

# *Tecnologia de açúcares, balas e caramelos*

**Andressa Carolina Jacques e Josiane Freitas Chim**



# Tecnologia de açúcares, --- balas e caramelos

Andressa Carolina Jacques

Josiane Freitas Chim

(Eds)

Canoas

2021



## Tecnologia de açúcares, balas e caramelos

© 2021 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-5-0>

### Editoras

Andressa Carolina Jacques

Josiane Freitas Chim

### Adaptação da capa e desenho gráfico

Luis Miguel Guzmán

### Foto da capa

freepik.com



Canoas - RS - Brasil

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

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

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



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

J19t Jacques, Andressa Carolina.  
Tecnologia de açúcares, balas e caramelos [livro eletrônico] /  
Andressa Carolina Jacques, Josiane Freitas Chim. – Canoas, RS:  
Mérida Publishers, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-994457-5-0

1. Alimentos – Análise. 2. Tecnologia de alimentos.  
3. Carboidratos. I. Chim, Josiane Freitas. II. Título.

CDD 664.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

## **Apresentação**

Os açúcares são consumidos nas mais diferentes formas, tendo em suas composições diversos tipos de carboidratos. Dentre os produtos doces e açucarados, destacam-se as balas. O consumo destes produtos, nos seus mais diversos tipos, é tendência entre adultos e crianças e com isso os ramos da tecnologia de alimentos vêm apostando na diversificação de seus produtos através de embalagens ativas, produtos sem ou reduzidos em açúcar, corantes naturais em substituição aos sintéticos e produtos com propriedades antioxidantes através da adição de ingredientes funcionais.

Dentro deste contexto, e pelas áreas de pesquisa e formação, surgiu a ideia de duas professoras em escrever esta obra na área de tecnologia de balas, visto a escassez de material bibliográfico na forma de livro.

Buscamos permear no contexto deste livro a química de carboidratos no sentido de fundamentar os conceitos químicos da tecnologia de fabricação das balas, em específico da sua principal matéria-prima: o açúcar; a produção do açúcar propriamente dita, desde o cultivo, produção e transformação da cana-de-açúcar; e um compilado sobre o processamento e a tecnologia de balas (duras, mastigáveis e de goma).

Nosso desejo é que esta doce leitura seja útil na formação e complementação de profissionais da área de alimentos.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andressa Jacques

## **Apresentação das autoras**

### **Andressa Carolina Jacques**

Eng<sup>a</sup> de Alimentos (Furg – RS), M.Sc. e Dr<sup>a</sup>. em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Pós Doc em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFPel – RS). Professor Associado da Universidade Federal do Pampa - Campus Bagé – RS, Brasil.

### **Josiane Freitas Chim**

Bacharel em Química de Alimentos, M.Sc. e Dr<sup>a</sup> em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (UFPel – RS). Professor Associado do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – Campus Capão do Leão – RS, Brasil.

## **Revisora**

### **Rosane da Silva Rodrigues**

Eng<sup>a</sup>. Agrônoma. MSc. Em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (UFPel – RS), Dr<sup>a</sup> em Tecnologia de Alimentos (Unicamp – SP) Professora Titular do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – Campus Capão do Leão – RS, Brasil.

## Índice

### CAPÍTULO 1

<b>Química de carboidratos, propriedades e classificação .....</b>	<b>8</b>
1.1. Carboidratos nos alimentos .....	8
1.2. Definição .....	9
1.3. Funções .....	9
1.4. Propriedades .....	10
1.5. Classificação .....	10
1.5.1. Monossacarídeos .....	10
1.5.2. Dissacarídeos .....	11
1.5.3. Polissacarídeos .....	14
1.6. Escurecimento não enzimático .....	18

### CAPÍTULO 2

<b>Produção e tipos de açúcares .....</b>	<b>19</b>
2.1. Histórico da produção de açúcar no Brasil .....	19
2.2. A cana-de-açúcar .....	20
2.2.1. Plantio .....	21
2.2.2. Processamento .....	22
2.3. A beterraba .....	27
2.4. Tipos de açúcares .....	28

### CAPÍTULO 3

<b>Ingredientes da indústria de balas .....</b>	<b>32</b>
3.1. Açúcares .....	32
3.2. Mel .....	33
3.3. Leite e derivados .....	34
3.4. Emulsificantes .....	35
3.5. Gorduras .....	36
3.6. Ácidos .....	36
3.7. Corantes e aromas .....	37
3.8. Antioxidantes .....	38
3.9. Proteínas .....	38

## **CAPÍTULO 4**

<b>Tecnologia de balas .....</b>	<b>39</b>
4.1. Introdução .....	39
4.2. Processamento .....	39
4.2.2. Balas mastigáveis .....	45
4.2.3. Caramelos .....	47
4.2.4. Balas de goma .....	51
<b>Considerações Finais e Perspectivas Futuras .....</b>	<b>56</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>58</b>

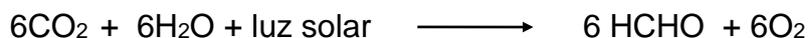
---

## Química de carboidratos, propriedades e classificação

Josiane Freitas Chim

O termo carboidrato deriva da terminologia “hidratos de carbono”, determinados pela fórmula  $C_x(H_2O)_y$ , que contém C (carbono), H (hidrogênio) e O (oxigênio), estes últimos na mesma proporção que na água.

Os carboidratos são sintetizados na natureza, principalmente pelas plantas e cianobactérias, através do processo de fotossíntese a partir do dióxido de carbono e da água. Nos vegetais verdes a clorofila absorve a luz solar favorecendo a reação entre o anidrido carbônico da atmosfera e a água do solo, produzindo carboidratos através da seguinte reação:



Os carboidratos constituem a principal fonte de energia da dieta, contribuindo também para que os alimentos sejam mais apetecíveis e de aspecto mais agradável, já que atuam sobre o poder adoçante e também sobre a textura dos alimentos. Pertencem a este grupo substâncias como glicose, frutose e sacarose, responsáveis pelo gosto doce de vários alimentos.

### 1.1. Carboidratos nos alimentos

Os carboidratos constituem 75% do peso seco de todas as plantas terrestres e marinhas e estão presentes nos grãos, hortaliças, frutas e diversas partes de vegetais consumidos pelo homem. O amido e a sacarose são os carboidratos mais relevantes por isso as plantas que os produzem são as mais cultivadas.

Os cereais contêm pequena quantidade de açúcares simples, pois a maior parte é convertida em amido, carboidratos mais comumente utilizado pelos vegetais como reserva energética. Assim, o homem e os animais desenvolveram sistemas enzimáticos para utilizá-lo como fonte de energia.

As frutas maduras são doces devido à transformação do amido (reserva) em açúcares mais simples como a sacarose, a frutose e a glicose.

## 1.2. Definição

São definidos como carboidratos os polihidroxiáldeídos, as polihidroxicetonas, os polihidroxiálcoois, os polihidroxiácidos, seus derivados e os polímeros destes compostos unidos por pontes hemiacetálicas (grupo carbonila adicionado de água ou álcoois simples para formar hemiacetais).

## 1.3. Funções

- São fáceis combustíveis energéticos de que os animais necessitam para desenvolver seus movimentos. Representam 80% do total calórico utilizado pela humanidade (75-80% deste valor são representados pelo amido). Carboidratos complexos devem ser hidrolisados a carboidratos simples para serem absorvidos pelo organismo.
- Além de fornecedor de energia para o organismo, como referenciado acima, também fornece calor para regular a temperatura corporal.
- Carboidratos são essenciais para a completa oxidação das gorduras do corpo. Se ausentes há acúmulo de ácidos (acidose) provenientes do metabolismo intermediário das gorduras, sendo, portanto, antiácidos.
- São economizadores de proteínas. Se os carboidratos estão disponíveis, o corpo não utiliza as proteínas como fonte de energia e elas serão aproveitadas para suas funções específicas.
- São utilizados como alimentos (substrato) da flora microbiana sintetizadora de diversas vitaminas.
- São responsáveis pelas reações de escurecimento em muitos alimentos.
- Atribui propriedades reológicas na maioria dos alimentos de origem vegetal (polissacarídeos).
- Podem ser utilizados como adoçantes naturais.
- São utilizados como matéria-prima para alimentos fermentados.

#### 1.4. Propriedades

- Geralmente sólidos cristalinos, incolores e de gosto doce. São compostos naturais bastantes comuns e a sacarose é talvez o adoçante mais antigo que se conhece.
- São facilmente solúveis em água.
- Reduzem facilmente soluções alcalinas de  $\text{Cu}^{2+}$  a  $\text{Cu}^+$ .
- Reagem com oxidantes brandos formando ácidos glicônicos e ácidos glicóricos.
- Cetonas reagem com oxidantes mais enérgicos, formando dois ácidos dicarboxílicos.
- Quando aquecidos em soluções ácidas sofrem desidratação, por um mecanismo que tem como produto final um furaldeído.
- Alguns carboidratos formam estruturas rígidas em plantas (celulose, lignina, hemicelulose), com função de sustentação.

#### 1.5. Classificação

Os carboidratos são classificados de acordo com o número de carbonos que contenham em: monossacarídeos, oligossacarídeos (dissacarídeos e trissacarídeos) e polissacarídeos. Os carboidratos têm um ou vários grupos alcoólicos (-OH) e um grupo aldeído (-CHO) ou cetônico (-CO-).

##### 1.5.1. Monossacarídeos

São as unidades menores e mais simples dos carboidratos. Possuem um dos seguintes grupos funcionais: polihidroialdeído (aldose), polihidroxicetona (cetose), polihidroxiálcool e polihidroxiácido. Na natureza os monossacarídeos mais abundantes são as hexoses (6 carbonos), embora também estejam presentes nas plantas aqueles constituídos por outro número de carbonos (3 carbonos, trioses; 4 carbonos, tetoses; 5 carbonos pentoses), assim como compostos derivados. São moléculas de baixo peso molecular de fórmula  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$ .

Os monossacarídeos não podem ser hidrolisados a moléculas menores, de menor peso molecular. Na natureza encontra-se com mais facilidade as

aldo-hexoses (glicose, galactose), seguidas das aldo-pentoses (arabinose, xilose). Entre as cetoses, a mais difundida é a frutose (ceto-hexose).

O monossacarídeo existente em maior quantidade na natureza é a D-glicose. Tem suave poder edulcorante, é solúvel em água e álcool, desvia a luz polarizada para a direita e encontra-se no mel e nas frutas. A frutose é o açúcar característico das frutas, encontra-se em pequenas quantidades no reino animal.

A galactose é um monossacarídeo resultante do desdobramento da lactose. Não se encontra livre na natureza, embora faça parte do cérebro como glicídio estrutural e daí sua importância. Também faz parte de alguns compostos pectínicos utilizados na formação dos ácidos galacturônicos.

Os monossacarídeos apresentam isomeria óptica. Os mais simples de todos e de menor peso molecular é o gliceraldeído, que possui apenas carbono assimétrico.

O D-gliceraldeído é assim chamado por desviar para o sentido horário (rotação positiva) a luz polarizada em um polarímetro, sendo, portanto, destrógiro. Seu isômero óptico, o L-gliceraldeído, apresenta uma rotação da luz polarizada à esquerda, sendo, portanto, levógiro. Em função da configuração absoluta dos isômeros do gliceraldeído, atribuiu-se como sendo um D-monossacarídeo aquele que apresente a mesma configuração do D-gliceraldeído em seu último carbono assimétrico.

Os monossacarídeos apresentam estruturas nas quais seus grupos funcionais se organizam na forma mais estável possível. Quando na forma piranosídica ocorre uma maior estabilidade e maior possibilidade de interconversão entre diferentes conformações. A principal conformação é a de cadeira, por ser a mais estável. Nos anéis furanosídicos as conformações mais estáveis são chamadas de envelope.

### 1.5.2. Dissacarídeos

Polímeros compostos de resíduos de monossacarídeos unidos por ligação hemiacetalica (glicosídica), em número de 2. São solúveis em água e muito abundantes na natureza. A fórmula geral é:

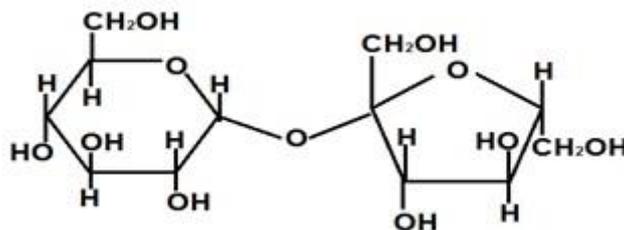


### 1.5.2.1. Classificação

Os dissacarídeos classificam-se em redutores e não redutores. Os redutores são aqueles que possuem apenas um grupo hidroxílico envolvido na ligação de monossacarídeos e reduzem soluções alcalinas como a de Fehling (reagente utilizado na determinação química de açúcares redutores). Os não-redutores possuem os dois grupos hidroxílicos envolvidos na ligação glicosídica de monossacarídeos, não reduzindo a solução de Fehling. Entre os dissacarídeos de maior importância tem-se a sacarose, a maltose e a lactose, sendo que a sacarose é um açúcar não redutor enquanto a lactose e a maltose são redutores.

### Sacarose

É obtida principalmente da cana-de-açúcar e da beterraba, mas se encontra em todas as plantas que fotossintetizam. Resultante da união da glicose com a frutose (Figura 1), é o dissacarídeo mais importante, tanto pela frequência como pela importância na alimentação humana.



**Figura 1.** Estrutura química da sacarose.

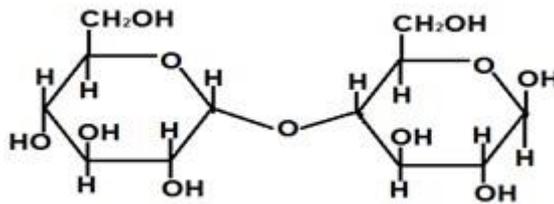
É facilmente hidrolisada por soluções diluídas de ácidos minerais ou enzimas (invertases) com formação de D-glicose e D-frutose, como demonstrado a seguir:



No processo de hidrólise química ou enzimática ocorre a inversão da rotação ótica da solução inicial, motivo pelo qual o processo de hidrólise da sacarose é também conhecido por inversão da sacarose e o produto final é conhecido como açúcar invertido.

### Maltose

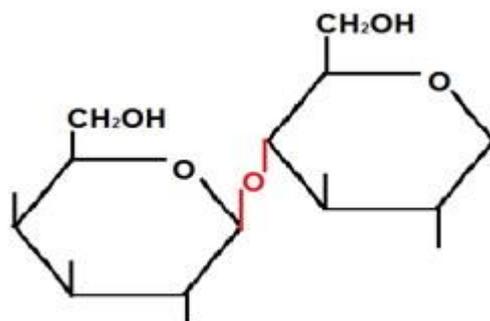
A maltose (Figura 2) é o açúcar do malte (maltobiose) e é o elemento básico da estrutura do amido. Pode ser produzido por hidrólise ácida e ou enzimática, como ocorre na fermentação para produção de cerveja. É bastante solúvel em água e pela ação da enzima alfa-glicosidase (maltase) é hidrolisado em 2 D-glicose. É encontrado na cevada malteada e em outros grãos germinados, e também nos animais durante a digestão pela hidrólise do amido.



**Figura 2.** Estrutura química da maltose.

### Lactose

A lactose (Figura 3) é o açúcar que ocorre exclusivamente no leite (4-5%), desdobrando-se através de hidrólise enzimática (lactase) em D-Glicose + D-Galactose.



**Figura 3.** Estrutura química da lactose.

### 1.5.3. Polissacarídeos

São macromoléculas naturais, ocorrendo em quase todos os organismos vivos. São formados pela condensação de monossacarídeos, unidos entre si por ligações glicosídicas. Possuem alto peso molecular e podem ter cadeias lineares, ramificadas e cíclicas (exemplo: dextrinas).

Os polissacarídeos de menor peso molecular são solúveis em água e esta solubilidade diminui com o peso da molécula e com associações entre moléculas. Aqueles mais insolúveis são os encontrados nas paredes celulares e sua função nos vegetais é a de reforçar a estrutura física, por isso são denominados polissacarídeos estruturais.

Na nomenclatura geral são designados pelo sufixo “ana”, assim, glicose dá origem a glucanas, arabinose dá origem a arabinana ou arabanos. Também são denominados por nomes já consagrados pelo uso como amido, celulose e pectinas.

#### 1.5.3.1. Classificação e funções

Os polissacarídeos são classificados em homoglicanas e heteroglicanas, quando formados por um único tipo ou diferentes tipos de monossacarídeos.

Na natureza estes polímeros têm diversas funções:

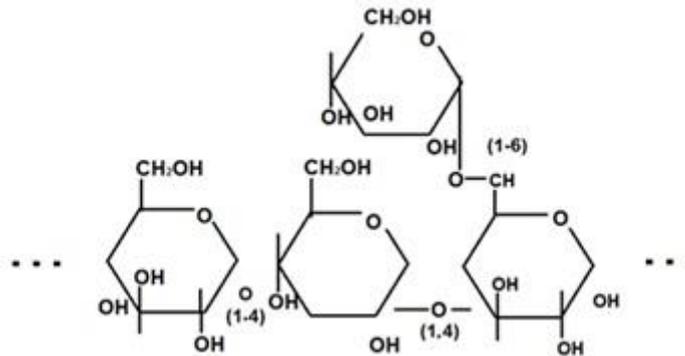
- Fazem parte de estruturas da parede celular de vegetais (celulose, pectina, hemicelulose), ou de animais (quitina).
- Servem de reservas metabólicas de plantas (amido, frutanas, dextranas) e de animais (glicogênio).
- São substâncias protetoras de plantas, pois retém água e com isso os processos enzimáticos não são interrompidos, mesmo em condições de desidratação.
- Retém umidade, formando soluções e reduzindo a atividade de água do sistema.
- Importantes na textura, aparência e *flavor* dos alimentos.

Entre os polissacarídeos mais importantes tem-se o amido, a celulose e as pectinas.

## Amido

É a mais importante reserva de nutrição das plantas superiores, armazenado nos amiloplastos das células das angiospermas e das gimnospermas. É facilmente digerido e por isso é importante na alimentação humana. Quando aquecido na presença de água os amidos formam géis estáveis, propriedade de importância tecnológica relevante.

O amido (Figura 4) é constituído de dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, em proporção que varia de acordo com o tipo de fonte vegetal e do estágio de maturação. As proporções destes influem na viscosidade e poder de geleificação do amido.



**Figura 4.** Estrutura química do amido.

Amilose: Polissacarídeo linear formado por unidades de D-glicopiranoose, unidas por ligações glicosídicas alfa (1-4) em número que varia de 200 - 10.000. A amilose possui estrutura helicoidal dentro da qual podem acomodar-se moléculas de iodo, formando um composto de cor azul. Esta reação é indicativa da presença de amido e é usada para identificar ponto de maturação de frutos, por exemplo. Os lipídios podem ser envolvidos pelas hélices da amilose, que poderá ter influência na digestibilidade do amido.

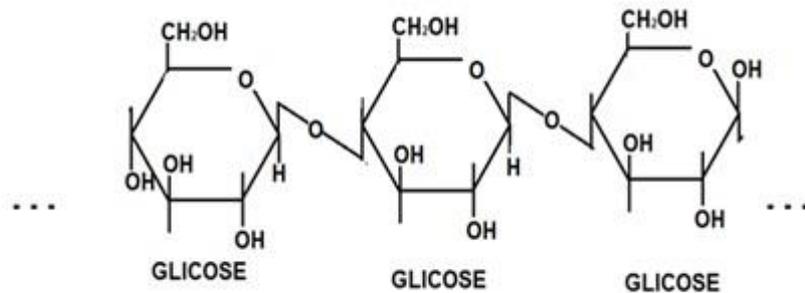
Amilopectina: Fração ramificada do amido. É formada por várias cadeias de 20 a 25 unidades de alfa-D-glicopiranoose, unidas por ligações alfa (1-4) e estas cadeias unidas entre si por ligações alfa (1-6).

Grãos de amido em suspensão com água e em temperatura alta formam géis. Esta gelatinização está relacionada com a quantidade de água presente sendo que a 120°C todos os grãos estarão dissolvidos. Soluções de amido a temperaturas baixas gelatinizam ou formam precipitados cristalinos, os quais só ocorrem com a forma linear (amilose). Este fenômeno é conhecido como retrogradação do amido.

## Celulose

A celulose (Figura 5) é o principal componente da parede celular dos vegetais e é o composto orgânico encontrado com maior frequência na natureza. Apresenta as seguintes características gerais:

- Não é digerida pelo homem e compõem a fração fibra alimentar dos alimentos.
- É constituída de cadeias não ramificadas de D-glicopirranose em número que varia de 100 a 200.
- É insolúvel em água, ácidos ou álcalis, e de difícil hidrólise, a não ser por enzimas.



**Figura 5.** Estrutura química da celulose.

## Pectina

Constitui-se por cadeias de ácido D-galacturônico, cujos grupos carboxílicos podem estar parcialmente metoxilados ou neutralizados por bases. Geralmente divide-se em outros grupos menores, quais sejam:

Protopectinas: Insolúveis em água e por aquecimento em meio ácido formam os ácidos pécticos e ácidos pectínicos. Estão presentes em maior grau nas frutas verdes e à medida que a maturação avança vão sendo degradadas a ácidos pectínicos e pécticos. Podem estar associadas a íons cálcio, os quais conferem rigidez à estrutura celular.

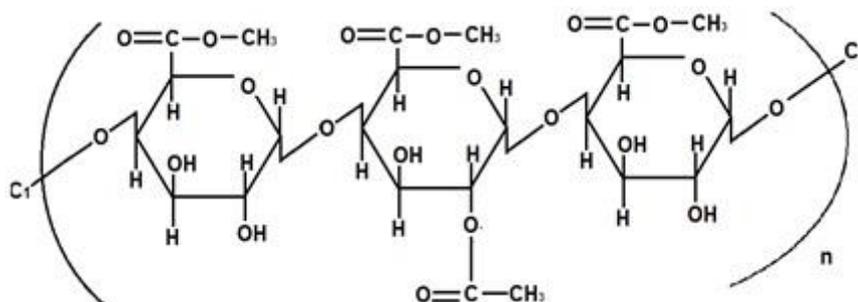
Ácidos pectínicos: Possuem grupos metoxílicos esterificados e, dependendo do grau de metoxilação, podem formar géis na presença de açúcar em meio ácido.

Ácidos pécticos: Estes compostos não possuem metoxilações, esterificando os grupamentos carboxílicos e formando géis na presença de íons metálicos bi ou trivalentes, como o íon cálcio por exemplo.

A pectina (Figura 6) é o polissacarídeo mais importante na indústria de alimentos. Pode ser de baixo teor de metoxilação (BTM), quando apresenta menos de 7% de grupos carboxílicos esterificados por grupamentos metílicos. Geleifica na presença de íons como o cálcio e o teor de metoxilas ideal para este fim é de 3,5%. São importantes para a tecnologia de produtos dietéticos (com teor de açúcares reduzido). Também são chamadas pectinas lentas.

As pectinas de alto teor de metoxilação (ATM) são denominadas de pectinas rápidas e formam géis estáveis na presença de açúcar em meio ácido.

Algumas das enzimas que degradam a pectina são as pectinesterases (PE) que catalisam a reação de desmetoxilação, e as poligalacturonases (PG) que catalisam a reação de despolimerização da molécula de pectina.



**Figura 6.** Estrutura química da pectina.

### 1.6. Escurecimento não enzimático

Os açúcares sob determinadas condições de aquecimento, tempo, pH próximo de 6,0, natureza dos açúcares redutores e natureza dos compostos amino, produzem pigmentos marrons que são desejáveis ou indesejáveis dependendo da característica do produto. Estas reações são conhecidas como escurecimento não enzimático e são representadas por dois tipos: reação de Maillard e caramelização.

A reação de Maillard caracteriza-se por uma série de reações químicas que envolvem inicialmente açúcares redutores, principalmente D-glicose, e um grupo amina primário (livre ou grupo aminoacídico da cadeia de uma proteína), sob aquecimento. A partir desta reação uma série de outras reações ocorre, produzindo aromas, sabores e compostos poliméricos escuros.

Os açúcares redutores reagem com grupamentos amina formando as bases de Schiff, e a partir dela uma glicosilamina. Esta base de Schiff é submetida ao rearranjo de Amadori, gerando compostos intermediários nas reações de escurecimento.

Os compostos de Amadori passam por transformações, envolvendo entre outras reações, ciclização e desidratação, até formação do hidroximetilfurfural (HMF) que juntamente com compostos que contêm grupos amina se polimerizam, originando pigmentos escuros, chamados de melanoidinas. Outros produtos gerados são proteínas modificadas, resultantes de reações com açúcares redutores, furfural, HMF e derivados pirrólicos.

A reação de caramelização é caracterizada por um complexo de reações decorrentes do aquecimento de açúcares, principalmente sacarose e açúcares redutores, na ausência de compostos nitrogenados. Esta reação causada pelo aquecimento envolve principalmente reações de desidratação das moléculas dos açúcares, com introdução de ligações duplas e ou formação de anéis anidros, gerando como produto final o caramelo, que é uma mistura complexa de compostos poliméricos.

Assim como na reação de Maillard, na caramelização há a formação de produtos intermediários como furanos e desoxiosonas, e os anéis insaturados podem condensar formando polímeros de coloração marrom.

---

## Produção e tipos de açúcares

Andressa Jacques

### 2.1. Histórico da produção de açúcar no Brasil

Na história do Brasil o ciclo do açúcar está compreendido entre meados dos séculos XVI e XVIII. Neste período a produção de açúcar foi a principal atividade econômica voltada principalmente para exportação e era centrada nos engenhos da região nordeste.

No território brasileiro as primeiras mudas de cana-de-açúcar chegaram pelas mãos de Martim Afonso de Souza, através de uma expedição cujo objetivo era dar início à colonização. A produção de açúcar no Brasil data de 1533, através da instalação do primeiro engenho da colônia, na cidade de São Vicente (localizada no atual litoral do estado de São Paulo). A partir de 1560, o grande crescimento da produção de açúcar do País consolidou a posição de Portugal como o maior exportador mundial de açúcar, sendo que este domínio se estendeu pelos três séculos seguintes.

A indústria do açúcar expandiu-se a partir da exploração de escravos, que se praticaria desde o século XVI até princípio do século XIX, com plantações desde as Índias Ocidentais até às Américas. O uso do açúcar vulgarizou-se, principalmente para adoçar as novas bebidas da época, como o café, o chá e o cacau. Até o século XVII, no entanto, o açúcar era extremamente raro. Utilizado como medicamento contra a peste negra, como tempero em quantidades diminutas e como meio de preservação de frutas, o produto possuía preço tão elevado que logo se tornou um bem de ostentação e luxo.

Atualmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar e de açúcar e etanol; este último principalmente utilizado como biocombustível.

A cana-de-açúcar responde por aproximadamente 60% da produção mundial de açúcar, da qual se obtêm ainda outros produtos como: álcool (anidro e hidratado), rapadura, melado, aguardente e bagaço; este último serve

---

como matéria-prima para a indústria de ração animal e como fonte de energia para a indústria sucroalcooleira.

A política nacional para a produção da cana-de-açúcar se orienta na expansão sustentável da cultura, com base em critérios econômicos, ambientais e sociais. O programa Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar (ZAEcana), criado em 2009, regula o plantio da cana levando em consideração o meio ambiente e a aptidão econômica da região. A partir de um estudo minucioso são estipuladas as áreas propícias ao plantio com base nos tipos de clima, solo, biomas e necessidades de irrigação.

A cana-de-açúcar por muitos séculos foi a matéria-prima dominante na produção industrial de açúcar, porém no século XVIII, na Alemanha, Andréas Margraaf descobriu um açúcar cristalizável nas raízes de beterraba e o identificou como sacarose. Em 1796, Franz Karl Achard, também alemão, desenvolveu um processo industrial para extraí-lo. Passaram-se 150 anos dessa descoberta até que a cultura da beterraba fosse implantada em países da Europa e nos Estados Unidos. No Brasil houveram tentativas de cultivo na região sul, porém essa prática não prosperou.

As beterrabas cultivadas para a produção de açúcar têm safra mais curta quando comparada à da cana-de-açúcar, além de ser mais complexa a etapa de purificação do caldo. Outro fator importante é que a beterraba não oferece resíduo celulósico combustível e a industrialização de açúcar depende de combustíveis diversos para fornecer energia calorífica.

## 2.2. A cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é um gramínea perene pertencente ao gênero *Saccharum*, própria de climas tropicais e subtropicais, fazendo parte da família Poaceae, uma família de plantas economicamente importantes, como milho, trigo, arroz e sorgo e muitas culturas forageiras.

Na planta da cana-de-açúcar o colmo é a parte morfológica de interesse comercial de onde se obtém a sacarose industrializável. A sua composição química varia de acordo com a idade, condições climáticas, propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, tipo de cultivo, dentre outros. É composta fundamentalmente de fibras (celulose, hemicelulose e lignina) e caldo (solução impura e diluída de sacarose), perfazendo em média um total de

75-82% de água e 18-25% de sólidos solúveis. Deste conteúdo de sólidos presentes, 18% são representados por açúcares, 1% por substâncias orgânicas e 0,5% por substâncias inorgânicas (exemplos: SiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O).

### 2.2.1. Plantio

Os canaviais são culturas semi perenes, pois são replantados somente após cerca 5 anos do plantio, ou seja, colhe-se cerca de 5 vezes o canavial antes da sua reforma. Normalmente a primeira colheita é mais produtiva, sendo que a produtividade decresce gradualmente a cada corte, sendo as médias anuais de 120, 95, 85, 75 e 60 toneladas por hectare. Ainda assim, o altíssimo custo da renovação e plantio do canavial faz com que o replantio anual seja economicamente inviável. Após o quinto corte geralmente é economicamente mais vantajoso realizar um novo plantio. O primeiro corte da cana é chamado de cana planta, já os demais são chamados de cana-soca.

O plantio tem sido realizado em sulcos, enterrando-se os colmos (toletes) entre 30 e 40 cm de profundidade, em linhas distanciadas de uma média de 1,5 metros para a colheita mecanizada. Existem dois tipos de plantio, manual e mecanizado, com novas tecnologias em desenvolvimento. Para regularizar o solo, que fica muito irregular com o plantio, realiza-se cerca de 60 a 70 dias após o plantio uma operação chamada “quebra-lombo”, na qual o solo é planificado para possibilitar a passagem da máquina colhedora.

A cana-de-açúcar cresce melhor em regiões quentes e úmidas, com temperaturas entre 30 e 34°C. A adubação representa um dos maiores custos na produção da cana, cuja exigência maior é pelos nutrientes nitrogênio, potássio e fósforo, conforme a necessidade.

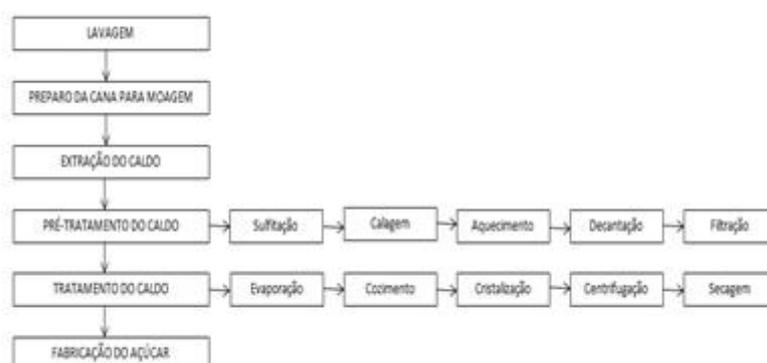
Colheita, carregamento, transporte e pesagem são operações determinantes para um bom desempenho industrial. Estas etapas devem ser realizadas em sincronia com as operações industriais para que não ocorra excesso ou falta de abastecimento. O excesso vai demandar armazenamento, com conseqüente queda na qualidade, e a falta, atrasos na produção.

A colheita da cana-de-açúcar, que no Brasil está sendo aprimorada, passando do sistema tradicional de colheita manual de cana inteira (com queima prévia do canavial) para o sistema de colheita mecanizada de cana picada (sem queima do canavial). Estima-se que o corte mecanizado

proporcione uma redução de cerca de 20% dos custos de produção quando comparado com o corte manual. Entretanto, o corte mecanizado no Brasil ainda precisa ser aprimorado, pois as máquinas nacionais utilizadas nessa atividade ainda são, em sua maioria, precárias, apresentando baixo rendimento e necessitando frequentemente de manutenção

### 2.2.2. Processamento

O processamento da cana-de-açúcar visa à obtenção do caldo contido no colmo, seu preparo e concentração, a qual dá origem a dois destinos: indústria de extração (destinada a produção de diferentes tipos de açúcares) e indústria de transformação (destinada a fermentação e produção de álcool etílico). As demais etapas do processamento são descritas na Figura 1.



**Figura 1.** Etapas de processamento da cana-de-açúcar em açúcar refinado.

#### Lavagem

A lavagem é efetuada visando à retirada de matérias estranhas como terra, areia, galhos, entre outros, com a finalidade de obter um caldo com melhor qualidade, conseqüentemente aumentando a vida útil dos equipamentos pela redução do desgaste. A cana colhida inteira, através do corte manual, é lavada com água corrente em mesas alimentadoras. No caso de cana picada (corte mecanizado) a cana não deve ser lavada, pois as perdas de sacarose são muito elevadas nesta técnica. A alternativa é o uso de sistema de limpeza a seco, baseado em jatos de ar sobre a cana.

A substituição do sistema manual de colheita pelo mecanizado traz vantagens, entre elas a de que este tipo de colheita é autossustentável, visto que reduz as perdas de sacarose provocadas pelo processo de queima da cana. Contudo, o maior número de impurezas minerais e vegetais tem se tornado um fator limitante para o processo industrial, como desgastes prematuros na moenda, entupimentos em bombas, tubulações, quebras em decantadores que não suportam carga exagerada de areia, além de desgastes em caldeiras, alterações na extração e umidade na moenda.

Um sistema de limpeza alternativo da cana pode minimizar os problemas relacionados ao sistema de colheita mecanizada. Consiste em separação das impurezas através de ventilação na cana na hora do “tombo” das mesas para as esteiras de cana para o preparo, e posterior tratamento dessas impurezas retiradas. A palha é soprada através de uma cortina de água, sendo depois lavada, moída e encaminhada para caldeiras já livre de impurezas minerais. Esse sistema pode melhorar a extração, minimizar o desgaste na moenda e caldeiras, e facilitar a limpeza nos decantadores. Tal sistema possibilita grande avanço no tratamento da cana-de-açúcar com conseqüente redução expressiva de custos de manutenção.

### **Preparo da cana-de-açúcar para moagem**

A mesa alimentadora controla a quantidade de cana-de-açúcar sobre uma esteira metálica que a transfere ao setor de preparo. O objetivo básico do preparo da cana é aumentar a sua densidade e, conseqüentemente, a capacidade de moagem, bem como realizar o máximo rompimento das células para liberação do caldo nelas contido, obtendo-se, portanto, uma maior extração.

O preparo da cana-de-açúcar é feito em um sistema constituído por conjunto de facas, podendo ser de um ou dois jogos, sendo o primeiro com o objetivo de realizar o nivelamento, preparando a cana para a próxima etapa que é o desfibrador. Este jogo de facas opera a uma velocidade de 60 m/s e sua finalidade é aumentar a densidade da cana, reduzindo-a a pedaços menores para assim ser encaminhada ao desfibrador, o qual é formado por um tambor alimentador que compacta a cana à sua entrada, precedendo um rotor constituído por um conjunto de martelos oscilantes que gira em sentido

contrário à esteira, forçando a passagem da cana por uma pequena abertura (1 cm) ao longo de uma placa desfibradora.

A velocidade periférica dos desfibradores, de 60 a 90m/s, chega a fornecer índices de preparo de 80% a 92%. Este índice corresponde à relação entre o açúcar das células que foram rompidas pelo desfibrador e o açúcar da cana.

### **Extração do caldo**

A extração do caldo da cana-de-açúcar consiste no processo físico de separação da fibra (bagaço) do conteúdo líquido, sendo feito fundamentalmente por meio de dois processos: moagem ou difusão.

Na extração por moagem, a separação é feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada, sendo que a cana picada e desfibrada chega às moendas por meio de um alimentador vertical. Cada conjunto de rolos de moenda, montados numa estrutura denominada castelo, constitui um terno de moenda. O número de ternos utilizados no processo de moagem varia de quatro a seis, e cada um deles é formado por três cilindros principais, denominados cilindro de entrada, cilindro superior e cilindro de saída. Durante a passagem do bagaço de uma moenda para outra realiza-se a embebição, que é a adição de água ou até mesmo de caldo diluído à cana picada e desfibrada, com a finalidade de se aumentar a extração de sacarose.

Os caldos extraídos dos ternos das moendas se juntam no final da operação originando o que se chama de caldo misto. Nesta fase ocorre perda na extração devido à incapacidade da moenda em extrair o total de açúcares da cana e a perda indeterminada resultante da decomposição da sacarose, atividade microbiológica e vazamentos em geral.

Após a extração do caldo, o bagaço, constituído de fibra (46%), água (50%) e sólidos dissolvidos (4%), é transportado por esteiras rolantes para as caldeiras, sendo o excedente enviado ao pátio de estocagem. O bagaço é produzido numa quantidade que varia de 240 kg a 280 kg por tonelada de cana moída; ele se constitui no único combustível utilizado nas caldeiras a vapor, gerando toda energia necessária ao processamento de cana e, ainda, produzindo uma sobra que varia, na maioria dos casos, entre zero e 10%.

A extração do caldo por difusão consiste na condução dos colmos em aparelhos conhecidos como difusores, a fim de que a sacarose adsorvida ao material fibroso seja diluída e removida por lixiviação ou lavagem num processo de contracorrente. Visando reduzir a quantidade de água necessária, é feita uma operação de retorno do caldo diluído extraído. Assim, ao final da operação, quando o bagaço se apresenta extraído ao máximo, é feita a lavagem com água fresca. O líquido obtido dessa lavagem, contendo alguma sacarose que se conseguiu extrair do bagaço, é usado na lavagem anterior por ser um pouco mais rico e assim sucessivamente. Esse retorno pode ser efetuado de cinco a vinte vezes, dependendo do grau de esgotamento desejado. A desvantagem do uso de difusores é que estes carregam mais impurezas com o bagaço para as caldeiras, exigindo limpeza mais frequente das mesmas.

### **Pré-tratamento do caldo**

O caldo resultante da extração pelas moendas passa por algumas etapas de tratamento antes de ser encaminhado à produção de açúcar. Este caldo deve ser peneirado para remoção das impurezas mais grosseiras; no entanto, impurezas menores (solúveis, insolúveis ou coloidais) não são removidas apenas com a utilização de peneiras. No caso desse tipo de impurezas uma sequência de procedimentos é adotado no intuito de coagulá-las, de maneira que a decantação possa separá-las. Após essa sequência de tratamento descrita a seguir, o caldo é enviado à produção de açúcar.

### **Tratamento do caldo**

**Sulfitação:** A sulfitação consiste na absorção de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) pelo caldo, inibindo reações que causam a formação de cor, coagulando matérias coloidais, auxiliando na formação de precipitados que farão o arraste de impurezas durante a sedimentação, diminuindo a viscosidade do caldo e desinfetando o meio.

**Calagem:** A calagem é feita através da adição de cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) que também coagula material coloidal, auxilia na precipitação e arraste de impurezas solúveis e insolúveis e eleva o pH para valores neutros.

**Aquecimento:** O caldo é então aquecido até aproximadamente 105°C para acelerar e facilitar as reações de coagulação e floculação. O aquecimento nesta etapa do processo visa essencialmente aumentar a eficiência do processo de decantação e promover a posterior retirada de ar.

**Decantação:** A decantação, também chamada de clarificação, é a etapa de purificação do caldo pela remoção das impurezas floculadas nos tratamentos anteriores. O caldo livre das impurezas é chamado caldo decantado e segue para a etapa de evaporação. As impurezas constituem o que é chamado de lodo. O lodo é enviado à etapa de filtragem.

**Filtragem:** Para recuperar o açúcar contido no lodo, procede-se com a sua filtragem. Dessa forma separa-se o caldo filtrado do que é retido no filtro: a torta, formada basicamente pelos resíduos retirados na decantação. O caldo retorna ao processo e a torta é utilizada como adubo na lavoura.

### **Fabricação do açúcar**

Nesta etapa está incluída a fabricação propriamente dita do açúcar e inclui: evaporação, cozimento, cristalização, centrifugação e secagem.

**Evaporação:** O caldo clarificado (com aproximadamente 15°Brix) entra em um conjunto de evaporadores de múltiplo efeito para a retirada de maior parte da água, concentrando até atingir cerca de 58-65°Brix, quando apresenta consistência de um xarope. Os evaporadores podem trabalhar a vácuo, em temperaturas inferiores a 100°C, reduzindo os processos químicos de inversão da sacarose e de caramelização dos açúcares.

Este xarope é bombeado para os tachos de cozimento onde ocorrerá a cristalização do açúcar. O cozimento é realizado em duas etapas: evaporação da água do xarope para a cristalização do açúcar; nucleação, em que são produzidos pequenos cristais de tamanho uniforme.

**Cozimento:** Saindo da etapa de evaporação, o xarope é enviado ao cozimento, que é uma nova etapa de concentração onde ocorre a formação de cristais em virtude da precipitação da sacarose dissolvida na água. O cozimento ocorre a vácuo por evaporação à baixa temperatura (65-70°C), eliminando-se a água, supersaturando a solução e depositando o açúcar nos cristais já existentes. A massa concentra-se até um máximo de teor de cristais que corresponde a 92°Brix. Os cozedores são equipamentos semelhantes aos

evaporadores e seu produto final, cristais de açúcar envolvidos em “mel” (solução açucarada), é chamado de massa cozida.

**Cristalização:** A massa cozida é então enviada a cristalizadores que a resfriam lentamente com o auxílio de água. Dessa maneira é possível recuperar parte da sacarose ainda contida no “mel” por sua deposição nos cristais já existentes, gerando o conseqüente aumento dos mesmos.

**Centrifugação:** Dos cristalizadores, a massa cozida segue às centrífugas. A força centrífuga promove a separação do açúcar. O “mel” removido é coletado e retorna aos cozedores para um maior esgotamento. O açúcar descarregado das centrífugas apresenta alto teor de umidade (0,5 a 2%) e temperatura elevada (65 a 95°C).

**Secagem:** A etapa de secagem tem por objetivo reduzir a umidade dos cristais de açúcar para os limites de comercialização estipulados por legislação. A relação entre açúcar/ar é de 1:2. Na saída do secador o açúcar é enviado por esteiras sanitárias até a moega de açúcar (reservatório próprio para açúcar), de onde é feito o ensacamento. A temperatura do ensaque não deve ser superior a 40°C a fim de evitar problemas de amarelecimento e empedramento.

### 2.3. A beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) possui significativa importância econômica, sendo uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, com diversos biótipos. Estes biótipos são: a beterraba açucareira, a forrageira e a hortícola. Na beterraba açucareira as raízes tuberosas possuem altos teores de sacarose, sendo utilizadas para a extração de açúcar. Em vários países da Europa, América do Norte e Ásia o cultivo da beterraba é altamente econômico e o nível de tecnificação da cultura bastante avançado, principalmente para as cultivares forrageiras e açucareiras.

As beterrabas conhecidas como açucareiras possuem menor rendimento, porém maiores porcentagens de sacarose que as demais, sendo adaptáveis em amplas condições de clima, como por exemplo sendo cultivadas em países como Rússia, Alemanha, França e Estados Unidos. Os países europeus, principalmente a França, respondem por 80% da produção mundial de açúcar de beterraba.

Em locais de clima temperado a beterraba é colhida para a produção de açúcar ao fim do primeiro ciclo, no outono, após o período vegetativo médio de 100 dias, que poderá se estender de acordo com as condições meteorológicas. A colheita inicia nos meses onde ocorre a redução da luminosidade e do desenvolvimento da planta e aumento da reserva de sacarose. As raízes podem ser arrancadas manual ou mecanicamente e estocadas para a industrialização durante um período que representa perto dos 50% do período da safra industrial. Após arrancadas as raízes, o feixe de folhas é eliminado e o colo cortado. Este contém pouca sacarose e é rico em material não sacarose que prejudicará a obtenção industrial do açúcar. As folhas cortadas são deixadas no campo como fertilizantes ou utilizadas como forragem.

No campo, as raízes ficam amontoadas e no pátio da usina também podem ser armazenadas dessa forma. Durante o armazenamento as raízes continuam o metabolismo respiratório, sendo conveniente que haja circulação de ar entre elas para que não ocorra aquecimento, o que favorece a deterioração ou fermentação, com consequente perdas de açúcar no armazenamento.

Comparando as diferenças no processo de obtenção do açúcar a partir da cana-de-açúcar com a extração da beterraba açucareira, destaca-se a etapa de extração de suco da beterraba, que inicialmente era realizada por raladura das raízes e posterior prensagem, sendo que esta técnica foi substituída pelo método de difusão. Suas raízes são arrancadas no momento de maturação completa, transportadas para a usina, armazenadas e lavadas para eliminação de impurezas. Após estarem limpas, são conduzidas ao setor de corte para serem fatiadas e encaminhadas aos difusores que removem a sacarose e formam o suco que será encaminhado às etapas subsequentes de purificação, concentração, cristalização, centrifugação e secagem, seguindo a mesma dinâmica do processo utilizado para a cana-de-açúcar.

#### **2.4. Tipos de açúcares**

Os açúcares comerciais obtidos do processamento da cana de açúcar ou da beterraba, também podem apresentar cor, aroma e composição química diferentes relacionadas às etapas de processo. A extração da sacarose a partir de uma mesma matéria-prima pode dar origem a diversos tipos de açúcares.

Segundo a Legislação Brasileira, através da Instrução Normativa MAPA nº47, 30/08/2018 que estabelece o Regulamento Técnico do Açúcar, considera-se como tipos de açúcares, os seguintes:

- Cristal branco: obtido pela fabricação direta nas usinas por processos de extração e clarificação do caldo da cana-de-açúcar através de tratamentos físico-químicos com branqueamento, seguidos de evaporação, cristalização, centrifugação e secagem do produto final.
- Cristal bruto: obtido pela fabricação direta nas usinas por processos de extração e clarificação do caldo da cana-de-açúcar por tratamentos físico-químicos, seguidos de evaporação, cristalização, centrifugação e secagem do produto final.
- Cristal: obtido pela fabricação direta pelo processo de extração e clarificação do caldo da cana-de-açúcar por tratamentos físico-químicos com branqueamento, seguidos de evaporação, cristalização, centrifugação, secagem, resfriamento e peneiramento do produto final, sendo comercializado na forma moída ou triturada.
- Refinado amorfo ou refinado: obtido pelo processo de dissolução do açúcar branco ou bruto, purificação da calda, evaporação, concentração da calda, batimento, secagem, resfriamento e peneiramento do produto final.
- Refinado granulado: obtido pelo processo de dissolução do açúcar branco ou bruto, purificação da calda, evaporação, cristalização da calda, centrifugação, secagem, resfriamento e peneiramento do produto final.
- Açúcar de confeitiro: obtido pelo processo de peneiramento ou extração do pó do açúcar cristal ou refinado amorfo.
- Demerara: o açúcar bruto, cuja polarização é maior que 96°Z (noventa e seis graus Zucker).
- VHP ou *Very High Polarization*: o açúcar bruto cuja polarização é maior que 99°Z (noventa e nove graus Zucker).
- VVHP ou *Very Very High Polarization*: o açúcar bruto cuja polarização é maior que 99,49°Z (noventa e nove vírgula quarenta e nove graus Zucker).
- Branco: obtido pela fabricação direta nas usinas através do processo de extração e clarificação do caldo da cana-de-açúcar por tratamentos físico-

químicos com branqueamento, seguidos de evaporação, cristalização, centrifugação e secagem do produto final.

- Açúcar líquido: obtido através do processo de dissolução do açúcar cristal ou refinado e purificação da calda, podendo sofrer inversão da calda.
- Açúcar líquido invertido: aquele obtido através do processo de dissolução do açúcar cristal ou refinado, purificação e inversão da calda.

Com relação à aplicação e produção dos diferentes tipos de açúcares, os mesmos possuem diferentes finalidades tecnológicas e nutricionais quando se fala em produtos alimentícios. O açúcar **cristal** é muito utilizado pela indústria alimentícia para confecção de doces, confeitos (inclui balas), biscoitos e bebidas já o açúcar **refinado** é um produto de cor branca que possui baixo teor de umidade e com cristais muito pequenos que formam uma constituição homogênea. Devido a estas características ele é o mais utilizado na indústria farmacêutica e na produção de xaropes com alta transparência. O açúcar cristal branco caracteriza-se por ser um açúcar de alta polarização (99,3°S a 99,9°S). A polarização é a porcentagem em massa da sacarose aparente contida em uma solução açucarada, determinada pelo desvio da luz polarizada ao atravessar esta solução. As rotações na escala são designadas como graus sacarimétricos (°S). Por definição, de acordo com a *International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis* (ICUMSA), uma solução normal de sacarose pura corresponde a 100°S, sendo a base de calibração do sacarímetro. 100°S correspondem a um desvio polarimétrico de  $34,620 \pm 0,002^\circ\text{C}$  a 20°C no  $\lambda = 589,2\text{nm}$  (lâmpada de sódio).

O açúcar **demerara** e o **mascavo** possuem coloração mais escura e textura firme, com cristais que possuem traços de melaço e “mel” proveniente do processamento da cana-de-açúcar. O açúcar **demerara** caracteriza-se por apresentar cristais envoltos por uma película aderente de “mel”, o que lhe confere uma menor polarização (96,5°S a 98,5°S). O açúcar **mascavo** possui coloração ainda mais intensa do que o **demerara** por não passar por nenhum dos processos de branqueamento, cristalização ou refinamento, podendo ser produzido em escala artesanal até mesmo por pequenas propriedades rurais, sendo largamente utilizado para a produção de pães, bolos e biscoitos integrais e granola.

Com relação ao açúcar **VHP**, o mesmo é considerado um açúcar bruto que pode ser transformado em vários tipos de açúcares para consumo, possuindo baixa umidade e sendo utilizado para exportação. É mais claro que o demerara e apresenta cristais amarelados. O **VVHP** também possui destino de exportação, possuindo alta polarização.

O açúcar **branco ou refinado** possui fácil dissolução e é amplamente produzido e comercializado. Chamado de refinado, pois é adicionado de aditivos químicos nas etapas de sulfitação e caleagem, processos em que são removidos suas vitaminas e sais minerais, presentes naturalmente no caldo da cana. O **açúcar de confeitiro** possui cristais mais finos do que o branco, sendo amplamente utilizado para a produção de glacês e coberturas. Passa pelas etapas de peneiramento para obter os mini cristais e adição de amido de arroz, milho ou fosfato de cálcio para evitar que os mini cristais se agrupem.

O **açúcar líquido** também é obtido através da sacarose apresentado na forma líquida em uma solução límpida e cristalina, obtido pela dissolução de açúcar sólido em água, com purificação e descoloração, o que garante a esse produto alta transparência e limpidez. É usado pela indústria farmacêutica e alimentícia, aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e outros confeitos. O **açúcar líquido invertido** pode ser produzido a partir de inversão ácida, enzimática ou catiônica (resinas). Apresenta-se na forma líquida em uma solução límpida e ligeiramente amarelada, com odor e sabor característicos e com alto poder adoçante. Seu diferencial é a presença de brilho na elaboração dos produtos alimentícios além de evitar a cristalização através de sua adição como redução da aplicação do açúcar sólido em produtos como geléias e doces em calda além da utilização em bebidas.

Além dos açúcares mencionados na legislação, ainda existe o **açúcar orgânico** possuindo valor de mercado mais alto, com produção ausente de aditivos químicos em fase agrícola e industrial.

---

## Ingredientes da indústria de balas

Josiane Freitas Chim

### 3.1. Açúcares

A sacarose é o maior constituinte em balas a qual pode ser encontrada de duas formas: na forma de cristais ou na forma de açúcar líquido, que consiste em uma solução de sacarose em água na concentração de 67-68°Brix. Ela é responsável pelo sabor doce e por dar cor e corpo ao produto. Para tanto, é fundamental o controle de qualidade da cadeia produtiva (produção, embalagem e armazenamento), garantindo sua total segurança, com base na aplicação dos conceitos de BPF, APPCC, etc.

Para a obtenção de balas duras translúcidas e de aparência cristalina é necessário a utilização de sacarose de alto grau de pureza e baixo conteúdo de cinzas. O alto conteúdo de cinzas leva ao aparecimento de espuma durante o cozimento e à alta taxa de inversão da sacarose, acarretando em problemas de coloração nos produtos.

No Brasil, de acordo com a Instrução Normativa MAPA nº47/2018, os atributos que devem ser avaliados para a obtenção de sacarose de boa qualidade são: cor, conteúdo de açúcares redutores, polarização, nível de impurezas nitrogenadas, conteúdo de cinzas, granulometria e características microbiológicas.

A sacarose empregada no processamento pode ser encontrada em duas formas: na forma de cristais (sacos ou granel) e na forma líquida (tambores ou granel). Misturas de açúcares são utilizadas na forma líquida com a designação de açúcar líquido.

Xarope de glicose: solução de alta concentração de açúcares obtidas da hidrólise do amido a partir de matérias-primas ricas neste composto como batata, mandioca, arroz e principalmente milho. Este produto é composto de

dextrose, oligomaltossacarídeos e polissacarídeos, que se encontram em proporções distintas segundo o método de obtenção.

O xarope é classificado em função do grau de hidrólise do amido, empregando-se o parâmetro de DE (valor equivalente de dextrose). Quanto maior o valor de DE, maior o grau de hidrólise sofrido pelo amido e maior a proporção de dextrose do xarope. Os processos de obtenção podem ser através de hidrólise ácida, enzimática ou ácida-enzimática.

No Brasil, o xarope de glicose mais utilizado na indústria de balas é o de baixo DE, o qual geralmente é obtido por hidrólise ácida e apresenta cerca de 38 a 40 DE. Em consequência, a sua composição aproximada em açúcares é: dextrose (15%), maltose (12%) e polissacarídeos (73%).

Quanto maior for a hidrólise do amido, maior a quantidade de dextrose, maior a doçura do xarope, menor a viscosidade, maior a higroscopicidade. O xarope com menor grau de hidrólise do amido (maior quantidade de dextrose e maior de polissacarídeos) apresentará um produto de menor corpo e viscosidade.

Açúcar invertido: tem como propriedades o poder edulcorante, a viscosidade, a higroscopicidade, o controle da cristalização, a temperatura de congelamento, a temperatura de ebulição e a atuação no controle da cristalização da sacarose (*doctors*). Os polissacarídeos presentes no xarope de glicose aumentam a viscosidade do meio, inibindo ou retardando o movimento dos micro cristais de sacarose e, portanto, impedindo que estes se unam e formem cristais perceptíveis e os monossacarídeos presentes tornam a solução de sacarose mais “impura” reduzindo a possibilidade de ligação entre moléculas de sacarose.

A recristalização da sacarose leva ao aparecimento de uma camada opaca na superfície das balas, gerando um produto “melado” e com aspecto visual desagradável.

### **3.2. Mel**

Entende-se por mel o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam,

combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.

O mel, além da sua característica como adoçante, pode ser usado como substituto do açúcar obtido da cana-de-açúcar. Os principais constituintes do mel são: água e carboidratos, sendo os monossacarídeos glicose e frutose os responsáveis em média por 80% deste total (Tab. 1) e aparecem em proporções quase iguais, o que confere importantes características ao produto. A frutose, é ligeiramente predominante, sendo um dos fatores responsáveis pela doçura do mel e sua alta higroscopicidade, o que confere resistência à cristalização.

O mel também confere aos produtos nos quais é incorporado, sabor característico, efeito bactericida e alta instabilidade térmica ao produto.

### **3.3. Leite e derivados**

O leite no processamento de balas apresenta como principais funções: atribuir sabor ao produto; enriquecê-lo nutricionalmente; promover a reação de Maillard e indiretamente aumentar a porcentagem de açúcares redutores do xarope processado.

O leite pode ser utilizado de diferentes formas nas balas. O leite fresco pasteurizado aumenta o grau de umidade do produto trazendo como consequência o aumento da temperatura de cozimento, aumentando também o risco de inversão da sacarose. Já o leite concentrado é ideal para a fabricação de caramelos, pois apresenta maior concentração de açúcares, menor teor de umidade e reduz o tempo de cozimento.

O teor e tipos de proteínas do leite são muito importantes para a qualidade do produto. Altos teores de caseína tornam a bala mais rígida e a temperaturas acima de 120°C pode coagular-se. No entanto, altos teores de albumina conferem maior maciez à bala fazendo com que a mesma perca corpo. O soro de leite é uma alternativa para aumentar o teor de sólidos no xarope e principalmente aumentar o conteúdo de lactose no produto.

A quantidade e o tipo de proteína do leite têm importância na fabricação de caramelos e afeta a taxa de encolhimento e dureza. As três principais proteínas são: caseína, albumina e globulina. Altos teores de caseína aumentam a rigidez da textura do produto; altos teores de albumina aumentam

a maciez e diminuem o corpo do produto; em temperaturas acima de 120°C a caseína desnatura e torna-se insolúvel, afetando negativamente a textura.

Leites concentrados possuem lecitina natural, mas não em quantidades suficientes para atuar como emulsificante. Além disso, a lecitina se degrada com a temperatura de processamento das balas, tornando-se necessária a adição de emulsificante para a fabricação de caramelos.

O soro de leite é obtido do processo de fabricação do queijo, do líquido restante após a remoção da caseína. A composição proteica do soro difere da composição do leite concentrado. O soro pode ser utilizado como um substituinte completo para o leite integral na proporção de 50:50 ou ainda 75:25 (soro:leite).

A desvantagem do uso de soro é o alto teor de lactose presente, cuja solubilidade é menor que a da sacarose, além de possuir 1/5 ou 1/6 do seu poder adoçante. Ao se utilizar o soro de leite na formulação há um aumento percentual de lactose, o que provocará a cristalização do produto. A vantagem do alto teor de lactose é que quando submetida ao aquecimento, assume coloração marrom e carameliza, contribuindo para a tipificação do produto.

### **3.4. Emulsificantes**

São substâncias químicas capazes de atuar como tensoativos. As principais funções em balas são: homogeneização perfeita entre gordura e água, estabilização da emulsão, redução do fenômeno de retração, proporcionar maior sensação de quantidade de gordura no produto, conferir plasticidade, suavidade e antiaderência e melhorar a distribuição do aroma.

A lecitina é a substância mais amplamente utilizada para este fim, sendo a opção mais viável economicamente. As suas principais fontes são algodão e soja. Podem também ser utilizados ésteres parciais de glicerol (mono e diglicerídeos). O nível de emulsificante utilizado na formulação de balas varia entre 3 a 8% sobre o peso da gordura, dependendo das características sensoriais que se deseja alcançar.

### 3.5. Gorduras

Óleos e gorduras são quimicamente substâncias derivadas de glicerol pela substituição por ácidos graxos formando moléculas de acilgliceróis. O tipo de ácido graxo e a posição da substituição influenciam diretamente nas características das gorduras. Os aumentos das saturações na gordura aumentam o ponto de fusão destas.

As gorduras têm importante função na tecnologia de balas: atribuir suavidade e plasticidade à massa e conferir antiaderência, evitando que a massa fique aderida nas máquinas, embalagens e dentes; também importante na dissolução e manutenção dos aromas durante o processo.

A gordura mais utilizada no processamento de balas é a hidrogenada de origem vegetal, por ter ponto de fusão médio de 38°C, conferindo estabilidade aos produtos à temperatura ambiente.

A gordura aplicada na indústria de balas deve seguir algumas especificações importantes como *performance* de textura para a degustação, *flavour* liberado durante a degustação, *shelf-life* do produto, funcionalidade durante o processo e preço. A porcentagem a ser incorporada na fabricação depende das características que se deseja ao produto.

### 3.6. Ácidos

Os ácidos mais comumente usados na fabricação de balas são: os ácidos orgânicos como: málico, cítrico, láctico e tartárico, os quais apresentam como principais funções o efeito acidulante e conservador. Os ácidos benzoico e sórbico e seus sais são utilizados pelo seu efeito preservativo e devem ser adicionados à massa de açúcares no final do processo de cozimento a fim de evitar a degradação destes compostos. Normalmente são utilizados em média na faixa de 0,1-1% sobre o total de massa dos ingredientes, respeitando a faixa de pH onde o ácido apresente maior grau de dissociação, potencializando seu efeito.

O ácido cítrico é produzido a partir da fermentação do açúcar, pelo micro-organismo *Aspergillus niger*. É seguro ao alimento por ser completamente absorvido pelo organismo. Atribui sabor suave ao produto.

O ácido tartárico é um subproduto da fabricação de vinhos, atribui sabor mais amargo aos produtos.

O ácido láctico é disponível na natureza, encontrado em duas formas isoméricas. Confere sabor agradável e pouco amargor.

O ácido acético é obtido da oxidação direta de frações de petróleo ou pela oxidação de acetaldeído. Possui a concentração de 99,8%.

O ácido málico é disponível nas frutas frescas. Quando puro é um pó cristalino que funde à temperatura de 129°C. O sabor é semelhante ao ácido cítrico.

O ácido benzoico é um composto aromático classificado como ácido monocarboxílico, sendo um ácido fraco, amplamente utilizado como conservante em alimentos e de ocorrência natural em certas plantas (bálsamos e resinas vegetais).

O ácido sórbico é um composto orgânico (ácido 2,4-hexadienóico) encontrado na natureza e utilizado como conservante, atuando principalmente sobre fungos. É um sólido incolor e de baixa solubilidade em água.

### 3.7. Corantes e aromas

Os corantes e os aromas são responsáveis pelas características finais de qualidade do produto e fundamentais para tornar o produto atrativo para o consumidor. Para a combinação ideal do tipo de *flavour* e cor da bala é necessário um conhecimento das propriedades de ambos e alguns fatores devem ser levados em conta na escolha como: grau de interação com os demais componentes do produto, efeito das condições do processo, vida útil, aceitação do consumidor, limites de uso permitidos por legislação e preço.

Os corantes utilizados podem ser naturais, idênticos aos naturais, artificiais ou minerais, os quais devem apresentar como características fundamentais para serem utilizados no processo: ser resistente aos açúcares redutores, estável à ação da luz e do calor, estável em pH ácido, não ser degradável e possuir sabor característico. Os corantes devem ser incorporados na massa após o cozimento para evitar degradação dos mesmos.

Os aromas são misturas complexas de substâncias, divididos em naturais, semelhantes aos naturais e artificiais. É importante saber o grau de volatilização para que seja compatível com a temperatura de aplicação no

processamento. Os aromas podem ser obtidos naturalmente através de plantas, micro-organismos ou por processos físicos, e os artificiais obtidos sinteticamente.

Os aromas naturais são obtidos de plantas, de micro-organismos ou por processos físicos como destilação. Apresentam como vantagem o apelo mercadológico além de possuírem precursores de aroma que atribuem características ao produto durante o processo. Os aromas semelhantes aos naturais são obtidos pela síntese ou isolados por processos químicos.

Os aromas artificiais são quimicamente sintetizados e possuem alto impacto de aroma, reduzindo a quantidade de aplicação e custos, são mais estáveis às altas temperaturas de processo e não dependem de safra ou planta.

### **3.8. Antioxidantes**

São substâncias químicas capazes de retardar ou inibir reações químicas de oxidação. Estes aditivos são fundamentais para balas que apresentam altos teores de gordura em sua formulação a fim de evitar as reações degradativas resultantes dos processos de oxidação de lipídeos. São recomendados para produtos que contenham acima de 8% de gordura e que possuam outros ingredientes que aumentem o teor de gordura do produto, como por exemplo castanha e outras frutas oleaginosas.

### **3.9. Proteínas**

O uso de proteínas como caseínas, albuminas e gelatinas é mais indicado para a fabricação de balas aeradas ou mastigáveis, pois conferem elasticidade à massa e boa capacidade de aeração. As dosagens de uso dependem do grau de propriedade que ela atinge ao longo do processo para o efeito desejado ao produto.

---

## Tecnologia de balas

Josiane Freitas Chim

### 4.1. Introdução

O segmento de balas e similares tem vencido o cenário de estagnação no mercado a partir do final da década de 90, devido ao fato de novas companhias do setor terem se instalado no Brasil e contribuído para estabelecer novos padrões de qualidade e consumo, introduzindo novos conceitos de *marketing* e operação logística inéditos no cenário nacional.

Aliada à disputa interna e externa à globalização, a indústria brasileira de balas, caramelos e pirulitos contam como trunfo a disponibilidade de açúcar a baixos preços, devido a esta ser a principal matéria-prima e ter o Brasil como principal produtor mundial.

De acordo com a ABICAB (Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e derivados), o Brasil é o terceiro produtor mundial de balas e similares, estando atrás dos Estados Unidos da América e da Alemanha. Estes dados mostram um balanço positivo deste mercado que se encontra em franca expansão e passível de desenvolvimento de novos produtos.

### 4.2. Processamento

Balas, caramelos e pirulitos tem destaque neste segmento de produtos pelo forte mercado e tecnologia bem estabelecida, tendo como principal matéria-prima o açúcar refinado.

No Brasil, de acordo com a ANVISA (RDC MS nº265, de 22 de set. de 2005), bala é o produto constituído por açúcar e ou outros ingredientes. Pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados. Incluem-se, nesta definição, os produtos similares a balas.

As balas são produzidas a partir do cozimento de açúcares, adicionadas de corantes, aromatizantes, e acidulantes, podendo conter outras substâncias

---

permitidas e específicas de cada tipo de bala. Os tipos de balas podem ser categorizados em função da textura em balas duras, balas mastigáveis, caramelos e balas de goma, cujas tecnologias de processamento são descritas na sequência.

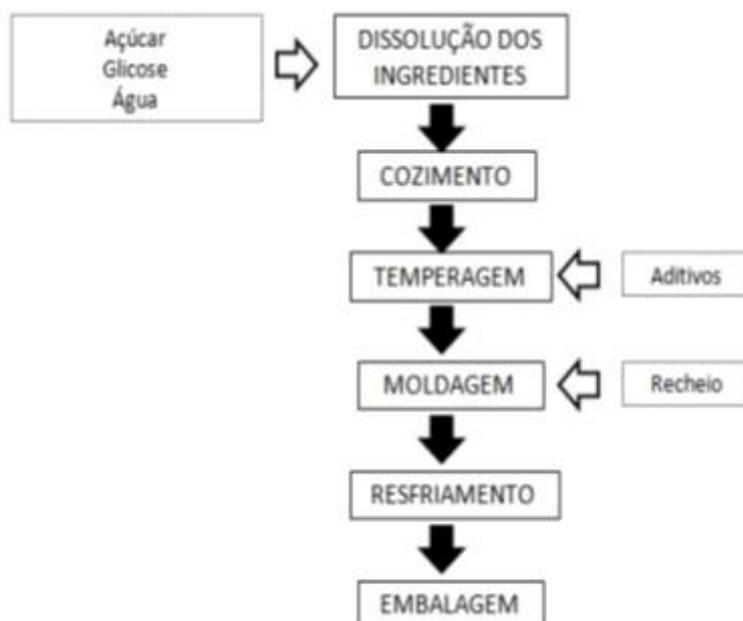
#### 4.2.1. Balas duras

Balas duras são produtos preparados à base de sacarose e xarope de glicose, com um teor de sólidos solúveis que pode variar de 97 a 98%. São um sistema amorfo e a temperatura ambiente formam o estado vítreo, caracterizado pela transparência e dureza.

As balas duras podem ser classificadas em:

- Duras simples: massa de açúcares fundida e adicionada de aroma, corante e ácido, resultando em produto transparente e translúcido.
- Duras recheadas: balas duras simples com recheio.
- Pirulitos: balas duras simples acondicionadas em palitos.
- *Rocks*: balas duras simples com figuras ou dizeres no corpo.
- *Starlightmints*: balas duras com filamentos coloridos no corpo (*Ball Forming*).

A bala dura para ser considerada de boa qualidade deve apresentar-se em estado vítreo, transparente e translúcida, decorrente de um balanceamento correto dos ingredientes, sistema de cozimento e condições de processamento. A Figura 1 representa as etapas de processamento tradicional de bala dura estampada.



**Figura 1.** Fluxograma geral de processamento de balas duras estampadas (processo tradicional).

**Mistura dos ingredientes:** esta etapa é fundamental para a qualidade do produto. A presença de qualquer material cristalino, devido à má dissolução de algum ingrediente, pode causar uma cristalização descontrolada. Para esta etapa faz-se uso de dissolvedores que atuam sobre calor ou pressão, fazendo um pré-aquecimento da massa em torno de 110-115°C, os quais tem por objetivo a dissolução total dos açúcares, mistura com o xarope de glicose e adição dos pré-mixes (mistura de corantes, leite, etc.).

**Cozimento:** tem por finalidade reduzir a umidade da massa de açúcares formada na dissolução. Os pontos importantes a serem considerados nesta etapa são o tempo e temperatura de processo, a fim de controlar a taxa de inversão da sacarose, a cristalização e a “mela”, aspectos que prejudicam a qualidade da bala e a sua estabilidade.

A escolha dos tipos de cozedores é fundamental para o sucesso do processo. Na tecnologia de balas destacam-se quatro tipos básicos de cozedores com suas características peculiares:

- Fogo direto: tachos a pressão atmosférica e temperaturas de 150-155°C onde o tempo de cozimento médio é de 30-35 minutos. Promove alta taxa de inversão da sacarose (4 a 8%);
- Universal: tacho com camisa de vapor e câmara de vácuo cujas temperaturas atingem de 135-140°C, com tempo de cozimento de 12 a 15 minutos. Resulta em menor taxa de inversão da sacarose que no cozedor sob fogo direto (1 a 6%);
- Serpentina: aquecimento em sistema fechado (serpentinhas) a temperaturas de 140-45°C, com tempo de cozimento de 1,5 a 3 minutos. Proporciona o resfriamento da massa dentro do cozedor e menor taxa de inversão da sacarose que os equipamentos anteriores (0,5 a 2,5%).
- Microfilme: sistema fechado (passagem do filme da massa de açúcares em paredes aquecidas) cuja temperatura do processo é de 145-152°C, com tempo de cozimento de 5 a 6 segundos. Promove o resfriamento da massa cozida e taxa de inversão da sacarose menor que 0,3%.

O cozedor do tipo serpentina é o mais difundido na indústria de balas, apesar do alto custo inicial e da exigência do uso de ácidos tamponados, este tipo de cozedor apresenta vantagens como: alta taxa de produção (cerca de 1500 Kg/h), menor necessidade de mão-de-obra, menor custo de processamento, economia do uso de aromas e produz balas com baixo teor de umidade (1,5 a 2%), translúcidas e transparentes.

O cozedor do tipo microfilme é um sistema contínuo de cozimento e ideal para se obter balas de qualidade devido às baixas taxas de inversão da sacarose (0,3%) e reduzido tempo de residência do xarope dentro do cozedor (5 a 6 segundos), o qual minimiza as degradações dos aditivos utilizados no processo. Além disso, o equipamento requer menor espaço de instalação, tem alta capacidade de produção, maior temperatura de cozimento (148-155°C), baixo índice de escurecimento do xarope (melhor transparência) e o vapor produzido não fica retido na massa. Porém este tipo de cozedor não é muito aplicado na indústria devido a alguns fatores como: alto investimento inicial, quantidade limitada de sacarose na formulação, viscosidade da massa deve ser baixa para facilitar a extração pela bomba, umidade residual maior (2,5 a

3%), uso de ácidos tamponados e o xarope alimentado deve ser isento de cristais de açúcares para que não cause desgaste da parede do cilindro.

**Temperagem:** esta etapa segue a sequência do processo e consiste no resfriamento rápido da massa cozida até a plasticidade ideal, realizada em mesas de aço inoxidável provida de camisa de circulação de água fria. Nesta etapa tem-se por objetivo evitar a formação excessiva de açúcar invertido, homogeneização dos aditivos e evitar a formação de bolhas que tornam a bala quebradiça.

Os fatores responsáveis por uma boa temperagem são:

- sistema de cozimento descontínuo ou cozimento contínuo e extração descontínua,
- condutividade térmica da massa; massa lisa, sem bolhas de ar apresenta melhor condutividade térmica,
- diferença de temperatura massa/mesa; quanto mais rápido o resfriamento menor o grau de inversão da sacarose.

**Moldagem:** corresponde à etapa de formação do cordão da massa e consiste no uso de bastonadeiras, trafilas ou ainda o uso de extrusoras. As bastonadeiras tem a função de dar forma à massa da bala para ser trafilada e manter a temperatura ideal de plasticidade. Nesta etapa pode ser adicionado os recheios, onde as máquinas de recheios são acopladas nas bastonadeiras, através da introdução de um tubo.

As máquinas de recheio podem ser:

- Pistão: de baixo custo, ideal para recheios líquidos, aerados e com partículas em suspensão.
- Engrenagem: de elevado preço, não deve ser usada para aerados, com partículas em suspensão, nem muito viscosos.
- Rosca: só usadas para recheios em pó.
- Excêntrico (mono): substituinte do pistão, de maior controle; usada para recheios pastosos, aerados e com partículas em suspensão.

Alguns pontos importantes devem ser levados em conta no processo de recheio de balas duras para que estas atinjam a qualidade e estabilidade

desejada. Com relação ao recheio, o teor de sólidos deve estar na faixa de 75-80°Brix, maior porcentagem de monossarídeos e adição de sorbitol podem aumentar a viscosidade. A capa da bala, a qual reveste os produtos recheados, deve ter uma umidade residual de 2 a 3%, boa plasticidade e massa homogênea. Com relação ao processo, a variação entre temperatura do recheio/massa deve ser em torno de 5°C e ausência de bolhas na massa, dura resultado de uma boa temperagem.

As trafilas consistem em um conjunto de pares de discos perfilados que reduzem o diâmetro do cordão da bastonadeira até a estampadeira e tem por finalidade dar o acabamento final ao cordão de massa saído da bastonadeira. Fornece o ajuste do diâmetro do cordão de massa para a etapa seguinte (estampagem) e controla o peso final do produto. O número de discos e velocidade que operam depende do peso da bala.

O uso de bastonadeiras e trafilas pode ser substituído pelo uso de extrusoras, usadas normalmente na fabricação de balas moles e caramelos e no caso de balas duras do tipo *Starlightmints*. Balas duras extrusadas cristalizam com facilidade devido ao atrito entre a massa e o corpo da extrusora; uma forma de minimizar o problema é o uso de formulação rica em xarope de glicose.

A etapa subsequente no processo de fabricação da bala dura consiste na estampagem ou modelagem, que tem por finalidade dar formato final à bala (corte e estampamento). Para tanto existem vários tipos de sistema de acordo com a característica da bala a ser produzida:

- Formatar: tipos de maquinários: Rotoplast, Robust, Uniplast, Cadeia.
- Pingar.
- Modelar (*Ball Forming*).
- Pirulitos.

Balas estampadas são resfriadas em sistemas de ar forçado, seguindo para a embalagem. Os formatos mais comuns das embalagens utilizadas para balas são: dupla torção (*Twist*), simples torção (*Sachet*), embrulhamento (*Wrapping*), *Flow Pack* e Duplo embrulhamento (*Drops*). Os materiais que constituem as embalagens para balas devem apresentar boa resistência mecânica, baixa permeabilidade a gases, vapor de água e luz.

### 4.2.2. Balas mastigáveis

As balas mastigáveis apresentam uma tecnologia de fabricação bastante semelhante ao da bala dura, diferenciando-se quanto à composição dos ingredientes, os quais são adicionadas de gordura, passam por tratamento mecânico, apresentam temperatura de cozimento inferior e maior teor de umidade residual. Caracterizam-se por apresentarem uma textura macia, com teor de sólidos solúveis variando de 90-93%.

Na tabela 1 estão as principais diferenças tecnológicas entre as balas duras e mastigáveis.

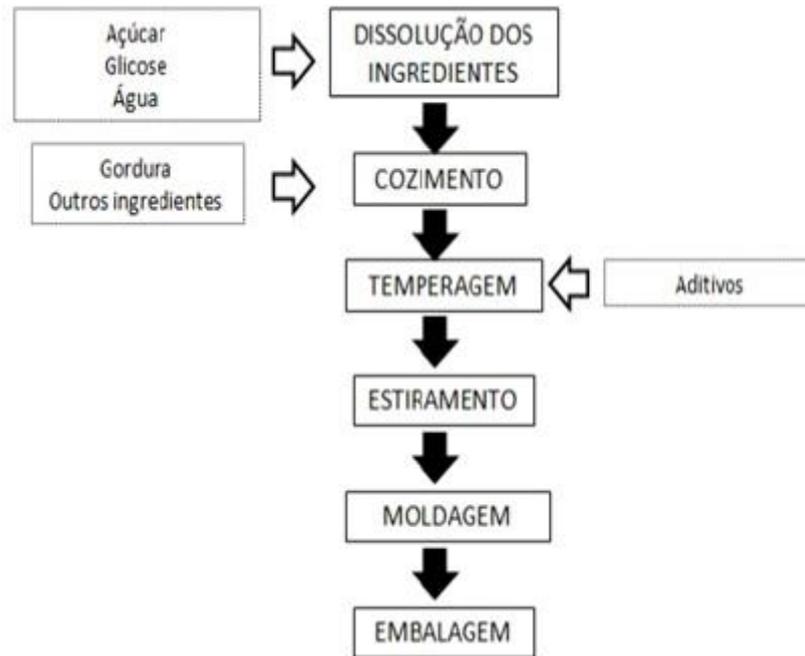
**Tabela 1.** Características de processamento das balas duras e mastigáveis

<b>Características</b>	<b>Bala dura</b>	<b>Bala mastigável</b>
Temperatura de cozimento (°C)	140-145	119-123
Umidade residual (%)	1,5-3,0	7-10
Sacarose/glicose (%)	62/37,5	47/48
Gordura (%)	-	5,0-10,0

Fonte: FADINI, Ana Lúcia *et al.*, 1996.

A bala mastigável devido a sua elevada quantidade de água necessita da adição de gordura com a finalidade de evitar a aderência. Este percentual de gordura varia de 3,0 a 10% do peso da bala, dependendo das características que se deseja para a mesma. Neste contexto a bala mastigável pode ser considerada quimicamente como uma emulsão água/óleo.

A Figura 2 representa o fluxograma típico de processamento da bala mastigável. Neste processo observa-se que os equipamentos são semelhantes ao processamento da bala dura até a etapa de cozimento, onde ocorre o tratamento mecânico da massa.



**Figura 2.** Fluxograma geral de processamento de balas mastigáveis.

**Mistura dos ingredientes:** No início do processo os ingredientes passam por uma balança dosadora, a qual permite a pré mistura dos ingredientes a uma temperatura de 50 °C. Em seguida a calda (mistura de água e açúcares) é bombeada para o sistema de cozimento. A massa cozida necessita de tratamento mecânico após o cozimento e normalmente são utilizados sistemas contínuos de cozimento tipo serpentina.

**Temperagem e Estiramento:** Na sequência a massa é resfriada mais rapidamente possível até temperatura de 50-70 °C, em sistemas contínuos ou descontínuos, seguida de estiramento, o qual consiste no tratamento mecânico da massa que confere melhor mastigabilidade ao produto. Nesta etapa são adicionados corantes, aromas e ácidos. A fase de estiramento ou sovagem da massa promove o aumento da plasticidade da massa de açúcares, induzem à cristalização e ocorre a inclusão de ar na massa. O resultado é a formação de uma emulsão água/óleo com suspensão de ar. O tempo prolongado de processamento aliado ao resfriamento muito rápido pode causar defeitos como cristalização excessiva e bala quebradiça.

**Moldagem e Embalagem:** A massa passa pelas extrusoras ou bastonadeiras/trafilas com o objetivo de controle final do peso da bala, redução

do diâmetro do bastão com temperatura ideal de moldagem de 30-40°C. A embalagem deve ser feita dentro da mesma operação e a temperatura a mais baixa possível para evitar defeitos na mesma.

### 4.2.3. Caramelos

No Brasil, de acordo com a ANVISA, Resolução MS nº12 de 1978, caramelo é produto preparado à base de leite, açúcares, manteiga ou gorduras comestíveis, podendo ser adicionado de amido na quantidade máxima de 3% e de outras substâncias que o caracterizam, como café, coco, ovos, e submetidos à cocção até o grau de consistência adequada.

As principais diferenças entre bala e caramelo está no ponto de cozimento (115-130°C), inclusão de leite e percentual de gordura, com umidade residual de 6 a 9%.

Caramelos são emulsões caracterizadas por uma mistura complexa de glóbulos de gordura envoltos em uma solução concentrada de açúcares com sólidos de leite dissolvidos e dispersos. A proteína do leite usada na proporção de 2% e a gordura vegetal hidrogenada na proporção de 3-4% apresenta a função de dar aroma e textura ao caramelo. A formulação básica do caramelo encontra-se na tabela 2.

**Tabela 2.** Formulação básica do caramelo

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Xarope de glicose	34
Leite condensado	28
Sacarose	23
Gordura hidrogenada	15
Sal	0,6
Aroma	0,2

Fonte: MOTHE, J.R.A., 2001.

A presença de polímeros na massa, como proteínas do leite, gelatina e albuminas, permite que a massa tenha capacidade de reduzir de tamanho (volume) ao se resfriar de forma que não cause deformações (retração

excessiva), devido estas substâncias conferirem elasticidade e plasticidade à massa.

O balanceamento correto da formulação confere ao produto características importantes para a manutenção da qualidade como textura ideal, aroma, ausência de cristalização, prevenção de absorção de umidade, mastigabilidade, desenvolvimento e manutenção da cor e comportamento no processo de corte, moldagem e embalagem.

Os fatores envolvidos no controle de qualidade são: umidade final, relação entre os açúcares, sólidos do leite, gorduras, emulsificantes, aroma e sal. De acordo com o conteúdo de umidade, os caramelos podem ser classificados em três categorias:

- Caramelo *soft*: temperatura de processamento de 118-120°C e 9-10% umidade residual.
- Caramelo médio: temperatura de processamento de 121-124°C e 7-8% umidade residual.
- Caramelo duro: temperatura de processamento de 128-131°C e 5-6% umidade residual.

A proporção ideal entre os açúcares sacarose:açúcares redutores deve ficar entre 1,2:1,0 e 1,4:1,0. O excesso de açúcares redutores pode causar deformação no caramelo e o tipo usado interfere na viscosidade, cor e textura final. O xarope de glicose mais utilizado neste processo é o de DE 42 (Dextrose Equivalente), pois alto teor de dextrina dá origem a um caramelo mais duro, menos mastigável e de cor mais clara.

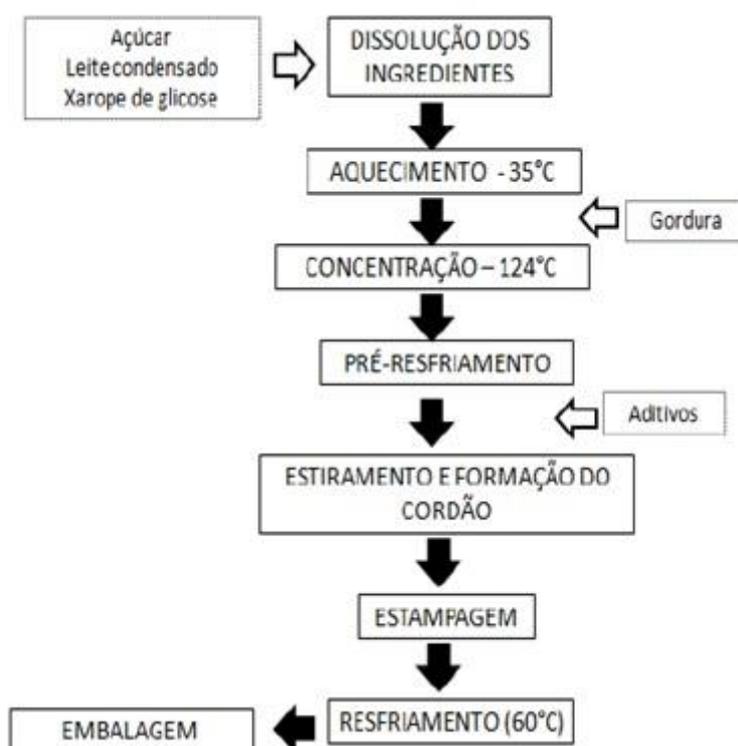
Os sólidos do leite irão afetar significativamente no sabor, cor e textura, quanto maior o teor de caseína mais duro é o caramelo. Durante o processo ocorre reação de Maillard provocando escurecimento rápido e acima de 95°C pode ocorrer cristalização da lactose.

O uso de gordura hidrogenada varia de 4 a 20%, dependendo do custo e da qualidade que se deseja no produto final. A gordura evita adesividade nos dentes, melhora a mastigabilidade e é responsável pelo aroma característico do caramelo. Durante o processo pode-se utilizar a adição de antioxidantes a fim de estabilizar o produto.

Os emulsificantes são utilizados na formulação para permitir a emulsificação da gordura na solução de açúcar; o mais utilizado é a lecitina de soja a qual deve ser adicionada logo após a inclusão da gordura no processo.

O sal é utilizado na concentração de 0,4 a 0,6% como realçador de sabor, podendo ainda fazer uso de aromas como o de baunilha. Outros ingredientes podem ser utilizados, como por exemplo amido pré-gelatinizado (em torno de 5%) e proteína de soja (em torno de 1%) visando principalmente a redução de custos. A proteína de soja, contudo, pode deixar o produto mais aderente, devendo-se avaliar sua aplicação de acordo com a qualidade requerida ao caramelo.

A tecnologia de processamento do caramelo pode ser descrita de acordo com o fluxograma da Figura 3.



**Figura 3.** Fluxograma geral de processamento de caramelos.

**Mistura dos ingredientes e Cozimento:** O sistema de dissolução dos ingredientes e de cozimento segue a mesma linha dos equipamentos utilizados no processo das balas duras, com pequenas modificações. Dentre os tipos de

cozedores utilizados em tecnologia de caramelos tem-se os sistemas contínuos dos tipos serpentina, rotor e *tourelle*; e nos sistemas descontínuos tem-se o cozedor do tipo tacho com raspador.

Semelhante ao que ocorre com as balas duras e mastigáveis o cozedor de maior uso em caramelos é o do tipo serpentina, porém este apresenta uso limitado em caramelos mastigáveis e aerado sem sólidos de leite e pode apresentar depósito de caseína nas paredes da serpentina causando entupimento do equipamento.

O cozedor do tipo rotor necessita de um caramelizador na saída do equipamento devido à velocidade de cozimento muito rápida e por isso a reação de Maillard não ocorre completamente, portanto este tipo de sistema de cozimento é mais recomendado para a fabricação de caramelos brancos. Neste caso, o cozedor do tipo rotor é acoplado a uma câmara de vácuo, a qual gera redução das temperaturas de cozimento e a reação de Maillard não se processa, garantindo a coloração específica para este tipo de bala.

O sistema de cozimento do tipo *Tourellé* possui um rotor com particularidades. O cozimento ocorre em processo lento por zonas de aquecimento até a temperatura desejada e a reação de Maillard ocorre no rotor com zonas de aquecimento decrescentes.

A reação de Maillard é a reação química típica que ocorre no processo de confecção do caramelo e se caracteriza pela reação entre o açúcar redutor e o aminoácido da proteína derivada do leite, dentre os compostos resultantes encontra-se a melanoidina, pigmento de coloração escura que dá a cor característica do caramelo e esta reação é dependente do aminoácido e açúcar redutor envolvidos.

Alguns fatores que favorecem a reação de Maillard são: quantidade de açúcar redutor, quantidade de proteína, pH do xarope, temperatura e tempo de cozimento. Os homogeneizadores devem ser utilizados antes do sistema de cozimento e permitem a perfeita emulsão entre água/óleo, evitando a formação de aglomerados de gordura melhorando a qualidade do caramelo; também melhoram a distribuição da gordura presente na formulação contribuindo para a fixação de aroma.

**Temperagem e Estiramento:** Os temperadores usados neste processo são normalmente mesas de aço inox (processo descontínuo), esteiras

refrigeradas (processo contínuo) e tambores refrigerados (processo contínuo). Após a temperagem a massa de caramelo passa pela etapa de estiramento semelhante ao descrito para balas mastigáveis.

Os caramelos são produtos moles, plásticos, elásticos e retráteis. A retração é um fenômeno indesejável e para sua redução recomenda-se atentar a aspectos como repouso prolongado da massa cozida, embalamento a baixa temperatura, velocidade lenta de embalamento.

**Moldagem e Embalagem:** No sistema de embalamento utiliza-se normalmente uma única máquina, a qual realiza o corte, dá formato à bala e embrulha em uma operação em sequência. Para reduzir o fenômeno da retração faz-se uso também de extrusoras.

Alguns parâmetros básicos para a fabricação de caramelos devem ser levados em conta para a obtenção de produtos de qualidade:

- Teor de sólidos de xarope de milho: 70 a 100% expressos em sacarose.
- Teor de sólidos desengordurado do leite: 6 a 9%
- Teor de gordura: 8 a 12% (com leite), 3 a 7% (sem leite).
- Teor de gelatina: 1 a 2%.
- Emulsificante: 0,2 a 0,4%.
- Água residual: 7 a 8%.
- Temperatura de cozimento – 116 a 120°C.

#### 4.2.4. Balas de goma

Balas de goma são fabricadas com gomas ou hidrocoloides, os quais conferem ao produto propriedades específicas como geleificação e espessamento, prevenindo a sinérese (perda de água do produto), conferindo brilho e transparência e promovendo uma textura característica para este tipo de bala mastigável.

Dos ingredientes mais utilizados para a fabricação de balas de goma encontram-se o amido e a gelatina, podendo ser utilizados também gomas como: carragena, arábica, xantana e pectina de alto teor de metoxilação.

Os fatores que mais afetam a textura final da bala são: o tipo de goma ou hidrocoloide utilizado, teor de sólidos solúveis, tempo de secagem e teor de umidade residual. Estes espessantes podem ser utilizados isolados ou em

combinação de acordo com as características de textura que se pretende no produto final.

Agentes geleificantes/espessantes utilizados:

**Amido:** O amido extraído do milho é o mais utilizado pela indústria de balas, podendo ser utilizado também amido da tapioca, arroz, trigo e batata, os quais apresentam diferenças entre os conteúdos de amilose e amilopectina de forma que interferem na textura do produto (Tabela 3).

**Estecarboidrato:** É composto basicamente de amilose e amilopectina, sendo a amilose uma molécula de formato linear e principal responsável pela gelatinização das balas de goma, através das ligações de hidrogênio entre as outras moléculas presentes no meio, que durante o cozimento se quebram e se reorganizam após o resfriamento e este fenômeno é conhecido como retrogradação.

**Tabela 3.** Proporções de amilose e amilopectina de diferentes fontes amiláceas

Origem	Amilose (%)	Amilopectina (%)
Milho	27	73
Arroz	17	83
Batata	20	80
Mandioca	17	83
Trigo	25	75

Fonte: Adaptado de Fadini, Soler e Queiroz (org.), 1996.

Amidos quimicamente modificados são bastante utilizados na fabricação de balas pois esta conversão ácida reduz a viscosidade do amido facilitando o cozimento e reforçando as características de textura que se quer para o produto devido a possibilidade de utilização deste ingrediente em maior quantidade.

**Gelatina:** Obtida da extração do colágeno ou por tratamentos ácidos de ossos ou pele de bovinos e suínos, a gelatina apresenta textura elástica e suave, derretendo agradavelmente na boca.

A adição de açúcar combinada com a gelatina aumenta a rigidez do gel formado pelas ligações de hidrogênio associadas nesta combinação. Durante o

processamento é recomendável pré dissolvê-la em água fria e posteriormente dissolvê-la a temperatura de 50-60°C para facilitar a sua homogeneização (processo reversível).

**Pectinas:** São galacturonoglicanos com variado conteúdo de grupos éster metílico, o que diferencia as pectinas comerciais de alto teor de metoxilação (ATM – acima de 50% dos grupos carboxila na forma de éster metílico) e baixo teor de metoxilação (BTM – abaixo de 50% dos grupos carboxila na forma de éster metílico). As pectinas comerciais são obtidas da casca de frutas cítricas e do bagaço de maçã por extração ácida.

As pectinas formam géis espalháveis e reversíveis na presença de açúcar e ácido ou na presença de íons cálcio. A formação do gel ocorre em uma concentração que varia de 0,5 a 4%.

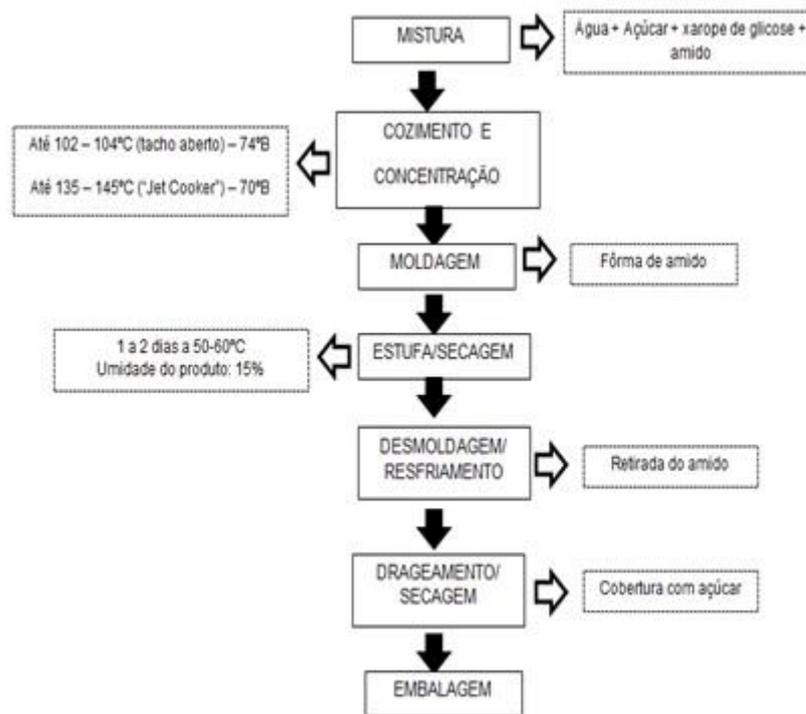
**Carragena:** Carragena é um grupo genérico de galactanas extraídas de algas vermelhas com soluções alcalinas, que existem em vasta gama de textura (moles, firmes e elásticas) e caracterizam-se pela transparência e brilho. As carragenas comerciais contêm diferentes proporções dos três principais tipos de estruturas (*Kappa*, *iota*, e *lambda*).

Os géis formados pela carragena não necessitam de refrigeração, pois não fundem a temperatura ambiente, sendo estáveis termicamente durante a estocagem. Este gel formado apresenta como características: menor adesividade nos dentes, liberação mais intensa do sabor, menor tempo de secagem.

**Goma gelana:** É um polissacarídeo extracelular produzido pela bactéria *Sphingomonas elodea*. É uma molécula linear formada por unidades de  $\beta$ -D-glicopiranosil,  $\beta$ -D-glicuronopiranosil e  $\alpha$ -L-ramnopiranosil.

Trata-se de uma goma solúvel em água fria, utilizada em concentrações que conferem textura de macia à rígida e comumente usada na fabricação de balas de hortelã e eucalipto.

O processamento da bala de goma pode ser feito por processos distintos como extrusão da massa, corte da massa sólida em mesa ou depósito da massa em moldes de amido, sendo este último o mais utilizado. Na figura 4 está o fluxograma geral de processamento da bala de goma.



**Figura 4.** Fluxograma geral de processamento de balas de goma.

**Mistura dos ingredientes:** Para a preparação da mistura adiciona-se a água ao tacho e eleva-se a temperatura até aproximadamente 60°C, em seguida adiciona-se a quantidade de açúcar até sua completa dissolução. Logo após é adicionado o xarope de glicose e a suspensão de amido previamente preparada (4:1 água/amido). A mistura homogeneizada é então levada ao cozimento propriamente dito.

**Cozimento:** Nesta etapa existem dois tipos de sistemas clássicos:

- Tacho aberto (processo em batelada): são tachos com camisa de vapor e sistema de agitação, com temperaturas finais de 102-104°C (47-76°Brix) com tempo de processamento final médio de 30 minutos.
- *Jet Cooker* (processo contínuo): neste processo de cozimento a temperatura de processamento é na faixa de 135-145°C, dependendo da formulação e do teor de sólidos no momento da colocação nos moldes (pingagem). O teor de sólidos deve ser o mais alto possível para reduzir o tempo de secagem nos moldes de amido.

**Moldagem e Embalagem:** Na etapa de moldagem (modelo estampado), as bandejas enformadas em amido são transportadas para um sistema pingador contendo o produto (bala) cozido, e sendo então depositado nos moldes.

As bandejas com as balas já depositadas são empilhadas e transportadas para estufas de secagem.

O amido utilizado nos moldes possui duas funções principais: formar cavidades com desenhos bem definidos e absorver a umidade residual das balas. Normalmente são utilizados amidos modificados na faixa de umidade de 12 a 14%. A estes amidos pode-se adicionar 0,1 a 0,2% de óleo mineral visando melhorar a impressão das estampas e reduzir a quantidade de produto.

A etapa de secagem é realizada em estufas com circulação de ar e controle de temperatura e tempo, podendo 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 na faixa de temperatura de 50-60°C proporciona que o amido se mantenha com nível de umidade ideal para ser reciclado, não sendo necessária secagem complementar. Este processo de secagem eleva o teor de sólidos da bala para faixa de 84-86%.

No processo de desmoldagem, traços de amido podem ficar na bala sendo retirados através de corrente de ar. Para o resfriamento das balas, estas são colocadas em bandejas à temperatura ambiente por até 24 horas, com umidade do ambiente controlada.

O drageamento consiste em depositar o açúcar cristal na superfície da bala de goma. Neste processo a bala passa por uma câmara de vapor, seguida de tambor de drageamento. Na sequência a bala passa por esteiras providas de ventilação ou por túnel de secagem para a finalização do produto e fixação do açúcar na cobertura.

Na embalagem destes produtos utiliza-se normalmente embalagens plásticas de polipropileno, polipropileno biorientado e polietileno de baixa densidade.

## Considerações Finais e Perspectivas Futuras

Josiane Freitas Chim, Andressa Jacques

O setor de balas e similares vem apresentando forte tendência mundial de mercado na redução de açúcar, refletindo no fato de que as Indústrias alimentícias têm sido incentivadas a reduzir do teor de açúcar em bebidas, biscoitos, produtos lácteos, bolos e achocolatados em geral. Acompanhando esta mudança, surgem incentivos na indústria para a redução ou substituição de açúcares, incorporação de novas gerações de edulcorantes e de agentes de corpo para melhoria das formulações convencionais e enriquecimento nutricional dos produtos lançados no mercado consumidor, cada dia mais exigente e consciente.

Enquadrando-se nesta nova visão de mercado e a fim de atender novos nichos, surgem na indústria de balas em geral, novas concepções além dos produtos *diet*, *light* e funcionais, enquadrando-se na tendência de saúde *health and wellness*, produtos orgânicos e com atividade antioxidante através da adição de frutas e corantes naturais pela substituição aos artificiais, permitindo que se abram espaços para novas linhas de pesquisa neste setor. Além deste conceito, também surge a alegação de aproveitamento de resíduos para incorporação em balas com propósito de redução de impacto ambiental. Na perspectiva de incorporar ingredientes naturais às balas, deve-se atentar às definições de alimento funcional, onde o Ministério da Saúde através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), define como alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde e estabelece as diretrizes para sua utilização, bem como as condições de registro para alimentos funcionais ou de saúde. De acordo com a Resolução MS/ANVISA nº18/1999, a aprovação das alegações para nutrientes com função reconhecida pela comunidade científica deve cumprir o critério de estar vinculada ao alimento de consumo habitual da população, o qual não deve ser de consumo ocasional, sendo as balas classificadas como alimentos de consumo ocasional, conforme Resolução MS/ANVISA nº359 de 23 de dezembro de 2003. Com isso deve-se ter o cuidado que mesmo as balas

possuindo ingredientes com a alegação funcional, as mesmas não poderão estar classificadas como tal, porém o benefício da utilização de ingredientes com estas características (funcionais, bioativas, naturais, etc.) vem ao encontro do consumo de alimentos menos artificiais que utilizam e aproveitam componentes naturais e de aproveitamento industrial. Pode-se citar aqui balas fortificadas com gelatina e adição de vitaminas A e C, adição de extratos de folhas de oliveira além das adicionadas de compostos prebióticos como a inulina.

Este compilado de informações sobre a química de carboidratos, produção de açúcar e tecnologia de balas pode servir como base de estudo sobre o tema e melhoria nas concepções de novos produtos afinados com a tendência de mercado e escolhas do consumidor.

## Referências Bibliográficas

ABICAB – Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados. Estatísticas – Dados dos produtos Balas, Confeitos, Gomas e mascar e derivados, ano de 2010. Disponível em: [http://www.abicab.org.br/index\\_home.htm](http://www.abicab.org.br/index_home.htm)[http://www.abicab.org.br/index\\_home.htm](http://www.abicab.org.br/index_home.htm).

ALVES, R. M. de O.; CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B. de A. et al. Características físico-químicas de amostra de mel de melípona mandacaia SMITH (*Hymenoptera: Apidae*). **Food Science and Technology**, v. 25, n. 4, p. 644-650, out.-dez. 2005.

AVELAR, M.H.M. DE, et al. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do cerrado. **Revista Magistra**, v. 28, n. 1, p. 21-28, jan.-mar./2016.

BOBBIO, F. O.; P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, v. 1, 1989. 191 p.

BRASIL. Crescimento sustentado – Manutenção da estabilidade e renda da população asseguram o avanço. **Doce Revista**. n. 195, ano XXIV, p. 6-32, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018. Regulamento Técnico do Açúcar. **Diário Oficial da União**. 06/09/2018, Seção 1, edição 173, p. 12-15.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da União**. 23/10/00, Seção I, p. 16-17.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 265, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para balas bombons e gomas de mascar. **Diário oficial da União**. 23/09/2005, Seção 1, p. 369.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico de

Porção de Alimentos Embalados para fins de Rotulagem Nutricional. **Diário oficial da União**. 26/12/2003, Seção I, Parte I, p. 33.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário oficial da União**. 03/05/1999, Seção 1, p. 12.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº 12, de março de 1978. Aprova as Normas Técnicas Especiais relativas a alimentos e bebidas. **Diário oficial da União**. 24/07/1978, Seção I, Parte I, p. 11.528.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 271, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar. **Diário Oficial da União**. 23/09/2005, Seção I, Parte I, p. 374.

BROACKWAY, B. Application of Confectionery Products. In: HARDMAN, T. M. **Water and Food Quality**. London: Elsevier Science, p. 305-324, 1989.

CAKEBREAD, S. **Dulces elaborados com azucar y chocolate**. Zaragoza: Acribia, 1975. 81 p.

CAMARGO, R.C.R. de; PEREIRA, F. de M.; LOPES, M.T. do R. et al. **Mel: características e propriedades** – Documentos Embrapa. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 28 p.

CAPA. A saída da mesmice – Modernização do parque de máquinas agrega valor a linha de balas, caramelos e pirulitos. **Doce Revista**. n. 199, p. 30-35, 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2011** – Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2011, 20 p.

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

DE ALMEIDA LIMA, U. **Biotecnologia Industrial** - Vol. 3: Processos fermentados e enzimáticos. São Paulo: Edgard Blücher, 1. ed., 2019. 760 p.

DE ALMEIDA LIMA, U. **Matérias-primas dos alimentos**. São Paulo: Edgar Blücher, 1. ed., 2010. 424 p.

EMBRAPA. Disponível em:  
[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_103\\_22122006154841.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_103_22122006154841.html). Acesso em: 01 out. 2019.

FADINI, A. L. et al. **Utilização de xarope com alto teor de maltose na fabricação de balas duras**. Engenharia de Alimentos, v. 31, n. 6, p. 36-40, 2000.

FADINI, A. L.; PESSÔA, G. J.; QUEIROZ, M. B. **Tecnologia de fabricação de goma de mascar**. Curso Especial, Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2006. 44 p.

FADINI, A. L.; QUEIROZ, M. **Estudo da estabilidade física das balas duras adicionadas de lactato de sódio**. In: KHALIL, T.A. Verificação dos pontos críticos numa linha de processamento de balas duras. Trabalho de conclusão de curso-Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 54 p, 2004.

FADINI, A.L.; SOLER, M.P.; QUEIROZ, M.B. (org.). **Industrialização de balas e confeitos de goma**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. 40 p.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2019. 944 p.

FERREIRA, V.F.; ROCHA, D.R. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v. 32, n.3, p. 623-638, 2009.

GARCIA, T.; PENTEADO, M. V. C. Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 743-749, 2005.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009. 512 p.

GIANOLA, Carlos. **La indústria del chocolate, bombones, caramelos y confiteria**. 3. ed. Madrid: Paraninfo, 1986. 295 p.

GOLÇALVES, A. A.; ROHR, M. Desenvolvimento de balas mastigáveis adicionadas de inulina. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 3, p. 471-478, 2009.

GROSSO, A. L. **Técnica de elaboración moderna de confeituras**. 2. ed., Buenos Aires, 1972. 252 p.

HOPPE, C.D; MALLMANN, P.R.; OLIVEIRA, E.C. Determinação de umidade em balas duras e balas mastigáveis. **Revista Destaques Acadêmicos – CTEC\_ UNIVATES**, v. 7, n. 4, p. 185-192, 2015.

INSAUSTI, E. O. **Industrialização de balas, chocolates e confeitos**. São Paulo: SENAI-SP, 2019. 96 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

INSUMOS. Porque o açúcar continua com demanda e preços em alta. **Doce Revista**. n. 197, p.14-16, 2011.

JACKSON, E.B. **Sugar confectionery manufacture**. 2. ed., London: Blackie Academic & Professional, 1995. 400 p.

MELO, F. de O. et al. Desenvolvimento de balas de gelatina do morango enriquecida com extrato de hibisco (*Hibiscos sabdarifa* L.). **Brazilian Journal of Development**., Curitiba, v. 6, n. 7, p. 47561-47571, jul. 2020.

MOTHÉ, J.R.A. **Tecnologia da fabricação de balas e caramelos**. Porto Alegre: CEAPIA, 2001. 110 p.

OETTERER, M.; D'ARCE, M. A. B. R.; SPOTTO, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. São Paulo: Manole, 2006. 632 p.

Produção de cana-de-açúcar. Ano. Disponível em:

[https://www.agric.com.br/producoes/cultivo\\_da\\_cana.html](https://www.agric.com.br/producoes/cultivo_da_cana.html). Acesso em: 01 out. 2019.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2. ed., São Paulo: Edgard Blücher, 2007. 196 p.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA, 2001. 213 p.

SPANEMBERG, F. E. M. **Planejamento de experimentos com mistura no estudo da vida útil de balas duras**. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste. 2010.

TIVELLI, S.W. et al. **Beterrabas do plantio à comercialização**. Boletim técnico. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 45 p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210– IAC. 2011).

VISSOTO, F. Z.; LUCAS, V. **Tecnologia de fabricação de balas**. Manual Técnico n. 17, Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1999. 100 p.

ZHANG, Y.; BARRINGER, S. Effect of **hidrocolloids**, sugar, and citric strawberry volatiles in a gummy candy. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 1, p. e13327, 2018.



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