ou ácida-enzimática. No Brasil, o xarope de glicose normalmente comercializado para produção de balas é obtido por meio de hidrólise ácida e possui DE de 38-40% (ALMEIDA, 1996).

As propriedades mais importantes do xarope de glicose, para o setor de balas são: poder edulcorante, higroscopicidade, viscosidade, controle da cristalização, temperatura de congelamento, temperatura de ebulição, fermentabilidade e reação de Maillard. Além disso, os polissacarídeos presentes no xarope, atuam como agentes anticristalizantes, aumentando a viscosidade do meio, gerando um retardamento no movimento dos microcristais de sacarose,

impedindo que estes se unam e formem cristais perceptíveis (VERGARA, 2016). Devido ao seu menor peso molecular em comparação a sacarose, o xarope de glicose exerce maior pressão osmótica, o que inibe possíveis ataques microbianos e processos fermentativos, prolongando a vida útil do produto (KHALIL, 2004).

2.3.4 Acidulante

Os ácidos alimentícios, conhecidos como agentes acidulantes, são substâncias que desempenham a função de intensificar o gosto ácido (azedo) de alimentos e bebidas. Atuam como regulador de pH, agindo como tampão nas diversas etapas do processamento de alimentos e diminuem a resistência de microorganismos. Também contribuem para a extração da pectina e pigmentos de frutas e vegetais, alteram o sabor doce em alguns alimentos, evitam a cristalização indesejada do açúcar, impedem o escurecimento dos alimentos e modificam a textura de confeitos (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015a).

Na produção de balas, esse aditivo é adicionado à formulação para realçar o sabor e/ou proporcionar uma experiência de sabor ácido. No entanto, é importante considerar que os ácidos podem contribuir para dois efeitos negativos em balas de goma. Em um pH baixo e em altas temperaturas, existe o risco de degradação excessiva da gelatina e inversão da sacarose. A presença de frutose e glicose devido à inversão excessiva, pode resultar em balas indesejavelmente higroscópicas, pegajosas com elasticidade reduzida. Para minimizar esse efeito, o ácido é adicionado após o cozimento, de preferência em temperaturas mais baixas, logo antes da etapa de moldagem (HARTEL et al., 2018).

Os ácidos orgânicos mais comumente utilizados na produção de balas são: málico, cítrico, láctico e tartárico, os quais apresentam funções como o efeito acidulante e conservador (JACQUES; CHIM, 2018).

2.3.5 Aromatizante

O sabor é uma sensação complexa influenciada por compostos químicos presentes nos alimentos que comemos ou bebemos. Pode ser precisamente definido como a percepção simultânea de estímulos nos receptores de sabores da língua e cheiros na cavidade nasal, juntamente com a sensação de temperatura nos receptores localizados em toda a boca e garganta. Esses estímulos produzidos pelo cheiro e pelas sensações na boca, dão origem a impulsos microelétricos que viajam dos receptores específicos para áreas definidas no cérebro, onde são interpretados baseados em experiências reconhecíveis (HARTEL et al., 2018).

Os aromatizantes desempenham um papel crucial na criação e aprimoramento do sabor, possuem propriedades odoríferas e/ou sápidas, capazes de conferir ou intensificar o aroma e/ou sabor dos alimentos. São substâncias classificadas como naturais, semelhantes aos naturais ou artificiais, (JACQUES; CHIM, 2021).

Aromatizantes naturais são obtidos exclusivamente por métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias-primas naturais, como os produtos de origem animal ou vegetais aceitáveis para consumo humano, que contenham substâncias odoríferas que estejam em seu estado natural ou após um tratamento adequado. Já os aromas idênticos aos naturais são substâncias quimicamente definidas obtidas por síntese ou isoladas por processos químicos, possuem estrutura química idêntica às substâncias presentes nas matérias-primas naturais (processadas ou não) (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2015).

Os aromas artificiais, por outro lado, são sintetizados quimicamente e possuem alto impacto de aroma, necessitando de uma quantidade reduzida para gerar o mesmo efeito que o aroma natural. Não dependem de variações sazonais e são mais estáveis em altas temperaturas de processamento, sendo essencial considerar o grau de volatilização para garantir a compatibilidade com a temperatura de aplicação no processo (JACQUES; CHIM, 2021).

Independente da formulação escolhida, o produto final deve produzir um sabor que tenha o nível máximo de aceitação. Para isso, todos os aromas devem satisfazer alguns critérios: devem ser inofensivo e não apresentar perigo à saúde, devem ser tecnologicamente compatíveis com o produto final, devem estar em conformidade com todos os requisitos da legislação vigente, serem de fácil de manuseio, devem ser estáveis antes, durante e depois da incorporação no produto final e devem ser economicamente viáveis (HARTEL et al., 2018).

2.3.6 Corantes

A cor desempenha um papel crucial no momento da compra de um alimento pelos consumidores. Está relacionada com alguns fatores como: estado de maturação, presença de impurezas, tratamento tecnológico inadequado, más condições de armazenamento e início de alteração microbiana, entre outros (INSAUSTI; PINTO 2017).

Os corantes, por sua vez, são aditivos alimentícios, definidos como toda substância que confere, intensifica ou restaura a cor de um alimento. São utilizados em quantidade reduzida para garantir uma aparência próxima do natural, aos alimentos industrializados (ALVES et al. 2008). Esses aditivos podem ser classificados baseados em alguns critérios, como: origem (natural, idêntica a natural ou sintética), solubilidade (solúvel e insolúvel) e capacidade de cobertura (transparente e opaco). Os corantes naturais podem ser obtidos de

plantas (curcumina), produzido pela caramelização do açúcar (caramelo) ou a partir de insetos (carmim). Contribuem para a estética dos produtos e podem melhorar o valor nutricional do alimento (AMCHOVA et al., 2015).

Os corantes artificiais são compostos orgânicos sintéticos, com estrutura molecular diferente dos corantes encontrados na natureza. Possuem a capacidade de conferir grande intensidade de cor com uma estabilidade que supera a dos corantes naturais (IAL, 2008). São amplamente utilizados nas indústrias de balas de goma, devido a sua resistência frente a exposição à luz, oxigênio, temperatura, pH e condições de armazenamento (AMCHOVA et al., 2015). Essa substância absorve luz em comprimentos de onda específicos, permitindo a passagem apenas de determinadas frequências através da solução, o que resulta numa cor única (HARTEL et al., 2018).

Para escolher a cor final da bala, é necessário levar em consideração algumas propriedades, para a escolha do aditivo, como: a interação com os demais componentes do produto, a resistência aos açúcares redutores, estabilidade à luz e ao calor, capacidade em permanecer estável em pH ácido, limites de uso permitidos pela legislação e custo (JACQUES; CHIM, 2021).

De acordo com a legislação vigente, os produtos que possuem corantes em sua formulação, devem apresentar em seu rótulo a classe do aditivo (corante) e o nome por extenso e/ou INS. Além disso, os corantes artificiais devem conter a indicação “colorido artificialmente”, onde os corantes artificiais permitidos no Brasil são o amarelo crepúsculo, azul brilhante FCF, bordeaux S ou amaranto, eritrosina, indigotina, ponceau 4R, tartrazina e o vermelho 40 (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016).

Os corantes solúveis em água são utilizados na fabricação de gomas e balas de gelatina. São responsáveis pelas características finais de qualidade do produto, tornando-o atrativo para o consumidor. Devem ser incorporados após o cozimento da calda, antes de seu depósito no molde, para evitar degradação dos mesmos (JACQUES; CHIM, 2021).

2.4 Agentes de Textura

Balas de goma são fabricadas a partir de hidrocolóides, os quais conferem propriedades específicas ao produto final, como geleificação e capacidade de evitar a perda de água do produto, proporcionando brilho, transparência e uma textura característica para este tipo de bala.

A escolha da goma adequada para uma aplicação específica depende de diversas propriedades como: viscosidade desejada, força de gel, pH do sistema, temperaturas de

processamento, interações com outros ingredientes, textura e quantidade necessária para a obtenção das propriedades desejadas. Além disso, as características funcionais também são levadas em consideração, incluindo a capacidade das gomas de funcionar como ligantes, espessantes, inibidores de cristalização, agentes de clarificação, elementos de recobrimento, estabilizadores de emulsão, agentes de encapsulação e estabilizadores de espuma. (DAMODARAN et al., 2010). Geralmente, cada tipo de goma possui uma propriedade de mais destaque, o que serve de base para a sua escolha em uma aplicação desejada.

Dentre os ingredientes de textura mais utilizados para a fabricação de balas de goma, destacam-se o amido e a gelatina, podendo ser utilizados também gomas como: carragena, arábica, xantana e pectina de alto teor de metoxilação (JACQUES; CHIM, 2021).

2.4.1 Amido

O amido é o principal polissacarídeo armazenador de energia, presente em culturas de cereais, constituindo um polímero natural de dextrose. O amido tem duas formas naturais: a amilose, um polímero com longas cadeias lineares e a amilopectina, que é um polímero de cadeia ramificada. A proporção entre amilose e amilopectina varia entre diferentes plantas. O comprimento da cadeia de amilose varia, onde seus valores comuns estão entre 200 e 500 unidades de glicose. A amilopectina tende a ser uma molécula mais massiva do que a amilose, com comprimento das cadeias limitado a 20-30 unidades de glicose (EDWARDS, 2000).

O amido destaca-se entre os carboidratos, devido sua ocorrência na natureza na forma de partículas denominadas grânulos, sendo insolúveis e se hidratam muito pouco em água fria, podendo ser dispersos na água, formando uma suspensão de baixa viscosidade que é facilmente misturada e bombeada, mesmo em concentrações superiores a 35%. A capacidade do amido para aumentar a viscosidade, atuando como espessante, é alcançada somente quando a suspensão de grânulos é cozida. Ao aquecer a suspensão composta por 5% dos principais grânulos de amidos nativos a 80°C, sob agitação, obtém-se uma dispersão altamente viscosa que pode ser definida como goma (DAMODARAN et al., 2010).

Existem vários tipos de amidos, com características distintas e aplicações específicas. Os amidos modificados são empregados em diversos setores com: indústria de sorvetes, produção de pudins e sobremesas, produtos de panificação, macarrões instantâneos, produtos extrusados, balas e caramelos, sopas e conservas e molhos (CEREDA et al., 2001). Na indústria de confeitos, o amido é empregado a muitos anos como meio de moldagem para fazer impressões, onde as caldas líquidas são depositadas. Contudo, a função mais

importante do amido é ser utilizado como agente gelificante ou estabilizador em uma ampla variedade de geleias e confeitos à base de amido (HARTEL et al., 2018).

É muito comum usar amido como agente gelificante na fabricação de balas de goma por causa de seu baixo custo, o que o torna uma opção econômica como matéria-prima. No entanto, a gelificação do amido requer um tempo de cozimento mais prolongado. Além disso, ao contrário da gelatina, as balas de goma feitas com amido são menos elásticas, mais firmes e sensíveis à temperatura ambiente.

2.4.2 Gelatina

Há mais de dois milênios, tecidos conjuntivos e produtos derivados deles, têm sido empregados nas casas e na indústria alimentícia, devido às suas propriedades gelificantes. No final do século XIX, a produção em escala industrial, contribuiu para o melhoramento da consistência e disponibilidade do produto. Na indústria alimentícia, a gelatina destaca-se por ser um hidrocolóide que pode ser utilizado como gelificante, espessante e estabilizante. Difere-se de outros hidrocolóides, pelo fato da maioria deles ser polissacarídeos (carragena e pectina), enquanto a gelatina é uma proteína totalmente digerível (POPPE, 1992).

A gelatina é quase insípida e inodora, sendo um sólido quebradiço, com tonalidade levemente amarelada. Contém 8-13% de umidade e possui uma densidade relativa entre 1,3 a 1,4. Quando os grânulos de gelatina entram em contato com água fria, eles se hidratam em partículas discretas e inchadas. Com o aquecimento, essas partículas se dissolvem e formam uma solução, tendo seu comportamento influenciado pela temperatura, pH, teor de cinzas, método de produção e concentração (GMIA, 2012).

2.4.2.1 Tipos de Gelatina

A gelatina é um dos ingredientes mais versáteis no ramo da confeitaria, sendo produzida a partir da hidrólise do colágeno presente nos ossos e peles de animais. Suas fontes comerciais são normalmente advindas de bovinos ou suínos. O colágeno é composto por três cadeias polipeptídicas dispostas em uma tripla hélice e pode sofrer hidrólise sob condições ácidas ou alcalinas. A gelatina obtida por meio de hidrólise ácida é denominada como tipo A, enquanto a gelatina produzida por processos de hidrólise alcalina é designada como tipo B (EDWARDS, 2000).

O método de pré-tratamento ácido resulta nas gelatinas do tipo A. Neste processo, a matéria-prima hidratada é imersa em ácido mineral diluído em ambiente a frio (pH 1,5 a 3,0) por um período entre 8 a 30 horas, dependendo de características da matéria-prima. Após

esse tempo, o material é lavado em água corrente e neutralizado até atingir o pH de extração (PHILLIPS; WILLIAMS, 2009).

No processo alcalino de pré-tratamento do colágeno, ocorre uma imersão prolongada do produto em soluções alcalinas (água de cal saturada), para a remoção de muitas impurezas como proteínas e substâncias mucosas que são solúveis neste tipo de pH (WARD; COURTS, 1977). A temperatura é mantida abaixo de 24 °C e a mistura é agitada em intervalos utilizando meios mecânicos. A duração do processo varia entre 20 dias até 6 meses, dependendo do tipo de matéria-prima. Após a conclusão do tratamento, o material é lavado com água até atingir condições aproximadamente neutras antes do tratamento com ácido diluído (HCl), para alcançar o pH de extração (PHILLIPS; WILLIAMS, 2009). Como resultado, as gelatinas obtidas por processo alcalino são mais puras em comparação às gelatinas provenientes do processo ácido.

2.4.2.2 Propriedades das gelatinas

A gelatina é amplamente utilizada no setor de confeitos, devido a suas propriedades: capacidade de formar espuma, gelificar ou solidificar, resultando em um produto que se dissolve lentamente na boca (GMIA, 2012). Assim, a produção em larga escala com preços acessíveis, justificam o grande interesse e exploração das propriedades funcionais da gelatina em diversos ramos industriais.

A formação de géis termorreversíveis em água é uma das características mais importantes da gelatina. Quando uma solução aquosa de gelatina com uma concentração é resfriada a aproximadamente 35-40°C, percebe-se um aumento inicial da viscosidade, seguido pela formação do gel. Esse tipo de habilidade é um parâmetro relevante de qualidade física da gelatina. A avaliação desta característica é muito importante, não apenas do ponto de vista de qualidade, mas também como indicador da quantidade de gelatina necessária para uma determinada aplicação (GMIA, 2012).

O Bloom é uma medida específica para a força do gel formado pela gelatina. Em gelatinas comerciais, seus valores encontram-se na faixa de 50 a 300 g Bloom, um valor maior de Bloom representa, uma gelatina com um gel mais forte, maior temperatura de gelificação e fusão. As gelatinas são classificadas como: alto Bloom, 200-300 g; Bloom médio, 100-200 g; Bloom baixo, 50-100g (PHILLIPS; WILLIAMS, 2009).

2.4.3 Pectina

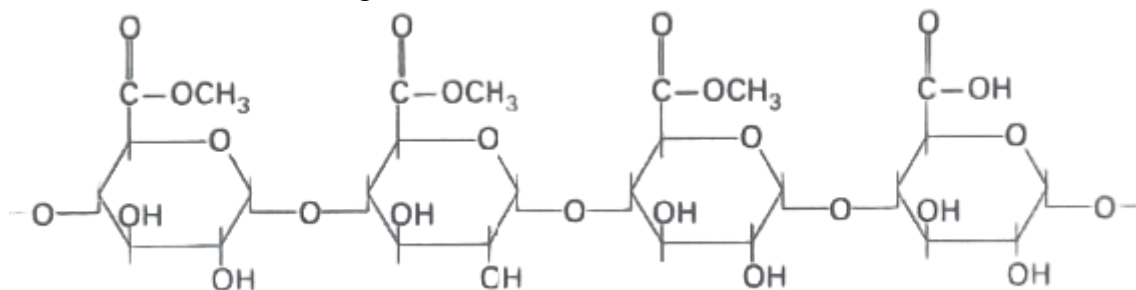
A pectina está presente em todas as frutas em quantidades variáveis, podendo

também ser encontrada em algumas raízes como beterraba e cenoura e em tubérculos como batatas (HARTEL et al., 2018). A pectina comercial é obtida, principalmente, de casca de frutas cítricas e do bagaço de maçã, onde a pectina proveniente da casca de lima e limão, é facilmente isolada e possui elevada qualidade (DALA-PAULA et al., 2021). Tal substância possui capacidade única de formar géis espalháveis, na presença de açúcar e ácido, ou na presença de íons cálcio, sendo utilizadas principalmente nesses tipos de aplicações (DAMODARAN et al., 2010).

2.4.3.1 Estrutura das Pectinas

A estrutura fundamental de todas as moléculas de pectina é composta por uma cadeia linear de unidades de α -D-ácidos galacturônicos unidas por ligações glicosídicas α -1,4 (Figura 3). Algumas pectinas apresentam cadeias de arabinogalactanas ramificadas ou cadeias curtas, que consistem em unidades de D-xilose na cadeia de ramnogalacturonoglicana. As unidades de ramnopiranosil introduzem irregularidades na estrutura e restringem o tamanho das regiões de junção, afetando a gelificação (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Figura 3 - Estrutura Básica da Pectina.



Fonte: Ribeiro; Seravalli, 2004.

O grau de metoxilação (GM) é um aspecto que diferencia as pectinas, sendo definido como 100 vezes a razão entre o número de resíduos de ácido galacturônico esterificados e o número total de resíduos de ácido galacturônico (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). Conforme o grau de esterificação, as pectinas são classificadas como pectinas de alto grau de metoxilação ou baixo grau de metoxilação. As pectinas extraídas de frutas, que apresentam mais da metade dos grupamentos carboxila metoxilado ($GM > 50\%$), isto é, formando ligações éster metílico, são denominadas com alto teor de metoxilação (pectina ATM), enquanto aquelas em que menos da metade dos grupamentos carboxilas ($GM < 50\%$) encontram metilados, são denominadas de pectina com baixo teor de metoxilação (pectina

BTM) (DALA-PAULA et al., 2021).

2.4.3.2 Pectina ATM

As pectinas com alto teor de metoxilação resultam em um gel que mantém sua consistência e não funde novamente. No preparo de geleias com sabor de frutas, a pectina normalmente utilizada é a de alta metoxilação, e devido a necessidade de um meio com pH ácido, as pectinas são usualmente acidificadas como parte do sabor da fruta (EDWARDS, 2000).

Caso o pH de uma suspensão de pectina for ajustado dentro da faixa ideal de 2,8 a 3,5 e se a sacarose estiver em uma concentração que resulte em 65% de sólidos solúveis na solução, a subsequente redução de temperatura da suspensão, formará um gel, que mantém sua característica mesmo quando reaquecido a temperaturas próximas a 100 °C. Valores de pH mais elevados resultam em géis moles, enquanto valores baixos (até pH = 2,0) geram géis muito rígidos. Quando o pH do meio apresenta valores muito baixos (menor que 2,0), a pectina passa por um processo de hidrólise (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Durante o processo de formação de géis, observa-se a transformação dos grupamentos carboxílicos, altamente hidratados e carregados, que se tornam neutros e com pouca hidratação (DALA-PAULA et al., 2021). Como resultado da modificação das cargas e do nível de hidratação das moléculas poliméricas, tem-se a união das porções ao longo de sua extensão, gerando junções e uma rede de cadeias poliméricas que retêm a solução aquosa de moléculas de soluto (DAMODARAN et al., 2010).

2.4.3.3 Pectina BTM

As pectinas BTM apresentam capacidade de formar géis na presença de cátions divalentes, que possibilitam a formação de ligações cruzadas entre as cadeias. Na indústria de alimentos são empregados os sais de cálcio, onde um aumento da concentração desses sais, resulta na formação de géis mais resistentes numa faixa de temperatura mais ampla (DALA-PAULA et al., 2021).

Na fabricação de produtos com um pH neutro, por volta de 5, como geleias sabor de baunilha e menta e água de rosas (usada em delícias turcas), a utilização de pectinas de alto teor de metoxilação torna-se inviável. Nesse caso a única opção, é recorrer as pectinas de baixo teor metoxilação (EDWARDS, 2000). Sendo esta uma decisão fundamental para a garantia de uma boa textura do produto final.

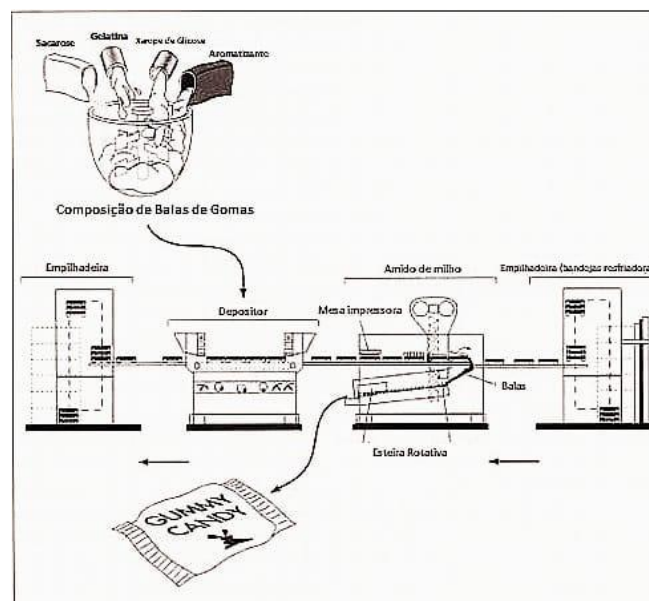
Os géis formados pelas pectinas BTM são considerados termorreversíveis, pelo fato

do processo de gelificação ocorrer na faixa de temperatura de 30 a 70 °C. Esse tipo de pectina é capaz de formar géis em pH de aproximadamente 6,5, devido sua dependência exclusiva do íon cálcio. A principal aplicação das pectinas BTM é na produção de geléias e doces dietéticos, pois não necessitam de açúcar para a formação de gel (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

2.5 Processo de fabricação de balas de goma

Os processos envolvidos na elaboração de balas de goma (Figura 4), variam ligeiramente dependendo da natureza do hidrocolóide usado, seguindo a mesma linha geral de fabricação: cozimento dos ingredientes, moldagem, secagem; remoção dos moldes, limpeza e finalização (JACKSON; LESS, 1973).

Figura 4 - Esquema do processo de elaboração de balas de goma.



Fonte: Adaptada de Made How, 2023.

2.5.1 Cozimento e concentração

O primeiro passo do processamento desse confeito, requer a mistura dos açúcares, seguido do cozimento dessa massa com a água, em temperatura apropriada para obter o teor de umidade desejado.

O objetivo desta etapa é certificar a completa dissolução de todos os açúcares, para solubilizar o hidrocolóide (quando apropriado), evaporar a água e garantir a viscosidade adequada. Diversos métodos podem ser empregados para cozinhar a mistura, incluindo o uso de tachos abertos, cozimento a vácuo e utilização de trocador de calor de superfície

(HARTEL et al., 2018). O teor residual de água no final do processo de cozimento varia conforme o método de fabricação e do tipo de produto, sendo a faixa padrão em torno de 20% de umidade.

2.5.2 Moldagem

Os equipamentos industriais de confeitaria para moldagem e deposição de produto, são compostos por moldes individuais, que possuem o tamanho e formato adequado para o produto específico.

Industrialmente, os moldes são transportados abaixo de um depositador, que possui um pistão de enchimento, responsável por depositar com precisão a quantidade necessária de calda quente em cada molde. O processo permite a deposição dos alimentos de um único tipo ou em camadas. Em seguida, o produto é conduzido para túnel de resfriamento. Após endurecerem o suficiente, as balas são ejetadas e os moldes reiniciam o ciclo (FELLOWS, 2000).

Os moldes para balas de goma, podem ser feitos de materiais plásticos ou poliméricos, mas frequentemente, são confeccionados utilizando materiais secos, como pó de amido de milho, moldado na forma desejada (HARTEL et al., 2018).

2.5.2.1 Moldes de amido

Tradicionalmente, os moldes de amido (Figura 5) têm sido usados na fabricação de balas de goma. O amido de milho é uma excelente escolha de material de moldagem, pois é um insumo barato, fácil de manusear e moldar.

Esses moldes possuem a vantagem de serem mais flexíveis. Se houver necessidade de alterar a forma ou o peso do produto que estiver em um sistema sem amido, seria preciso um novo conjunto de moldes. Enquanto em um sistema de amido, basta mudar a máquina que carimba as impressões no amido. Além disso, o amido apresenta outra vantagem, relacionada ao produto acabado, no momento de remoção do molde, a superfície da bala é mais seca,consequentemente mais resistente do que a maior parte do produto. Essa camada proporciona uma proteção contra danos em altas temperaturas (EDWARDS, 2000).

Figura 5 - Moldes de balas de goma feitos de Amido.



Fonte: Autodesk Instructables, 2010.

O processo geral para moldagem de balas de goma em amido, começa com o enchimento de uma bandeja ou tábua com amido, que é nivelado e alisado para criar uma superfície plana. Posteriormente uma impressão é pressionada no amido, por meio de uma placa de prensagem que tenha o formato desejado. A calda quente contendo o hidrocolóide é depositada na bandeja. Normalmente, a calda depositada no amido, possui um teor de água maior do que o desejado no produto final, a fim de garantir uma viscosidade suficientemente baixa para que o doce preencha completamente o molde, cobrindo todos os pequenos detalhes (HARTEL et al., 2018).

2.5.3 Secagem

A secagem do produto até o teor de umidade final, é um método simples em que as bandejas de amido são posicionadas em uma câmara aquecida e ar quente é soprado sobre os confeitos. A taxa de secagem depende dos seguintes fatores: o tamanho da bala, a viscosidade do confeito e a temperatura máxima que pode ser aplicada sem danificar o produto (EDWARDS, 2000). As condições da estufa são importantes para garantir uma solidificação adequada do produto, a umidade relativa deve ser mantida abaixo de 50% para promover a secagem. Além disso, a baixa umidade auxilia na prevenção do endurecimento da superfície do confeito, impedindo que fique pegajoso e o amido absorva água (HARTEL et al., 2018).

A etapa de secagem pode durar até 48 horas a uma temperatura média de 50-60°C. A utilização de altas temperaturas e baixa umidade relativa pode causar endurecimento do amido, no entanto baixas temperaturas podem causar o umedecimento do amido utilizado

nos moldes. Neste sentido, a manutenção da estufa nessa faixa de temperatura, proporciona que o amido se mantenha num nível de umidade ideal para ser reciclado (JACQUES; CHIM, 2021).

2.5.4 Desmoldagem e finalização

No processo de desmoldagem, é possível que traços de amido permaneçam na bala, sendo removidos por meio de corrente de ar. Para o resfriamento das balas após a desmoldagem, estas são dispostas em bandejas à temperatura ambiente por até 24 horas, com umidade ambiente controlada (JACQUES; CHIM, 2021). Essa prática é fundamental para prevenir variações de umidade, onde um equilíbrio de forma inadequada pode resultar na aderência dos produtos uns nos outros.

Após a solidificação das balas, é necessário realizar uma finalização, como o drageamento, antes da embalagem. Onde algumas balas de goma podem passar por um procedimento de cobertura para adicionar sabor extra, brilho ou evitar que grudem umas nas outras. A cobertura pode ser feita com açúcar, amido de milho, cera de abelha ou outros ingredientes.

Na embalagem destes produtos utiliza-se normalmente embalagens plásticas de polipropileno, polipropileno biorientado e polietileno de baixa densidade (JACQUES; CHIM, 2021).

2.6 Textura dos alimentos

2.6.1 Definição e importância da textura na aceitação do produto

A textura de um produto refere-se a sua aparência e suas características de superfície, que são influenciadas pelo tamanho, forma e densidade. Os alimentos podem ser descritos em termos de maciez, dureza, cremosidade ou crocância (ALEMU, 2023). Esse atributo físico proporciona satisfação ao consumidor, devido às sensações táteis que exercem influência direta na apreciação do alimento durante a degustação.

O papel da textura na aceitabilidade global dos alimentos varia consideravelmente, sendo interligada ao tipo de alimento em questão. Em alguns alimentos, como carne, batata frita, flocos de milho e aipo, a textura é a principal característica de qualidade. Em outros produtos como frutas, vegetais e queijos, a textura é significativa, porém não dominante, contribuindo para o sabor e aparência. No entanto, em bebidas e sopas ralas, a textura contribui de forma insignificante para a qualidade geral (BOURNE, 2002).

As medidas de textura são classificadas de acordo com o tipo de mercadoria testada, abrangendo cereais, carne, peixe, aves, vegetais, frutas, laticínios, gorduras, confeitaria, bebidas, entre outros alimentos. Boa parte do processamento de alimentos é direcionado para enfraquecer a estrutura dos produtos para facilitar a mastigação (BOURNE, 2002). O estudo da textura é crucial para avaliar a resistência desses produtos contra ação mecânica, compreender as propriedades de fluxo durante o processamento, manuseio e armazenamento, determinando assim o comportamento mecânico de um alimento quando consumido (DEMAN et al., 1999).

2.6.2 Componentes da análise do perfil de textura

A análise do perfil de textura (TPA) é um teste empregado para mensurar a textura dos alimentos (Figura 6). Durante o teste, as amostras são comprimidas duas vezes usando um analisador de textura, que gera informações sobre o comportamento das amostras quando mastigadas (TEXTURE TECHNOLOGIES, 2023). Esse processo resulta em valores correspondentes a atributos como: dureza, fragilidade, adesividade, elasticidade, coeção, gomosidade, mastigabilidade e resiliência.

Figura 6 - Representação de TPA realizada em alimentos.



Fonte: Texture Technologies, 2023.

Dureza refere-se a força necessária para comprimir uma substância sólida entre os dentes molares ou entre a língua e o palato no caso de alimentos semissólidos (BOURNE, 2002). Fragilidade é a força com que os materiais se quebram. Em alimentos considerados frágeis, tendem a produzir sons quando mastigados (por exemplo, torradas, cenoura, aipo) e apresentam uma coesão reduzida e a dureza pode variar entre baixa ou alta (DEMAN et al., 1999),

A adesividade trata-se da força necessária para remover o material que se adere à boca, durante o processo normal de alimentação (BOURNE, 2002). Elasticidade é a capacidade de um produto se recuperar fisicamente após ser deformado durante a primeira

compressão. A recuperação elástica é avaliada ao decorrer da segunda compressão. Existem várias maneiras de medir a elasticidade, sendo a mais comum através do cálculo da distância da altura detectada durante a segunda compressão dividida pela distância de compressão original (TEXTURE TECHNOLOGIES, 2023).

O atributo coesão refere-se a capacidade do produto resistir a uma segunda deformação em comparação a resistência realizada na primeira deformação. A gomosidade corresponde a energia necessária para desintegrar um alimento semi sólido até atingir um estado apto para ser engolido. Sendo assim, um atributo relacionado a dureza e coesão. Mastigabilidade refere-se a energia requerida para mastigar um alimento sólido até atingir um estado pronto para deglutição. Está correlacionado a dureza, coesão e elasticidade (DEMAN et al., 1999)

Resiliência é a capacidade do produto de voltar a sua altura original. A resiliência é medida na retirada da primeira compressão, antes do início do período de espera. Embora seja possível medir com uma única compressão, é crucial que a velocidade de retirada seja igual à velocidade de compressão (TEXTURE TECHNOLOGIES, 2023).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a condução do estudo foram preparadas diferentes formulações de balas de goma, baseadas no trabalho de WALLY et al. (2006), variando as concentrações de gelatina e pectina. Cada formulação foi preparada de acordo com a proporção de ingredientes apresentada na Tabela 1.

Foram empregados na elaboração das formulações os seguintes ingredientes: pectina de alto teor de metoxilação (ATM), gelatina comercial sem sabor em pó, incolor, da marca Bretzke, e xarope de glicose da marca Arcolor, com um valor de DE de aproximadamente 40%.

As balas de goma foram produzidas em duplicata, utilizando como base 10 gramas de gelatina em todos os tratamentos, sendo o tratamento T1 o controle do estudo. Os tratamentos T2, T3 tiveram modificações na concentração de gelatina (15, 20 g), já nos tratamentos T4 e T5 a concentração de gelatina foi mantida a mesma (10g), adicionando pectina na formulação em diferentes concentrações (5, 10g). Com o aumento da quantidade de gelatina foi necessário retirar a mesma proporção no teor de água adicionado à formulação, para se manter um padrão de aproximadamente 400g de produto final em todos os tratamentos.

Tabela 1 - Formulações das balas de gomas.

Ingredientes	Tratamento 1 quantidades (g)	Tratamento 2 quantidades (g)	Tratamento 3 quantidades (g)	Tratamento 4 quantidades (g)	Tratamento 5 quantidades (g)
Sacarose	115	115	115	115	115
Xarope de Glicose	120	120	120	120	120
Água para a concentração dos açúcares	120	102	77	115	110
Gelatina	10	15	20	10	10
Pectina	-	-	-	5	10
Água para diluição da gelatina	50	63	83	50	50
Ácido Cítrico	3	3	3	3	3

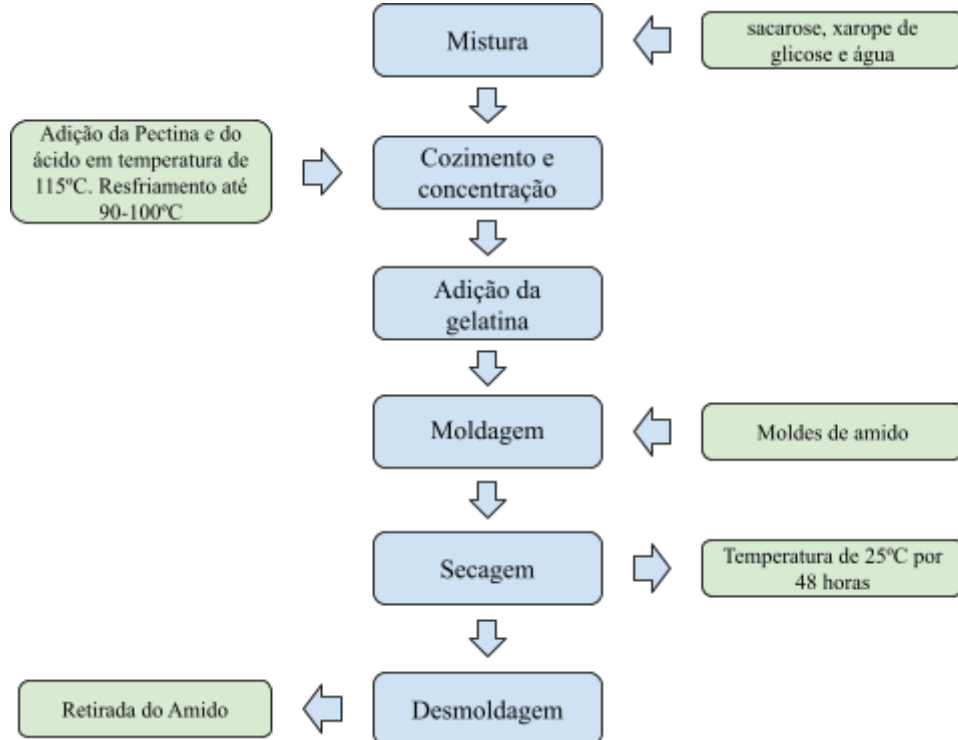
Fonte: Do Autor, 2023.

3.1 Procedimento de preparo das balas de gomas

Iniciou-se o processo (Figura 7), por meio da pesagem dos ingredientes, seguido pelo cozimento dos açúcares (sacarose, xarope de glicose) e água, até atingir a temperatura de aproximadamente 115°C, aferidos por meio de um termômetro. A gelatina foi hidratada adicionando sua respectiva quantidade de água de diluição, sob agitação, dissolvendo-a completamente. Após a calda de açúcares resfriar até 90-100°C, nos tratamentos T1, T2 e T3, adicionou-se o ácido cítrico e a gelatina previamente dissolvida à massa, misturando esses ingredientes para homogeneizar (GARCIA, 2003). Nos tratamentos T4 e T5, após o aquecimento da calda, o ácido cítrico e a pectina foram adicionados a temperatura de 115°C, até homogeneizar. Depois do resfriamento (90-100°C) foi adicionado a gelatina.

Posteriormente essa calda seguiu para moldagem, em moldes de amido. Passando pelo processo de secagem natural em BOD com temperatura controlada de 25°C por 48 horas. Após esse período, as balas foram desmoldadas.

Figura 7 - Fluxograma do Processo.



Fonte: Do Autor, 2023.

3.2 Análises

Após o desenvolvimento das balas, a análise físico-química de sólidos solúveis foi realizada na calda quente antes da moldagem. As análises de acidez titulável, análise do perfil de textura (TPA) e de teor de umidade, foram feitas com as balas de goma já moldadas e seca.

3.2.1 Sólidos solúveis

A análise de sólidos solúveis das amostras foi realizada em um refratômetro manual, onde inseriu-se uma pequena quantidade de amostra no prisma do equipamento para efetuação da leitura, obtendo-se resultados expressos em °Brix (LAZZAROTTO et al., 2008).

3.2.2 Acidez

Através do método 016/IV de determinação de acidez titulável do IAL (2008), foi possível analisar a acidez da bala, por meio de titulação com NaOH 0,1M padronizado. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico/100g, utilizando-se a Equação 1, descrita no método 312/IV do IAL (2008).

$$\text{Acidez} = \frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n}$$

(Equação 1)

Onde:

V= volume de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL

M= Molaridade da solução de hidróxido de sódio

P= Massa da amostra em g

PM= Peso molecular do ácido cítrico em g (PM=192g)

n= número de hidrogênio ionizáveis do ácido cítrico (n=3)

F= Fator de correção da solução de hidróxido de sódio

3.2.3 Análise do perfil de textura das balas

A análise de textura das gomas moldadas e secas foi realizada no Texturômetro TA.XT plus Texture Analyser (Figura 8). No teste TPA (Texture Profile Analysis), foram analisadas 3 amostras de cada duplicata, totalizando 6 resultados para cada tratamento. A sonda cilíndrica utilizada foi de 36 mm e o equipamento foi programado com os seguintes dados de entrada: opção em TPA, força em gramas, velocidades no pré-teste, teste e pós-teste de 4,0 mm/s, strain em 73%, tempo em 0,50 s. e força de disparo de 5 g. Os valores de dureza, foram compilados em software Texture Expert e transportados ao Excel para cálculos de média e desvio-padrão das leituras efetuadas (GARCIA, 2003).

Figura 8 - Texturômetro TA.XT plus.



Fonte: Do Autor, 2023.

3.2.4 Determinação do teor de umidade

A análise de umidade foi feita com as balas desinformadas. As amostras foram trituradas e pesadas em cápsulas de porcelana, levadas ao aquecimento em estufa em temperatura de 105°C, onde foram mantidas por um período de aproximadamente 12h. Depois passaram por resfriamento em dessecador até o peso constante. As amostras resfriadas foram pesadas novamente para determinar a perda de peso, que representa a quantidade de umidade evaporada da amostra. O teor de umidade é calculado dividindo a perda de peso pela massa inicial da amostra e multiplicando por 100 (IAL, 2008).

3.3 Análises estatísticas

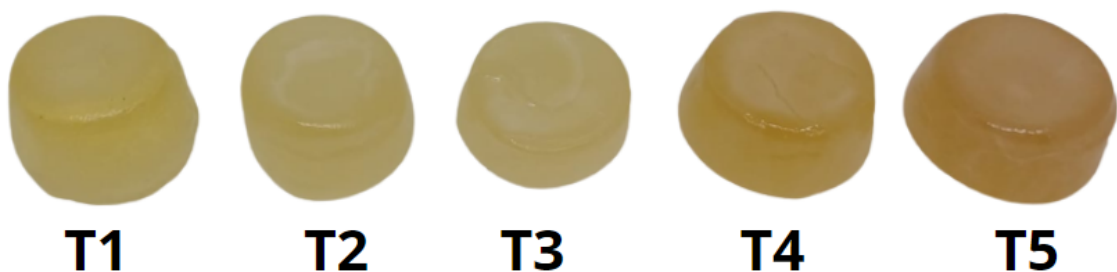
Os resultados das análises de acidez titulável, teor de sólidos solúveis, umidade e perfil de textura foram avaliados utilizando-se análise de variância (ANOVA). As análises estatísticas foram realizadas considerando o nível de 5% de probabilidade usando o software Assistant version 7.7. As diferenças entre as médias dos tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físico-químicas

As balas de goma produzidas para cada tratamento do estudo, após o processo de desmoldagem, podem ser visualizadas na Figura 9. Os resultados obtidos para as análises físico-químicas da calda e das balas de goma estão representados na Tabela 2.

Figura 9 - Aspecto visual das balas produzidas nos diferentes tratamentos.



Fonte: Do autor, 2023.

Tabela 2 – Características físico-químicas das formulações de bala de goma.

Tratamentos	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (%)	Umidade (%)
T1 (10g de gelatina)	71,5 ± 0,7 ^a	0,102 ± 0,002 ^a	17,9 ± 1,8 ^b
T2 (15g de gelatina)	68 ± 0,00 ^b	0,070 ± 0,009 ^b	19,7 ± 1,9 ^b
T3 (20g de gelatina)	62 ± 0,7 ^c	0,062 ± 0,002 ^b	26,1 ± 1,2 ^a
T4 (10g de gelatina + 5g de pectina)	68 ± 0,7 ^b	0,067 ± 0,001 ^b	17,6 ± 0,4 ^b
T5 (10g de gelatina + 10g de pectina)	71,5 ± 0,7 ^a	0,070 ± 0,000 ^b	18,9 ± 1,0 ^b

Valores expressos em média ± desvio padrão. As médias seguidas com letras em comum na mesma coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ pelo teste de Duncan.

Fonte: Do Autor, 2023.

As balas de gelatinas comerciais devem possuir teor de sólidos solúveis na faixa de 74 °Brix, valores abaixo de 70 °Brix podem gerar interferência, reduzindo o tempo de vida da prateleira do produto, já valores muito superiores tornam a textura muito dura, o que é indesejável, pois pode levar à rejeição do produto pelo consumidor (LAZAROTTO et al.,2008).

O teor de sólidos solúveis das caldas foi medido em refratômetro, sua avaliação indica que houve diferença significativa entre os tratamentos, apesar da concentração de açúcares na formulação ser a mesma em ambas as caldas produzidas. A temperatura final do cozimento é responsável por determinar a concentração de açúcares no produto acabado (WIENEN; KATZ, 1991). Os valores baixos de sólidos solúveis, podem estar relacionados ao processo de cozimento, onde foi produzida pouca quantidade de produto, gerando uma dificuldade no controle de temperatura.

De acordo com Michon et. al. (1997), a gelatina é um gel termorreversível, a temperatura de gelificação e o gradiente de temperatura durante o resfriamento da solução e as flutuações de temperatura durante o processo de gelificação afetam as propriedades do produto. No presente trabalho, com o aumento da concentração de gelatina é perceptível uma diminuição no teor de sólidos solúveis, devido a gelatina ser um ingrediente que possui a capacidade de reter água, quando ocorre o aumento da concentração desse composto, a rede de gel formada fica mais robusta. Isso resulta em uma retenção de água mais aprimorada, deixando a bala com consistência mais firme. Essa matriz tridimensional reforçada contribui significativamente para a redução do teor de sólidos solúveis.

Os resultados de acidez foram obtidos através de titulação com NaOH 0,1M. A concentração de ácido cítrico adicionada foi a mesma em todas as formulações (3 gramas). Observa-se que as balas de gomas apresentaram baixa acidez em todos os tratamentos avaliados. O tratamento T1 demonstrou maior valor de acidez, diferenciando-se significativamente dos demais.

A adição de ácidos orgânicos, principalmente o ácido cítrico, traz efeitos positivos em aspectos sensoriais das balas de frutas, sendo um ingrediente obrigatório. Baixos níveis de acidez geram uma mudança no sabor do produto com pouca percepção da acidez, por outro lado, uma alta acidez acelera o processo de hidrólise da sacarose, formando açúcares simples como glicose e frutose. Quando isto acontece, a bala apresenta maior tendência em absorver umidade do ambiente, reduzindo assim a vida útil (SPANEMBERG, 2010).

Segundo Lazzarotto (2008), é esperado que as balas de goma possuam alto teor de umidade, cerca de 20%. Com base nos dados da Tabela 2, observa-se que os teores de umidade das balas encontram-se na faixa de 17,65 a 26,14%, ficando próximos do valor recomendado.

Verifica-se que os tratamentos T1, T2, T4 e T5 apresentaram valores semelhantes de umidade. As balas formuladas com maior concentração de gelatina, geraram resultados de umidade significativamente superiores aos demais tratamentos. Uma maior quantidade de gelatina na formulação, fez com que as balas tivessem uma maior retenção de água em sua composição durante o processo de cozimento, o que acabou influenciando a concentração de sólidos solúveis da calda. Enquanto, as balas com menores concentrações de gelatina na formulação, resultaram em um menor percentual de umidade.

Variações no teor de umidade do produto, podem provocar alterações indesejáveis na textura. As gomas normalmente, apresentam uma atividade de água de 0,60 e quando colocadas em ambientes com uma umidade relativa entre 50 e 65% tendem a absorver água, o que pode resultar no crescimento de bolores e leveduras (COLTRO, 1999).

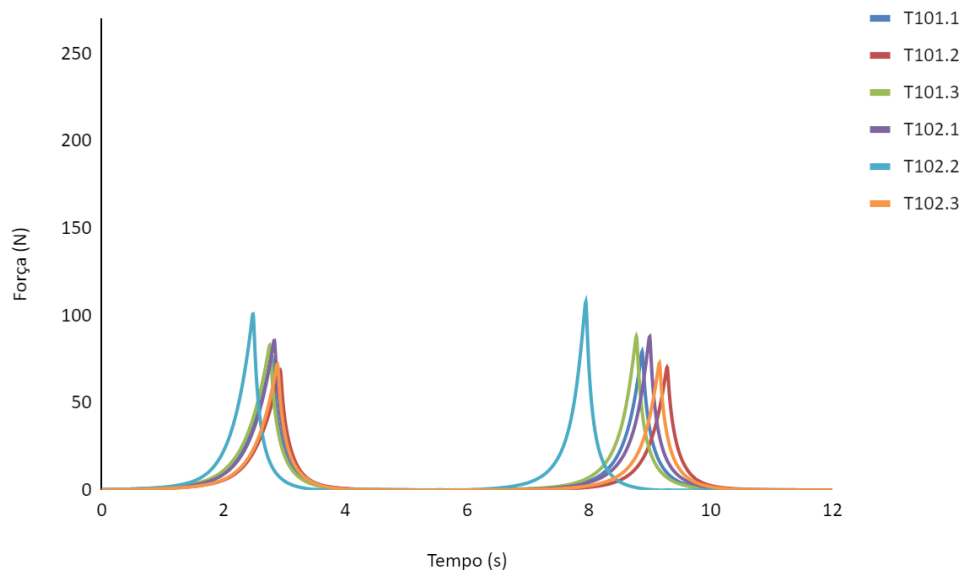
4.2 Análise do perfil de textura

Segundo Ramos e Gomide (2017), o método de TPA consiste numa análise que reflete a percepção humana da textura, por meio de dois ciclos completos de compressão e descompressão de uma amostra de alimento, de forma a simular a ação dos dentes durante o processo de mastigação. A dureza, também conhecida como firmeza, é definida como a força necessária para se alcançar uma determinada deformação.

A força necessária, durante os dois ciclos, para comprimir as seis amostras de bala de goma de cada tratamento, foi medida e está representada graficamente nas curvas de deformação tempo versus força. Na curva TPA a dureza é visualizada sendo a força máxima (pico da curva), obtida no primeiro ciclo de compressão.

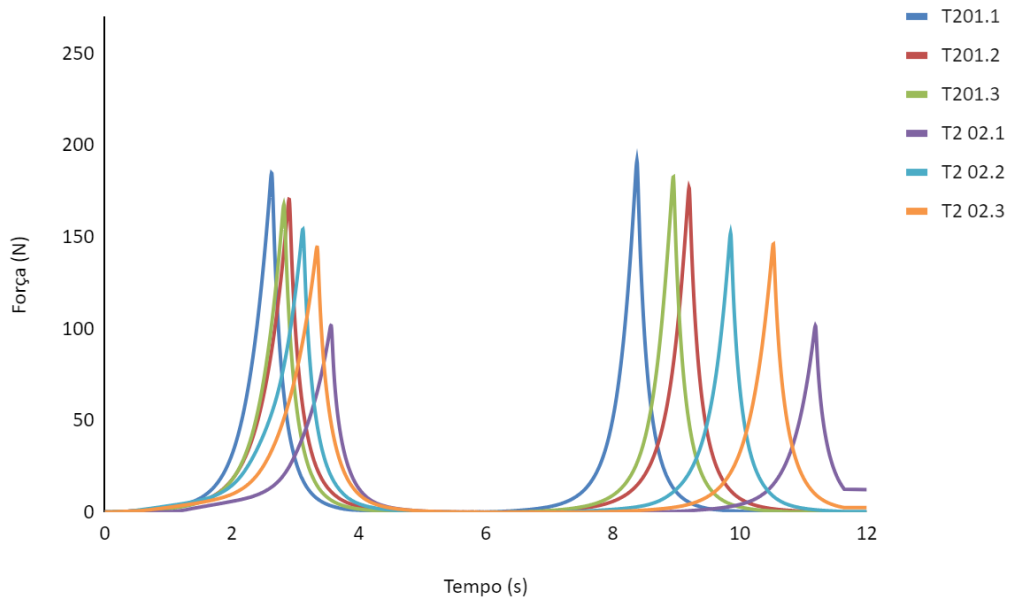
Na Figura 12 é possível visualizar uma maior diferença entre os demais gráficos, onde o tratamento T3 demonstrou uma maior demanda de força para comprimir a bala, necessitando quase o triplo de força máxima média do que o tratamento T1. Tal fenômeno ocorre devido a maior quantidade de gelatina presente em sua formulação, o que deixou o confeito mais firme, demandando mais energia para sua compressão. Na Figura 11, as balas com 15 gramas de gelatina em sua formulação, apresentaram curvas com comportamento intermediário entre os demais tratamentos. O T5 (Figura 14) demandou cerca de 38% a mais de força máxima média do que o tratamento T4 (Figura 13) e 37% a mais do que o T1 (Figura 10), devido à maior concentração de pectina combinada à gelatina.

Figura 10 - Curva de deformação TPA do Tratamento T1 (10 gramas de gelatina).



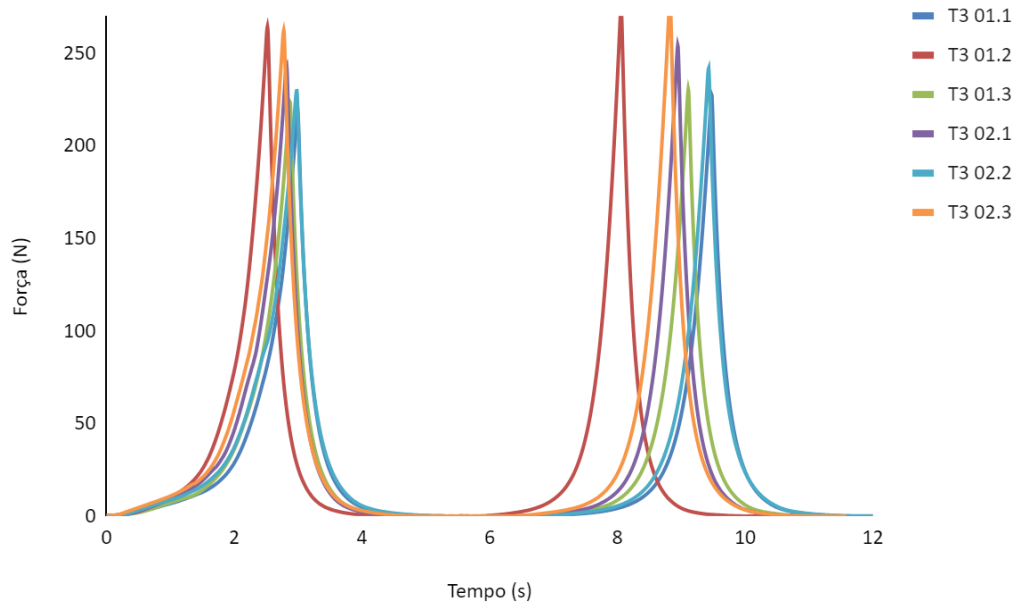
Fonte: Do Autor, 2023

Figura 11 - Curva de deformação TPA do tratamento T2 (15 gramas de gelatina).



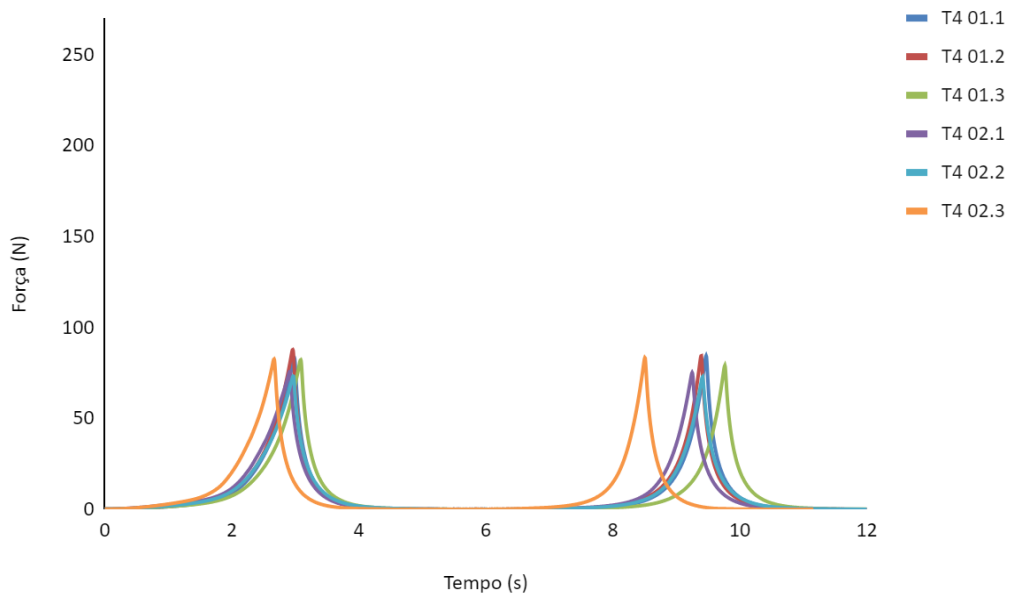
Fonte: Do Autor, 2023

Figura 12 - Curva de deformação TPA do Tratamento T3 (20 gramas de gelatina).



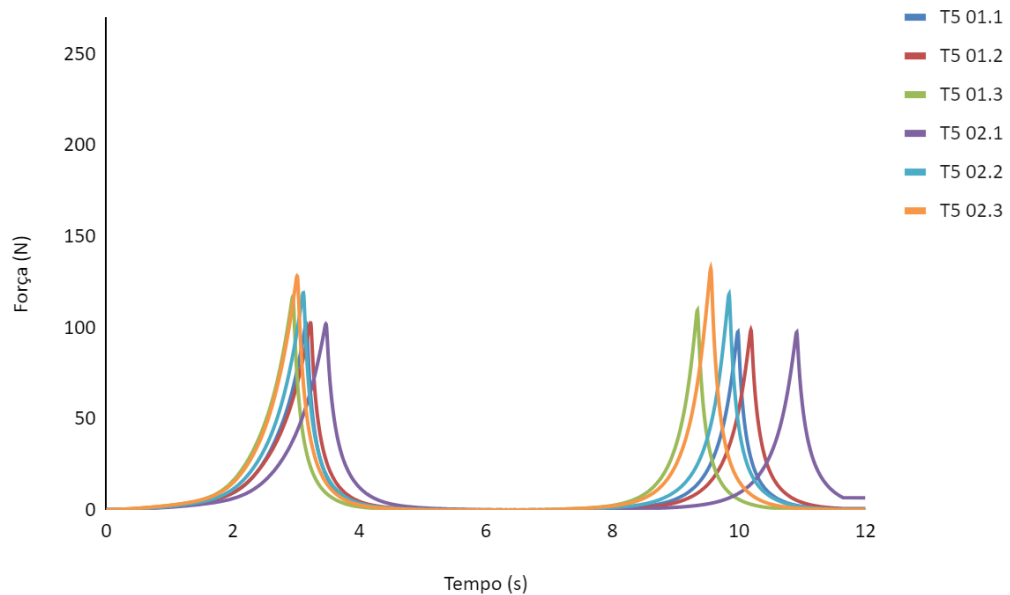
Fonte: Do Autor, 2023

Figura 13 - Curva de deformação TPA do Tratamento T4 (10 gramas de gelatina + 5 gramas de pectina).



Fonte: Do Autor, 2023

Figura 14 - Curva de deformação TPA do Tratamento T5 (10 gramas de gelatina + 10 gramas de pectina).



Fonte: Do Autor, 2023

Através da determinação do perfil de textura (TPA) das balas de goma com diferentes concentrações de gelatina (T1, T2 e T3) e das balas que combinam esse agente gelificante com pectina (T4 e T5), foram obtidos os valores de média e desvio padrão dos parâmetros:

dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência, os quais estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Perfil de textura instrumental (TPA) das balas de goma.

Tratamentos	Dureza (N)	Elasticidade (%)	Coesividade (%)	Gomosidade (N)	Mastigabilidade (N)	Resiliência (%)
T1	81,1 ± 11,5 ^c	85,2 ± 7,9 ^a	89,3 ± 2,0 ^a	72,6 ± 11,5 ^c	61,4 ± 6,8 ^c	49,7 ± 2,0 ^a
T2	153,8 ± 29,1 ^b	88,8 ± 8,7 ^a	86,5 ± 7,4 ^{ab}	134,3 ± 33,3 ^b	121,4 ± 38,9 ^{ab}	50,9 ± 6,7 ^a
T3	240,2 ± 19,7 ^a	88,1 ± 0,9 ^a	81,8 ± 1,5 ^{ab}	196,5 ± 18,3 ^a	173,1 ± 15,6 ^a	46,9 ± 1,7 ^a
T4	80,7 ± 5,3 ^c	90,3 ± 0,5 ^a	76,9 ± 2,4 ^b	62,1 ± 4,9 ^c	56,1 ± 4,1 ^c	42,3 ± 1,8 ^a
T5	111,7 ± 11,1 ^c	89,4 ± 2,0 ^a	71,5 ± 3,8 ^b	84,2 ± 11,7 ^c	75,4 ± 11,7 ^{bc}	42,1 ± 2,5 ^a

Valores expressos em média ± desvio padrão. As médias seguidas com letras em comum na mesma coluna, não diferem entre si a $p \leq 0,05$ pelo teste de Duncan.

Fonte: Do autor, 2023.

Analisando os dados da tabela 3, observa-se que os valores dos parâmetros elasticidade, coesividade e resiliência das amostras, não diferenciam-se significativamente a $p < 0,05$. Geralmente, os atributos de textura particularmente relevantes para confeitos gelificados são dureza, mastigabilidade e gomosidade.

Em relação aos agentes gelificantes, o gel de pectina é conhecido por sua textura quebradiça, enquanto o gel de gelatina possui textura macia e mais flexível (JAVANMARD et al., 2012). Esperava-se que a dureza das balas aumentasse à medida que a concentração de gelatina aumentasse na formulação. TIREKI et. al. (2021), observaram que à medida que a concentração de gelatina aumenta, a resistência do gel fica maior, uma vez que níveis elevados de gelatina provocam contatos intermoleculares mais elevados.

Tais resultados foram observados no presente trabalho, onde o tratamento T3, apresentou balas mais firmes e mais compactadas, por possuir uma maior concentração de gelatina. Por outro lado, a baixa concentração de gelatina e a pectina deixaram as balas de goma mais macias, fazendo com que os tratamentos T1, T4 e T5 não apresentassem diferença significativa, tendo valores menores de dureza. Enquanto o T2 demonstrou um resultado intermediário desse atributo.

As balas com pectina demonstraram valores menores de coesividade, os demais tratamentos não demonstraram muitas diferenças significativas, indicando que as balas

resistiram bem a uma segunda deformação, mantendo suas redes internas relativamente estáticas. Os resultados de gomosidade foram obtidos multiplicando-se a dureza e a coesividade das amostras. Os valores mais baixos de gomosidade significam que as balas são mais fáceis de desintegrar durante a mastigação. Os resultados obtidos, se assemelham estatisticamente como os de dureza, onde os tratamentos com mais gelatina apresentaram valores superiores de gomosidade. De acordo com Siegewein (2010) a confecção de gomas mais estáveis necessita de uma mastigação estável para se dissolver durante o armazenamento.

No trabalho de DeMars e Ziegler (2001) onde estudaram confeitos de goma à base de gelatina/pectina, observaram que o aumento na quantidade de pectina nas balas de goma à base de gelatina promoveu uma suavidade na textura, diminuindo assim a dureza e a mastigabilidade do produto. A mastigabilidade é o parâmetro que representa a energia necessária para mastigar um alimento sólido ao ponto de ser ingerido.

Baseado na tabela 3, o tratamento T3 (173,1 N), obteve um valor superior correspondente a esse atributo, o que significa que essas balas possuem maior resistência à mastigação, demandando mais energia para serem consumidas, quando comparadas com os outros tratamentos. A formulação T1 apresenta um valor mais baixo (61,4 N) de mastigabilidade, demonstrando ser uma bala mais macia. Uma baixa concentração de agente geleificante, pode fazer com que o confeito fique mole e pegajoso, não sendo atrativo ao consumidor, como observado no estudo de Marfil et. al. (2012), que percebeu que a gelatina possui grande influência na pegajosidade e na adesividade do produto, sendo representada pela área negativa da curva de deformação TPA.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que os agentes gelificantes causaram alterações nas características físico-químicas das balas. O aumento na concentração de gelatina nos tratamentos contribuiu para uma maior retenção de água no cozimento dos confeitos, ocasionando um aumento no teor de umidade e uma redução na acidez e no teor de sólidos solúveis.

A textura das balas foi afetada pela gelatina, havendo um aumento nos parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade. A adição de pectina na mistura em conjunto com a gelatina, conferiu uma textura mais suave às balas de goma, influenciando em uma menor intensidade nos atributos de textura, quando comparada com os tratamentos que foram utilizados apenas gelatina.

Dessa forma, conclui-se que a avaliação do uso de diferentes gelificantes tem efeito muito significativo nos aspectos de textura das balas de goma, destacando a importância da escolha cuidadosa desses ingredientes na busca por características desejadas no perfil de textura e nas propriedades físico-químicas dos confeitos. Devendo assim, ser bastante explorados no desenvolvimento de novos produtos ou na reformulação de produtos já existentes no mercado.

REFERÊNCIAS

- ABICAB. Associação Brasileira da Indústria de Chocolate, Cacau, Balas e Derivados). **Balas & Gomas**, 2012. Disponível em: <https://www.abicab.org.br/paginas/balas/balas-e-gomas/>. Acesso em: 28 set 2023.
- ABICAB. Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas. **Mercado de Balas, 2022**. Disponível em: <https://www.abicab.org.br/paginas/balas/mercado-2019-1/>. Acesso em 26 set. 2023.
- ABICAB. Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas. **Estatística - Balas & Gomas**. Disponível em: <https://www.abicab.org.br/paginas/estatisticas/balas-gomas/>. Acesso em 28 out. 2023.
- ADITIVOS E INGREDIENTES. **Acidulantes: funções e principais tipos**. Editora Insumos, São Paulo, n. 119, p. 24-30, jun., 2015a.
- ADITIVOS E INGREDIENTES. **Os Tipos de Gomas e suas Aplicações na Indústria**, Editora Insumos, n. 116, mar. 2015b.
- ALEMU, T. **Texture Profile and Design of Food Product**. J Agri Horti Res, v. 6, n. 2, p. 272-281, 2023.
- ALMEIDA, M. P. **Aplicação de amidos de milho e xaropes de glicose na fabricação de balas de goma**. In: Seminário de industrialização de balas e confeitos de goma, CHOCOTEC/ITAL, Campinas, p. 25-30. 1996.
- ALVES, A. C. P.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; GERMER, S. P. M.; SILVA, L. B. **Incorporação de fruta processada em balas mastigáveis sem adição de sacarose**. VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica. Campinas-SP, 2013.
- ALVES, S.P. et al. **Determination of synthetic dyes in selected foodstuffs by high performance liquid chromatography with UV-DAD detection**. Food Chemistry. v. 107, p. 489-496, 2008.
- AMCHOVA, P., KOTLOVA, H., & RUDA-KUCEROVA, J. (2015). **Health safety issues of synthetic food colorants**. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 73(3), 914-922.

AUTODESK INSTRUCTABLES. **Corn Starch Candy Molds**. Disponível em: <https://www.instructables.com/Corn-Starch-Candy-Molds/>. Acesso em: 09 de nov. 2023.

BOURNE, M. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. Elsevier, 2002.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **RDC nº 723, de 01 de julho de 2022**. Dispõe sobre os requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, adoçante de mesa, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CARRETA, D. B. **Açúcar: Seus efeitos sobre a sociedade sacarose dependente (Monografia)**. Nova Xavantina: Faculdade de Odontologia, Especialização em Saúde Coletiva, Nova Xavantina, Mato Grosso, 2006.

CEREDA, M.P.; FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargill, 2001, v.1., 221p.

COLTRO, L. SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate. **Tendências em embalagens para balas e confeitos de goma**. São Paulo: ITAL, 1999. p.87-94. (Manual técnico de tecnologia de fabricação de balas, n.17).

DALA-PAULA, B. M. et.al. **Química & Bioquímica de Alimentos**. Alfenas - MG: Editora Universidade Federal de Alfenas, 2021.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010. 900 p.

DEMAN, J. M. et al. **Principles of food chemistry**. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999.

DEMARS, L. L.; ZIEGLER, G. R. **Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections**. *Food hydrocolloids*, v. 15, n. 4-6, p. 643-653, 2001.

EDWARDS, W. P. **The science of sugar confectionery**. Royal Society of Chemistry, 2000. 166p.

FELLOWS, P. J. **Food processing technology: principles and practice**. Woodhead publishing, 2000.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **A gelatina e seus benefícios para a saúde humana**. n 18,, 2011.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossiê Aromas**. São Paulo: Ed insumos, n 33, 2015.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Dossiê Corantes**. São Paulo: Ed insumos, n 39, 2016.

GARCIA, T. **Analysis of gelatine-based confections**. Manuf. Confect., Glen Rock, p. 93-101, June, 2000.

GARCIA, T.. **Estabilidade das vitaminas A, C e E em gomas de gelatina**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GARCIA, T.; PENTEADO, M. V. C.. **Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E**. Food Science and Technology, v. 25, p. 743-749, 2005.

GMIA - Gelatin Manufacturers Institute of America.. **Gelatin handbook**. 2012.

HARTEL, R. W.; VON ELBE, J. H.; HOFBERGER, R. **Confectionery science and technology**. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2018.

IAL, Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020

INSAUSTI, E. O.; PINTO, E. R. M. **Industrialização de balas, chocolates e confeitos**. SESI SENAI Editora, 2017.

JACKSON, E.B.; LES, R.,. **Sugar confectionary and Chocolate Manufacture**. Saint Edmundsbury: Press Limited, 1973.379p.

JACQUES, A. C.; CHIM, J. F. **Tecnologia de açúcares, balas e caramelos**, 2021.

JAVANMARD, M. et al. **Characteristics of gelling agent substituted fruit jam: studies on the textural, optical, physicochemical and sensory properties**. International journal of food science & technology, v. 47, n. 9, p. 1808-1818, 2012.

KHALIL, T.A. **Verificação dos pontos críticos numa linha de processamento de balas duras**. 2004. 54f. Trabalho de conclusão de curso - Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2004

LAZZAROTTO, E. et al. **Bala de gelatina com fibras: caracterização e avaliação sensorial**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 2, n. 1, 2008

MACHADO, S. S.. **Tecnologia da Fabricação do Açúcar**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MADE HOW. **Gummy Candy**. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-3/Gummy-Candy.html>. Acesso em 01 nov. de 2023.

MAFALDO, Í. M.. **Elaboração de Bala de Goma adicionada de Polpa de Sapota (Manilkara zapota L.)**. 2018.

- MARFIL, P. HM; ANHÊ, A. CBM; TELIS, V. RN. **Texture and microstructure of gelatin/corn starch-based gummy confections**. Food Biophysics, v. 7, p. 236-243, 2012.
- MICHON, C.; CUVELIER, G. ; RELKIN, P.; LAUNAY, B. **Influence of thermal history on the stability of gelatin gels**. International Journal of Biological Macromolecules 20, no. 4 (1997): 259-264.
- MONEY REPORT. **Produção de balas e gomas cresceu 19% em 2022**. 2022. Disponível em:
<https://www.moneyreport.com.br/economia/producao-de-balas-e-gomas-cresceu-19-em-2022/>
. Acesso em: 27 set. de 2023.
- NOGUEIRA, W. V. **Tópicos em ciência dos alimentos [livro eletrônico]: volume IV** – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 75p.
- PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. (Ed.). **Handbook of hydrocolloids**. Elsevier, 2009.
- POPPE, J. Gelatin. In: **Thickening and gelling agents for food**. Boston, MA: Springer US, 1992. p. 98-123.
- RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A. **Avaliação da qualidade de carnes. Fundamentos e metodologias**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. 473p
- RIBEIRO, E. P., SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos, 2. ed**. São Paulo: Edgard Blücler, Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. 184 p.
- SIEGWEIN, A. M. **The effects of soy protein isolate addition on the physico-chemical properties of gummi confections**. 2010. Tese de Doutorado. The Ohio State University.
- SPANEMBERG, F. E. M. **Planejamento de experimentos com mistura no estudo da vida útil de balas duras**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste. 2010.
- TEXTURE TECHNOLOGIES. **Texture Profile Analysis**. Hamilton 2023. Disponível em:
<https://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis>. Acesso em: 21 de out. de 2023.
- TIREKI, S.; SUMNU, G.; SAHIN, S.. **Correlation between physical and sensorial properties of gummy confections with different formulations during storage**. Journal of Food Science and Technology, p. 1-12, 2021.
- VERGARA, L. P. **Balas mastigáveis convencionais e de reduzido valor calórico formuladas com polpa de araçá vermelho, de araçá amarelo e de pitanga vermelha**. 2016.
- WALLY, A. P. et al. **Balas de Goma com diferentes agentes geleificantes**. In: XV Congresso de Iniciação Científica, VIII Encontro de Pós Graduação, UFPEL. 2006.
- WARD, A. G.; COURTS, A. **The science and technology of gelatin**. 1977.

WIENEN, W.; KATZ, F.R. **Factors affecting gel strength of gum candies.** In: ANNUAL PRODUCTION CONFERENCE, 45, Pennsylvania, 1991. Papers and discussions. Perkiomenville: PMCA, 1991. p.146-153. (Proceedings of the annual production conference - Pennsylvania Manufacturing Confectioners Association).

XUE S., SETYABRATA D., BONGAM C. C., KIM Y. H. B. **Evaluation of functional and chemical properties of crust from dry-aged beef loins as a novel food ingredient.** Meat Science. 2021;