

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL – IFRS
CAMPUS ERECHIM

NEUSA FÁTIMA POSYC

PRODUÇÃO DE BALA DE CAMELO COM REDUÇÃO E SUBSTITUIÇÃO
DE AÇÚCAR A PARTIR DA TÂMARA (*Phoenix dactylifera* L.)

ERECHIM, 2022

NEUSA FÁTIMA POSYC

PRODUÇÃO DE BALA DE CAMELO COM REDUÇÃO E SUBSTITUIÇÃO
DE AÇÚCAR A PARTIR DA TÂMARA (*Phoenix dactylifera* L.)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Alimentos no Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Rio
Grande do Sul – *Campus* Erechim.

Orientadora: Prof^a Dr^a Marília
Assunta Sfredo.

ERECHIM

2022

PRODUÇÃO DE BALA DE CAMELO COM REDUÇÃO E SUBSTITUIÇÃO
DE AÇÚCAR A PARTIR DA TÂMARA (*Phoenix dactylifera* L.)

NEUSA FÁTIMA POSYC

APROVADO EM ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Marília Assunta Sfredo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Campus Erechim

Prof. Dr. Leonardo Souza da Rosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Campus Erechim

Prof. Dr. Wagner Luiz Priamo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Campus Erechim

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela graça e dom da vida, pela saúde e por sempre estar ao meu lado, por sempre ouvir minhas orações e jamais me abandonar. Obrigada Pai por me ajudar a chegar até aqui, obrigada Deus.

Agradeço aos meus pais Henrique e Salete Posyc, por serem os meus maiores exemplos de dignidade, caráter e minha maior motivação para chegar até aqui. Obrigada pai e mãe por todas as orações e por tornarem o meu sonho de ser Engenheira o sonho de vocês também. Obrigada por me darem a vida e por toda a educação, eu amo vocês e se cheguei até aqui foi por vocês.

Agradeço a todos os meus amigos em especial à Rachel Guerrato, que foi meu maior presente durante a graduação e por compartilhar toda a sua família comigo. Obrigada por torcerem por mim e por toda a amizade.

Muita gratidão por todos os Professores que passaram por mim nesses anos, obrigada por compartilhar tanto conhecimento e tanto aprendizado e serem os pilares para minha formação. Um agradecimento especial à Professora Marília, que foi minha orientadora neste projeto e que durante minha graduação não mediu esforços para me incentivar, desde quando fui bolsista, como minha professora e também orientadora. Agradeço também à Professora Priscilla, que me ajudou a desenvolver todas as análises deste projeto e foi fundamental para chegar até aqui.

Dedico esse trabalho aos meus pais, a Deus e a todos que torceram e torcem por mim: amigos, colegas de trabalho, família, colegas de faculdade, a todos, um MUITO OBRIGADA!

“Na verdade, na verdade vos digo que aquele que crê em mim também fará as obras que eu faço, e as fará maiores do que estas, porque eu vou para meu Pai. E tudo quanto pedirdes em meu nome eu o farei, para que o Pai seja glorificado no Filho. Se pedirdes alguma coisa em meu nome, eu o farei.” João 14:12-14

RESUMO

As balas de caramelo são produzidas a base de açúcar, glicose, leite, corantes e aromas. O principal público de consumo deste produto são as crianças, e o consumo elevado de açúcares por esses pequenos consumidores, é uma opção não saudável para as idades iniciais. Este trabalho teve por objetivo a produção de uma bala com substituição do açúcar pela tâmara (*Phoenix dactylifera* L.). Foram produzidas três formulações de bala caramelo: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar (caramelo 50% tâmara) e caramelo com substituição total de açúcar (caramelo 100% tâmara), com uma variável (% de tâmaras, em relação à massa de açúcares), em dois níveis, com três repetições genuínas e três pontos centrais, resultando em 9 experimentos ($n = r \cdot 2^k + pc$, sendo, n: número de experimentos; r: número de repetições genuínas; k: número de variáveis; pc: número de pontos centrais). Foram realizadas análises de composição centesimal e microbiológicas no produto final. O caramelo padrão resultou em uma quantia de carboidratos de 80,97%, o caramelo com substituição parcial de açúcar de 87,18% e o caramelo com substituição total de açúcar de 66,15%. Esses resultados indicam que o uso da tâmara favoreceu em uma diminuição de carboidratos no produto que foi substituído o açúcar pela tâmara. Nas análises microbiológicas de *Salmonella* spp. *Enterobacteriaceae* spp. e bolores e leveduras, não houve crescimento em nenhuma composição dos produtos, indicando o cumprimento de Boas Práticas de fabricação durante a produção dos caramelos. O consumo da bala caramelo com substituição parcial e total de açúcar pela tâmara torna-se uma opção saudável de consumo para crianças, diabéticos, e/ou consumidores que buscam produtos saudáveis para o consumo.

PALAVRAS- CHAVES:

Caramelo; balas; açúcar.

ABSTRACT

Caramel candies are made from sugar, glucose, milk, colorings and flavors. The main consumer audience for this product is children, and the high consumption of sugars by these small consumers is an unhealthy option for the early ages. The objective of this work was the production of a candy with the replacement of sugar by *Phoenix dactylifera* L. Three caramel candies formulations were produced: standard caramel, partial sugar replacement caramel (50% date caramel) and total sugar replacement caramel (100% date caramel), with one variable (% of dates, in relation to the mass of sugars), in two levels, with three genuine repetitions and three central points, resulting in 9 experiments ($n = r \cdot 2K + pc$, where, n: number of experiments; r: number of genuine repetitions; k: number of variables; pc: number of center points). Centesimal and microbiological composition analyzes were performed on the final product. The standard caramel resulted in a carbohydrate amount of 80.97%, the caramel with partial sugar replacement of 87.18% and the caramel with total sugar replacement of 66.15%. These results indicate that the use of dates favored a decrease in carbohydrates in the product, which replaced the sugar with the date. In the microbiological analyzes of *Salmonella* spp., *Enterobacteriaceae* spp. and molds and yeasts, there was no growth in any composition of the products, indicating compliance with Good Manufacturing Practices during the production of caramels. The consumption of caramel candy with partial and total replacement of sugar by the date becomes a healthy option for children, diabetics, and/or consumers looking for healthy products for consumption.

KEYWORDS:

Caramel; candies; sugar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	10
2.1 Objetivos Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. EMBASAMENTO TEÓRICO	10
3.1 Legislação	10
3.2 Matérias primas utilizadas para fabricação de caramelos.....	11
3.2.1 Açúcares	11
3.2.2 Leite e manteiga na produção de balas de caramelo	12
3.2.2.1 Reação de Maillard	13
3.2.2.2 Manteiga	16
3.2.2.3 Emulsificantes.....	18
3.3 Produção de balas de caramelo	18
3.4 Consumo de açúcar e obesidade	22
3.5 Tâmara.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Material	26
4.2 Métodos	27
4.2.1 Produção das balas de caramelo.....	27
4.2.1.1 Produção do caramelo padrão.....	28
4.2.1.2 Produção do caramelo com substituição parcial de açúcar	29
4.2.1.3 Produção do caramelo com substituição total de açúcar	29
4.2.2 Análise de composição centesimal	30
4.2.2.1 Composição de cinzas	30
4.2.2.2 Determinação de umidade	30
4.2.2.3 Determinação de pH	31
4.2.2.4 Determinação de proteína.....	32
4.2.2.5 Composição de lipídeos.....	32
4.2.3 Análises microbiológicas.....	33
4.2.3.1 Análise de bolores e leveduras	33
4.2.3.2 Análise de <i>Enterobacteriaceae</i> spp	34
4.2.3.3 Análise de <i>Salmonella</i> spp.....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37

5.1 Produção das balas de caramelo.....	37
5.1.1 Rendimento das produções de caramelo.....	39
5.2 Composição centesimal do produto.....	42
5.3 Análises microbiológicas.....	45
6. CONCLUSÕES.....	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

As balas são produzidas à base de açúcares com adição de outras substâncias como corantes, aromatizantes e acidulantes, que têm a função de melhorar as características sensoriais dos produtos (MINIFIE, 1989).

Segundo levantamento da Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas (ABICAB), em 2020, a indústria de Balas e Gomas produziu 214 mil toneladas de produtos, sendo considerada uma importante fonte econômica do país (ABICAB, 2020).

O principal nicho de mercado das balas são as crianças, por isso esse produto se apresenta nas mais variadas formas e tamanhos, com inteligentes estratégias de marketing para levar esse produto a estes pequenos consumidores.

A bala, assim como outros produtos industrializados, apresenta um elevado teor de açúcares, e por isso as indústrias alimentícias cada vez mais estão utilizando adoçantes artificiais, corantes e aromatizantes para a formulação destes produtos.

Segundo Vieira (2013), dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), mostram que uma a cada três crianças estão acima do peso, isto pode ser explicado devido a fatores como a alimentação. O consumo de produtos à base de alto teor de açúcar, sódio e gordura são apontadas como as principais causas de obesidade entre as crianças.

Atualmente o Brasil é um dos maiores consumidores de açúcar do mundo. Segundo Brasil (2007), cada brasileiro consome em média de 51 a 55 quilos de açúcar por ano, sendo que a média mundial é de 21 quilos por ano.

Entretanto o alto consumo de açúcar no Brasil não fica restrito apenas às crianças, mas para toda a população. Levando em consideração que o elevado consumo de açúcar não está somente associado à obesidade, mas também a problemas como diabetes e problemas cardiovasculares, dados como estes tornam-se preocupantes e alarmantes para a situação de saúde pública do país.

Tendo em vista, que a obesidade está diretamente relacionada ao consumo de produtos com alto teor de açúcares, iniciativas que promovem a substituição e a conscientização da redução do açúcar para alternativas mais

saudáveis tornam-se importantes para diminuir os índices de obesidade global entre crianças, jovens e adultos.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

- Desenvolver novas balas do tipo caramelo, com substituição parcial e total de açúcar por tâmaras, analisando a viabilidade técnica de sua produção e composição centesimal do produto.

2.2. Objetivos específicos

- Testar a viabilidade técnica da produção de uma nova bala tipo caramelo com substituição de 50 % do açúcar por tâmaras;
- Desenvolver uma nova bala tipo caramelo, com substituição total de açúcar por tâmaras;
- Estudar as alterações dos componentes centesimais decorrentes da substituição total e parcial da tâmara pelo açúcar.
- Comparar a composição centesimal das novas balas tipo caramelo com a bala padrão, utilizando ferramentas estatísticas.

3. EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1. Legislação

Segundo a Resolução nº 265, de 22 de setembro de 2005, a bala é um produto formado de açúcar e outras substâncias como corantes, edulcorantes e aromas permitidas por lei, podendo ser recheada, apresentar cobertura e formato distintos. Os produtos devem ser produzidos respeitando as Boas Práticas de Fabricação de Alimentos (BPF's), embalados, armazenados e transportados com segurança afim de evitar que contaminantes físicos, químicos e microbiológicos migrem para o produto e coloquem em risco a integridade e a saúde do consumidor (BRASIL, 2005).

Segundo a Resolução nº 271, de 22 de setembro de 2005, o açúcar é a sacarose obtida através do caldo de cana-de-açúcar ou da beterraba, podendo ser considerado açúcar os monossacarídeos e dissacarídeos apresentados de diferentes tamanhos e formatos (BRASIL, 2005).

Em relação aos produtos zero açúcar, a Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998, os termos *FREE*, *LIVRE*, *SEM ZERO*, ou *NÃO CONTÉM* podem ser utilizados para produtos que não foram adicionados de açúcares na produção ou embalagem do alimento, ou então que não contenham matérias-primas nas quais açúcares foram adicionados (BRASIL, 1998).

3.2. Matérias-primas utilizadas para fabricação de balas de caramelo

Para produção de balas de caramelo é utilizado leite, açúcar, gorduras, emulsificantes, amido, podendo ser utilizado também corantes e aromatizantes.

3.2.1. Açúcares

O açúcar é um carboidrato que pode ser consumido de forma natural (mel e frutas), ou então de forma comercial através de produtos como as geleias, doces, caramelos, balas entre outros produtos. Os carboidratos abrangem a maior classe de compostos orgânicos da natureza, sendo classificados como monossacarídeos (carboidratos mais simples: glicose e frutose), oligossacarídeos (quando submetidos a hidrólise total produzem até dez monossacarídeos: lactose e sacarose) e polissacarídeos que são a forma predominante dos carboidratos na natureza (podem conter mais de dez ou milhares de monossacarídeos) (INSAUSTI; MORAES, 2016).

Para ser utilizado como matéria-prima, o açúcar segue algumas especificações, como a polarização, expressa em °Z (Zucker), que significa a porcentagem de sacarose no produto final precisa ser superior à 99,7%, sendo que os 0,3% são de glicose e frutose, água, sais minerais e outros sacarídeos. Outro aspecto a ser avaliado é a cor, o açúcar precisa ser uma substância clara, sem sujidades e sem contaminantes físicos oriundos do processamento da cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2007).

As guloseimas com textura firme (balas, pirulitos e chicles), podem utilizar polióis para deixar os produtos mais doces. Os polióis são derivados do açúcar e contêm mais de um grupo hidroxila. Por mais que eles substituem açúcares comumente utilizados, os polióis possuem a desvantagem de não serem absorvidos pelo intestino delgado. Os ingredientes normalmente utilizados para substituir a sacarose são: sorbitol, maltitol, isomalte e hidrolisados de amido modificado (HSHs). Porém, muitos destes açúcares possuem limitação

ao serem utilizados em função das características sensoriais nos produtos, e também por não serem viáveis financeiramente (BRANDT, 1999).

Em balas, o açúcar é utilizado como adoçante, mas principalmente como agente de corpo, auxiliando na viscosidade e na textura do produto final. No caramelo por exemplo, o açúcar está relacionado à reação de Maillard (escurecimento não enzimático), auxiliando na cor (marrom) e também no aroma e sabor do produto final (FELLOWS, 2018).

3.2.2. Leite e manteiga na produção de balas de caramelo

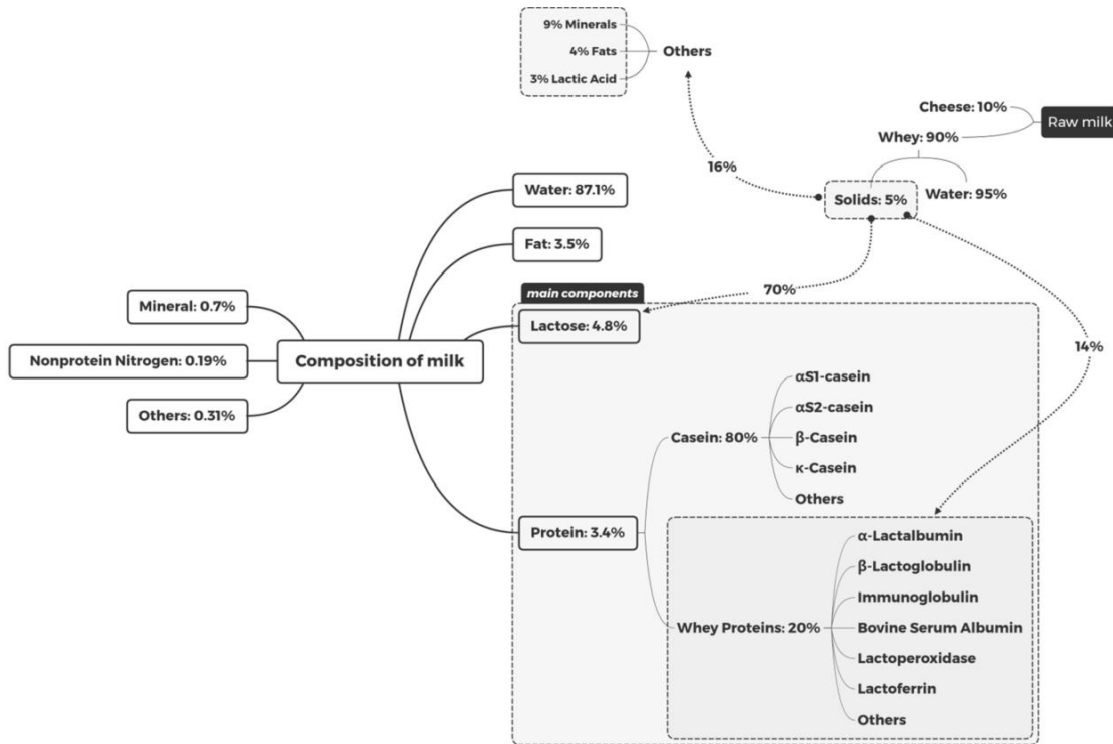
De acordo com a Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), “leite pasteurizado é o leite fluido submetido a um dos processos de pasteurização previstos na legislação vigente, envasado automaticamente em circuito fechado e destinado a consumo humano direto”, sendo que o teor de gordura mínimo deve ser de 3,0 g/100 g, para o leite pasteurizado integral (BRASIL, 2018).

O leite é um produto rico em nutrientes, o seu consumo fornece 18 dos 22 nutrientes essenciais, sendo uma fonte de cálcio, magnésio, fósforo, potássio, zinco e proteína. (MOYSÉS et al., 2009). Segundo dados da Embrapa (2014), o leite é composto entre 12% a 13% de sólidos (lipídios, carboidratos, sais minerais, vitaminas e proteínas) e o restante de água. As características relacionadas a estrutura e cor são provenientes da enzima presente no leite, a caseína, e a gordura.

Além de ser consumido na sua forma natural, o leite pode ser consumido de outras formas sendo transformado em outros produtos: iogurtes, leite condensado, creme de leite, nata, doce de leite, bebidas lácteas, queijos, ricota e a manteiga. A aplicação do leite é bem abrangente na culinária e nos processos industriais (SIQUEIRA, 2019).

Por muito tempo, os consumidores associaram o leite como um alimento com alto valor nutricional, devido a sua composição. A Figura 01 apresenta a composição do leite e evidencia que as proteínas e a lactose são os dois principais componentes do leite, além de água e gordura. As proteínas consistem principalmente em 80% de caseína e 20% de proteínas de soro de leite.

Figura 01 – Composição do leite.



Fonte: adaptado de XIANG et al. (2021).

Em balas de caramelo e também em produtos como o doce de leite, e no leite condensado, o leite submetido a altas temperaturas, sofre uma intensa influência da reação de Maillard, auxiliando na coloração final do produto e em aspectos como cor e textura (PAVLOVIC et al., 1994).

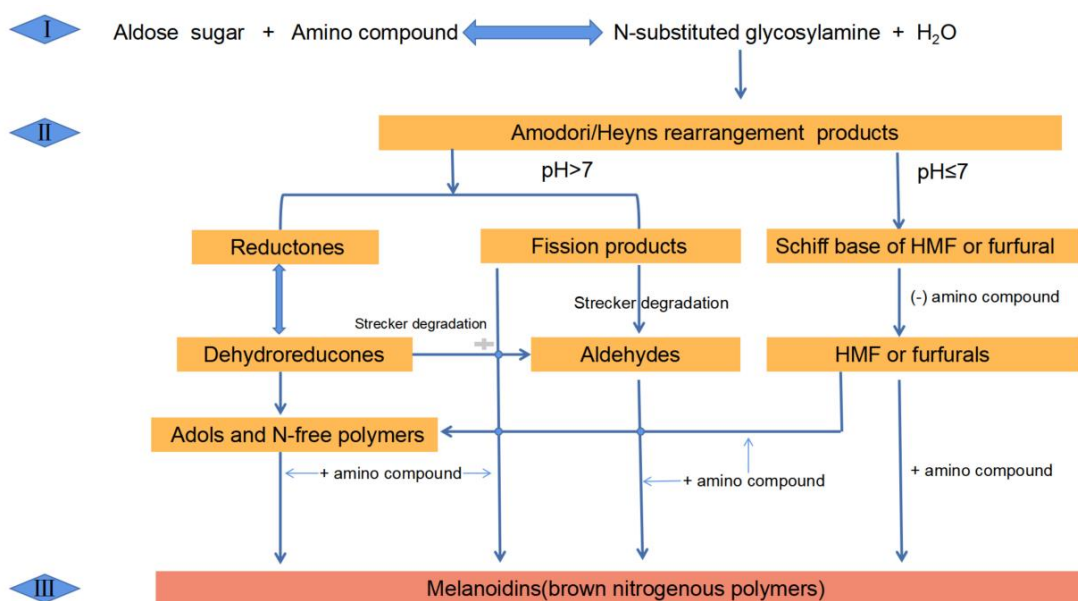
3.2.2.1. Reação de Maillard

A partir da proteína do leite e dos açúcares redutores, ocorre uma importante reação química: a reação de Maillard. Essa reação foi descoberta por Louis Camille Maillard, em 1912, e é uma das quatro reações não enzimáticas de escurecimento que ocorrem em alimentos (degradação do ácido ascórbico, peroxidação lipídica e reação de caramelização). Os produtos da reação de Maillard (as melanoidinas) podem melhorar a aparência e sabor dos alimentos, no entanto, há presença de efeitos colaterais, indicados em muitos estudos, e que mostram que uma série de doenças estão relacionadas à ingestão desses produtos, através da alimentação (XIANG et al., 2021).

A reação de Maillard envolve uma reação de condensação entre um grupo funcional carbonila (tipicamente grupo aldeído ou cetona), encontrado em um

açúcar redutor, e um grupo α -amino de aminoácidos (principalmente lisina e/ou arginina), aminas, peptídeos e proteínas, como mostra a Figura 02. A reação de escurecimento é afetada pelo tempo, teor de água, atividade de água, temperatura, reagentes, pH e íons metálicos em alimentos. Geralmente, a maior taxa de reação é alcançada quando a atividade de água está na faixa de 0,60–0,85, com teor de umidade entre 30 e 75%. A taxa da reação aumenta com o aumento do pH (3-9) e da temperatura. Além disso, a velocidade da reação está relacionada com os reagentes, a partir da seguinte ordem de reatividade (de alta para baixa): monossacarídeos redutores > polissacarídeos redutores, açúcares redutores de cinco carbonos > açúcares redutores de seis carbonos; amina > aminoácido > proteína. A existência de íons metálicos, como ferro, cobre e zinco pode acelerar a reação de Maillard (XIANG et al., 2021).

Figura 02 – O processo da reação de Maillard.



Fonte: adaptado de XIANG et al. (2021).

Os produtos da reação de Maillard podem melhorar as propriedades antioxidantes dos alimentos, especialmente para alimentos contendo lipídios, que são facilmente oxidados. A adição de produtos da reação de Maillard (em comparação com antioxidantes sintéticos, como terc-butil hidroquinona butilado (TBHQ), hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT)), é mais aceitável para consumidores, devido aos efeitos tóxicos dos antioxidantes

sintéticos na saúde humana. Os efeitos antioxidantes dos produtos da reação de Maillard têm vários mecanismos, incluindo íons metálicos quelantes, destruição de cadeias de radicais livres e do peróxido de hidrogênio, e eliminando o oxigênio ativo. A atividade antioxidante está relacionada principalmente ao estágio intermediário e aos produtos da reação em estágio avançado (XIANG et al., 2021).

Como mencionado anteriormente, durante o processamento e armazenamento dos alimentos, a reação de Maillard pode produzir substâncias tóxicas, como como acrilamida, aminas heterocíclicas, furano, 5-hidroxiacetilfurfural e carboximetilsina (CML). Esses compostos apresentam neurotoxicidade, toxicidade genética, carcinogenicidade, toxicidade reprodutiva, toxicidade hepática e imunotoxicidade, que afetam seriamente a saúde. Os produtos da reação de Maillard gerados pela caseína e açúcares redutores são cancerígenos, contudo a carcinogenicidade desses produtos a partir de diferentes açúcares redutores é diferente. Entre eles, açúcares redutores contendo glicose e galactose tem maior carcinogenicidade, enquanto açúcares redutores envolvendo lactose e galactose tem menor carcinogenicidade. Essas diferenças são atribuídas principalmente às diferenças nos mecanismos de reação (XIANG et al., 2021).

Os produtos da reação de Maillard estão relacionados a várias inflamações, e podem causar insuficiência renal, diabetes, aterosclerose, insuficiência cardíaca crônica, doença de Alzheimer, doença de Parkinson e entre outras doenças. O conteúdo de CML na fórmula infantil de leite em pó é 70 vezes maior do que o leite materno. Os resultados do estudo mostraram que o conteúdo CML no plasma do leite em pó infantil é 46% maior do que no leite materno. Assim, é essencial controlar a formação de produtos da reação de Maillard desnecessários nos alimentos (XIANG et al., 2021).

Atualmente, existem muitos métodos para evitar efetivamente a reação de Maillard. Abordagens eficazes de prevenção podem ser alcançadas para determinados alimentos a partir de quatro aspectos seguintes: matérias-primas, formulação, processo de produção e armazenamento. Modificar as matérias-primas para reduzir sua reatividade pode inibir a reação de Maillard. A escolha de reagentes e condições de reação apropriados pode reduzir a geração de substâncias tóxicas produzidas pela reação de Maillard. Resultados

experimentais mostraram que a concentração de CML produzida pela tagatose a 75°C é menor do que a produzida pela glicose e pela xilose. Não há diferença significativa entre os três açúcares redutores a 120°C (temperatura de cozimento do caramelo é 118°C). Portanto, o uso da tagatose é mais adequado como adoçante em produtos lácteos (XIANG et al., 2021).

A tagatose (epímero C-4 de d-frutose) está naturalmente presente em pequena quantidade em vários alimentos, como leite em pó esterilizado, queijo, iogurtes e outros produtos lácteos. A d-tagatose é considerada uma substância nutracêutica devido ao baixo valor calórico, à propriedade antidiabética e aos efeitos promotores de crescimento de bactérias intestinais benéficas. A d-tagatose tem potencial para substituir o açúcar por sua doçura e sabor semelhantes à sacarose. Como sua ocorrência natural é muito baixa, a produção química ou biológica é necessária para atender a demanda (ROY et al., 2018).

Íons cálcio e moléculas de epicatequina podem inibir a reação de Maillard para minimizar os danos causados pelo calor entre a caseína (solução aquosa ou estado seco) e a glicose, através de interações hidrofóbicas e iônicas. Além disso, existem muitas outras abordagens para evitar a ocorrência de reação de Maillard, incluindo:

- adição de alguns ingredientes com efeitos inibitórios para a reação de Maillard, como ingredientes ácidos, suco de limão, compostos fenólicos, vitaminas, cátions (sais), aminoguanidina e enzimas (frutosamina oxidase, frutosamina quinase e hexose oxidase).

- controlar os parâmetros, como tempo, temperatura, pH, durante o processo de produção.

- utilizando cozimento aberto, tratamento a vácuo, técnicas sem aquecimento, controle rigoroso de armazenamento de alimentos no ambiente (XIANG et al., 2021).

3.2.2.2. Manteiga

Os óleos e as gorduras são substâncias derivadas de glicerol pela substituição por ácidos graxos, que forma moléculas de acilgliceróis. O tipo de ácido graxo e a posição da substituição influenciam diretamente nas características das gorduras. Quanto maior o número de saturações, maior será o ponto de fusão das gorduras (CHIM, 2021a).

A gordura é um ingrediente essencial na formulação do caramelo, tanto para controle de sabor quanto da textura. A gordura melhora a sensação na boca e confere uma riqueza global ao sabor e textura dos doces, além de reduzir a pegajosidade e o escoamento quando frio. As gorduras também podem contribuir para a prevenção ou controle da cristalização da sacarose e da lactose em caramelos. A gordura do leite é geralmente considerada uma fonte de gordura superior para o caramelo (MENDENHALL; HARTEL, 2016).

As gorduras têm funções importantes na tecnologia de balas, dentre elas: atribuir suavidade e plasticidade à massa e conferir antiaderência, evitando que a massa fique aderida nas máquinas, embalagens e nos dentes; além de dissolver e reter os aromas durante o processo de fabricação (CHIM, 2021a).

Acredita-se que a textura do caramelo seja regulada pelas características do xarope de açúcar na fase contínua, mas é modificada pelos sólidos do leite e pela gordura dispersa. Embora o teor de água seja provavelmente a principal variável para controlar a textura do caramelo, a quantidade e o tipo de gordura são importantes para a viscosidade e textura do caramelo. As gorduras que têm alguma plasticidade também podem proporcionar mastigabilidade, que é alcançada por uma faixa de temperatura de fusão maior, terminando ligeiramente acima da temperatura corporal, 37°C (MENDENHALL; HARTEL, 2016).

A manteiga é um produto gorduroso, obtido a partir da gordura do leite, apresenta-se na forma líquida ou então no estado pastoso, para sua industrialização é necessária a homogeneização da gordura até a eliminação parcial ou total da água (CLEMENTE; ABREU, 2008). A manteiga possui cerca de 58% de ácidos graxos saturados (majoritariamente 16:0, ácido palmítico e 18:0, ácido esteárico) e 41,75% insaturados (majoritariamente 18:1, ácido oleico) (FONSECA; GUTIERREZ, 1974).

A concentração de gordura em caramelos normalmente varia de 5 a 15%, mas a maioria dos caramelos fabricados comercialmente tem entre 8 e 10 % de teor de gordura. Muitas das gorduras que são usadas nos caramelos são as chamadas “gorduras duras”, com teor de gordura sólida maior que 50 %, à temperatura ambiente (MENDENHALL; HARTEL, 2016).

3.2.3. Emulsificantes

Os emulsificantes são substâncias químicas que atuam como tensoativos. Em balas mastigáveis, as principais funções dos emulsificantes 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 utilizada para este fim, além de ser a opção mais viável economicamente. A quantidade de emulsificante utilizada na formulação de balas varia entre 3 a 8% sobre a massa da gordura (CHIM, 2021a).

3.3. Produção de Balas de Caramelo

Segundo Mendenhall e Hartel (2016) caramelo é uma emulsão de gotículas de gordura semicristalina dispersas em uma fase amorfa composta de sacarose, xarope de milho e componentes do leite. A emulsificação dos glóbulos da gordura na pré-mistura quente é aprimorada através da adição de um emulsificante, geralmente lecitina. No entanto, a estabilização das gotículas da emulsão no caramelo acabado deve-se principalmente à viscosidade da fase amorfa.

Segundo Chim (2021b) “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”. Uma formulação típica do caramelo encontra-se na Tabela 01.

Tabela 01: Formulação básica de um caramelo.

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

Fonte: CHIM (2021b).

Maldonado e Guaido (2009) relatam que o caramelo macio (*toffee*) possui consistência plástica e elástica e é obtido da cocção de xarope de açúcar (sacarose-glicose), leite desnatado, bicarbonato de sódio, gordura ou óleos

comestíveis e amido. O *toffee* contém sacarose (30-60%), glicose (20-50%), lactose (0-6%), gordura (2-15%), proteína (0-5%) e entre 4 e 8% de umidade.

Qualquer que seja tipo de gordura utilizada, seja manteiga ou gordura vegetal modificada, essa cristalizará à medida que o caramelo esfria para que no produto final exista uma rede cristalina semi-rígida dentro cada glóbulo. Durante o cozimento, ocorre a desnaturação das proteínas do soro e foi demonstrado que os agregados de proteínas são encontrados ao redor dos glóbulos de gordura, fornecendo uma rede através do caramelo, que ajuda a prevenir o inimigo de todos os fabricantes de caramelo: o escoamento a frio (MENDENHALL; HARTEL, 2016).

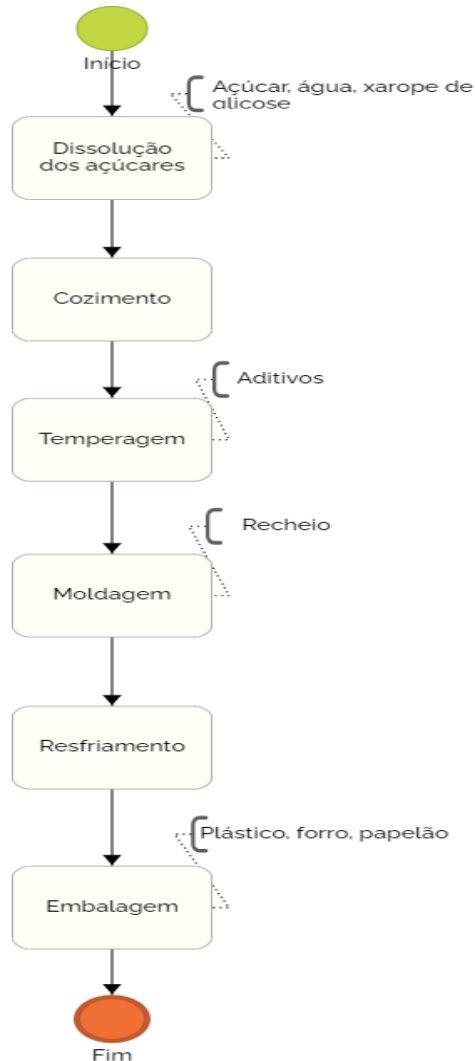
O escoamento a frio é definido como a tendência de um material a fluir sob seu próprio peso ao longo do tempo. Os caramelos que têm escoamento a frio indesejável têm uma tendência a se deformar ao longo tempo, perdendo a forma e achatando. O escoamento a frio é descrito como fluxo de um material amorfo a baixas temperaturas devido à força da gravidade. O teor de água é uma das principais ferramentas usadas para influenciar o escoamento a frio. Caramelos com mais de 15% de umidade geralmente fluem facilmente devido à baixa viscosidade da fase amorfa. No outro extremo, os caramelos cozidos a temperaturas maiores, causando uma redução no teor de água inferior a 4%, entram no estado vítreo à medida que esfriam. Na medida em que agem como enchimento em caramelo, os glóbulos de gordura interrompem a fase amorfa e fornecem uma estrutura que pode ajudar a inibir o escoamento a frio (MENDENHALL; HARTEL, 2016).

Um dos principais critérios para o controle de qualidade do caramelo é a textura. As preocupações típicas de textura para os fabricantes são o escoamento a frio, a pegajosidade suave, a viscosidade e a dureza. Os caramelos são produzidos com uma ampla gama de variedades: alguns são duros ou vítreos, como balas duras, e alguns são macios e escoam, como calda de caramelo. A maioria dos caramelos comestíveis tem textura intermediária, macia o suficiente para mastigar facilmente, mas firme o suficiente para manter sua forma (MENDENHALL; HARTEL, 2016).

O processo mais utilizado para produção de balas é composto pelas etapas de dissolução dos açúcares, cozimento, temperagem, moldagem,

resfriamento e embalagem, conforme pode ser observado na Figura 03 (CALGAROTO et al., 2006).

Figura 03 – Fluxograma de produção de balas moles.



Fonte: (CALGAROTO et al., 2006).

Segundo Calgaroto et al. (2006) a etapa de dissolução de açúcares se inicia com a pesagem e homogeneização dos ingredientes (açúcar, água, xarope de glicose) sob agitação e aquecimento. Após a etapa de dissolução dos açúcares, a bala passa pela etapa de cozimento até atingir a temperatura de 135°C e depois passa pela etapa de temperagem na qual a massa é retirada do cozedor e disposta em mesas com circulação de água fria para resfriamento da massa. Nesta etapa são adicionados os ácidos, corantes e aromatizantes do produto (SPANEMBERG, 2010). O equipamento utilizado para realizar o cozimento de balas pode ser observado na Figura 04.

Figura 04: Cozedor de balas.



Fonte: (INCAL, 2015).

Na etapa de moldagem a bala passa pela estampagem e trefilagem. Nessas etapas a bala fica com a gramatura e o formato desejado, e em alguns casos quando o produto tem recheio a bala recebe o recheio na extrusora. Depois dessas etapas a bala passa pelo processo de resfriamento, sendo posteriormente embalada (OLIVEIRA, 2006). Na Figura 05 e Figura 06 pode-se observar a saída de uma bastonadeira para a trefila e um estampo utilizados para a moldagem da bala.

Figura 05: Saída de uma bastonadeira para a trefila, na produção de balas.



Fonte: adaptado de (CAMARGO INDUSTRIAL MÁQUINAS, 2010).

Figura 06: Estampo utilizado na produção de balas.



Fonte: adaptado de CAPORETTO (2015).

Na Figura 07 observa-se o conjunto necessário para a produção de balas, conforme pode ser visualizado também no Fluxograma de produção de balas da Figura 03.

Figura 07: Conjunto para produção de balas.



Fonte: adaptado de CHOCOTECH (2009).

3.4. Consumo de açúcar e obesidade

Segundo Mardones (2020), a obesidade justifica-se devido a ingestão de alimentos pouco saudáveis, geralmente o consumo não-controlado de carboidratos e gorduras. Os açúcares simples, que provêm naturalmente dos alimentos e são os monossacarídeos (glicose e frutose) e dissacarídeos (sacarose, lactose e maltose), são carboidratos facilmente absorvidos pelo

organismo. Mas os açúcares adicionados, que provêm dos alimentos industrializados, são de extrema preocupação para a saúde mundial.

Segundo Oliveira (2020), o consumo de açúcar aumentou cerca de 25 vezes comparado com séculos anteriores e a relação entre consumo de açúcar e obesidade fica bem evidente, já que o açúcar está associado a síndromes no metabolismo, como por exemplo, doenças cardíacas, acidente vascular cerebral e diabetes. O gosto doce, sensorialmente, faz parte das nossas vidas desde quando somos crianças e com o tempo o desejo em ingerir alimentos com alto teor de açúcar vai aumentando. Estudos apontam que, em 1776, os americanos consumiam cerca de 1,81 quilogramas de açúcar por ano; em 1850, aproximadamente 9,07 quilogramas por ano; e, em 1994, cerca de 54,43 quilogramas de açúcar por ano. A partir destes dados, nota-se que o consumo de açúcar ao passar dos anos teve uma evolução aparente (BRAY; POPKIN, 2014).

3.5. Tâmara

A tâmara (*Phoenix dactylifera* L.) é produzida pela tamareira, uma planta que pertence à família Areceae e é originária da Mesopotâmia. É umas plantas mais importantes para a cultura árabe. O Marrocos, por exemplo, possui aproximadamente 4,7 milhões de palmeiras, compreendendo uma área de 44.000 hectares, produzindo cerca de 80.000 toneladas de tâmaras por ano (BODIAN et al., 2012).

A tamareira possui boa produtividade na região dos trópicos, apresentando bom desenvolvimento em locais arenosos, salinizados e contenham altas taxas de luminosidade, sendo assim considera-se que a tâmara se adapta a locais mais quentes (COSTA et al., 2005).

A tâmara possui grande importância nutricional podendo ser utilizada como opção para produtos com redução de açúcar. Estudos mostram que os frutos da tamareira possuem treze flavonoides, glicosídeos de luteolina, quercetina e apigenina. As frutas de tâmaras possuem propriedades antioxidantes, antimutagênicas e alguns extratos aquosos da tâmara tiveram efeitos hepatoprotetores (AL-ZUBAIRI; AL-HABORI; AL-MAMARY, 2010).

As tâmaras são ricas em determinados nutrientes e fornecem uma ótima fonte de energia rapidamente metabolizável, devido ao alto teor de carboidratos

(70 a 80%), com açúcares totais que variam de 44 a 88%. Além disso, as tâmaras contêm lipídios (0,20 a 0,50%); proteínas (2,30 a 5,60%); fibra dietética (6,40 a 11,50%, sendo o componente principal a lignina, com 1,2–3,2%, segundo Kamal-Eldin et al. (2020)); minerais (0,10 a 916 mg/100g, em massa seca); algumas vitaminas (C, B1, B2, B3, A, riboflavina e niacina) e muito pouco ou nada de amido (AMIRA et al., 2011; BIGLARI; ALKARKHI; EASA, 2008). As tâmaras possuem um teor de fibra dietética considerável, com 84 a 94% de fibra insolúvel, sendo que o consumo diário de 100 g de tâmaras fornece aproximadamente 50 a 100% da ingestão de fibra recomendada diariamente. As tâmaras contêm também um tipo especial de fibra, conhecido como β -D-glucano, que tem sua alta atividade anticancerígena confirmada (AYAD et al., 2020).

As fibras dietéticas têm merecido atenção na prevenção de doenças crônicas associadas à alimentação, atuando positivamente no tratamento da obesidade, na redução da gordura visceral e dos lipídeos sanguíneos, no controle da diabetes, além de serem substratos fermentescíveis na modificação da microbiota intestinal (CARVALHO; GALLÃO; BRITO, 2020). A fibra dietética é composta por polímeros de carboidratos solúveis e insolúveis, com 10 ou mais monômeros, os quais não são hidrolisados pelas enzimas gastrointestinais dos seres humanos. As fibras dietéticas são capazes de fornecer um benefício fisiológico à saúde de quem as consome, uma vez que são consideradas prebióticos, pois são fermentadas pelas bactérias do trato gastrointestinal. Além disso, as fibras dietéticas aumentam e regulam a população das bactérias intestinais benéficas e reduzem as patogênicas; aumentam a absorção de minerais; reduzem o desenvolvimento de alergias, dentre outros benefícios (RIBEIRO; RAICES; CRUZ, 2020).

Alem et al. (2017) determinaram a composição funcional e atividades antioxidantes das oito principais variedades de tâmaras encontradas no Marrocos. As análises mostraram que as tâmaras possuem uma grande quantidade de açúcares (66,03 a 83,05% base seca) e uma baixa quantidade de lipídios (0,218 a 0,363% base seca) e proteína (2,2 a 3,45% base seca). Dentre os açúcares analisados, as tâmaras possuem um alto teor de glicose (média de 32,41 g/100 g matéria seca) e frutose (37,6 g/100 g matéria seca). Apenas uma variedade (*Bouskri*) apresentou baixo conteúdo de glicose (5,95 g/100 g matéria seca) e frutose (6,48 g/100 g matéria seca) e alto teor de sacarose (70,63 g/100

g matéria seca). O conteúdo de compostos fenólicos totais foram de 331,86 a 537,07 mg GAE/100 g (base seca, bs); os flavonoides totais variaram de 68,88 a 208,53 mg of RE/100 g matéria seca; a capacidade antioxidante foi de 383,90 a 846,94 μmol equivalentes Trolox/100 g (bs) e de 406,614 e 860,89 μmol /100 g (bs) (FRAP).

A tâmara também é uma boa fonte de importantes fitoquímicos, incluindo carotenóides, compostos fenólicos e flavonóides. O consumo da tâmara proporciona atividade antioxidante, benefícios antimutagênicos e imunomoduladores para a saúde. Outros benefícios da tâmara são suas propriedades anti-hiperlipidêmicas, anticancerígenas, gastroprotetoras, hepatoprotetoras e nefroprotetoras (MOHAMED et al., 2014).

Radicais livres, como o ânion superóxido ($\text{O}_2^{\cdot-}$), radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$) e radical peroxila (ROO^{\cdot}), são particularmente reativos e são conhecidos por serem um produto biológico na redução do oxigênio molecular. Danos mediados por radicais livres resultam na ruptura da fluidez da membrana, desnaturação de proteínas, peroxidação lipídica, dano oxidativo ao DNA e alteração das funções plaquetárias, que geralmente são associados a muitos problemas crônicos de saúde, como câncer, inflamação, envelhecimento e aterosclerose. Um antioxidante, que extingue os radicais livres reativos, previne a oxidação de outras moléculas e pode, portanto, ter efeitos promotores da saúde na prevenção de doenças degenerativas. Os fitoquímicos de frutas demonstraram possuir capacidades antioxidantes significativas, o que pode estar associado a menor incidência e menores taxas de mortalidade de doenças degenerativas em humanos. As propriedades antioxidantes das frutas variam dependendo do seu conteúdo de componentes fenólicos e vitaminas C e E, carotenoides e flavonoides (BIGLARI; ALKARKHI; EASA, 2008).

A atividade antioxidante das tâmaras pode ser devida a presença de compostos solúveis em água, com potentes efeitos de captura de radicais livres, tais como compostos fenólicos (principalmente ácidos cinâmicos) e flavonoides (flavonas, flavonóis e flavanonas). Vários fatores influenciam os teores de compostos fenólicos e flavonoides, tais como, variedade, condições de crescimento, maturidade, temporada, origem geográfica, uso de fertilizantes, tipo de solo, condições de estocagem e quantidade de luz solar recebida, entre outros (ALEM et al., 2017).

Segundo Kamal-Eldin et al. (2020), as tâmaras são classificadas em macias (conteúdo de umidade maior do que 30%); semi-secas (conteúdo de umidade entre 20 e 30%) e secas (conteúdo de umidade menor do que 20%). Biglari; Alkarkhi; Easa (2008) determinaram, para tâmaras secas, a capacidade antioxidante ($500,33 \pm 47,17$ μmol equivalentes Trolox/100 g de matéria seca e $387,34 \pm 1,94$ $\mu\text{mol}/100$ g de matéria seca (FRAP)); o TPC ($141,35 \pm 4,28$ mg GAE/100 g de matéria seca) e flavonóides totais ($81,79 \pm 14,27$ mg CEQ/100 g matéria seca). A capacidade antioxidante da tâmara seca foi doze vezes maior do que a das tâmaras frescas, e esse aumento expressivo foi determinado também para os outros testes. Assim, observa-se que as tâmaras testadas possuem um potencial para serem utilizadas como ingredientes funcionais, como antioxidantes alimentícios.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

As matérias-primas foram obtidas de um mercado local da cidade de Erechim-RS, e foram armazenadas na Usina Piloto de Bebidas do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) *Campus* Erechim. Para o desenvolvimento da bala caramelo foram utilizadas as seguintes matérias-primas: tâmara, leite, açúcar, xarope de glicose, manteiga, sal, bicarbonato de sódio e lecitina de soja.

Os procedimentos foram realizados na Usina Piloto de Bebidas, e foram necessários os seguintes materiais e equipamentos: tacho de aço inox com capacidade de cinco litros; fogão industrial alimentado por gás liquefeito de petróleo (GLP); espátula; balança semi analítica; balança eletrônica; termômetro digital; utensílios: colheres, facas, recipientes de aço inox, jarra medidora.

As análises de composição centesimal: pH, umidade, cinzas, proteínas e lipídeos, foram realizados no Laboratório de Análise de Alimentos e as análises microbiológicas, foram realizadas no Laboratório de Microscopia e Microbiologia, ambos localizados no IFRS *Campus* Erechim.

4.2. Métodos

4.2.1. Produção das balas de caramelo

O estudo experimental da elaboração de um caramelo adoçado com tâmara foi realizado na Usina Piloto de Bebidas do IFRS *Campus Erechim*. O estudo iniciou com a realização de um planejamento experimental, composto central, com uma variável (% de tâmaras, em relação à massa de açúcares), em dois níveis, com três repetições genuínas e três pontos centrais, resultando em 9 experimentos ($n = r \cdot 2^k + pc$, sendo, n: número de experimentos; r: número de repetições genuínas; k: número de variáveis; pc: número de pontos centrais), conforme descrito na Tabela 02.

Tabela 02: Planejamento experimental para elaboração dos caramelos.

Nº experimentos	Variável codificada	Variável real
	% tâmara	% tâmara
1	-1	0
2	-1	0
3	-1	0
4	1	100
5	1	100
6	1	100
7	0	50
8	0	50
9	0	50

Fonte: do próprio autor.

Os seguintes experimentos foram realizados, para testar a viabilidade técnica da produção de caramelos de tâmara, avaliar o rendimento do processo e os custos de produção:

- Produção caramelo padrão: composição do produto com 100% de açúcares (bala padrão), cujo nível da variável foi -1, ou seja, 0% de tâmara, em relação à porcentagem de açúcares, em massa;
- Produção caramelo com substituição parcial de açúcar (caramelo 50%): composição de produto com redução de açúcares, cujo nível da variável foi 0, ou seja, 50% de tâmara, em relação à porcentagem de açúcares, em massa;
- Produção caramelo com substituição total de açúcar (caramelo 100%): composição de produto com zero açúcares, cujo nível da variável foi +1, ou seja, 100% de tâmara, em relação à porcentagem de açúcares, em massa.

A análise estatística dos resultados foi realizada nos softwares Excel®, Jamovi® e Protimiza Experimental Design®, utilizando-se como resposta o rendimento da produção de caramelo. As hipóteses testadas referem-se à:

- H₀: os valores de para as diferentes condições experimentais são iguais, pois não diferem significativamente entre si, em nível de 95% de confiança.

- H₁: os valores de rendimento, para as condições experimentais estudadas, são diferentes, em nível de 95% de confiança.

4.2.1.1. Produção do caramelo padrão

A bala de caramelo padrão foi produzida conforme formulação indicada na Tabela 03. Na bala padrão a composição é máxima de açúcares, onde os ingredientes foram adicionados simultaneamente em um tacho de aço inox e aquecidos, sob constante agitação e sob pressão atmosférica, sem tampar o recipiente, até chegar à temperatura de 118°C. Após atingir a temperatura, a massa foi disposta em bancada de granito para resfriar e moldar as balas, em formato retangular, com o auxílio de uma faca. A produção do caramelo padrão foi realizada em triplicata, gerando três bateladas de balas.

Tabela 03: Formulação dos caramelos padrão, com redução parcial e total de açúcar.

Ingredientes	Caramelo padrão	Redução parcial de açúcares (50%)	Redução total de açúcares (100%)
	Quantidades (% , em massa)		
Leite integral pasteurizado	43,41	43,41	43,41
Sacarose	24,50	12,25	0,00
Glicose	25,63	12,81	0,00
Manteiga	6,20	6,20	6,20
Tâmara	0,00	25,06	50,13
Sal	0,05	0,05	0,05
Lecitina de soja	0,20	0,20	0,20
Bicarbonato de sódio	0,01	0,01	0,01
Total	100%		

Fonte: do próprio autor.

O rendimento do processo foi determinado a partir da massa dos ingredientes utilizados e da massa final da bala de caramelo, conforme estabelece a Equação 01, sendo η o rendimento (%); m_i a massa dos ingredientes e m_f a massa final da bala.

$$\eta = \frac{m_f}{m_i} \times 100 \quad (01)$$

Depois da moldagem, as balas de caramelo padrão foram embaladas em filme de PVC e armazenadas em temperatura de congelamento (-18°C) para posterior realização das análises de composição centesimal e microbiológicas.

4.2.1.2. Produção caramelo com substituição parcial de açúcar

Neste procedimento foi produzida a bala caramelo com substituição parcial de açúcar (caramelo com 50% de tâmara), em triplicata. A quantidade de tâmara seca, adicionada de leite, foi triturada em liquidificador com copo em aço inox e capacidade para 10 L, por 3 minutos, para reduzir o tamanho da tâmara seca, transformando-a em polpa e auxiliando na homogeneização e incorporação da tâmara no caramelo. Depois disso, todos os ingredientes foram adicionados no tacho e aquecidos, sob agitação constante, até a temperatura de 118°C. A adição dos ingredientes foi realizada de acordo com a Tabela 3, na coluna da redução parcial de açúcares (50%).

Após atingir a temperatura, a massa foi disposta em bancada de granito para resfriar e moldar as balas, em formato retangular, com o auxílio de uma faca. Depois da moldagem, as balas de caramelo foram embaladas em filme de PVC e armazenadas em temperatura de congelamento (-18°C) para posterior realização das análises de composição centesimal e microbiológicas. A produção do caramelo com redução parcial de açúcares (50%) foi realizada em triplicata, gerando três bateladas de balas. O rendimento do processo foi determinado a partir da massa dos ingredientes utilizados e da massa final da bala de caramelo, conforme Equação 01.

4.2.1.3. Produção do caramelo com substituição total de açúcar

Neste procedimento foi produzida a bala caramelo com substituição total de açúcar (caramelo com 100% de tâmara), em triplicata. A quantidade de tâmara seca, adicionada de leite, foi triturada em liquidificador com copo em aço inox e capacidade para 10 L, por 5 minutos, para reduzir o tamanho da tâmara seca, transformando-a em polpa e auxiliando na homogeneização e incorporação da tâmara no caramelo. Depois disso, todos os ingredientes foram

adicionados no tacho e aquecidos, sob constante agitação, até a temperatura de 118°C. A adição dos ingredientes foi realizada de acordo com o estabelecido na Tabela 3, na coluna da redução total de açúcares (100%).

Após atingir a temperatura, a massa foi disposta em bancada de granito para resfriar e permitir a moldagem das balas, em formato retangular, com o auxílio de uma faca. Depois da moldagem, as balas de caramelo foram embaladas em filme de PVC e armazenadas em temperatura de congelamento (-18°C) para posterior realização das análises de composição centesimal e microbiológicas. A produção do caramelo com redução total de açúcares (100%) foi realizada em triplicata, gerando três bateladas de balas. O rendimento do processo foi determinado a partir da massa dos ingredientes utilizados e da massa final da bala de caramelo, conforme Equação 01.

4.2.2. Análises de composição centesimal

4.2.2.1. Composição de cinzas

A análise de cinzas foi realizada seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicata para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Cadinhos de cerâmica foram utilizados para a análise de cinzas, sendo dispostos em forno mufla, à 550°C por 30 minutos.

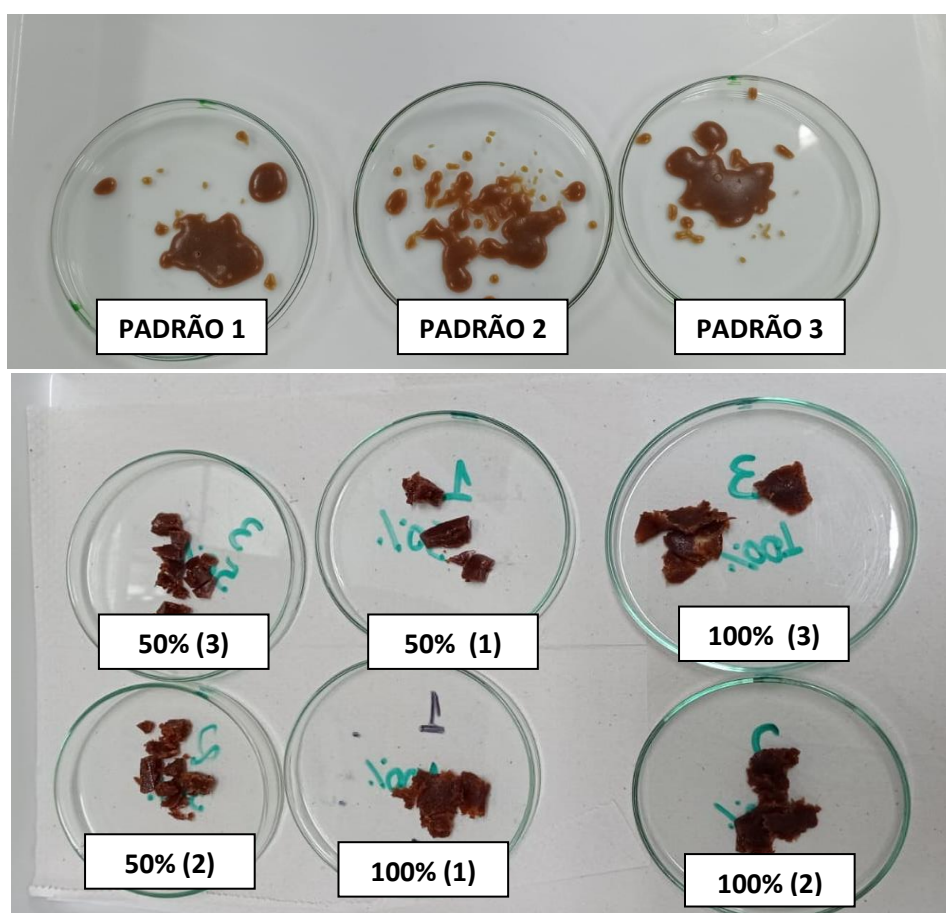
Os cadinhos foram deixados em dessecador para resfriar, em seguida foram pesados em balança analítica, vazios e com as amostras. Os cadinhos foram então levados à chapa de aquecimento e as amostras foram incineradas a 200°C, até formação de um bloco e incineradas novamente em temperaturas de 525°C, na mufla. As amostras permaneceram na mufla até ficar com coloração branca, quando foram retiradas e suas massas determinadas.

4.2.2.2. Determinação de umidade

A análise de umidade foi realizada em triplicata para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Placas de Petri foram utilizadas para a determinação do teor de umidade. Inicialmente, as placas permaneceram em estufa, a 105°C por 24 horas, foram resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica.

As amostras trituradas foram dispostas nas placas, pesadas e deixadas em estufa à 105°C por 24 h. Após, as placas foram resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica. A Figura 08 mostra as placas contendo as amostras após a determinação do teor de umidade.

Figura 08: Amostras após 24 horas de secagem em estufa à 105 °C.



Fonte: do próprio autor.

4.2.2.3. Determinação de pH

A determinação de pH foi realizada no equipamento pHmetro em triplicata para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Foram pesadas ± 5 gramas de amostra e dissolvidas em 50 mL de água destilada. O pHmetro foi calibrado e em seguida o eletrodo foi emergido na solução para medição do pH das amostras.

4.2.2.4. Determinação de proteína

A análise de proteína foi realizada em triplicata para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Inicialmente foram pesadas aproximadamente 200 mg de amostra seca ao ar, anotado o peso e colocado no tubo de digestão. Foi adicionado cerca de 0,5 g de mistura digestora e 10 mL de ácido sulfúrico.

Os tubos foram colocados no bloco digestor e iniciou-se a digestão em temperatura de 100°C, a qual foi aumentada em 50°C a cada 10 minutos, até alcançar a temperatura máxima de 350°C. O processo foi continuado por mais 30 minutos, após o clareamento da solução. A amostra foi deixada esfriar e foi adicionado cerca de 15 mL de água destilada, agitando até a dissolução.

A determinação de proteínas foi realizada no determinador Kjeldahl. O tubo digestor foi transferido com a amostra digerida para o conjunto de destilação de Kjeldahl e adicionados 30 mL de NaOH (50%). Para o processo de determinação de proteínas foi adicionado ao determinador um Erlenmeyer com cerca de 50 mL de água destilada e 50 mL de ácido bórico (4%), mais um indicador misto.

A destilação foi realizada por arraste, mantendo o terminal do condensador mergulhado na solução receptora até que toda a amônia fosse liberada, e foi destilado aproximadamente 100 mL de solução. A solução do Erlenmeyer, durante o processo de destilação, alterou da coloração rosa para a verde. Depois de destilar 100 mL de solução, foi lavada a ponta do condensador com água destilada e o destilado foi titulado com solução de ácido clorídrico (HCl, 0,1N) até a viragem do indicador misto (de verde para rosa) e anotado o volume gasto de ácido na titulação.

4.2.2.5. Composição de lipídeos

A análise de lipídeos foi realizada em triplicata para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Inicialmente foram colocados os frascos coletores em estufa, à 105°C por 1 hora. Depois da secagem foram levados ao dessecador para esfriar, durante 20 a 30 minutos. Os frascos foram retirados do dessecador e pesados em balança analítica.

Em balança analítica, foram pesados aproximadamente ± 2 gramas de amostra, em papel manteiga e transferidos ao cartucho, onde foi adicionado cerca de 100 mL de éter de petróleo, nos frascos coletores. Os frascos e as cestinhas foram colocados no extrator Soxhlet. O éter de petróleo foi deixado ferver durante 1 hora. Depois de passada 1 hora e da total destilação do éter, o solvente foi suspenso nas cestinhas para lavagem das amostras. Esse processo foi realizado três vezes e depois os frascos foram coletados e levados a estufa à 105 °C para completa evaporação do solvente. Depois da secagem em estufa os frascos foram retirados da estufa colocados em dessecador para esfriar e após foi pesado para determinação do teor de lipídeos.

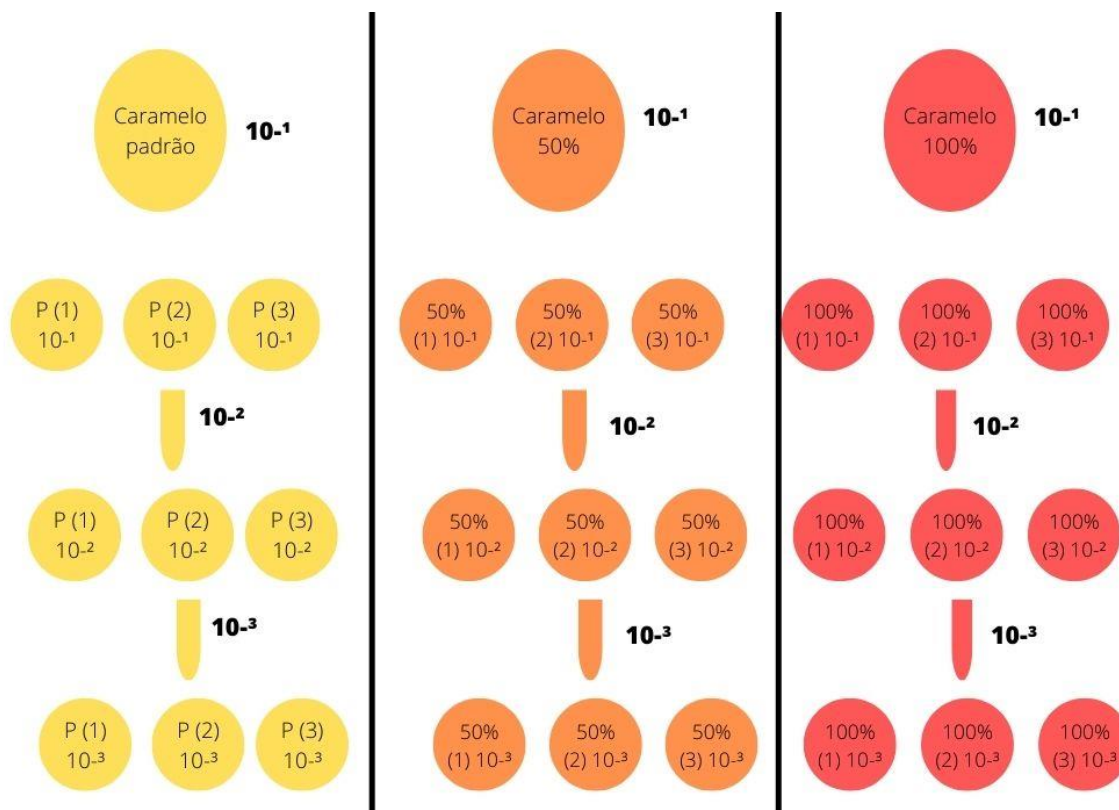
4.2.3. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 e a RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, que determinam, no Anexo I - Padrões microbiológicos de alimentos, com exceção dos alimentos comercialmente estéreis, no item 20 – 20: CACAU, CHOCOLATES, CONFEITOS, PRODUTOS PARA CONFEITAR, PASTAS E DOCES, parágrafo a) Balas, pastilhas, drágeas, caramelos, gomas de mascar e outros confeitos, a classe de microrganismos a serem analisados são: *Salmonella*/25g, *Enterobacteriaceae*/g e Bolores e leveduras/g.

4.2.3.1. Análise de bolores e leveduras

A análise microbiológica de bolores e leveduras foi realizada para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Os experimentos foram realizados em capela de fluxo laminar UV, e os utensílios utilizados foram esterilizados em autoclave, para evitar a contaminação cruzada durante a fase de inoculação. Foi utilizado o delineamento experimental da conforme mostra a Figura 09.

Figura 09: Delineamento experimental para a análise de bolores e leveduras, para os três produtos: caramelo padrão, caramelo 50% e caramelo 100%.



Incubação em estufa a 25 °C por 7 dias

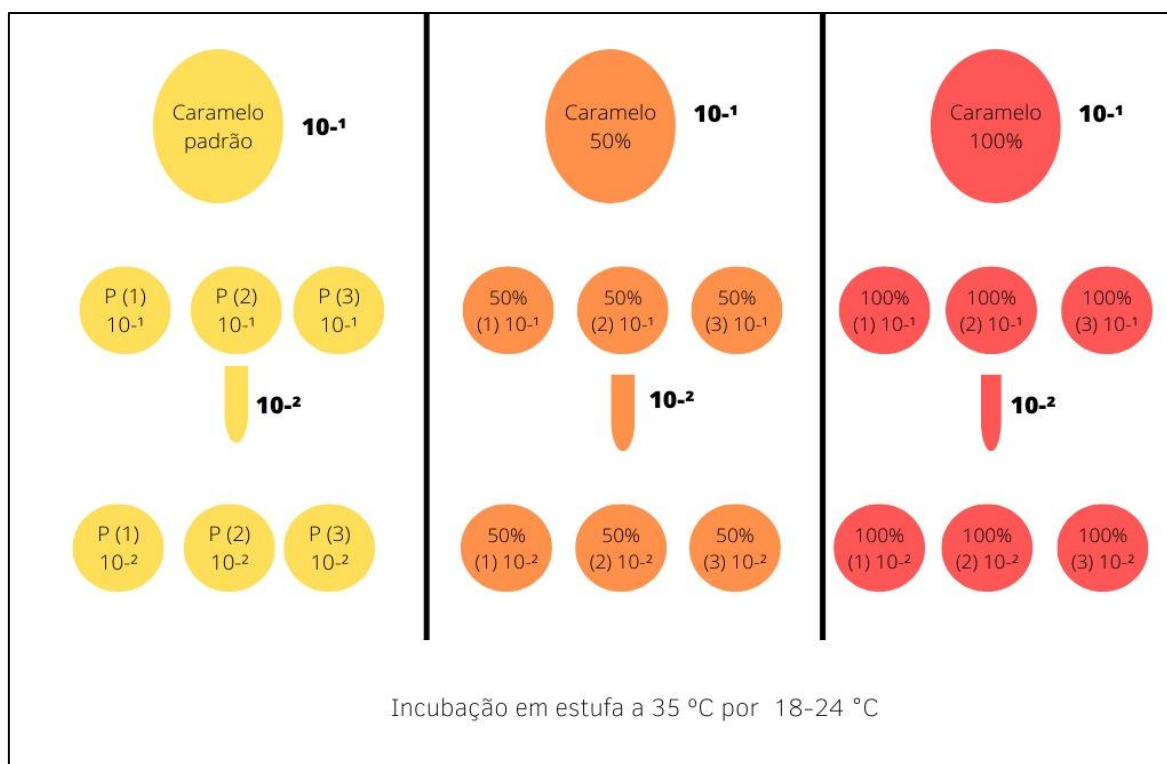
Fonte: do próprio autor.

Primeiramente foram pesados 25g de amostra de cada triplicata de produção e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada. Foram realizadas três diluições 10⁻¹, 10⁻² (em 9 mL de água peptonada) e 10⁻³ (em 9 mL de água peptonada), e depois pipetadas 0,1 mL das soluções e plaqueadas em meio BDA (agar batata dextrose). Depois disso as placas foram incubadas em estufa, à 25°C por 7 dias.

4.2.3.2. Análise de *Enterobacteriaceae* spp.

A análise microbiológica de *Enterobacteriaceae* spp. foi realizada para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Os experimentos foram realizados em capela de fluxo laminar UV e os utensílios utilizados foram esterilizados em autoclave, para evitar a contaminação cruzada durante a fase de inoculação. Foi utilizado o delineamento experimental da conforme Figura 10.

Figura 10: Delineamento experimental para a análise de *Enterobacteriaceae* spp, para os três produtos: caramelo padrão, caramelo 50% e caramelo 100%.



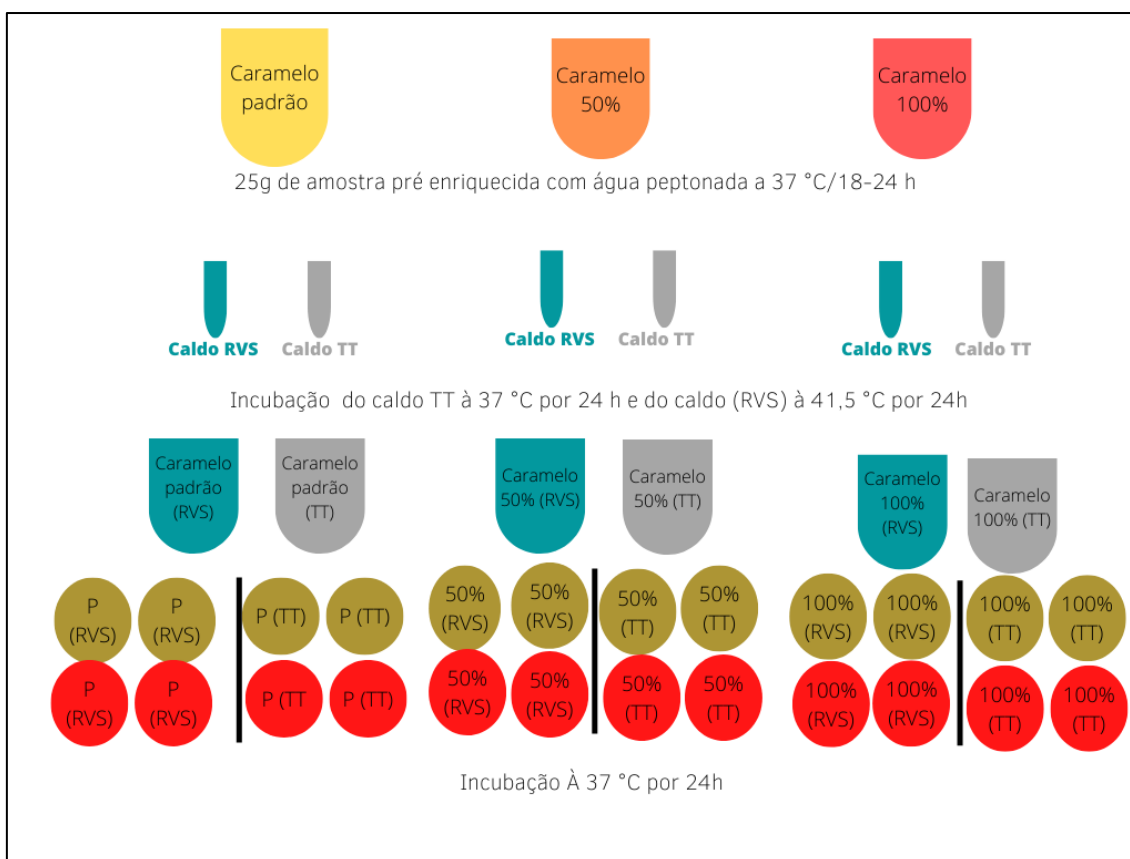
Fonte: do próprio autor.

Primeiramente foram pesados 25 g de amostra de cada produção e homogeneizados com 225 mL de água peptonada. Foram realizadas 2 diluições 10^{-1} e 10^{-2} (em 9 mL de água peptonada), e depois pipetadas 1,0 mL das soluções e plaqueadas em meio seletivo Ágar Vermelho Violeta Bile com Glicose (VRBG), através do plaqueamento em profundidade sobre camada. Depois disso as placas foram incubadas em estufa, à 35 °C por 24 horas.

4.2.3.3. Análise de *Salmonella* spp.

A análise microbiológica de *Salmonella* spp. foi realizada para as três amostras: caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcar e caramelo com substituição total de açúcar. Os experimentos foram realizados em capela de fluxo laminar UV, e os utensílios utilizados foram esterilizados em autoclave, para evitar a contaminação cruzada durante a fase de inoculação. Foi utilizado o delineamento experimental da conforme Figura 11.

Figura 11: Delineamento experimental para a análise de *Salmonella* spp, para os três produtos: caramelo padrão, caramelo 50% e caramelo 100%.



Fonte: do próprio autor.

Primeiramente foram pesados 25 g de amostra de cada produção para pré-enriquecimento com 225 mL de água peptonada, e deixado por 24 horas em estufa, à 37°C. Depois de passadas 24 horas foram pipetados 1 mL de cada amostra em 10 mL caldo seletivo de Tetrionato Muller Kauffmann (caldo TT), e incubado à 37°C, por 24 horas. Foram pipetados 0,1 mL de cada amostra em 10 mL de outro caldo seletivo Rappaport Vassiliadis (RVS), e incubado à 41,5°C por 24 horas.

Passadas as incubações em estufa e passadas às 24 horas, foi realizado plaqueamento em dois meios de cultura: o Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), pelo método de estriamento por esgotamento e o Ágar Vermelho Violeta Bile com Glicose (VRBG) pelo método de estriamento por esgotamento. Depois as amostras foram incubadas em estufa à 37°C, por 24 horas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Produção das balas de caramelo

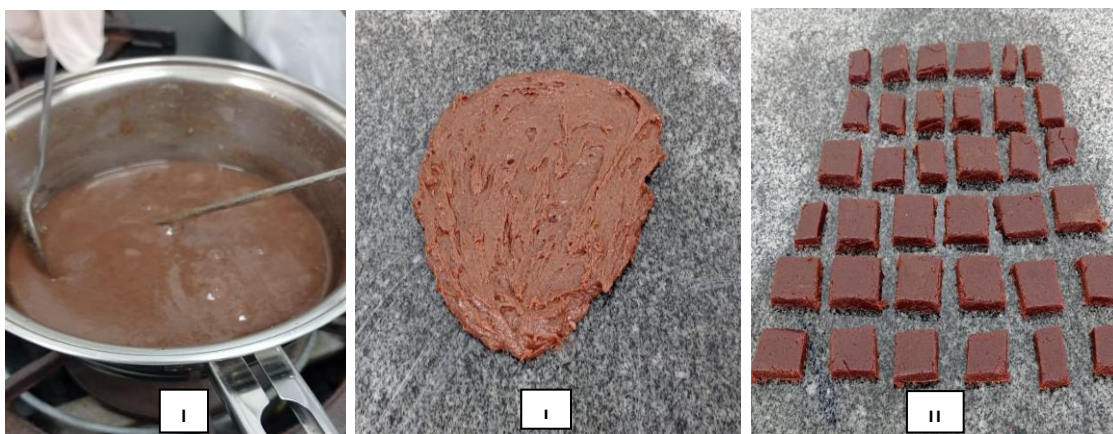
Todas as formulações testadas apresentaram viabilidade técnica para produção de balas de caramelo, com 50% e 100% de tâmaras, em substituição aos açúcares. O caramelo com 50% de tâmaras foi mais fácil de produzir do que o de 100% de tâmaras, já que este, ao final do cozimento, apresentava uma massa excessivamente viscosa e de difícil agitação, o que dificultou muito a leitura da temperatura, para determinação do ponto final de cocção. Como a transferência de calor acontecia apenas por condução, já que a massa se apresentava em bloco, bastante coeso e com características de pasta muito viscosa, a temperatura não estava homogênea em toda a massa. Esse comportamento não foi observado, de forma tão expressiva, nas outras formulações, uma vez que as massas estavam mais fluidas, facilitando a agitação e a transferência de calor, que ocorreu por condução e convecção. As Figuras 12, 13, 14 mostram o processo de fabricação das três formulações de caramelo: padrão, com 50% de tâmaras e com 100% de tâmaras, respectivamente.

Figura 12 – Aquecimento dos ingredientes (I); caramelo sobre a bancada higienizada (II) e moldagem dos caramelos (III).



Fonte: do próprio autor.

Figura 13 – Aquecimento dos ingredientes (I); caramelo sobre a bancada higienizada (II) e moldagem dos caramelos (III).



Fonte: do próprio autor.

Figura 14 – Aquecimento dos ingredientes (I); caramelo sobre a bancada higienizada (II) e moldagem dos caramelos (III).



Fonte: do próprio autor.

Pelas imagens apresentadas nas Figuras 12, 13 e 14 observa-se diferenças expressivas na coloração e na consistência da massa das balas de caramelo padrão, caramelo com substituição parcial de açúcares (50% tâmaras) e com substituição total de açúcares (100% tâmaras). A principal diferença está na coloração, que passa da cor marrom clara para marrom avermelhado, lembrando a cor das tâmaras secas, e essa cor é intensificada para a formulação com 100% de tâmaras. A textura é bastante modificada, já na adição de 50% tâmaras, tornando-se menos elástica e mais quebradiça. Essa característica aumenta expressivamente para a formulação contendo 100% tâmaras. Esse comportamento pode ser explicado pela elevada presença de fibras insolúveis na composição das

tâmaras secas. Essas fibras não participam da emulsão formada pela gordura, a água e as proteínas do leite, em associação aos açúcares.

Apesar de não ter sido possível a realização da análise sensorial, a degustação dos produtos indicou que o sabor, o aroma e a textura, mesmo muito distintos do caramelo padrão, são agradáveis ao paladar. E associado a isso, tem-se todo o apelo nutricional, com alto teor de fibras dietéticas, conteúdo de açúcares naturais da fruta, com rápida absorção e menor taxa glicêmica, quantidades expressivas de substâncias antioxidantes, entre outros. Assim, mesmo com dificuldades técnicas para misturar e aquecer a formulação com 100% de tâmaras, acredita-se que há viabilidade técnica para produção das duas balas de caramelo com substituição parcial e total de açúcares. Uma recomendação importante é o investimento em equipamentos diferentes para mistura dos ingredientes e cocção da massa em função da resistência ao escoamento, principalmente ao final do processo, o que demandaria um impulsor bastante robusto para garantir a agitação e a homogeneização da temperatura em toda a massa de bala.

5.1.1. Rendimento das produções de caramelo

Os valores médios do rendimento da produção das balas de caramelo padrão, 50% de tâmaras e 100% de tâmaras, calculados a partir da Equação 01, encontram-se na Tabela 04. Para avaliar a influência da variável sobre o rendimento do processo, os dados experimentais foram submetidos a tratamento estatístico, para a análise de variância do planejamento experimental (Tabela 05) e para as estimativas por ponto e os testes de hipótese para os efeitos (Tabela 06).

Tabela 04 – Análise de variância e diferenças entre médias para o rendimento da produção de caramelos com as três concentrações de tâmara testadas: 0%, 50% e 100%.

η (%)						
% Tâmara	Média	σ	Variância	F	Valor p	F _{crítico}
0	58,70 ^{a*}	±1,40	1,95	108,10	1,97×10 ⁻⁵	5,14
50	50,28 ^{b**,*}	±1,51	2,27			
100	43,42 ^{c**,*}	±0,81	0,65			

Para valor $p < \alpha\%$, rejeita-se a hipótese nula (H_0), em que $\alpha\%$ é o nível de significância (0,05) (EXCEL®).

Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa em nível de 0,1%*, 1%** de significância, pelo teste de Tukey (JAMOVI®).

Fonte: do próprio autor.

Os dados da Tabela 04 indicam que a variável estudada (concentração de tâmara nas balas de caramelo) apresenta efeito significativo, para 95% de confiança, sobre o rendimento do processo, uma vez que *valor p* é menor do que 0,05. Observa-se que o rendimento das balas de caramelo diminui com o aumento da concentração de tâmaras e que há diferença significativa entre todas as formulações testadas. Esse resultado já era esperado, pois com o aumento da concentração de tâmaras secas na formulação da bala de caramelo, aumenta-se o teor de sólidos insolúveis, o que provoca o atingimento do °Brix (sólidos solúveis) necessário para encerrar o processo de cocção em um tempo maior e com maior teor de umidade.

Tabela 05 – Análise de variância (ANOVA).

Fonte de variação	SQ	GL	QM	Fcalc	Valor p
Regressão	350,4	1	350,4	223,5	0,00000
Resíduos	11,0	7	1,6		
Falta de ajuste	1,2	1	1,2	0,8	0,41707
Erro puro	9,7	6	1,6		
Total	361,3	8	R ² = 96,96%		

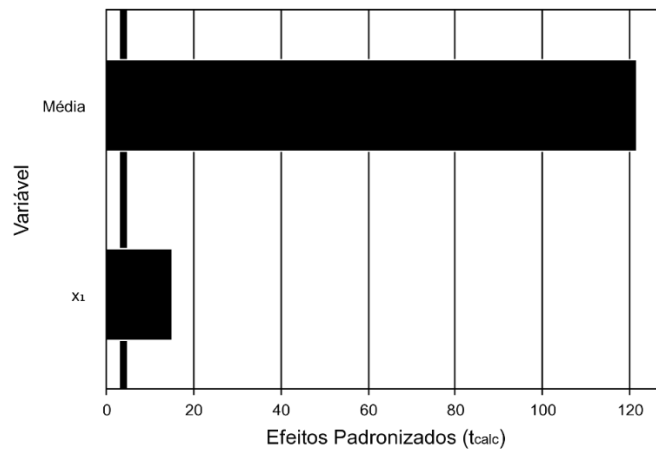
Protimiza Experimental Design®

Fonte: o próprio autor.

Pelos dados da Tabela 05 é possível verificar que a variável estudada apresentou efeito significativo, para 95% de confiança, uma vez que o valor p é menor do que 0,05. Nesse sentido, pode-se rejeitar a hipótese da nulidade (H₀), visto que os valores de rendimento do processo diferem significativamente entre si, para as condições experimentais estudadas. A Figura 15 mostra o gráfico de Pareto, que confirma a diferença entre as amostras e a Figura 16 apresenta os valores preditos *versus* os valores experimentais, indicando que a correlação entre eles é razoável (R² igual a 96,96%), assim, deve-se utilizar o modelo matemático gerado (Equação 02) com cautela.

$$\eta = 50,80 - 7,64 \times \% \text{ tâmara} \quad (02)$$

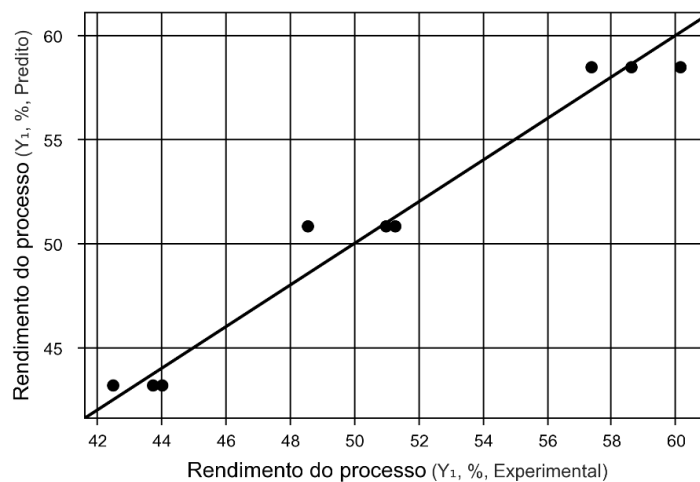
Figura 15 – Gráfico de Pareto.



Protimiza Experimental Design®

Fonte: do próprio autor.

Figura 16 – Distribuição dos valores preditos pela Equação 02 *versus* valores experimentais.



Protimiza Experimental Design®

Fonte: do próprio autor.

Pela análise dos efeitos da Tabela 06 pode-se observar que a porcentagem de tâmaras diminui o rendimento do processo de fabricação dos caramelos de forma linear, quando alterada do nível menor para o maior, confirmando o que foi observado nos experimentos e na Figura 17.

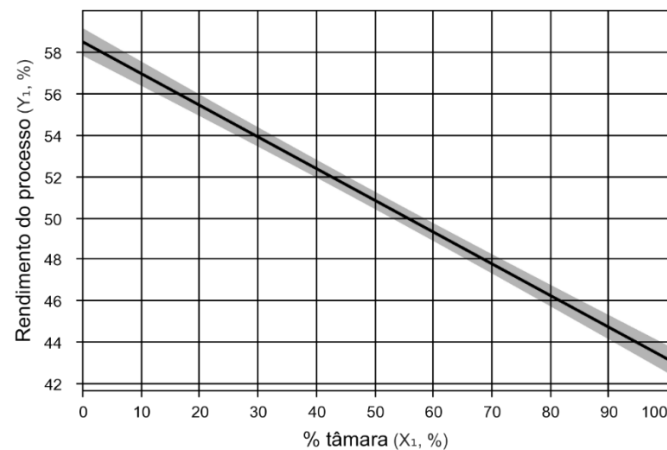
Tabela 06 – Estimativas por ponto e testes de hipótese para os efeitos estudados.

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t-calc	p-valor
Média	50,80	0,42	121,73	0,00000
% tâmara	-7,64	0,51	-14,95	0,00000

Protimiza Experimental Design®

Fonte: do próprio autor.

Figura 17 – Gráfico do comportamento da variável % de tâmara sobre o rendimento das balas de caramelo.



Protimiza Experimental Design®

Fonte: do próprio autor.

5.2. Composição centesimal do produto

Os resultados resumidos da composição centesimal das três balas de caramelo produzidas podem ser observados na Tabela 07.

Observa-se pelos dados da Tabela 07 que o teor de umidade dos caramelos aumentou com o aumento da porcentagem de tâmaras na composição, uma vez que o teor de sólidos insolúveis é maior e interfere no ponto final de cozimento para atingir o °Brix necessário para obter a textura de corte e evitar o escoamento a frio. Para o teor de cinzas, proteínas e lipídios, o mesmo comportamento é evidenciado, já que a tâmara contém esses compostos e acaba somando-os na composição centesimal dos caramelos. Contudo, os valores de lipídios determinados pelo método de Soxhlet apresentou discrepâncias, com valores bem abaixo do corriqueiro para esse tipo de produto, que é encontrado na literatura especializada como sendo 8,19%, para o caramelo padrão (MALDONADO; GUAIDO, 2009).

Os valores obtidos, para as amostras que contêm açúcar (padrão e 50% tâmara) não foi superior a 1,5%, ou seja, bem abaixo dos valores esperados, já que na formulação foi adicionado 6,20% de manteiga e mais a contribuição da gordura do leite integral (3%) e com a expressiva evaporação da água durante o cozimento da massa há uma concentração dos constituintes, elevando ainda mais o teor de gordura no caramelo. Já para o caramelo com 100% de tâmaras o valor médio para o teor de lipídios foi de 15,37%. A única diferença entre os

caramelos é o teor de açúcar. Isso leva a pensar que os açúcares presentes na massa de caramelo interferiram na completa extração dos lipídios.

Para compreender os resultados do método utilizado é necessário entender os princípios que regem a extração dos lipídios. Segundo Saini et al. (2021) há dois requisitos a serem superados para extrair completamente os lipídios de amostras sólidas, independentemente do método utilizado: a eficiência de extração do solvente e a remoção completa de compostos não lipídicos. A preparação adequada da amostra garante o rendimento e a reprodutibilidade das análises. Já, a seleção do solvente apropriado é o fator mais crítico na extração de lipídios. Os lipídios neutros solubilizam-se bem em solventes orgânicos apolares, mas os lipídios polares, especialmente os glicerofosfolipídios (GPLs; ácido graxo-glicerol-fosfato éster), dissolvem-se bem em solventes polares. Além disso, os lipídios estão associados a macromoléculas como proteínas e polissacarídeos. Assim, o solvente de extração deve ter alta polaridade (altas constantes dielétricas), que podem acessar regiões de interações íon-dipolo e ligações de hidrogênio, interrompendo essas interações.

A manteiga é rica em glicerolipídios (por exemplo, triacilgliceróis, TAGs), porém esses compostos podem estar associados com proteínas e polissacarídeos, dificultando a remoção, uma vez que a emulsão, intensificada com a adição da lecitina, é mais evidente nas formulações padrão e 50% tâmara. Na formulação 100% tâmara, observa-se que não há uma total homogeneidade da massa, principalmente ao final do processo, quando ocorreu a liberação de gordura liquefeita, indicando que não houve a formação completa da emulsão.

Com relação aos outros constituintes, Maldonado e Guaido (2009) determinaram a composição química do caramelo tipo *toffee* e obtiveram valores para umidade em torno de 5,44%; proteínas 4,67%; e açúcares totais 80%, que são bastante próximos dos dados da Tabela 07, obtidos nesse trabalho. A Tabela 08 mostra os resultados da análise estatística para cada constituinte determinado nos ensaios de composição centesimal das balas de caramelo.

Tabela 07 – Análise de variância e diferenças entre médias para as análises físico-químicas dos caramelos com as três concentrações de tâmara testadas: 0%, 50% e 100%.

pH						
% Tâmara	Média ³	σ	Variância	F ¹	Valor p	F _{crítico}
0	6,35 ^a	±0,21	0,044	5,39	0,091	5,14
50	6,12 ^a	±0,05	0,002			
100	6,02 ^a	±0,04	0,002			
UMIDADE (base úmida, %)						
% Tâmara	Média (%) ⁴	σ (%)	Variância	F ²	Valor p	F _{crítico}
0	5,3047 ^{a*}	±0,384	0,1472	125,46	1,27×10 ⁻⁵	5,14
50	7,0791 ^{a*}	±1,358	1,8430			
100	15,5832 ^{b*}	±0,419	0,1752			
CINZAS (%)						
% Tâmara	Média (%) ⁴	σ (%)	Variância	F ²	Valor p	F _{crítico}
0	0,658 ^{a*}	±0,030	0,002	1465,69	3,27×10 ⁻⁵	9,55
50	1,369 ^{b*}	±0,026	9,11×10 ⁻⁵			
100	1,988 ^{c*}	±0,010	7,22×10 ⁻¹¹			
PROTEÍNA (%)						
% Tâmara	Média (%) ³	σ (%)	Variância	F ¹	Valor p	F _{crítico}
0	3,15 ^{a***}	±0,49	0,24	6,83	0,138	5,79
50	4,08 ^{a,b***}	±0,11	0,01			
100	5,69 ^{b***}	±0,83	0,70			
LIPÍDIOS (%)						
% Tâmara	Média (%) ⁴	σ (%)	Variância	F ²	Valor p	F _{crítico}
0	1,4425 ^{a**}	±0,642	0,4122	447,13	2,96×10 ⁻⁷	5,14
50	1,4844 ^{a**}	±0,253	0,0638			
100	15,4120 ^{b*}	±0,810	0,6564			
CARBOIDRATOS (%)						
% Tâmara	Média (%) ⁴	σ (%)	Variância	F ²	Valor p	F _{crítico}
0	90,2819 ^{a*}	±0,143	0,0204	166,26	5,57×10 ⁻⁶	5,14
50	87,4428 ^{a*}	±1,266	1,6026			
100	65,6729 ^{b*}	±2,862	8,1895			

Para valor $p < \alpha\%$, rejeita-se a hipótese nula (H_0), em que $\alpha\%$ é o nível de significância (0,05) (EXCEL®).

1: Variâncias heterogêneas: Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) e à homogeneidade de variâncias (Levene) e ANOVA teste F- Welch (JAMOVI®).

2: Variâncias homogêneas: Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) e à homogeneidade de variâncias (Levene) e ANOVA teste F-Fisher-Snedecor (JAMOVI®).

3: Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa em nível de 0,1%*, 1%** ou 5%*** de significância, pelo teste de Games-Howell (JAMOVI®).

4: Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa em nível de 0,1%*, 1%** ou 5%*** de significância, pelo teste de Tukey (JAMOVI®).

Em todos os resultados, o Teste à normalidade indicou que não é possível rejeitar H_0 .

Fonte: do próprio autor.

Na análise de umidade, observou-se que nos produtos em que se adicionou a tâmara, os valores de umidade aumentaram significativamente, chegando a 15,37% para o caramelo com substituição total de açúcar. Com

relação ao pH, a adição de tâmara não alterou significativamente o pH do caramelo em relação ao padrão, uma vez que pH médio da tâmara é 7,02, neutra.

Com relação à proteína, a formulação com 100% de tâmaras apresentou diferença significativa frente à formulação sem tâmara, contribuindo para o aumento do valor nutritivo dos caramelos. O teor de proteína, informado na tabela nutricional das tâmaras é de 2,5 g/100 g. Esse resultado indica que a adição de 50% de tâmaras não é suficiente para aumentar significativamente o teor de proteínas na bala de caramelo.

Nas formulações com adição da tâmara, houve diferença significativa entre todas as amostras, no sentido de aumentar o teor de cinzas com o aumento da massa de tâmaras adicionada. Conforme enfatizado na tabela nutricional das tâmaras adquiridas no mercado local, a tâmara possui 820 mg de potássio/100 g e 69 mg de magnésio/100 g, que contribuíram substancialmente para o aumento do teor de cinzas totais. A tabela nutricional da tâmara também informa que não há a presença de gorduras saturadas e totais, em uma porção de 100 g, ou seja, não houve contribuição da tâmara no conteúdo de lipídios dos caramelos.

Assim, a produção de caramelo com substituição total de açúcar pela tâmara torna-se uma alternativa mais saudável para o consumo, tendo em vista que o valor de carboidratos diminuiu significativamente, em comparação com as formulações que continham sacarose e glicose. Descontando-se o valor de 15,41% de gordura para todas as formulações, obtém-se os valores de 75,48%, 72,06% e 61,33%, que possuem igualmente diferença significativa entre si, em nível de 5% entre a amostra padrão e a 50% tâmara e, em nível de 0,1% para as amostras padrão e 100% tâmara e 50% tâmara e 100% tâmara. O teor de fibras alimentares é indicado como sendo 6,7 g/100 g.

5.3. Análises microbiológicas

Para as análises microbiológicas de *Salmonella spp.*, *Enterobacteriaceae spp.* e bolores e leveduras, o crescimento de microrganismo foi nulo, indicando a ausência desses microrganismos nos três produtos produzidos: bala caramelo padrão, bala caramelo com substituição parcial de açúcar e bala caramelo com substituição total de açúcar.

Esse resultado indica que o processamento estava de acordo com as Boas Práticas de Fabricação dispostas na RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados a estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. O resultado evidencia a conformidade dos manipuladores e do local de processamento das produções das balas. A qualidade higiênico-sanitária garante o consumo do produto desde que esteja em condições de armazenamento e temperatura, que não desenvolvam microrganismos.

6. CONCLUSÕES

O consumo de concentrações está diretamente associado a obesidade, as balas e caramelos, são produtos que possuem como principal nicho de mercado as crianças. A introdução alimentar saudável nas idades iniciais é uma das maneiras que pode ser utilizada para diminuir os níveis de obesidade de crianças e adolescentes.

A bala de caramelo com substituição parcial e/ou substituição total de açúcar é uma opção saudável para as crianças, diabéticos e pessoas que buscam uma dieta com o consumo de baixas concentrações de açúcar durante o cotidiano, tendo em vista que as balas produzidas com a tâmara obtiveram valores de carboidratos menores comparados aos produtos produzidos com açúcar.

A fabricação das três formulações de caramelo, obtiveram resultados microbiológicos favoráveis indicando que a utilização de altas temperaturas e o cumprimento de normas de Boas Práticas de Fabricação, e o armazenamento em temperaturas de congelamento garantem a inocuidade e a qualidade higiênico sanitária do produto.

Em relação a diminuição de açúcar, a produção de caramelo com substituição total de açúcar pela tâmara torna-se uma alternativa mais saudável para o consumo, tendo em vista que o valor de carboidratos diminuiu significativamente, em comparação com as formulações que continham sacarose e glicose. O consumo das balas de caramelo com substituição de açúcar pela tâmara torna-se uma fonte saudável de alimentação para consumidores que buscam a alimentação saudável.

7. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados – **ABICAB**. Disponível em: <http://www.abicab.org.br/paginas/estatisticas/balas-gomas/>. Acesso em: 01/08/2021.

AL-ZUBAIRI , Adel S.; AL-HABORI, Molham; AL-MAMARY, Mohammed. The in vitro antioxidant activity of different types of palm dates (*Phoenix dactylifera*) syrups. **Arabian Journal of Chemistry**, p. 1-9, 29 nov. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535210002625>. Acesso em: 08/08/2021.

ALEM, Chakib et al. Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds varieties grown in the South East Morocco. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 4, p. 350-357, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X15300527>. Acesso em: 08/08/2021.

AYAD et al. A review of the chemical composition, nutritional and health benefits of dates for their potential use in energy nutrition bars for athletes, **Cogent Food & Agriculture**, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809309>. Acesso em: 08/08/2021.

BIGLARI, Foroogh; ALKARKHI, Abbas FM; EASA, Azhar Mat. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. **Food Chemistry**, v. 107, n. 4, p. 1636-1641, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814607010552>. Acesso em: 08/08/2021.

BODIAN, Amy et al. Genetic diversity analysis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars from Figuig oasis (Morocco) using SSR markers. **International Journal of Science and Advanced Technology**, v. 2, n. 3, p. 1-10, 1 mar. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/KhadidiatouNdir/publication/264962435_ANALYSIS_OF_GENETIC_DIVERSITY_OF_DATE_PALM_Phoenix_dactylifera_L_CULTIVARS_FROM_MAURITANIA_USING_MICROSATELLITE_MARKERS/links/60a13369299bf14769a1217d/ANALYSIS-OF-GENETIC-DIVERSITY-OF-DATE-PALM-Phoenix-dactylifera-L-CULTIVARS-FROM-MAURITANIA-USING-MICROSATELLITE-MARKERS.pdf. Acesso em: 01/08/2021.

BRANDT, Laura A. Polyols add stability to sugar-free candies. **Prepared Foods**, vol. 168, p. 129 no. 6, June 1999. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=capes&id=GALE|A55084255&v=2.1&it=r&sid=bookmark-AONE&asid=aea6d4de>. Acesso em: 24/06/2021.

BRASIL. **‘INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 76, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018.** Aprova os “Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A”. Órgão emissor: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Brasil. Disponível em: in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894IN%2076. Acesso em: 08/08/2021.

BRASIL. **Resolução RDC Nº 2, DE 15 DE JANEIRO DE 2007.** Aprova o “Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes” constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0002_15_01_2007.html. Acesso em: 01/08/2021.

BRASIL. **Resolução RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005.** Aprova o “REGULAMENTO TÉCNICO PARA BALAS, BOMBONS E GOMAS DE MASCAR” constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0271_22_09_2005.html. Acesso em: 01/08/2021.

BRASIL. **Resolução nº 271, de 22 de setembro de 2005.** Aprova o “REGULAMENTO TÉCNICO PARA AÇÚCARES E PRODUTOS PARA ADOÇAR” constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0271_22_09_2005.html. Acesso em: 01/08/2021.

BRASIL. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998.** Aprova o “Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)” constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Disponível em: http://189.28.128.100/nutricao/docs/legislacao/portaria27_13_01_1998.pdf. Acesso em: 01/08/2021.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Balanço nacional da cana-de-açúcar e agroenergia.** Brasília, 2007. 140 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos-balanco-nacional-da-cana-de-acucar-e-agroenergia-2007>. Acesso em: 24/06/2021.

BRAY, George A. POPKIN; Barry M. Dietary Sugar and Body Weight: Have We Reached a Crisis in the Epidemic of Obesity and Diabetes? **American Diabetes Association**, [S. l.], p. v. 37, n. 4 p. 950-956, 20 abr. 2014. Disponível em: <https://care.diabetesjournals.org/content/37/4/950.article-info>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CALGAROTO, C.; MICHELS, R.; CARVALHO, D. S. de; PINTO, E. P. Elaboração e análise sensorial de balas duras com diferentes formulações. In: **XV Congresso de Iniciação Científica e VIII Encontro de Pós-Graduação**, 2006, Pelotas, 2006. Disponível em: http://www2.ufpel.edu.br/cic/2006/resumo_expandido/CA/CA_00396.pdf. Acesso em: 22/06/2021.

CAMARGO INDUSTRIAL MÁQUINAS. **Gestão de Ativos Industrial**. 2010. Disponível em: <https://www.camargoindustrial.com.br/>. Acesso em: 8 ago. 2021.

CAPORETTO. **Estampo para Balas, Chicletes e Drops**. 2015. Disponível em: <https://caporetto.com.br/estampo-para-balas-chicletes-e-drops/>. Acesso em: 8 ago. 2021.

CARVALHO, Diana Valesca; GALLÃO, Maria Izabel; DE BRITO, Edy Sousa. Obesidade e fibra dietética: destaque para a fibra de caju. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43474-43488, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/12688>. Acesso em: 08/08/2021.

CHIM, J. F. Ingredientes da indústria de balas. In: JACQUES, A. C.; CHIM, J. F. **Tecnologia de açúcares, balas e caramelos**. Canoas/RS: Mérida Publishers, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-5-0>. Acesso em: 29 dez. 2021a. Acesso em: 22/07/2022.

CHIM, J. F. Tecnologia de balas. In: JACQUES, A. C.; CHIM, J. F. **Tecnologia de açúcares, balas e caramelos**. Canoas/RS: Mérida Publishers, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-5-0>. Acesso em: 29 dez. 2021b. Acesso em: 22/07/2022.

CLEMENTE, Maria das Graças; ABREU, Luiz Ronaldo de. Caracterização química, físico-química e rancidez oxidativa de manteiga de garrafa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 493-496, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/6652>. Acesso em: 20/06/2021.

COSTA, Najara Maria de Sena *et al.* Organogênese direta de *Phoenix dactylifera* L. via pecíolo cotiledonar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Lagoa Nova, v. 2, n. 3, p. 1-10, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2047>. Acesso em: 02/07/2021.

CHOCOTECH. **Hard Candy products**. 2009. Disponível em: <https://www.chocotech.de/index.php/hard-candy.html/>. Acesso em: 8 ago. 2021.

EMBRAPA. **Qualidade físico-química, higiênico-sanitária e composicional do leite cru Indicadores e aplicações práticas da Instrução Normativa 62**. Porto Velho, RO 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1018827/qualidade-fisico-quimica-higienico-sanitaria-e-composicional-do-leite-cru-indicadores-e-aplicacoes-praticas-da-instrucao-normativa-62>. Acesso em: 01/09/2021.

FELLOWS, Peter J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos-: Princípios e Prática**. Artmed Editora, 2018. Acesso em: 24/07/2022

FONSECA, H.; GUTIERREZ, L. E. Composição em ácidos graxos de óleos vegetais e gorduras animais. In: **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 31, 1974. Acesso em: 20/07/2022

FOOD INGREDIENTS. **Dossiê aromas**. São Paulo: Ed. Insumos, n.8, p.40-68. 2009. Disponível em: <https://revista-fi.com/materias/99.pdf>. Acesso em: 20/06/2021.

GONÇALVES, E.C.B.A.; SCHUMANN, S.P.A.; POLÔNIO, M.L.T. **Avaliação do consumo de corantes artificiais por lactentes, pré-escolares e escolares**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, Jul/Set, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/rKf8xSBvQNpdqZN6r83z84F/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05/07/2021.

INCAL. **Máquinas e caldeiraria LTDA - Catálogo técnico**. 2015. Disponível em: <http://incalmaquinas.com.br/equipamentos-para-balas-e-pirulitos.html>. Acesso em: 22/07/2022

INSAUSTI, Estebe Ormazabal; MORAES, Eniceli Rodrigues Pinto. **Industrialização de balas, chocolates e confeitos**. São Paulo; SENAI-SP, 2016. Acesso em: 05/07/2021.

KAMAL-ELDIN, Afaf et al. Dietary fiber components, microstructure, and texture of date fruits (*Phoenix dactylifera*, L.). **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-78713-4>. Acesso em: 10/07/2021.

MALDONADO, R.; GUAIDO, M. Elaboración de caramelo blando de leche (tipo toffee) a partir de lactosuero deshidratado. **Rev. Fac. Agron. (UCV)**, v. 35, n. 1, p 1-7, 2009. Acesso em: 22/07/2022.

MARDONES, Lorena et al. Consumo de azúcares totales y su Asociación con obesidade en población chilena – Resultados del estudio GENADIO. **Rev. méd. Chile**, Santiago, v. 148, n. 7, p. 906-914, jul. 2020. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872020000700906&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 29/06/2021.

MENDENHALL, H.; HARTEL, R. W. Effects of Fat Content and Solid Fat Content on Caramel Texture Attributes. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 93, p. 1191–1199, 2016. Acesso em: 22/07/2022.

MINIFIE, B. W. **Chocolate, cocoa and confectionary**: Science and technology. 3 ed. London: Longman Group, p. 904, 1989. Acesso em: 20/07/2021.

MINIM, Valéria Paula Rodrigues; SILVA, Rita de Cássia dos Santos Navarro da. **Análise Sensorial Descritiva**. Viçosa: UFV, 2016. Acesso em: 15/07/2021.

MOHAMED, R. M. A.; FAGEER, A. S. M.; ELTAYEB, M. M.; AHMED, I. A. M. Chemical composition, antioxidant capacity, and mineral extractability of Sudanese date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits. **Food Science & Nutrition**, v. 2, n. 5, p. 478-489, 2014. Acesso em: 22/07/2022

MOYSÉS, J. B.; CARVALHO, I. F.; HOFFMANN, F. L. **Avaliação físico-química do leite pasteurizado tipo c produzido e comercializado na região de Tangará da Serra – MT, Brasil – Estudo de Caso**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 366, p. 22-27, 2009. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/71>. Acesso em: 01/09/2021.

MÜLLER, Ernst Eckehardt et al. **Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite**. Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil, v. 2, n. 2002, p. 206-217, 2002. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/qualidadeleitem.pdf>. Acesso em: 08/08/2021.

Oliveira, Daiane Teixeira de et al. High-sugar diet leads to obesity and metabolic diseases in ad libitum fed rats irrespective of caloric intake. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 64, n. 1, p. 71-81, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.20945/2359-3997000000199>>. Acesso em: 29/06/2021.

OLIVEIRA, Danilo Tostes; ESQUIAVETO, Maria Madalena Manguê; SILVA JÚNIOR, José Felix. Impacto dos itens da especificação do açúcar na indústria alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27(supl.), p. 99-102, ago. 2007, Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/QMyJ4D4htn5b7jxQxVWcPJx/?lang=pt>. Acesso em: 20/06/2021.

OLIVEIRA, GABRIELA AGUIAR DE. **Modelagem E Análise De Um Processo De Cozimento De Balas Mastigáveis**. 2006. 69f. 2017. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões–URI. Erechim, RS. 2006. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/575.pdf. Acesso em: 01/08/2021.

PAVLOVIC, S.; SANTOS, R. C.; GLORIA, M. B. A. **Maillard Reaction during the processing of "doce de leite"**. Journal Science Food Agriculture, v. 66, p. 129-132, 1994. Acesso em: 01/08/2021.

RIBEIRO, Nathalia Gomes; RAICES, Renata Santana Lorenzo; DA CRUZ, Adriano Gomes. TECNOLOGIAS EMERGENTES: ÚTEIS PARA ESTABILIDADE DE PREBIÓTICOS?. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 8, p. 30-54, 2020. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/alimentos/article/view/1650>. Acesso em: 05 ago. 2021.

ROY, S.; CHIKKERUR, J.; ROY, S. C.; DHALI, A.; KOLTE, A. P.; SRIDHAR, M.; SAMANTA, A. K. Tagatose as a Potential Nutraceutical: Production, Properties, Biological Roles, and Applications. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 11, 2018. Acesso em: 22/07/2022.

SAINI, R. K.; PRASAD, P.; SHANG, X.; KEUM, Y-S. Advances in Lipid Extraction Methods: a Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, p. 1-19, 2021.

SIQUEIRA, Kennya Beatriz. **O mercado consumidor de leite e derivados**. Circular Técnica Embrapa, v. 120, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1110792>. Acesso em: 01/08/2021.

SILVA, J. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. Ed Varela, Paraíba: 2000. Acesso em: 20/06/2021

SOUZA, M. R., RODRIGUES, R., FONSECA, L. M., CERQUEIRA, M. M. O. P. **Pasteurização do leite**. Caderno Técnico da Escola de Veterinária UFMG, n. 13, p.85-93, 1995. Acesso em: 20/06/2021.

SPANEMBERG, F. E. M. **Planejamento de experimentos com mistura no estudo da vida útil de balas duras**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'oeste. 2010. Disponível em: http://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/pdfs/docs/15032011_103652_flavio_spanemberg.pdf. Acesso em: 22/06/2021.

VIEIRA, Denise Maria. **Influences of family and school in the consumption of foods which are high in sugar, fat and sodium by children from different social classes**. 2013. 119 f. Dissertação (Mestrado em Economia familiar; Estudo da família; Teoria econômica e Educação do consumidor) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3400>. Acesso em: 22/06/2021.

XIANG, J.; LIU, F.; WANG, B.; CHEN, L.; LIU, W.; TAN, S. A Literature Review on Maillard Reaction Based on Milk Proteins and Carbohydrates in Food and Pharmaceutical Products: Advantages, Disadvantages, and Avoidance Strategies. **Foods**, v. 10, n. 9, p. 1-18. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10091998>. Acesso em: 22/07/2022.