

PRODUÇÃO E ANÁLISE DE QUALIDADE DO DOCE DE LEITE “RUTA DEL LECHE”

Data de submissão: 08/09/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Amanda Tiemi Sadamitsu Takeda

Universidade Federal de São Carlos –
UFSCar
São Carlos – São Paulo
<https://orcid.org/0009-0002-8330-129X>

Iury Braga Lima

Universidade Federal de São Carlos –
UFSCar
São Carlos – São Paulo
<https://lattes.cnpq.br/9045043113992271>

Bruna Cerri Pereira Camargo

Universidade Federal de São Carlos –
UFSCar
São Carlos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2402867230528968>

Fernanda Perpétua Casciatori

Universidade Federal de São Carlos –
UFSCar
São Carlos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1269950652196294>

RESUMO: O projeto Revisão e Otimização de Tecnologias em Alimentos Artesanais (ROTA PET) do Programa de Educação Tutorial de Engenharia Química (PET-EQ) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), buscou otimizar o processo

caseiro de doce de leite e estender esse conhecimento para a comunidade. Para tal objetivo, o projeto entrou em contato com produtores artesanais, realizou pesquisas bibliográficas e produziu o “Ruta del leche” de autoria própria, efetuando testes de qualidade com o mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: doce de leite; produtos artesanais; otimização; tecnologia em alimentos.

PRODUCTION AND QUALITY ANALYSIS OF DULCE DE LECHE “RUTA DEL LECHE”

ABSTRACT: The project Review and Optimization of Artisanal Food Technologies (ROTA PET) of the Chemical Engineering Tutorial Education Program (PET-EQ) at the Federal University of São Carlos (UFSCar), sought to optimize the homemade dulce de leche process and extend this knowledge for the community. To this end, the project got in touch with artisanal producers, carried out bibliographical research and produced the “Ruta del leche” of its own authorship, carrying out quality tests with it.

KEYWORDS: dulce de leche; handmade products; optimization; food technology.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre as atividades desenvolvidas pelo Programa de Educação Tutorial de Engenharia Química (PET-EQ) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), tem-se o projeto ROTA PET, que tem como objetivo pesquisar e otimizar processos caseiros. Inicialmente, os membros do projeto concentraram seus estudos acerca da produção de alimentos artesanais, isto é, aqueles que são feitos de maneira manual, com auxílio de ferramentas próprias, em escala reduzida e de forma que o próprio produtor acompanhe todos os processos de produção. Após escolher o doce de leite como objeto de estudo do projeto, por ser o produto pelo qual o grupo demonstrou maior interesse, iniciou-se o contato com diversos produtores artesanais de doce de leite, de modo a obter maiores informações sobre a receita do doce e compreender melhor seu processo produtivo artesanal, além de aprofundar as pesquisas sobre sua produção e testes de qualidade do produto.

Doce de leite

O doce de leite é um produto amplamente consumido na América Latina, sendo produzido em larga escala principalmente em países como Brasil, Chile e Argentina (Magalhães, 1996). Esse doce possui como base de sua composição leite concentrado e açúcar, os quais passam pelo processo de cocção até uma determinada concentração. Dessa forma, o doce de leite pode apresentar diferentes consistências de acordo com o produto final desejado: um doce mais sólido ou mais pastoso.

Conforme a legislação (Brasil, 1997), o doce de leite deve conter no máximo 2% de cinzas, mínimo 5% de proteínas, no máximo 30% de umidade e de 6,0 a 9,0% de gordura. Além disso, de acordo com a Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Doce de Leite, entende-se por Doce de Leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos).

Açúcar

O açúcar é um dos ingredientes presentes na receita do doce de leite que podem influenciar diretamente no resultado final do produto, bem como no preço e nas propriedades dele. De acordo com a Embrapa (2004), utiliza-se normalmente açúcar na proporção de 20 a 25% em relação à quantidade de leite para o doce em pasta, enquanto para o em tabletes, 30 a 35% de açúcar, variando em torno desses valores para outras literaturas.

Uma reação recorrente na indústria alimentícia, e que também ocorre com produtos lácteos como o doce de leite, é a de Maillard, responsável por atribuir características como cor, sabor, aroma e textura. O açúcar é constituído de sacarose, carboidrato que não participa

da Reação de Maillard por não ser um açúcar redutor. Sendo assim, é preciso adicionar redutores, como a glicose, durante a cocção. Em suma, a glicose confere características como brilho, sabor doce suave, reduz a formação de cristais, além de intensificar a reação de Maillard por ser um açúcar redutor. Se não tiver essa adição, a lactose presente no leite será a principal influenciadora da reação em questão. Ressalta-se que as propriedades do doce de leite induzem fortemente a aceitação e compra desses alimentos, visto que algumas características são mais frequentes e padronizadas no mercado.

Bicarbonato de sódio

O bicarbonato de sódio é normalmente utilizado no doce de leite para a correção da acidez, já que promove uma ligeira elevação do pH do leite. A quantidade empregada desse ingrediente depende principalmente das características do leite e do produto final desejado. Assim, além da correção de pH, o bicarbonato tem como principais funções o auxílio tanto na padronização da coloração do produto final, por meio da intensificação da reação de Maillard, quanto na obtenção de um doce liso, evitando a formação de grumos. Tendo isso em vista, a adição de bicarbonato propicia um doce com uma cor mais escura na proporção em que se aumenta sua concentração no alimento produzido. Além disso, a não redução da acidez do leite resulta em um doce de leite com grumos, devido à precipitação das proteínas. É necessária atenção ao utilizar esse ingrediente, uma vez que um excesso de bicarbonato de sódio, com redução exagerada da acidez, poderia saponificar a gordura, dando gosto de sabão ao produto, além de deixá-lo com uma coloração muito escura, a qual não é tão aceita pelos consumidores (Klug, 2007).

Leite

O leite é o ingrediente principal para a produção de doce de leite, uma vez que ele contribui não somente para o aspecto visual, como a textura e o brilho, mas também para o sabor do produto final. Esse ingrediente é composto majoritariamente por água, equivalente a 87,50%, e o restante por gordura (3,60%), caseína (2,70%), proteína do soro (0,60%), lactose (4,90%) e sais minerais (0,70%).

Segundo as normas da CNNPA (CNNPA, 1978), a fabricação do doce de leite deve empregar matérias-primas isentas de matéria terrosa, parasitas e estar em perfeito estado de conservação. Dessa forma, recomenda-se que o leite implementado à produção seja do tipo fresco, pasteurizado, integral, com acidez entre 15 e 18°D (graus Dornic), e armazenado entre 4 e 5°C até o momento da produção. Em produções artesanais, é permitida a utilização do leite ordenhado manualmente, desde que cumpra com os padrões estabelecidos. Essas características são capazes de diminuir a ação de microrganismos e contaminação, além de contribuir para a consistência do produto final, uma vez que a gordura, responsável por fornecer a maior parte dos sólidos para o produto, é o componente que mais apresenta variações em relação à alimentação e saúde do animal, período de lactação e raça, bem como da estação do ano. Em suma, a procedência e o armazenamento do leite são pontos

cruciais para a produção de um doce de leite atrativo e adequado às normas brasileiras de controle alimentício.

pH e grau Dornic

A acidez titulável do leite deve ser determinada para um controle da matéria-prima a partir da qual será preparado o doce de leite. Nesse sentido, tal parâmetro é expresso em graus Dornic (°D) do ácido láctico e deve ser medido anteriormente à fabricação de produtos derivados do leite, uma vez que a partir do seu valor é possível quantificar o grau de acidez. A quantificação de acidez é importante para a identificação do grau de preservação do leite e deve estar entre 15 e 18°D para qualificar como um bom leite, equivalentes à faixa de pH entre 6,6 e 6,8 (Klug, 2007). Por definição, 1 grau Dornic (°D) é a unidade de valor do índice de acidez, quando a solução de hidróxido de sódio utilizada tem normalidade igual a N/9, enquanto o índice de acidez é o número de mililitros da solução de hidróxido de sódio N/9 necessários para neutralizar o ácido láctico presente em 1 mL de amostra de leite ou produto lácteo.

Temperatura

O controle da temperatura se faz necessário para a produção de doce de leite já que algumas etapas do processo devem ocorrer em temperaturas específicas para que ocorra a promoção da caramelização e a evaporação de água. Em geral, a temperatura deve se manter em torno de 100°C durante o processo, de modo a não ultrapassar este limite estabelecido, pois pode promover alterações na textura, cor e sabor (Francisquini et al., 2017).

Grau Brix

A quantidade de açúcar presente numa solução é determinada pelo grau brix ou índice refratométrico, que consiste em uma escala numérica e hidrométrica de índice de refração de uma solução. A quantificação dessa medida é muito importante, uma vez que está atrelada à doçura e à qualidade do alimento. O grau Brix ideal para este processo produtivo é de 65 a 68°, sendo atingido a partir do cozimento dos ingredientes (Perrone, 2011).

Testes de Qualidade

A fim de quantificar as características essenciais do doce de leite e também de entender a influência de certos parâmetros e ingredientes, realizam-se diversos testes laboratoriais, verificando não somente os valores nutricionais do doce de leite produzido, mas também a qualidade do produto final. Salienta-se que alguns aspectos do doce de leite devem cumprir com os valores determinados pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Doce de Leite, sancionado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) seguindo a Resolução MERCOSUL GMC N° 137/96, com finalidade de padronizar os produtos derivados de leite, o que confirma a importância da realização

de tais testes. Nesse sentido, alguns testes de qualidade usualmente empregados para este alimento incluem teste de umidade, de pH, de carboidratos, de teor de lipídeos, de proteína, valor energético e análise sensorial. Em suma, a qualidade do doce de leite está diretamente relacionada com a qualidade e a quantidade dos ingredientes, mas também com o modo de preparo e controle das variáveis de processo durante a produção.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo principal pesquisar e realizar o processo de fabricação do doce de leite, de modo a otimizar esse processo e compartilhar o que foi desenvolvido pelos autores com produtores e com a comunidade.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Produção

A fabricação artesanal de doce de leite necessitou de equipamentos para a realização da mistura dos ingredientes e, para tal, foi utilizada uma panela com um volume útil maior que o volume utilizado na receita, equivalente a 13,8 L, a fim de minimizar perdas ocasionadas durante a fervura da mistura. A partir disso, foi realizada a esterilização dos equipamentos e manuseio correto dos ingredientes para o local de produção do alimento. Todos os presentes no local de produção manusearam os ingredientes sob uso de jaleco, máscara cirúrgica, luvas e toucas. A Figura 1 mostra um fluxograma das etapas de produção.

Fluxograma - Produção Doce de Leite Cremoso

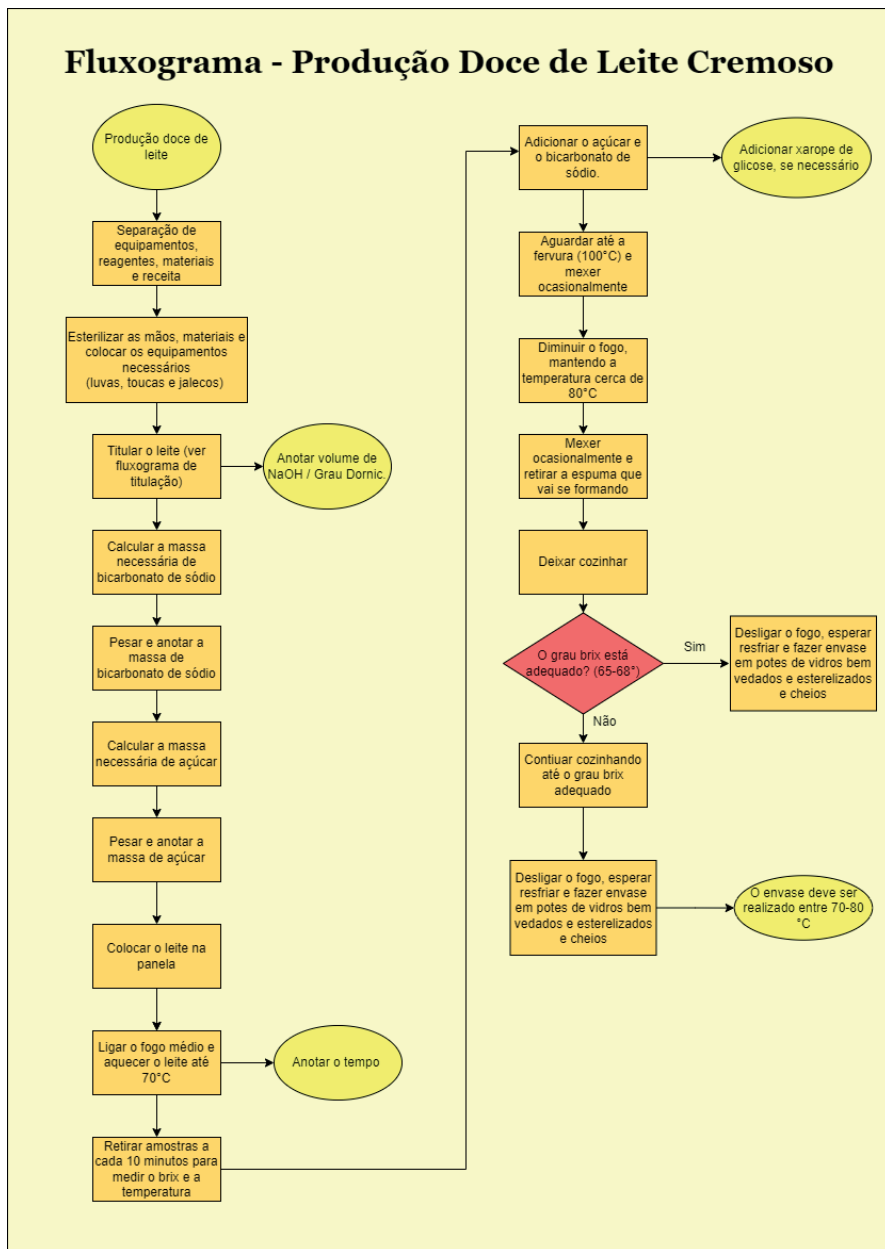


Figura 1. Fluxograma detalhado da produção de doce de leite cremoso.

Receita

A receita foi desenvolvida pelos autores após meses de estudo sobre os parâmetros e ingredientes utilizados na fabricação do doce de leite. Ademais, foram pesquisadas outras receitas de doce de leite na bibliografia, de modo a encontrar uma formulação que melhor se identificasse com seus estudos. Dessa forma, através de um viés comparativo

com a receita da produtora artesanal, foi elaborada uma receita de doce de leite cremoso clássica, com apenas 3 ingredientes: leite integral, açúcar cristal e bicarbonato de sódio, e otimizou-se seu formato adequando-a a uma planilha eletrônica, que possibilita calcular automaticamente a quantidade de cada ingrediente necessário, a partir das proporções requeridas de cada um, para a quantidade total de doce de leite a ser produzida.

Para as quantidades, primeiramente uma quantidade final de doce de leite que se desejava produzir foi estipulada. A partir da quantidade em massa a ser produzida, calculou-se a quantidade necessária de leite integral. De acordo com o grau Brix almejado, o rendimento de doce a partir de leite varia entre 50 e 60%. Com a quantidade de leite necessária, utiliza-se 20% em proporção massa/volume para a quantidade requerida de açúcar cristal.

Em seguida, para o cálculo da quantidade de bicarbonato de sódio, foi necessário aferir a acidez do leite. De fato, o leite a ser utilizado na fabricação do doce necessita ter sua acidez reduzida de 15 a 18 graus Dornic (normal do leite) para 13 graus Dornic.

Para neutralizar a acidez, utilizou-se o bicarbonato de sódio, previamente pesado e acrescido diretamente ao tacho, após a fervura do leite. Na prática, a quantidade recomendada a ser adicionada foi de 0,07% em proporção de massa em gramas de bicarbonato de sódio por volume de leite em litros. Para maior segurança na determinação desse valor, foi realizada a determinação da acidez.

Supondo que a matéria-prima estivesse com acidez inicial de 15°D e esta tivesse que ser reduzida para 13°D, lembrando que 1°D equivale a 0,1 g de ácido láctico/L de leite, tem-se 2°D a reduzir, equivalente a 0,2 g de ácido láctico a ser reduzido por litro. Então, considerando uma produção com 150 L de leite, ter-se-ia: $150 \text{ L} \times 0,2 \text{ g/L} = 30 \text{ g}$ de ácido láctico a reduzir.

Considerando como base de cálculo em que 84 gramas de bicarbonato de sódio neutralizam 90 gramas de ácido láctico, calcula-se a quantidade necessária para neutralizar 30 g, chegando-se a 28 g de NaHCO_3 a ser utilizado para que se reduza a acidez do leite de 15 para 13°D, diluídos em 150 L de leite. Vale ressaltar a importância de atentar-se à pureza do bicarbonato de sódio, dado que caso não seja de 100%, será necessária uma quantidade superior. Todos os cálculos estão detalhados e automatizados na planilha eletrônica da receita. Na Tabela 1, está detalhada a receita utilizada na produção de doce de leite no presente trabalho.

Ingredientes	Quantidade
Leite Pasteurizado ou Fresco Integral Sonhos de Leite [L]	6,95
Açúcar Cristal Caravela [g]	1390
Bicarbonato de sódio Kitano [g]	2,76

Tabela 1. Quantidades utilizadas na produção do doce de leite no presente trabalho.

Testes de qualidade

Os testes de qualidade para o doce de leite foram realizados no Laboratório de Engenharia Bioquímica do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos, respeitando-se as normas sanitárias e de segurança do local, a fim de garantir a proteção das pessoas e a conservação do alimento analisado.

Teste de Umidade

Para a avaliação da umidade do doce de leite produzido, foi utilizada uma balança determinadora de umidade da marca BEL Engineering, que realiza secagem por radiação infravermelha. Seguindo os passos estabelecidos nas instruções de uso do equipamento, uma pequena amostra foi colocada na região definida, e após o tempo de secagem, obteve-se a massa final e o teor de umidade da amostra. A análise foi feita em duplicata.

Teste de pH

O teste de pH foi realizado utilizando-se um pHmetro, em que inicialmente separou-se uma amostra de doce de leite com massa suficiente a ser medida pelo aparelho, e a medição ocorreu através da inserção do sensor já devidamente calibrado na amostra diluída em água. O processo de calibração foi feito previamente, com soluções-tampão com pH 4 e 7. Devido à alta viscosidade do doce de leite, foi feita sua diluição, anotando-se o volume de água destilada utilizada, para então realizar-se a medição do pH.

Teste de Carboidratos

Os carboidratos presentes em doces de leite devem advir do açúcar presente nesses produtos. Assim, a determinação da quantidade de carboidratos foi feita através da determinação do grau Brix do doce após o término do cozimento, uma vez que este quantificou o açúcar presente em uma determinada solução por meio do seu grau de refração. Para isso, neste trabalho foi utilizado um refratômetro próprio para doces da marca RZ Contec, com escala de grau brix entre 58 e 90. Para calibração do grau Brix no zero da escala, foi utilizada uma solução de açúcar e água, com concentração conhecida (equivalente a 1315,3 g.L⁻¹). Calibrado o equipamento, foi coletada e colocada no visor do refratômetro uma amostra de doce de leite logo após o término do cozimento, possibilitando a leitura do grau Brix final do doce de leite, e conseqüente determinação dos carboidratos do doce, sendo recomendado que esse valor estivesse entre 65 e 68° Brix.

Vale ressaltar que a determinação de carboidratos em doces de leite não está estabelecida dentre os requisitos físico-químicos obrigatórios pela legislação brasileira (Brasil, 1997), porém foi realizada com o objetivo de estimar o valor energético deste produto alimentício.

Determinação do Teor de Lipídeos

Os lipídeos presentes no doce de leite são derivados da gordura do leite utilizado no

processo produtivo. Dessa forma, a metodologia utilizada para a determinação dos lipídeos foi o balanço de massa, como mostrado na Equação 1. Para isso, considerou-se que o leite utilizado continha 1% em massa de gorduras totais, e densidade igual a 1,0435 g.mL⁻¹.

$$x_{lip\ leite} \times M_{leite\ total} = x_{lip\ doce} \times M_{doce\ total} \quad (1)$$

na qual $x_{lip\ leite}$ é a fração mássica de lipídeos no leite, $M_{leite\ total}$ é a massa de leite total, $x_{lip\ doce}$ é a fração mássica de lipídeos no doce de leite e $M_{doce\ total}$ é a massa de doce de leite total, massas dadas em gramas.

Teste de proteínas

A concentração de proteínas solúveis foi determinada pelo método modificado de Bradford (1976), o qual consiste em uma reação em temperatura ambiente de 20 μ L de amostra (solução doce de leite e água, com massa de doce e volume conhecidos) com 1 mL do reagente de Bradford por 5 minutos. Após a reação, a absorbância da mistura foi lida em espectrofotômetro a 595 nm e os valores de absorbância foram convertidos em concentração de proteínas através da curva padrão do reagente de Bradford com solução de soro albumina bovina. A Equação 2 descreve a curva padrão do reagente, em que x representa a leitura de absorbância e y tem unidades de mg de proteínas solúveis por mL.

$$y = 1,7835x + 0,0379 \quad (2)$$

Cálculo do Valor Energético

O valor energético é a energia produzida pelo corpo humano proveniente da ingestão e digestão de carboidratos, proteínas e gorduras totais, sendo comumente expresso em quilocalorias (kcal) ou quilojoules (kJ). Esse valor, por legislação, deve sempre estar incluso na tabela nutricional dos alimentos, juntamente com as quantidades de macronutrientes disponíveis em cada porção. Para a realização do cálculo do valor energético, sabendo que cada grama de gordura fornece 9 kcal e que cada grama de carboidratos e de proteínas fornecem 4 kcal, multiplicou-se a quantidade em gramas de cada macronutriente presente em uma determinada porção do alimento por seu respectivo valor calórico fornecido.

Análise Sensorial

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), a análise sensorial é caracterizada como uma disciplina científica que visa a medição, análise e interpretação de reações às características dos alimentos segundo as percepções dos sentidos: visão, olfato, paladar, tato e audição. Para realizar a medição dos diferentes parâmetros, escolheu-se a escala hedônica estruturada com 5 pontos, a qual teve como objetivo analisar a aceitabilidade do doce de leite produzido com base nos parâmetros: cor, aroma, sabor, textura, brilho e nota geral. O Quadro 1 apresenta a escala e os indicativos.

COR				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Bege		Marrom claro		Marrom escuro
AROMA				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Não gostei		Indiferente		Gostei muito
SABOR				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Não gostei		Indiferente		Gostei muito
TEXTURA				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Granuloso	Mole	Cremoso	Duro	Espesso
BRILHO				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Opaco				Muito brilhante
NOTA GERAL				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Não gostei		Indiferente		Gostei muito

Quadro 1. Indicativos de cada parâmetro sensorial avaliado no doce de leite.

Com os parâmetros e a escala estabelecidos, amostras de doce de leite foram oferecidas a diferentes provadores, solicitando-se a cada um que analisasse a amostra de doce de leite quanto aos parâmetros, de acordo com a escala proposta.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção e alguns resultados da etapa de fabricação do doce de leite “*Ruta del Leche*” estão apresentados visualmente na Figura 2.

Produção Doce de Leite

Acompanhamento do Grau Brix		
Tempo (min)	Temperatura (°C)	°Brix
35	74,9	-
105	84,5	-
115	86,5	-
125	88,1	-
135	89	-
145	88	-
165	92	-
195	97	-
225	94	-
255	95,3	-
338	100	61
339	100	62
340	100	62
341	93,8	63
342	88,7	63
343	87,8	64
351	72,1	63
357	68,6	64
Tempo Final (min)	Temperatura (°C)	°Brix
357	68,6	64

Titulação do Leite	
Grau Dornic medido (°D)	17,25

Peso dos Ingredientes	
Massa de bicarbonato necessária (g)	2,76
Massa de bicarbonato obtida (g)	3,00
Massa de açúcar necessária (g)	1390
Massa de açúcar obtida (g)	1390
Massa de leite necessária (g)	7252
Massa de leite obtida (g)	7269

Envase	
Temperatura Ideal (°C)	70-80
Temperatura Medida (°C)	68,6

Produção Final	
Massa Final obtida (g)	3085
Rendimento (%)	42,44

Figura 2. Dados registrados durante o processo produtivo do doce de leite artesanal.

Com isso, observa-se que o grau Dornic medido em laboratório, o qual equivale a 17,25°D, está dentro do esperado na literatura. Dessa maneira, foi possível dar início ao processo produtivo com a mistura dos ingredientes de acordo com a receita. Para aplicar uma estratégia de otimização na fabricação do doce de leite, adotou-se um monitoramento da temperatura no decorrer do tempo anterior e posterior à fervura do leite, com o auxílio de um termômetro, tendo o intuito de determinar o tempo ideal para a produção do alimento proposto. Conforme expresso na Figura 2, o tempo para a conversão de 7 L de leite em doce de leite foi de, aproximadamente, 357 minutos, o que equivale a aproximadamente 6 horas (5 h e 57 minutos). Além disso, vale ressaltar que o envase do doce de leite no recipiente foi realizado com o produto numa temperatura de 68,6°C, aspecto que se distanciou ligeiramente do ideal estabelecido pela literatura, que preconiza o envase com o alimento em uma temperatura entre 70 e 80°C. Por fim, a partir disso, pôde-se estabelecer um rendimento produtivo para a receita definida por intermédio de uma regra de três simples utilizando a massa final obtida, tendo um resultado de 42,44%, apresentando um desvio de 8,56% com relação à literatura.

Teste de Umidade

Os testes de umidade foram feitos em duplicata, obtendo-se os valores de 7,00 e 8,12% como resultados. Com isso, realizou-se a média dos valores, no intuito de expressar de maneira mais qualitativa o resultado, sendo este igual a 7,56%. De acordo com a legislação (Brasil, 1997), o doce de leite deve conter no máximo 30% de umidade. Assim, analisando o valor médio da umidade, observa-se que este ficou dentro das especificações exigidas. No entanto, nota-se que a umidade atingida é relativamente baixa. Em condições de baixa

umidade, esse derivado lácteo pode apresentar uma melhor qualidade microbiológica (Pieretti et al., 2012), o que implica em melhor conservação (Demiate et al., 2001), porém também pode facilitar o aparecimento de arenosidade, característica que, quando ocorre, provoca alta reprovação pelos consumidores (de Oliveira et al., 2018).

Teste de pH

Utilizando-se um pHmetro para medição do pH do doce de leite, obteve-se um valor de 6,71. Assim, pode-se afirmar que o valor obtido está dentro das especificações que avaliam a preservação do leite utilizado, sendo classificado como um bom leite, tendo em vista que a faixa de pH adequada está entre 6,6 e 6,8.

Teste de Carboidratos

O doce de leite obteve um grau Brix final de 64° Brix, medido com auxílio do refratômetro. Assim, pode-se assegurar que o valor encontrado está próximo da faixa recomendada de 65 a 68° Brix. Tal desvio pode ser oriundo de possíveis erros no tempo de cocção do alimento ou na calibração e utilização do instrumento. Considerando que o valor obtido foi alto e próximo da faixa prevista, esperou-se que o doce de leite apresentasse textura e aspecto desejáveis, fato comprovado em outros testes. Ainda, pode-se inferir que a maior parte dos sólidos solúveis do doce resultou dos açúcares.

Uma unidade de Brix corresponde a 1 g de sólidos solúveis em 100 g de solução (% m/m) a uma determinada temperatura. Logo, considerando-se a faixa recomendada de grau Brix, a quantidade de carboidratos determinada não foi tão discrepante dos valores comumente obtidos.

Determinação do Teor de Lipídeos

A quantidade de lipídeos no doce de leite produzido, obtida por meio do balanço de massa apresentado pela Equação 1, foi de 180,64 g em 2,925 kg totais de doce. Tal resultado equivale a um teor de 6,18% de lipídeos no doce, o que evidencia um valor pertinente e dentro dos parâmetros requeridos, uma vez que a legislação brasileira (Brasil, 1997) estabelece que o doce de leite deve conter entre 6 e 9% de matéria gorda. No entanto, ressalta-se que o cálculo adotado pode apresentar pequenos erros quando comparado a métodos de determinação experimental como o de Gerber, Mojonnier e Roesegottlieb (Gallina et al., 2009).

Teste de Proteínas

A partir das leituras de absorvância, realizadas em quadruplicata, determina-se a quantidade de proteínas por volume de solução. Dessa forma, conhecendo-se o volume total em que o doce foi diluído, obtém-se a quantidade de proteínas por volume de doce, e com o valor de densidade obtido previamente, pode-se calcular a quantidade de proteínas solúveis por massa de produto. Tais resultados podem ser observados na Tabela 2.

Análise de Proteínas				
Amostras	Absorbância	Quantidade de Proteínas [mg/mL solução]	Quantidade de Proteínas [mg/mL doce]	Quantidade de Proteínas [mg/g doce]
1	0,034	0,099	8,946	4,759
2	0,131	0,272	24,653	13,113
3	0,551	1,021	26,475	14,082
4	0,352	0,666	17,268	9,185
MÉDIA				10,285

Tabela 2. Teor de proteínas solúveis do doce de leite.

Ao comparar com os doces de leite do mercado, nos quais a quantidade de proteínas transita em uma faixa de 5 a 7 g de proteínas a cada 100 g de doce, o produto obtido tem média de 1 g de proteínas a cada 100 g de doce. A fim de explicar essa diferença, pode-se ressaltar o tempo de cozimento, o qual pode variar a densidade do produto, alterando também a matemática por trás do resultado final. Porém, acredita-se que a principal possível causa para esse desvio é a forma como a análise foi feita. No laboratório, notou-se que o reagente utilizado estava azulado em sua superfície, indicando reação no próprio frasco. Entretanto, ressalta-se que são diversos os fatores que podem alterar esse valor proteico, desde a qualidade do leite até mesmo se é coerente comparar os valores de um doce artesanal com um produto industrializado de mercado.

Cálculo do Valor Energético

Baseando-se nas quantidades de proteínas, lipídeos e carboidratos encontradas a partir de seus respectivos testes para uma determinada amostra de doce de leite, foi possível calcular o valor energético para uma dada porção do doce. Sendo assim, considerando-se a metodologia já descrita, para uma porção de 20 g de doce de leite, o valor energético calculado foi de 62,33 kcal.

Análise Sensorial

Amostras do doce de leite produzido foram avaliadas por 50 provadores, sendo 32 do sexo masculino e 18 do sexo feminino. Os resultados do teste estão descritos na Tabela 3, os quais apresentam a avaliação dos parâmetros feita pelos provadores, seguindo os indicativos da escala apresentada no Quadro 1.

	ESCALA				
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
COR	5	28	15	1	1
AROMA	0	0	7	23	20
SABOR	0	1	1	19	29
TEXTURA	4	9	35	1	1
BRILHO	0	6	26	16	2
NOTA GERAL	0	0	3	27	20

Tabela 3. Resultados da avaliação dos parâmetros de aceitação sensorial.

Conforme a Tabela 3, pode-se observar que o doce de leite produzido obteve boas notas em cada um dos parâmetros analisados. Para a avaliação da cor e textura, os indicativos a serem alcançados eram, respectivamente, “Marrom claro” e “Cremoso”, referentes à nota 3. Em vista disso, vê-se que para 30% dos provadores o doce de leite apresentava uma coloração marrom clara e para 56% estava na transição do bege para o marrom claro, de forma que é possível observar uma adequação do doce produzido com preferências sensoriais estabelecidas. O mesmo pode ser verificado para o caso da textura, em que 70% dos provadores avaliaram o doce de leite como cremoso. Além disso, ao se analisar os parâmetros de aroma e sabor, vê-se que o doce de leite agradou quase a totalidade dos avaliadores, uma vez que as notas ficaram distribuídas, principalmente, entre 4 e 5. Para o brilho, as avaliações concentraram-se entre as notas 3 e 4, caracterizando o doce como mais brilhante do que opaco, ratificando os resultados dos testes analíticos de qualidade, como o de carboidratos. Como um todo, o produto final obtido foi bem avaliado, apresentando grande aceitação, tendo em vista as notas gerais fornecidas, com porcentagens de 40 e 54% nos quesitos 4 e 5. Em suma, pode-se dizer que o doce de leite “*Ruta del Leche*” obteve ampla aceitabilidade diante dos avaliadores, atingindo o objetivo principal dos testes sensoriais.

4 | CONCLUSÃO

Através dos estudos, produção e testes realizados, foi possível consolidar os conhecimentos adquiridos, com a finalidade de estender o conhecimento, retornando à comunidade os resultados alcançados neste trabalho. Com isso, englobaram-se todos os principais parâmetros de processo e ingredientes do doce de leite, assim como as principais influências de cada um no resultado final do doce. Considerando que o principal objetivo do Projeto ROTA PET é compreender um processo artesanal, aplicando conceitos de engenharia para otimizá-lo, pode-se dizer que este foi alcançado com sucesso com base nos resultados reportados no presente trabalho. Ademais, cabe, para próximos estudos,

aplicar os conhecimentos adquiridos, de tal maneira que, seja qual for o objeto de estudo do ROTA PET, o projeto possa cumprir com seu objetivo, garantindo que todas as partes que envolvidas estejam satisfeitas com o resultado final dos trabalhos desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

BRADFORD, Marion M. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding**. Analytical biochemistry, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997**. Disponível em: < <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-ma-354-de-04-09-1997,664.html>>. Acesso em: 03 fev. 2023.

COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS – CNNPA. Ministério da saúde. **Resolução nº 12, de 1978**. Disponível em: < https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnpa/1978/res0012_30_03_1978.html>. Acesso em: 07 mai. 2023.

DEMIATE, Ivo Mottin et al. **Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso - Composição Química**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/LLxZDKW7fyvXxXytTRgprgc/?lang=pt&format=pdf#:~:text=A%20baixa%20umidade%20do%20doce,peso%20de%20leite%20%5B19%5D>>. Acesso em: 03 fev. 2023.

FRANCISQUINI, J. D., MARTINS, E., SILVA, P. H. F., SCHUCK, P., PERRONE, Í. T., & CARVALHO, A. F. **Reação de Maillard: uma revisão**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 72(1), 48, 2017.

GALLINA, D. A., ROGALSKY, A. D., TEIXEIRA, R. G., ALVES, A. T. S., VAN DENDER, A. G. F. **Comparação de métodos para determinação do teor de gordura em doce de leite pastoso light**. Anais do XXVI Congresso Nacional de Laticínios, 2009.

KLUG, T.B. **Controle de Qualidade em Doces**. Relatório final de estágio do curso de Química de alimentos, para obtenção do título de Bacharel em Química de alimentos. Pelotas, 2007.

MAGALHÃES, F. A. R. **Métodos descritivos e avaliação sensorial de doce de leite pastoso**. 1996. 83p. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOSA, B. F.; ALMEIDA, F. L. C. **Qualidade físico-química de doces de leite comercializados na região do vale do Jaguaribe-CE**. Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido (CONADIS). Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conadis/2018/TRABALHO_EV116_MD1_SA9_ID127_29102018195017.pdf>.

OLIVEIRA, L. S. **Parametrização da produção de doce de leite em indústria de pequeno porte**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia de Alimentos). Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão.

PERRONE, I.T; STEPHANI, R; NEVES, B. dos S. **Doce de Leite Aspectos Tecnológicos**. 1.ed. Juiz de fora: Ítalo Tuler Perrone, 2011. v.1, 185p.

PIERETTI, G. G.; SEOLLIN, V. J.; BENTO, R. S.; MICHKA, J. M.; SANTOS, R. D.; MADRONA, G. S. **Doce de leite pastoso elaborado com açúcar mascavo: avaliação sensorial, físico-química e microbiológica**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.68, n.390, p.59-64, 2012.

VIDAL, M. F. **Açúcar: cenário mundial e situação da produção brasileira e nordestina**. 2022. Caderno Setorial ETENE. Março, 2022.

VIEIRA, L. C.; LOURENÇA JR, J. B. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Tecnologias de fabricação dos Doces de Leite Pastoso em Tabletes**. Belém, PA. 2004.