



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
CURSO DE QUÍMICA BACHARELADO

LUANNA ARAÚJO BASTOS DE SOUSA

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO XAROPE DE GLUCOSE PARA O CONTROLE
DE QUALIDADE EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS.**

NATAL

2023

LUANNA ARAÚJO BASTOS DE SOUSA

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO XAROPE DE GLUCOSE PARA O CONTROLE DE
QUALIDADE EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Química Bacharelado, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria de Fátima.

NATAL

2023

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Francisco Gurgel de Azevedo - Instituto Química -
IQ

Sousa, Luanna Araujo Bastos de.

Análises físico-químicas do xarope de glucose para o controle de qualidade em indústrias alimentícias / Luanna Araujo Bastos de Sousa. - Natal: UFRN, 2023.
45f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra - CCET, Instituto de Química. Curso de Química Bacharelado.
Orientadora: Profa. Maria de Fátima.
Coorientadora: Profa. Nedja Fernandes.
Coorientador: Prof. Paulo Campos.

1. Química - Monografia. 2. Indústria alimentícia - Monografia. 3. Análises físico-químicas - Monografia. 4. Xarope de glucose - Monografia. I. Fátima, Maria de. II. Fernandes, Nedja. III. Campos, Paulo. IV. Título.

RN/UF/BSIQ

CDU 54

LUANNA ARAÚJO BASTOS DE SOUSA

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO XAROPE DE GLUCOSE PARA O CONTROLE DE
QUALIDADE EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS.

Monografia apresentada ao curso de graduação
em Química Bacharelado, da Universidade
Federal do Rio Grande do Norte, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel de Química.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima

Orientadora

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Prof^a. Dr^a. Nedja Fernandes

Membro da banca

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Prof. Dr. Paulo Campos

Membro da banca

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Dedico este trabalho a minha amada avó Luzia. Ainda consigo lembrar dos seus olhos brilhando ao vibrar pela minha aprovação na universidade, obrigada por acreditar em mim. Nos veremos na eternidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em especial, ao amor da minha vida, Vitor. Meu amor, muito obrigada por ter sido essencial, ou melhor, um pilar fundamental para mim no desfecho desse ciclo. Certamente, sem você eu não seria tão envolvida pelo amor e pela alegria contagiante de olhar para o futuro com tanta esperança e além disso enfrentar os desafios do presente com tanta bravura. Sou grata por nós, pela nossa união e, principalmente, por todo o respeito e admiração que temos um pelo outro. Amo você com todo o meu coração.

Agradeço aos meus pais por todo investimento e suporte dados a mim ao longo dessa trajetória, por sempre me instruírem a seguir o caminho da educação, que apesar de não ser nada fácil, ainda assim existem rotas mais difíceis. Sem todo o apoio de vocês, não seria possível alcançar o êxito desta conquista. Amo vocês.

Agradeço a UFRN por ter sido morada para meu crescimento profissional e amadurecimento pessoal.

E, por último, agradeço a Simas Industrial de Alimentos pela oportunidade de desenvolver minha pesquisa, por toda a experiência adquirida na empresa. Agradeço toda a equipe do laboratório de análises físico-químicas pelo esclarecimento das dúvidas e por compartilharem comigo seus conhecimentos.

RESUMO

A indústria alimentícia tem se reinventado na elaboração de novos produtos, sejam estes alimentos ultraprocessados ou até mesmo aqueles mais orgânicos, apesar de tanta inovação neste setor, o uso do açúcar se mantém essencial e este apresenta-se como um insumo indispensável nas linhas de produção de diversos alimentos. O Brasil é o maior produtor de açúcar no mundo tendo como matéria-prima predominante a cana-de-açúcar. No âmbito de açúcares e produtos correlatos, o xarope de glucose é um líquido viscoso produzido a partir do amido de milho, este açúcar é largamente utilizado para adoçar refrigerantes e possui participação fundamental na fabricação de diversos industrializados como doces, balas, sucos, calda de frutas, geleias, sorvetes e muitos outros produtos do cotidiano, tendo em vista que é mais barato que o açúcar de cana-de-açúcar e, geralmente é comercializado na forma líquida, característica que facilita seu manuseio na indústria alimentícia. Por se tratar de um alimento, o xarope necessita de análises que determinem a qualidade do produto em relação as especificações exigidas. Este estudo objetiva tratar sobre a importância do controle de qualidade para os alimentos, seguindo os procedimentos adotados no Manual de Análises Físico-Químicas do Ministério da Agricultura aderido pelo Instituto Adolfo Lutz. Serão determinados o teor de açúcares redutores, umidade, graus brix, pH e as análises microbiológicas de bactérias, bolores e leveduras em 3 amostras distintas de xarope de glucose de um mesmo fornecedor, a fim de demonstrar e destacar a relevância das análises físico-químicas para o controle e manutenção da qualidade de insumos em indústrias alimentícias.

Palavras-chave: Indústria alimentícia, açúcar, xarope de glucose, análises físico-químicas, controle de qualidade.

ABSTRACT

The food industry has reinvented itself in the development of new products, whether these are ultra-processed foods or even those that are more organic, despite so much innovation in this sector, the use of sugar remains essential and this presents itself as an indispensable input in production lines. of different foods. Brazil is the largest sugar producer in the world, with its predominant raw material being sugar cane. In the context of sugars and related products, glucose syrup is a viscous liquid produced from corn starch. This sugar is widely used to sweeten soft drinks and plays a fundamental role in the manufacture of various industrial products such as sweets, candies, juices, syrup fruits, jellies, ice cream and many other everyday products, considering that it is cheaper than sugar cane sugar and is generally sold in liquid form, a characteristic that makes it easier to handle in the food industry. As it is a food, the syrup requires analyzes to determine the quality of the product in relation to the required specifications. This study aims to address the importance of quality control for food, following the procedures adopted in the Manual of Physical-Chemical Analysis of the Ministry of Agriculture adhered to by the Adolfo Lutz Institute. The content of reducing sugars, humidity, brix degrees, pH and microbiological analyzes of bacteria, molds and yeasts will be determined in 3 different samples of glucose syrup from the same supplier, in order to demonstrate and highlight the relevance of physicochemical analyzes for controlling and maintaining the quality of inputs in food industries.

Keywords: Food industry, sugar, glucose syrup, physicochemical analysis, quality control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Estrutura da empresa Simas Industrial de Alimentos.....	18
Figura 2 –	Reação de inversão da sacarose em glicose e frutose.....	21
Figura 3 –	Representação da estrutura química da amilose.....	24
Figura 4 –	Representação da estrutura química da amilopectina.....	24
Figura 5 –	Solução inicial de Fehling na coloração azul e solução final na coloração vermelho-tijolo.....	26
Figura 6 –	Escala de pH.....	27
Figura 7 –	Escala Graus Brix de um Refratômetro analógico.....	28
Figura 8 –	Refratômetro de Abbé analógico.....	29
Figura 9 –	Análise de densidade da glucose.....	30
Figura 10 –	Pote de plástico esterilizado contendo a amostra e água peptonada recém preparada.....	33
Figura 11 –	Placas Compact Dry de bactérias totais (TC) e bolores e leveduras (YMR).....	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção de cana-de-açúcar classificada por cultivo (FAO, 2016). 19

.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Percentagem do constituinte total indicado nas estruturas físicas específicas do grão de milho.....	23
Tabela 2 –	Relação entre o índice de refração e a porcentagem de água dos méis.....	31
Tabela 3 –	Limites microbiológicos para as categorias específicas de açúcares, adoçantes e similares.....	32
Tabela 4 –	Materiais e reagente utilizados.....	35
Tabela 5 –	Valores das análises físico-químicas de pH e densidade realizadas no xarope.....	39
Tabela 6 –	Laudo referente às análises do xarope de glucose realizadas pelo fornecedor.....	40
Tabela 7 –	Correspondência dos °Be para os líquidos mais densos do que a água destilada.....	41
Tabela 8 –	Valores das análises físico-químicas de °Brix, Umidade e DE realizadas no xarope de glicose.....	42
Tabela 9 –	Laudo referente às análises do xarope de glucose realizadas pelo fornecedor.....	43
Tabela 10 –	Valores das análises microbiológicas para bactérias totais (TC) e bolores e leveduras (YMR) realizadas no xarope de glicose.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivos gerais.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1	Empresa.....	18
3.2	Açúcar.....	19
3.3	Açúcar líquido.....	20
3.4	Açúcar líquido invertido.....	20
3.5	Glicose de milho ou Xarope de glicose.....	22
3.5.1	Milho.....	22
3.5.2	Amido de milho.....	23
3.6	Características Físico-Químicas.....	25
3.6.1	Dextrose Equivalente (DE).....	25
3.6.2	Açúcares redutores e não redutores.....	25
3.6.3	Potencial Hidrogeniônico(pH).....	26
3.6.4	Graus Brix por Refratometria.....	27
3.6.5	Densidade.....	29
3.6.6	Determinação da Umidade por Refratometria.....	30
3.7	Análises Microbiológicas.....	31
4	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1	Materiais e reagentes utilizados.....	35
4.2	Metodologia.....	35
4.2.1	Preparo da amostra.....	35
4.2.2	Análise de pH.....	35
4.2.3	Brix e Umidade.....	36
4.2.4	Densidade (Índice de Baumé).....	36
4.2.5	Dextrose Equivalente (Açúcares Redutores).....	36
4.2.6	Análises Microbiológicas.....	38
5	RESULTADOS	39
5.1	Análises Físico-Químicas.....	39

5.1.1	Potencial Hidrogeniônico e Densidade.....	39
5.1.2	Graus Brix, Umidade e Dextrose Equivalente.....	42
5.2	Análises Microbiológicas.....	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A realização e o controle de análises físico-químicas em alimentos se faz imprescindível em todos os locais de sua produção, tendo em vista que estas análises têm a função de proteger o produtor e o consumidor, garantindo a fabricação de um alimento de excelente qualidade, promovendo maior vida útil, sua diversificação, o preparo de produtos para pessoas com necessidades nutritivas especiais, com composição e valores nutritivos determinados e, além disso, fazer chegar ao consumidor alimentos seguros, isentos de agentes nocivos, tanto abióticos ou bióticos, cumprindo o objetivo de fornecer o abastecimento de alimentos nutritivos e saudáveis para o homem suprir suas necessidades energéticas.

O açúcar é toda a sacarose obtida através da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) ou da beterraba (*Beta vulgaris*). De acordo com a Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005, os monossacarídeos e demais dissacarídeos são considerados açúcares, podendo se mostrar em diversas granulometrias e formas de apresentação. Ademais, a RDC nº 271 define como açúcar líquido invertido (xarope) o produto obtido a partir da hidrólise da sacarose com diferentes concentrações de glicose, frutose e sacarose.

No âmbito de açúcares e produtos correlatos, o xarope consiste de uma solução de açúcar em água contendo aproximadamente dois terços de seu peso em sacarose ou de outros tipos de carboidratos, como, por exemplo, maltose, frutose ou glicose. A análise de xaropes de diversos tipos de açúcares inclui as seguintes determinações: glicídios redutores, glicídios não redutores, graus Brix, umidade, cinzas e, eventualmente, minerais e metais pesados (IAL, 2008).

Este estudo objetiva tratar sobre a importância do controle de qualidade para os alimentos, seguindo os procedimentos adotados no Manual de Análises Físico-Químicas do Ministério da Agricultura adotado pelo Instituto Adolfo Lutz. Serão determinados o teor de açúcares redutores, umidade, graus brix, pH e as análises microbiológicas de bactérias, bolores e leveduras em 3 amostras distintas de xarope de glucose de um mesmo fornecedor, a fim de demonstrar e destacar a relevância das análises físico-químicas para o controle e manutenção da qualidade de insumos em indústrias alimentícias.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Executar procedimentos para o controle de qualidade em xaropes de glucose de amostras distintas de um mesmo fornecedor da Simas Industrial de Alimentos S/A e comparar os resultados obtidos experimentalmente com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, o Manual de Análises Físico-Químicas do Ministério da Agricultura adotado pelo Instituto Adolfo Lutz e as especificações fornecidas pelo laudo do fabricante, a fim de assegurar a qualidade do insumo para consumo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o teor de açúcares redutores, umidade, graus brix, pH e realizar análises microbiológicas de bactéria bolores e leveduras em 3 amostras distintas de xarope de glucose de um mesmo fornecedor;
- Comparar o resultados obtidos com as especificações estabelecidas;
- Evidenciar a importância do controle de qualidade na análises de insumos em indústrias alimentícias.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Empresa

Com mais de 70 anos de história, a Simas Industrial de Alimentos® é responsável por criar e produzir balas, pirulitos, confeitos, chicles e caramelos. A empresa conta com exportação de seus produtos para mais de 30 países e além disso está presente nas maiores feiras mundiais como a ISM® em Colônia, Gulfood® em Dubai, Sweets&Snacks® em Chicago, YummexMiddleEast® Dubai, e APAS® em São Paulo.

No Brasil, a Simas de nome comercial Sam's® se destaca como uma das maiores indústrias de balas do país, contendo em sua cartela de produtos o Cherry Pop, o pirulito mais vendido do mercado (SIMAS S/A, 2023).

Em 2016 a Simas obteve a certificação BRC (Norma Global de Segurança dos Alimentos), selo que garante a qualidade e segurança dos seus produtos a nível internacional. A empresa segue à risca os padrões internacionais instituídos pelo Programa de BPF (Boas Práticas de Fabricação) e assim mantém intacta a sua credibilidade, demonstrando o compromisso da empresa em implementar controles de segurança dos alimentos e sistemas de qualidade eficazes assegurados pela certificação internacional BRC (SIMAS S/A, 2023).

Figura 1 – Simas Industrial de Alimentos S/A.



Fonte: Simas S/A (2023).

3.2 Açúcar

O açúcar, por definição, é o produto obtido a partir da cana-de-açúcar pertencente às cultivares da espécie *Saccharum officinaru* (IAL,2008).

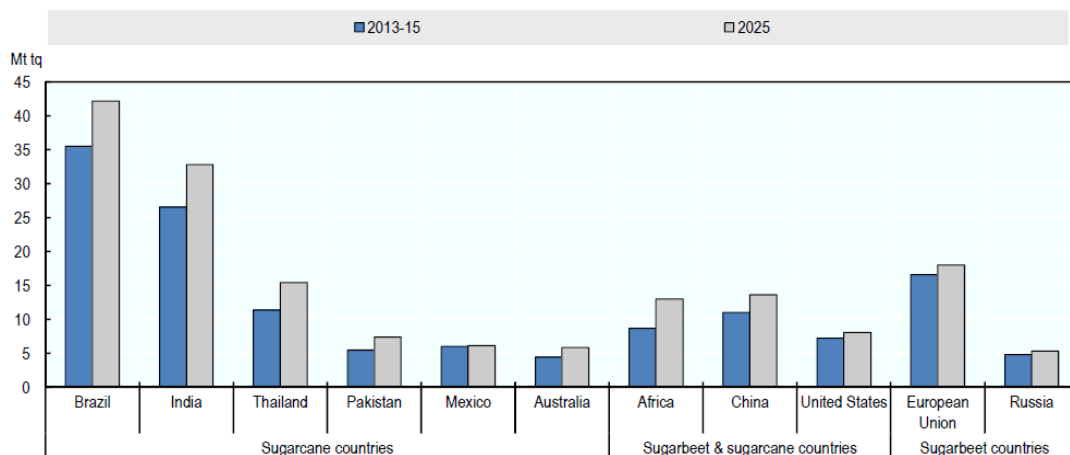
As determinações para açúcar compreendem:

- Sacarose por desvio polarimétrico direto;
- Umidade;
- Cor ICUMSA;
- Cinzas;
- Minerais e metais pesados;
- Dióxido de enxofre.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor de açúcar e é também o segundo produtor mundial de etanol, ambos derivados da cana-de-açúcar. Dessa forma, conquista cada vez mais o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética.

Conforme o gráfico 1 a seguir, no período de 2013 a 2015, o Brasil produziu cerca de 35 megatoneladas (Mt) de cana-de-açúcar, demonstrando uma estimativa de crescimento para o ano de 2025 com, aproximadamente, 45 Mt, praticamente 10 Mt a mais do que o segundo maior produtor, a Índia. Dessa forma, o Brasil vem se consolidando como o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, conseqüentemente, um dos maiores fabricantes dos seus derivados.

Gráfico 1 – Produção de cana-de-açúcar classificada por cultivo (FAO, 2016).



Source: OECD/FAO (2016), "OECD-FAO Agricultural Outlook", *OECD Agriculture statistics* (database), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-outl-data-en>.

Fonte: FAO, 2016.

A classificação do açúcar é subdividida em grupos, classes e tipos. O açúcar é classificado em dois grupos, o grupo I é todo o açúcar destinado à alimentação humana através de venda direta ao consumidor final e o grupo II é o açúcar destinado a indústrias alimentícias e outras finalidades de uso.

O grupo I de açúcares se subdivide em classes de cristal branco e cristal bruto, cada uma dessas classes é classificada em tipos, como, por exemplo, cristal, refinado amorfo ou refinado, refinado granulado e açúcar de confeitiro, pertencentes a classe de cristal branco. Para a classe de cristal bruto, temos os tipos demerara, VHP ou Very High Polarization e VVHP ou Very Very High Polarization (MAPA nº 47/2018).

O grupo II de açúcares se subdivide em 3 classes: branco, bruto e líquido. O açúcar da classe branco pode ser do tipo cristal, refinado granulado, refinado amorfo ou refinado e açúcar de confeitiro. A classe bruto é subdividida em tipos demerara, VHP ou Very High Polarization e VVHP ou Very Very High Polarization. E, por último, o açúcar do grupo II, da classe líquido é classificado em dois tipos: líquido e líquido invertido (MAPA nº 47/2018).

3.3 Açúcar líquido

De acordo com a instrução normativa do MAPA nº 47, de 30 de agosto de 2018, açúcar líquido é aquele obtido através do processo de dissolução do açúcar cristal ou refinado e purificação da calda. O açúcar líquido é um adoçante natural constituído de sacarose sob a forma líquida, inodora e incolor obtida pela dissolução do açúcar sólido em água. Este é utilizado pela indústria farmacêutica e alimentícia, aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e outros confeitos.

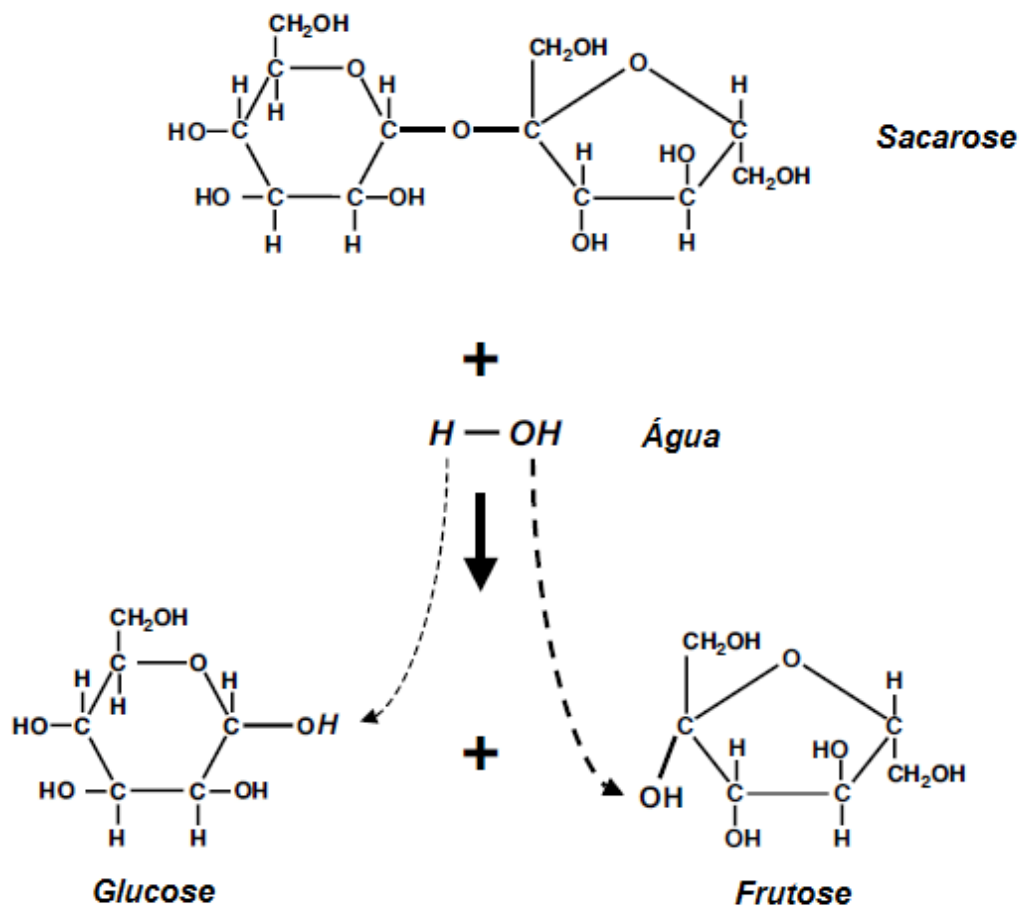
3.4 Açúcar líquido invertido (Xarope)

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária, instrução normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018, o açúcar líquido invertido é aquele obtido através do processo de dissolução do açúcar cristal ou refinado, purificação e inversão da calda.

O açúcar invertido apresenta-se na forma líquida em uma solução límpida e ligeiramente amarelada, com odor e sabor característicos e com alto poder adoçante, este pode ser obtido a partir de uma reação de hidrólise ou inversão da sacarose, estas reações podem ser catalisadas por enzimas, ácidos ou resinas trocadoras de cátions e, dessa forma, obtém-se

uma mistura constituída de glicose, frutose e sacarose residual, denominada açúcar líquido invertido. Além de apresentar um diferencial que é a presença de brilho na elaboração dos produtos alimentícios, evita a cristalização através de sua adição como redução da aplicação do açúcar sólido em produtos como geleias, doces em calda e bebidas (CAROLINA et. al., 2021).

Figura 2 – Reação de inversão da sacarose em glicose e frutose.



Fonte: (SHACHMAN, 2005).

Existem três métodos distintos para a obtenção do açúcar líquido invertido, são eles:

- A inversão ácida;
- Inversão enzimática;
- Inversão catiônica.

A inversão ácida consiste em utilizar ácido em uma solução de sacarose sendo realizada em tanques de agitação à meio quente. A inversão enzimática utiliza a enzima invertase encontrada em leveduras para promover a hidrólise da sacarose. E, por último, a

inversão catiônica consiste em utilizar resinas catiônicas para inversão da sacarose. Este é um processo comum em que os sais presentes na calda do açúcar vão reagir com as resinas em uma coluna gerando acidez que irá provocar uma inversão parcial desse açúcar, e ao passar em outra coluna de resina catiônica a inversão se tornará completa (BIANCHINI; ASSUMPÇÃO, 2002).

3.5 Glicose de milho ou Xarope de glicose

A glicose, glucose ou dextrose é um açúcar natural de grande importância para o metabolismo dos seres vivos. Os xaropes de glucose são líquidos transparentes ou ligeiramente amarelados, que podem ser mais ou menos viscosos, mais ou menos doces e, além disso, são classificados em função do grau de hidrólise do amido, empregando-se o parâmetro de DE (valor equivalente de dextrose). Essas características são definidas a partir de cada tipo de produto, uma vez que estes podem apresentar singularidades em suas propriedades físicas, funcionais, energéticas e organolépticas, que variam em função da sua dextrose equivalente (DE).

De acordo com Rogerio Germani da Embrapa Agroindústria de Alimentos, a glicose de milho é um açúcar obtido através do amido de milho utilizando-se de um processo químico. A glicose pode ser obtida de diversas fontes, incluindo qualquer tipo de amido, dessa forma é possível obter glicose a partir do amido de mandioca, de arroz, de trigo etc. Este açúcar é largamente utilizado para adoçar refrigerantes e possui indispensável participação na fabricação de muitos tipos de doces e balas industrializados, por ser mais barato que o açúcar de cana-de-açúcar e por ser geralmente comercializado na forma líquida, característica que facilita seu manuseio na indústria alimentícia (EMBRAPA, 2021).

O xarope de milho é feito a partir da hidrólise do amido de milho, transformando-o em dextrinas, maltose e glicose, seu processo de obtenção se dá através de hidrólise ácida, enzimática ou ácida-enzimática. No Brasil, o xarope de glicose mais utilizado na indústria de balas é o de baixo DE, o qual geralmente é obtido por hidrólise ácida e apresenta cerca de 38 a 40 DE (CAROLINA et. al., 2021).

3.5.1 Milho

O milho pertence à família das *Poaceae* (antiga família das gramíneas). É uma espécie anual, estival, cespitosa e ereta, na forma de milho verde, habitualmente comercializado por pequenos produtores, é um cereal versátil que apresenta uma vasta gama de utilizações, como,

por exemplo, a produção de subprodutos por grandes indústrias de áreas diversas, como: química, farmacêutica, de bebidas e de combustível.

O milho é fonte de energia, proteína, gordura e fibras, sua composição em base seca de acordo com Paes 2006 é de aproximadamente 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra e 4% de óleo. O grão é dividido em três partes, sendo elas: endosperma, que representa a maior parte do grão e é constituído basicamente de amido e menor quantidade de proteínas; gérmen, fonte de óleo; e o pericarpo, que é a casca (Paes; Embrapa, 2006).

Tabela 1 – Percentagem do constituinte total indicado nas estruturas físicas específicas do grão de milho.

Fração	% da parte (base seca)						
	% grão	Amido	Lípidos	Proteínas	Minerais	Açúcares	Fibras ou conteúdo celular
Endosperma	82	98	15,4	74	17,9	28,9	
Gérmen	11	1,3	82,6	26	78,4	69,3	12
Pericarpo	5	0,6	1,3	2,6	2,9	1,2	54
Ponta	2	0,1	0,8	0,9	1,0	0,8	7,0

Fonte: (Adaptado de Watson, 2005).

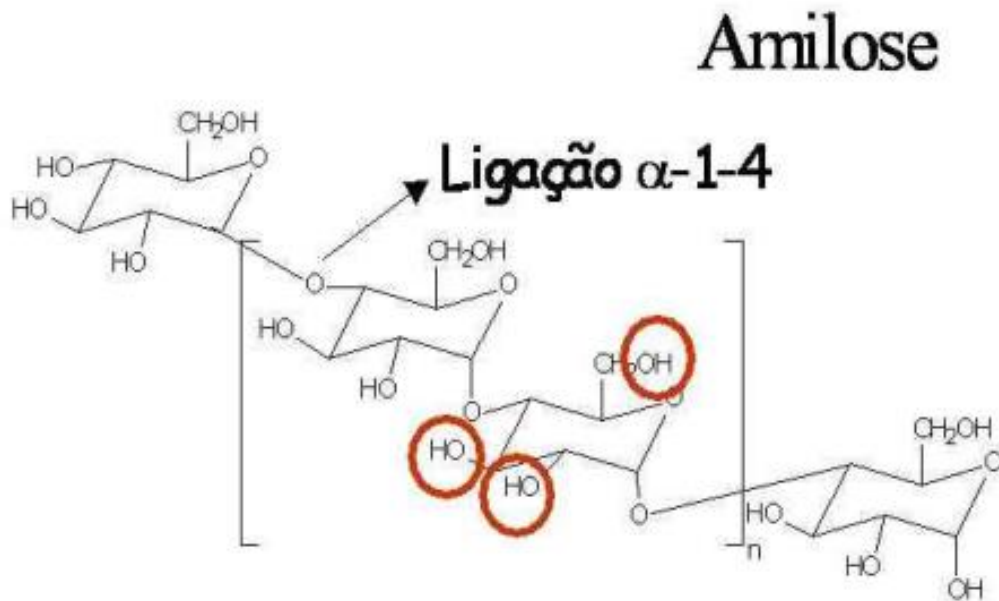
3.5.2 Amido de milho

O amido é amplamente utilizado na indústria alimentícia, além disso, apresenta-se como o principal material de reserva do reino vegetal e a principal fonte de carboidratos disponível para a alimentação humana.

Os grânulos de amido são constituídos principalmente por dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, ambos formados por unidades constitucionais repetitivas de α -D-glicose (Embrapa, 2021).

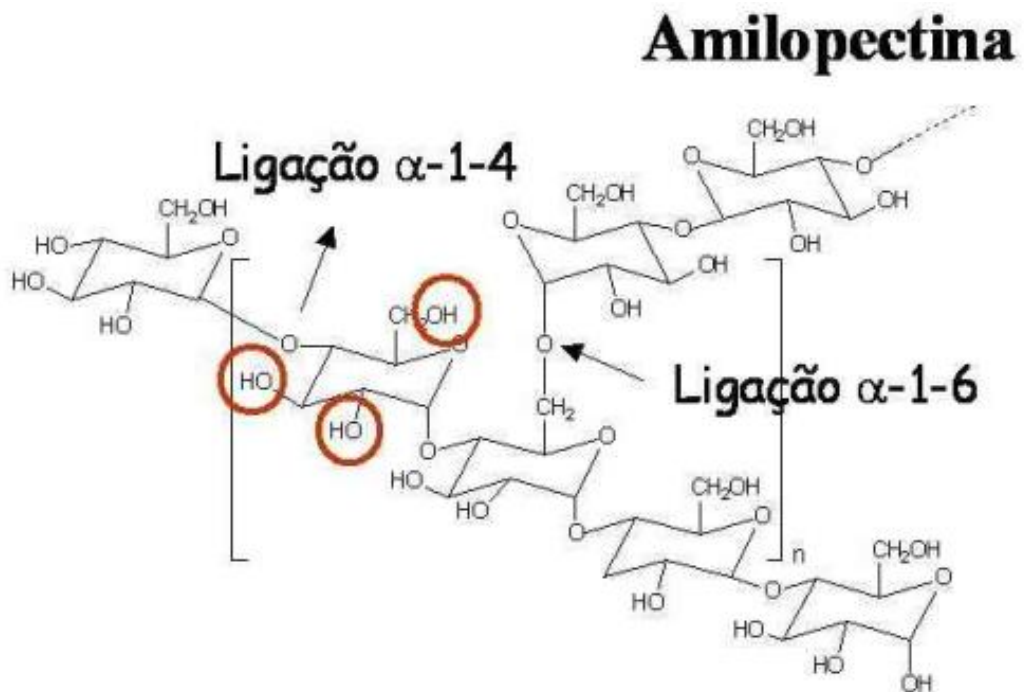
A amilose (figura 3) é um polímero linear de glicose solúvel em água quente, com ligações do tipo α (1 \rightarrow 4), contendo de 250 a 300 resíduos de glicose (MM=10⁶). Já a amilopectina (figura 4) é um polímero de cadeia ramificada insolúvel em água quente, com ramificações em ligações do tipo α (1 \rightarrow 6) ao longo de uma cadeia com ligações α (1 \rightarrow 4), contendo aproximadamente 1400 resíduos de glicose (MM=10⁷-10⁸) (SHREVE, 2012).

Figura 3 – Representação da estrutura química da amilose.



Fonte: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007.

Figura 4 – Representação da estrutura química da amilopectina.



Fonte: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007.

O amido pode ser hidrolisado por via enzimática ou química. A hidrólise química do amido é bastante utilizada nas empresas brasileiras, tendo em vista a produção de xarope de glucose possibilitada por esta via. O amido obtido a partir do processamento do milho é seco e vendido, ou então “cozido” para converter-se termicamente a dextrinas. Outra fração é remetida às fábricas de açúcar onde a molécula do amido sofre uma despolimerização e é hidratada a dextrose ou xarope de milho. O xarope de milho possui alto valor nutritivo, mas não é tão doce quanto a sacarose.

3.6 Características Físico-Químicas

3.6.1 Dextrose Equivalente (DE)

A glicose, glucose ou dextrose, é um monossacarídeo. Segundo a Secretaria da Fazenda – Legislação Tributária (RC 20204/2019), a dextrose corresponde à glicose quimicamente pura produzida a partir do amido de milho. A dextrose equivalente (DE) é a medida do grau de hidrólise da molécula de amido, definida pelo conteúdo de açúcares redutores expressos em percentual de glicose, em base seca.

De acordo MCPHERSON, 1997 dependendo do grau de hidrólise da molécula de amido, se o valor de DE for menor que 20, os produtos obtidos são classificados como maltodextrinas ou xaropes, se o valor de DE for igual ou maior que 20. Quanto maior o valor de DE, maior o grau de hidrólise sofrido pelo amido, maior a proporção de dextrose do xarope, maior a doçura do xarope, menor a viscosidade e maior a higroscopicidade.

3.6.2 Açúcares redutores e não redutores

Os açúcares redutores, como, por exemplo, a lactose (dissacarídeo formado por galactose e glicose) glicose e frutose (monossacarídeos), apresentam em sua estrutura química grupos aldeídos e cetônicos livres que são capazes de se oxidar na presença de agentes oxidantes moderados, como Fe^{3+} e Cu^{2+} em soluções alcalinas.

Para se estimar o teor de açúcares redutores em alimentos são reportados vários métodos, no entanto, o método clássico para este tipo de análise, em sua maioria, é baseado na reação de Fehling. O método de Lane-Eynon, também conhecido como Método de Fehling, consiste na redução completa dos íons cúpricos do reagente de Fehling (uma solução de ácido tartárico com cobre alcalino) a óxido cuproso, causada pelos açúcares redutores. Esta reação

forma um precipitado vermelho de óxido cuproso. A solução inicial é azul, devido ao óxido cúprico, e a amostra é gotejada em titulação até que a solução adquira coloração vermelho-tijolo (TAVARES et al., 2010).

Figura 5 – Solução inicial de Fehling na coloração azul e solução final na coloração vermelho-tijolo.



Fonte: Autora, 2023.

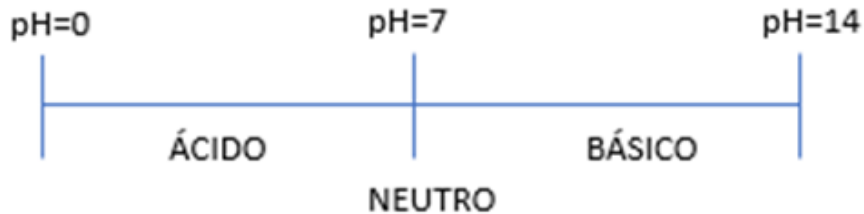
Os açúcares que não possuem a característica de sofrer hidrólise prévia, como a sacarose conhecida por “açúcar de mesa”, são chamados de não-redutores, pois precisam sofrer hidrólise da ligação glicosídica para oxidar. Como a sacarose apresenta em sua estrutura química dois resíduos de monossacarídeos que comprometem seus grupos anoméricos, esse dissacarídeo não apresenta propriedade redutora.

3.6.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma medida de acidez presente nos mais diversos sistemas químicos, sejam eles orgânicos ou não. É uma escala logarítmica com valores de 0 a 14, que, geralmente, através da adição de um indicador ou um medidor de pH acoplado a um eletrodo de pH, aponta se a solução é ácida, neutra ou básica. A cor do indicador varia de acordo com o pH da solução e o medidor é um milivoltímetro com uma escala que converte o valor de tensão do eletrodo em unidades de pH (HARRIS 8^a ed., 2012).

A figura abaixo evidencia que qualquer pH inferior a 7,00 é considerado ácido e qualquer pH acima desse valor é considerado básico, ou alcalino. Um pH de 7 é neutro, que não é nem ácido ou básico.

Figura 6 – Escala de pH



Fonte: Autora, 2023.

Essa análise se baseia na representação de acidez ou alcalinidade de um determinado produto e está relacionada com a concentração molar de íons hidrogênio presentes. Sua determinação é feita a partir da diferença de potencial de dois eletrodos, de referência e o de medida, quando imersos na amostra em análise, logo seu resultado depende da atividade dos íons de hidrogênio (ANVISA, 2008).

3.6.4 Graus Brix por Refratometria

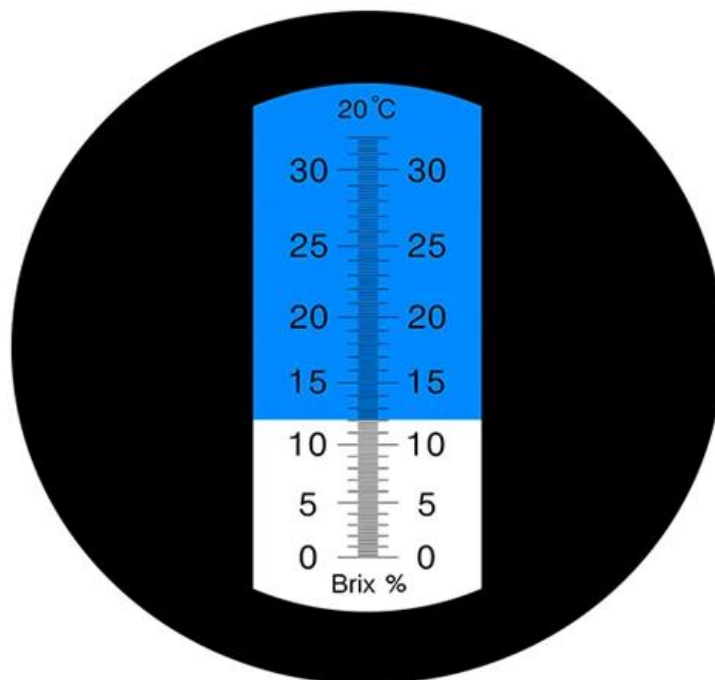
O Brix é uma escala numérica (°Brix) na qual é indicado o número de sólidos solúveis na amostra (PERRONE et. al., 2011). O Brix pode ser medido através de um aparelho chamado refratômetro. Este aparelho é usado para mensurar concentrações de soluções aquosas, baseado no princípio da refração (GONÇALVES, 2013). A refratometria é um método utilizado para calcular o índice de refração de uma amostra, é uma técnica simples, capaz de identificar a presença de sólidos solúveis na água.

O °Brix é amplamente utilizado na indústria alimentícia para mensurar o nível de açúcar presente nos alimentos. Os processos de fabricação de diferentes tipos de doces são bem parecidos, mudando apenas as proporções de alguns insumos e, conseqüentemente, a concentração de sólidos solúveis (°Brix) do produto (PEREIRA, 2009). Tendo em vista que 10°Brix correspondem a 10 gramas de sólido por 100 gramas do líquido, ou seja, numa solução de sacarose em que o soluto preponderante é o açúcar, o °Brix indica, aproximadamente, a concentração de açúcar na amostra desta solução

A refração é o fenômeno de mudança de velocidade da luz na passagem entre dois meios diferentes. É habitualmente utilizada como parte da caracterização de amostras líquidas, pois o método pode identificar ou confirmar a identidade de uma amostra por comparação do seu índice de refração com valores conhecidos.

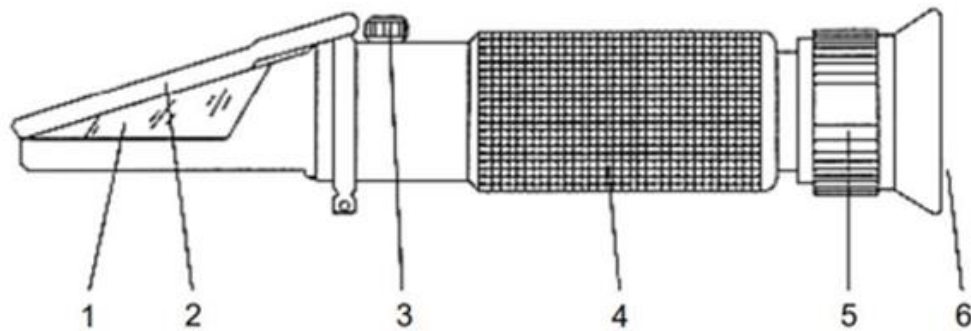
Segundo a Organização Internacional de Metrologia (2008), um refratômetro é um equipamento óptico capaz de mesurar o índice de refração de soluções aquosas para identificar sua concentração, através da consulta de tabelas de correspondência entre as grandezas (Brix e índice de refração), é um aparelho no qual a luz passa por ele e encontra um prisma de medição situado no seu interior. O prisma direciona os raios para dentro do equipamento e, dependendo do ângulo da luz, atinge uma determinada escala que determina o grau Brix da amostra no instrumento como é possível observar na imagem abaixo (YHEQUIPMENT, 2023).

Figura 7 – Escala Graus Brix de um Refratômetro analógico.



Fonte: YHEQUIPMENT, 2023.

Figura 8 – Refratômetro de Abbé analógico.



- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 - Prisma | 4 - Empunhadura |
| 2 - Cobertura do prisma | 5 - Anel de ajuste do foco |
| 3 - Parafuso de ajuste da
medição | 6 - Lente ocular |

Fonte: Akso, 2022.

3.6.5 Densidade

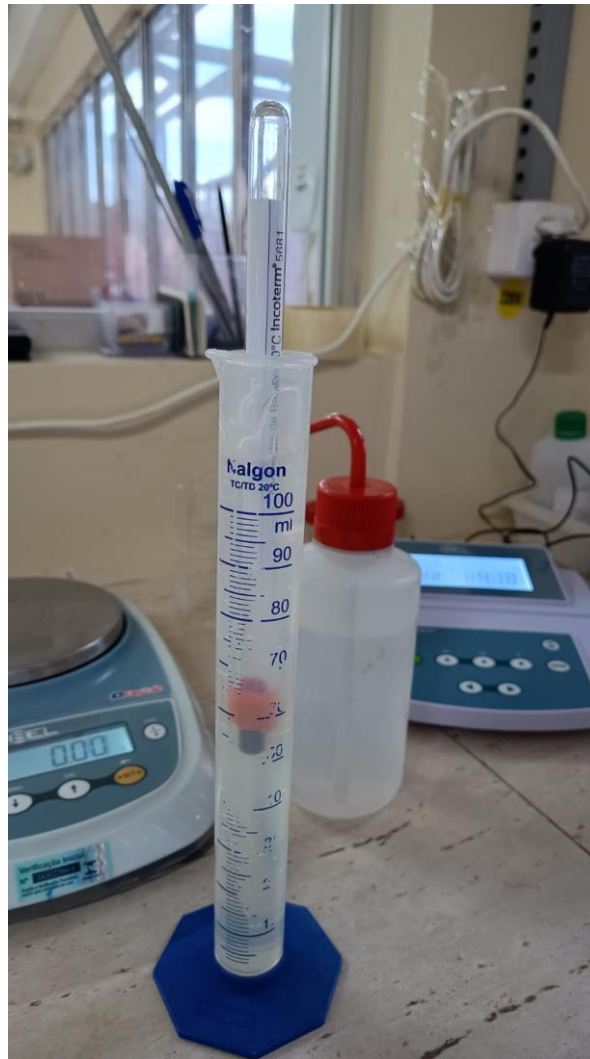
A densidade é a razão entre a massa de um material e o volume por ele ocupado, ela pode ser expressa em quilograma por metro cúbico (kg/m³) ou grama por centímetro cúbico (g/cm³) (SEARS et. al., 1984). Isso significa que a densidade é uma propriedade específica de cada material e pode ser calculada para líquidos, sólidos ou gases por meio da seguinte fórmula:

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \therefore d = \frac{m}{v}$$

A densidade de um líquido pode ser medida na prática por meio de um aparelho chamado densímetro. Ele é um equipamento para laboratório que determina a quantidade de matéria que está presente em uma unidade de volume, é formado por um tubo de vidro com uma haste graduada em densidades, e, na parte inferior, possui uma porção mais larga contendo uma certa quantidade de chumbo, responsável por seu peso.

Como a densidade é uma propriedade característica, ou seja, cada substância tem uma densidade diferente, seu valor pode ser utilizado para realizar uma primeira verificação do grau de pureza de uma substância líquida. Ao colocar o equipamento num líquido ele afunda até deslocar um volume de fluido cujo peso se iguale ao dele, o densímetro fica numa posição em que o nível do líquido de interesse fica exatamente em cima da graduação da haste, isto é sua densidade (SPLABOR, 2013).

Figura 9 – Análise da densidade da glicose.



Fonte: Autora, 2023.

3.6.6 Determinação da Umidade por Refratometria

A umidade é um dos índices mais importantes avaliados em alimentos. É de grande importância econômica por refletir o teor de sólidos de um produto e a sua perecibilidade. O teor de umidade está associado a perdas na estabilidade química, na deterioração microbológica, nas alterações fisiológicas e na qualidade geral dos alimentos principalmente se estiver fora do limite máximo ou mínimo permitido para cada produto (GOMES, 2011).

A umidade do xarope pode modificar inquestionavelmente suas características mais importantes, pois pode atuar na viscosidade, conservação, sabor e cristalização do produto. A determinação da umidade por refratometria em mel, também é aplicável em xaropes e baseia-se no método refratométrico de Chataway, revisado por Wedmore, onde utiliza a medida de

índice de refração da amostra para ser convertida em porcentagem de umidade como mostra a tabela abaixo (IAL,2008).

Tabela 2 – Relação entre o índice de refração e a porcentagem de água dos méis.

Índice de refração a 20°C	Umidade %	Índice de refração a 20°C	Umidade %	Índice de refração a 20°C	Umidade %	Índice de refração a 20°C	Umidade %
1,5044	13,0	1,4961	16,2	1,4880	19,4	1,4800	22,6
1,5038	13,2	1,4956	16,4	1,4875	19,6	1,4795	22,8
1,5033	13,4	1,4951	16,6	1,4870	19,8	1,4790	23,0
1,5028	13,6	1,4946	16,8	1,4865	20,0	1,4785	23,2
1,5023	13,8	1,4940	17,0	1,4860	20,2	1,4780	23,4
1,5018	14,0	1,4935	17,2	1,4855	20,4	1,4775	23,6
1,5012	14,2	1,4930	17,4	1,4850	20,6	1,4770	23,8
1,5007	14,4	1,4925	17,6	1,4845	20,8	1,4765	24,0
1,5002	14,6	1,4920	17,8	1,4840	21,0	1,4760	24,2
1,4997	14,8	1,4915	18,0	1,4835	21,2	1,4755	24,4
1,4992	15,0	1,4910	18,2	1,4830	21,4	1,4750	24,6
1,4987	15,2	1,4905	18,4	1,4825	21,6	1,4745	24,8
1,4982	15,4	1,4900	18,6	1,4820	21,8	1,4740	25,0
1,4976	15,6	1,4895	18,8	1,4815	22,0	-	-
1,4971	15,8	1,4890	19,0	1,4810	22,2	-	-
1,4966	16,0	1,4885	19,2	1,4805	22,4	-	-

Fonte: IAL, 2008.

3.7 Análises Microbiológicas

A presença de microrganismos nos alimentos não significa necessariamente um perigo para a saúde dos consumidores ou uma qualidade inferior destes produtos, alguns alimentos contêm microrganismos que não causam prejuízo nem danos, ou seja, que não oferecem perigo a saúde humana. Os padrões microbiológicos contidos nos Anexos da Instrução Normativa n. 60/2019, estabelecem as listas de parâmetros microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor.

A tabela abaixo evidencia os limites microbiológicos para as categorias específicas de açúcares, adoçantes e similares. O plano de amostragem compreende o número de unidades amostrais a serem coletadas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente,

representado pela letra n, o tamanho da unidade analítica e a indicação do número de unidades amostrais toleradas com qualidade intermediária, simbolizados pela letra c.

Na Instrução Normativa n. 60/2019 os limites microbiológicos são indicados por m e M, em que o primeiro se trata de um limite em um plano de três classes que separa unidades amostrais de “Qualidade Aceitável” daquelas de “Qualidade Intermediária” e que, em um plano de duas classes, separa unidades amostrais de "Qualidade Aceitável" daquelas de "Qualidade Inaceitável". E o segundo, é um limite que separa em um plano de três classes as unidades amostrais de "Qualidade Intermediária" daquelas de "Qualidade Inaceitável".

A partir da tabela abaixo é possível obter informações acerca de açúcares, adoçantes e similares. Na categoria específica que inclui melado, melaço, caldas e xaropes, o padrão estabelece que devem ser coletadas 5 unidades amostrais do alimento (n=5), sendo que duas unidades amostrais (c=2) podem apresentar resultado intermediário, ou seja, entre 50 UFC por grama (m) e 102 UFC por grama (M); e nenhuma unidade amostral pode apresentar resultado maior que 102 UFC por grama (M). O alimento pode ser classificado em três categorias: qualidade aceitável, qualidade intermediária ou qualidade inaceitável, portanto, trata-se de um plano de três classes baseado na concentração de um micro-organismo.

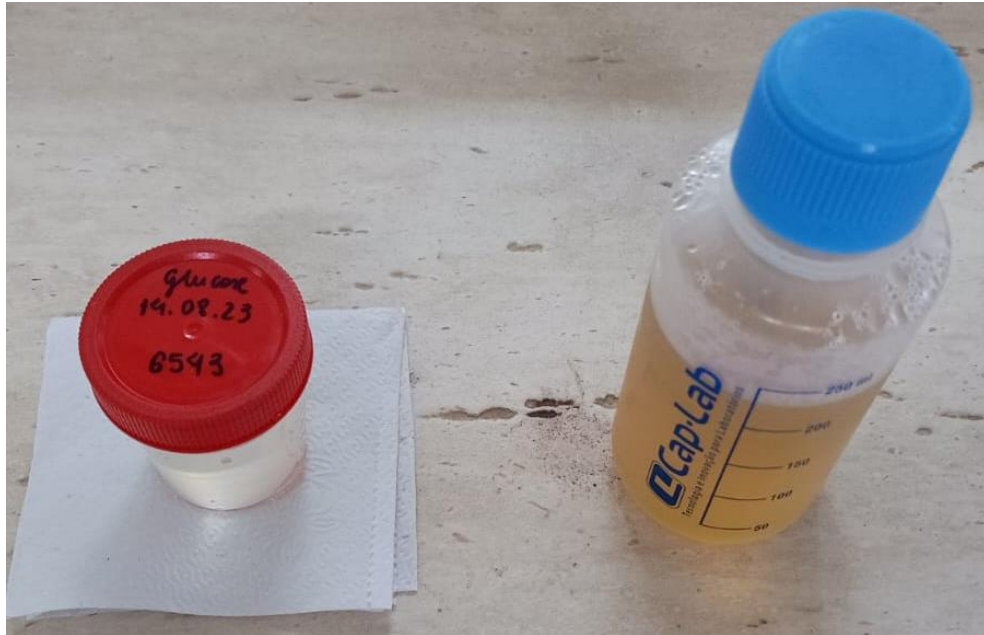
Tabela 3 – Limites microbiológicos para as categorias específicas de açúcares, adoçantes e similares.

AÇÚCARES, ADOÇANTES E SIMILARES					
Categorias Específicas	Micro-organismo/Toxina/Metabólito	n	c	m	M
a) Açúcares, edulcorantes e adoçantes de mesa sólidos	Bolores e Leveduras/g	5	2	menor que 10	102
b) Edulcorantes e adoçantes de mesa líquidos	Bolores e Leveduras/g	5	1	menor que 10	102
c) Melado, melaço, caldas, xarope	Bolores e Leveduras/g	5	2	50	102

Fonte: ANVISA, 2019.

Todas as amostras para análise microbiológica foram coletadas em potes de plástico previamente esterilizados e identificados com as datas de coleta e seus respectivos lotes. A análise microbiológica foi realizada com a amostra de xarope diluída em água peptonada tamponada recém preparada, em seguida a amostra diluída foi depositada em placas compact dry estéreis contendo meios de cultura para determinação de bactérias totais (TC) e de bolores e leveduras (YMR).

Figura 10 – Pote de plástico esterilizado contendo a amostra e água peptonada recém preparada.



Fonte: Autora,2023.

Compact Dry são placas prontas para detecção e quantificação microbiológicas em matérias-primas, alimentos e ambiente. É um método de ensaio microbiológico pronto para uso que permite uma perfeita absorção das amostras inoculadas. Permite quantificar a maioria das bactérias de interesse para a indústria alimentícia.

Figura 11 – Placas Compact Dry de bactérias totais (TC) e bolores e leveduras (YMR).



Fonte: Autora,2023.

Após a inoculação, as placas foram incubadas em posição invertida na estufa à 35°C/48h para bactérias totais e 25°C/72h para bolores e leveduras. Ao final do período de incubação, as colônias foram contadas, o número obtido foi multiplicado pela recíproca da diluição utilizada e o resultado expresso como unidades formadoras de colônias por ml (UFC/ml).

4 MATERIAL E MÉTODOS

As atividades foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas da Simas Industrial de Alimentos S/A localizada em Macaíba - RN, BR-304, durante 6 meses. Neste período, as amostras de xarope de glucose foram analisadas quanto às características físico-químicas de pH, dextrose equivalente (DE), graus brix, densidade e análises microbiológicas. As técnicas analíticas seguiram os procedimentos descritos no Manual de Análises Físico-Químicas do Ministério da Agricultura adotado pelo Instituto Adolfo Lutz, os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente e as especificações fornecidas pelo laudo do fabricante.

4.1 Materiais e reagentes utilizados

Tabela 4 – Materiais e reagentes utilizados.

Balão volumétrico	Conta gotas	Seringa
Erlenmeyer	Béquer	Placas Compact Dry
Proveta	Pisseta	Agitador mecânico
Bureta	Balança analítica	Agitador magnético
Barra magnética	Bastão de vidro	Refratômetro
Densímetro	Solução de Fehling	Azul de metileno

Fonte: Autora (2023).

4.2 Metodologia

4.2.1 Preparo da amostra

- Material utilizado:
 - Água destilada, béquer de 250 ml, balança analítica, misturador mecânico/magnético.
- Operação:
 - Utilizar a balança analítica e béquer, adicionar entre 30-50 gramas da amostra seguindo a proporção 50/50 para água destilada;
 - Misturar a solução no agitador até sua completa diluição.

4.2.2 Análise de pH

- Material utilizado:
 - Amostra de glucose diluída e pHmetro.

- Operação:

- Imergir o eletrodo de pHmetro na amostra de glucose diluída a 50% m/m;
- Aguardar a estabilização e antar o resultado.

4.2.3 Brix e Umidade

- Material utilizado:

- Amostra de glucose, refratômetro, bastão de vidro ou espátula, tabelas de conversão.

- Operação:

- Com o auxílio do bastão de vidro ou espátula, coletar uma pequena quantidade da glucose e passar na lente do refratômetro, cobrindo todo o espaço da lente;
- Fazer a leitura do brix indicado no aparelho.
- Após a leitura do brix, utilizar as tabelas de conversão. Converter °Brix para Índice de Refração (IR) e IR para porcentagem de umidade.

4.2.4 Densidade (Índice de Baumé)

- Material utilizado:

- Amostra de glucose, densímetro baumé, proveta plástica de 100 ml.

- Operação:

- Colocar aproximadamente 80 ml da amostra de glucose na proveta;
- Inserir o densímetro de baumé e aguardar 30 minutos para estabilização. Posteriormente, realizar a leitura do resultado e a sua conversão para densidade.

4.2.5 Dextrose Equivalente (Açúcares redutores)

- Material utilizado:

- Amostra de glucose, béquer de 600 ml, balança analítica, balão volumétrico de 500 ml, erlenmeyer de 250 ml, bureta, chapa de aquecimento, agitador magnético, agitador mecânico, barra magnética, conta gotas, bureta de 25 ml, proveta de 25 ml, solução de Fehling A&B, solução de azul de metileno 1% e água destilada.

- Operação:

- Pesar no béquer de 600 ml entre 10 - 20 gramas de glucose e registrar a massa;
- Adicionar água destilada até um volume de aproximadamente 400 ml;
- Colocar a solução no agitador mecânico até sua completa dissolução;
- Após a completa dissolução da amostra, transferir o conteúdo do béquer para o balão volumétrico de 500 ml;

- Rinsar o béquer com água destilada e colocar o líquido no balão de 500 ml;
- Aferir o volume do balão volumétrico completando seu volume com água destilada;
- Adicionar a tampa do balão volumétrico e verter a fim de tornar a solução de dentro homogênea;
- Deixar a solução em repouso por pelo menos 5 minutos;
- Adicionar a solução da amostra que está sendo analisada na bureta de 25 ml;
- Aferir o menisco da bureta com a solução;
- Adicionar ao Erlenmeyer utilizando a proveta de 25 ml e conta gotas, 25 ml da solução de Fehling A&B;
- Colocar o Erlenmeyer na chapa e ligar o aquecimento;
- Quando o líquido começar a ferver, diminuir a temperatura da chapa e adicionar 3 gotas da solução de azul de metileno a 1%;
- Proceder com a realização da titulação (fazer em duplicata) até o desaparecimento da cor azul e o aparecimento de um precipitado na coloração vermelho tijolo;
- Calcular a média do volume gasto da solução:

$$V = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

- Calcular o valor de açúcares redutores pela fórmula:

$$DE = \frac{500 \cdot F}{m(g) \cdot V(ml) \cdot \frac{Brix(\%)}{100}}$$

Onde:

F: Fator de Fehling;

m: massa da amostra em gramas;

V: Valor médio do volume da solução da amostra diluída gastos na titulação;

Brix: Porcentagem de sólidos solúveis na solução.

4.2.6 Análises microbiológicas

- Material utilizado:

- Amostra de glucose previamente coletada e separada em postes de plástico esterilizado, placas compact dry TC e YMR, bactérias totais, bolores e leveduras, respectivamente. Seringa esterilizada de 1 ml, estufa, água peptonada tamponada, balança analítica.

- Operação:

- Diluir 25 g de glucose em 225 ml de água peptonada com o auxílio da balança analítica;

- Após a completa diluição da amostra, realizar sua inoculação nas placas compact dry com o auxílio da seringa de 1 ml, preenchendo todos os espaços vazios;

- Identificar as placas com o tipo de amostra, data e lote;

- Colocar as placas de maneira invertida nas suas respectivas estufas, 35°C para bactérias e 25°C para bolores e leveduras;

- Aguardar o período de 48h de incubação para a placa de bactérias, 72h para bolores e leveduras e realizar a leitura do resultado.

5 RESULTADOS

5.1 Análises Físico-Químicas

5.1.1 Potencial Hidrogeniônico e Densidade

Os resultados das principais análises físico-químicas realizadas na glucose da Simas Industrial de Alimentos no último semestre de 2023 podem ser observados a seguir.

Tabela 5 – Valores das análises físico-químicas de pH e densidade realizadas no xarope.

AMOSTRAS	pH	DENSIDADE
A	4,74	1,4386 g/cm ³
B	4,89	1,4386 g/cm ³
C	4,79	1,4531 g/cm ³

Não há indicação de parâmetros nem de obrigatoriedade para análises de densidade e pH da glucose na legislação, porém elas são realizadas de forma complementar para avaliação da acidez e viscosidade do xarope, sendo consideradas características de grande importância desse insumo para as indústrias alimentícias.

A partir das análises realizadas em laboratório, é possível constatar que os resultados de pH obtidos para as amostras de glucose se adequam aos valores encontrados no laudo de análise do fornecedor que estabelece faixa aceitável de pH com resultados de 4,5 à 5,5 como podemos observar na tabela 6. Parâmetros como densidade e potencial hidrogeniônico, acabam sendo características físico-químicas muito particulares dos insumos, tendo em vista que a grande maioria das indústrias alimentícias estabelecem seus próprios padrões internos com base no que mais se adequa a sua linha produtiva.

Tabela 6 – Laudo referente às análises do xarope de glucose realizadas pelo fornecedor.

Análise	Métodos	Resultados	Mínimo	Máximo
Aspecto (xaropes)	A.130	A	A	B
Cinzas, %	C.20	0,37		0,50
Odor	O.10	A	A	B
Chumbo (Pb), ppm	M.31	0,01		0,20
Sabor	S.10	A	A	B
Cor da solução	C.110	1,3		2,0
Dextrose Equivalente, DE	D.10	38,4	38,0	40,0
Amido livre	A.40	NEGATIVO	NEGATIVO	
Identificação	I.005	PASSA TESTE	PASSA TESTE	
pH	P.10	4,9	4,5	5,5
SO ₂ , ppm	S.50	34,0		150,0
Substância Seca, %	U.10	82,27	81,40	83,40

Fonte: Fornecedor, 2023.

As diferentes escalas usadas pelos densímetros podem dar a leitura direta da densidade ou graus de uma escala arbitrária como: Brix, Gay-Lussac, Baumé, Quevenne, correspondentes aos sacarômetros, alcoômetros e lactodensímetros. As densidades das amostras de xaropes foram medidas utilizando o Aerômetro de Baumé, que é basicamente um densímetro com escala em graus Baumé (°Be). Os graus dessa escala arbitrária foram convertidos em suas respectivas densidades com o auxílio de uma tabela de correspondência dos °Be para os líquidos mais densos do que a água destilada. As densidades registradas na tabela 5 estão em consonância com os valores identificados na literatura para xarope de glucose.

Tabela 7 – Correspondência dos °Be para os líquidos mais densos do que a água destilada.

Correspondência dos graus do areómetro de Baumé com as densidades para os líquidos MAIS DENSOS que a água destilada

BAUMÉ	DENSIDADES	BAUMÉ	DENSIDADES	BAUMÉ	DENSIDADES
0	1,0000	24	1,1995	48	1,4983
1	1,0070	25	1,2095	49	1,5141
2	1,0141	26	1,2197	50	1,5301
3	1,0212	27	1,2301	51	1,5465
4	1,0285	28	1,2407	52	1,5633
5	1,0359	29	1,2515	53	1,5804
6	1,0434	30	1,2624	54	1,5979
7	1,0510	31	1,2736	55	1,6158
8	1,0587	32	1,2849	56	1,6341
9	1,0665	33	1,2964	57	1,6528
10	1,0745	34	1,3082	58	1,6719
11	1,0825	35	1,3202	59	1,6915
12	1,0907	36	1,3324	60	1,7116
13	1,0990	37	1,3448	61	1,7321
14	1,1074	38	1,3574	62	1,7532
15	1,1160	39	1,3703	63	1,7747
16	1,1247	40	1,3834	64	1,7968
17	1,1335	41	1,3968	65	1,8195
18	1,1425	42	1,4105	66	1,8427
19	1,1516	43	1,4244	67	1,8665
20	1,1609	44	1,4386	68	1,8910
21	1,1703	45	1,4531	69	1,9161
22	1,1799	46	1,4679	70	1,9419
23	1,1896	47	1,4829	—	—

EDIÇÃO DO INSTITUTO PASTEUR DE LISBOA

Fonte:Archeevo, 1835.

5.1.2 Graus Brix (°Brix), Umidade e Dextrose Equivalente (DE)

Tabela 8 – Valores das análises físico-químicas de °Brix, Umidade e DE realizadas no xarope de glicose.

AMOSTRAS	°BRIX	UMIDADE %	DE
A	82,5	15,8	39,23
B	84,0	14,2	38,15
C	83,5	14,6	38,05

O °brix é fundamental na indústria de alimentos, principalmente na de doces e balas, pois é a partir desta análise que podemos mensurar o nível de açúcar (sólidos) presente nos alimentos. Além disso, essa determinação se faz imprescindível no cálculo da dextrose equivalente, que é outro parâmetro essencial para a linha produtiva das indústrias. O valor da DE fornece informações indispensáveis acerca do produto de interesse, se o valor de DE for menor que 20, os produtos obtidos são classificados como maltodextrinas. Xaropes, se o valor de DE for igual ou maior que 20. Quanto maior o valor de DE, maior o grau de hidrólise sofrido pelo amido, maior a proporção de dextrose do xarope, maior a doçura do xarope, menor a viscosidade e maior a higroscopicidade. Não é vantajoso para indústria de doces e balas um valor de DE alto, tendo em vista que esse fator está diretamente relacionado a uma maior higroscopicidade do produto, ou seja, maior absorção da umidade e, conseqüentemente, uma menor vida útil.

Ao realizar um comparativo entre os resultados obtidos experimentalmente com a literatura e os laudos do fornecedor, é possível inferir que os valores encontrados na tabela 8 estão dentro dos limites estabelecidos. Os resultados da dextrose equivalente das amostras analisadas se encontram dentro do intervalo de 38 - 40 e seus teores de sólidos (°Brix), dado por substância seca, também estão em conformidade com o laudo (tabela 9), que fornece uma faixa de (81,40 – 83,40) %. Apesar dos valores das amostras B e C se encontrarem acima do padrão máximo de substância seca estabelecido pelo laudo, estas ainda assim apresentam-se conformes para os padrões internos da empresa.

Tabela 9 – Laudo referente às análises do xarope de glucose realizadas pelo fornecedor.

Análise	Métodos	Resultados	Mínimo	Máximo
Aspecto (xaropes)	A.130	A	A	B
Cinzas, %	C.20	0,37		0,50
Odor	O.10	A	A	B
Chumbo (Pb), ppm	M.31	0,01		0,20
Sabor	S.10	A	A	B
Cor da solução	C.110	1,3		2,0
Dextrose Equivalente, DE	D.10	38,4	38,0	40,0
Amido livre	A.40	NEGATIVO	NEGATIVO	
Identificação	I.005	PASSA TESTE	PASSA TESTE	
pH	P.10	4,9	4,5	5,5
SO ₂ , ppm	S.50	34,0		150,0
Substância Seca, %	U.10	82,27	81,40	83,40

Fonte: Fornecedor, 2023.

O teor de umidade está associado a perdas na estabilidade química, na deterioração microbiológica, nas alterações fisiológicas e na qualidade geral dos alimentos. A umidade do xarope pode modificar inquestionavelmente suas características mais importantes, pois pode atuar na viscosidade, conservação, sabor e cristalização do produto. Os valores para umidade foram obtidos através da tabela IAL,2008, que estabelece a relação entre o índice de refração e a porcentagem de água dos méis, mas que também pode ser utilizada para xaropes. Não foram encontrados na legislação e na literatura padrões estabelecidos para esse parâmetro, no entanto, os resultados de umidade obtidos estão conformes para os padrões internos da empresa, tendo em vista que não apresentam risco a viscosidade, conservação, sabor e cristalização do produto.

5.2 Análises Microbiológicas

Todas as amostras para análise microbiológica foram coletadas em potes de plástico previamente esterilizados e identificados com as datas de coleta e seus respectivos lotes. A análise microbiológica foi realizada com a amostra de xarope diluída em água peptonada tamponada recém preparada, em seguida a amostra diluída foi depositada em placas compact dry estéreis contendo meios de cultura para determinação de bactérias totais (TC) e de bolores e leveduras (YMR).

Após a inoculação, as placas foram incubadas em posição invertida na estufa à 35°C/48h para bactérias totais e 25°C/72h para bolores e leveduras. Ao final do período de incubação, as colônias foram contadas, o número obtido foi multiplicado pela recíproca da diluição utilizada e o resultado expresso como unidades formadoras de colônias por ml (UFC/ml).

Tabela 10 – Valores das análises microbiológicas para bactérias totais (TC) e bolores e leveduras (YMR) realizadas no xarope de glicose.

AMOSTRAS	BACTÉRIAS TOTAIS	BOLORES E LEVEDURAS	SITUAÇÃO
A	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	CONFORME
B	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	CONFORME
C	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	CONFORME

Verificou-se que todas as amostras de xarope analisadas apresentam-se conformes, dentro dos padrões microbiológicos aceitáveis e estabelecidos para esse produto, ou seja, mesmo que haja a presença de microrganismos, isso não significa necessariamente um perigo para a saúde do consumidor ou uma qualidade inferior deste produto, desde que ele atenda as especificações exigidas e, dessa forma, não cause prejuízo nem danos à saúde humana.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou procedimentos para o controle de qualidade em xaropes de glucose de amostras distintas de um mesmo fornecedor da Simas Industrial de Alimentos S/A e comparou os resultados obtidos experimentalmente com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, o Manual de Análises Físico-Químicas do Ministério da Agricultura adotado pelo Instituto Adolfo Lutz e as especificações fornecidas pelo laudo do fabricante. A pesquisa manteve o enfoque de trazer resultados para evidenciar a importância do controle de qualidade nas análises de insumos em indústrias alimentícias, tendo em vista que características como o pH, viscosidade, higroscopicidade e a presença de microrganismos, são fatores determinantes para as linhas produtivas das indústrias alimentícias que almejam uma maior vida útil aos seus alimentos e, principalmente, assegurar que seus produtos estejam isentos de qualquer agente que possa causar danos à saúde humana. A partir dos resultados da dextrose equivalente verificou-se que a DE do xarope influencia significativamente nas suas características físico-químicas, pois quanto maior o valor de DE, maior o grau de hidrólise sofrido pelo amido, maior a proporção de dextrose do xarope, maior a doçura do xarope, menor a viscosidade e maior a higroscopicidade. Verificou-se também que todas as amostras de xarope analisadas quanto a sua microbiologia apresentam-se conformes, dentro dos padrões microbiológicos aceitáveis e estabelecidos para esse produto, ou seja, mesmo que haja a presença de microrganismos, isso não significa necessariamente um perigo para a saúde do consumidor ou uma qualidade inferior deste produto, desde que ele atenda as especificações exigidas e, dessa maneira, não cause prejuízo à saúde do consumidor. As análises físico-químicas como pH, densidade, DE, °Brix e umidade exibiram resultados satisfatórios, dentro dos padrões estabelecidos pelo material de referência, como também se adequaram aos parâmetros internos da empresa e, conseqüentemente, ao atender todos os critérios o insumo está finalmente aprovado para consumo. Dessa forma, as técnicas utilizadas para atingir as finalidades propostas ao presente trabalho demonstraram-se ferramentas de análise eficazes e imprescindíveis no controle de qualidade de alimentos, com isso, os resultados encontrados foram satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC 271 de 22 de setembro de 2005;**
- BIANCHINI, V. K.; ASSUMPCÃO, M., R.; A. **Diferenciação de produtos na cadeia produtiva do açúcar: O Processo de produção dos açúcares líquido e líquido invertido;** 2002; Curitiba-PR; XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção;
- CAROLINA, A.; JOSIANE, J.; CHIM, F. **Tecnologia de açúcares, balas e caramelos.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://meridapublishers.com/tabc/tabc.pdf>>. Acesso em: 9 set. 2023;
- Folheto com tabela e indicações dos graus do aerômetro de Baumé para as densidades dos líquidos mais densos e os menos densos que a água destilada.** Disponível em: <<http://www.cdf.pt/archeevo/details?id=1003009>>. Acesso em: 9 set. 2023;
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).** Disponível em: <<https://www.fao.org/common-pages/search/en/?q=%20sugarcane%20export>>. Acesso em: 9 set. 2023;
- GONÇALVES, Diogo. **Refratômetro.** 2013. Disponível em: <http://sistemas7.sead.ufscar.br:8080/jspui/handle/123456789/1189> Acesso em: 9 set. 2023;
- GOMES, J. C. **Análise Físico-químicas de alimentos/** José Carlos Gomes, Gustavo Fonseca Oliveira – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011;
- HARRIS, D. C. **Análise química quantitativa.** 8ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2012;
- História – Simas.** Disponível em: <<https://simas.com.br/historia/>>. Acesso em: 9 set. 2023;
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos.** 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p;
- LED-RHB-32 ATC Brix 0-32% optical refractometer.** Disponível em: <<https://www.yhequipment.com/led-rhb-32-atc-brix-0-32-optical-refractometer-p00199p1.html>>. Acesso em: 9 set. 2023;
- Matéria Prima - Portal Embrapa.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pos-producao/agroindustria-do-milho/processamento/materia-prima>>. Acesso em: 9 set. 2023;

MCPHERSON, A.E., SEIB, P.A. **Preparation and properties of wheat and corn starch maltodextrins with a low dextrose equivalent.** Cereal Chem. v. 74, p. 424- 430, 1997;

NACIONAL, I. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019 - DOU - Imprensa Nacional.** Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>>. Acesso em: 9 set. 2023;

NACIONAL, I. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 47, DE 30 DE AGOSTO DE 2018.** Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/39939558/do1-2018-09-06-instrucao-normativa-n-47-de-30-de-agosto-de-2018-39939440>. Acesso em: 9 set. 2023;

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006;

PEREIRA, AC da S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará.** Embrapa Agroindústria Tropical-Tese/dissertação (ALICE), 2009;

PERRONE, Ítalo T.; STEPHANI, Rodrigo. **Doce de leite: Aspectos tecnológicos.** ed. 1. São Paulo: Varela, 2011;

SHREVE, R. N. e BRINK JR., J. A. **Indústria de Processos Químicos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012;

SP Labor Materiais e Equipamentos para Laboratório - Blog. Disponível em: <<https://www.splabor.com.br/blog/densímetros-2/densimetro-digital-portatil-dma-35-exfuncoes/#:~:text=Ao%20mergulhar%20o%20dens%C3%ADmetro%20no>>. Acesso em: 9 set. 2023;

TAVARES, J. T. de Q. et al. **Interferência do Ácido Ascórbico na Determinação de Açúcares Redutores pelo Método de Lane e Eynon.** Quím. Nova, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 805-809, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000400008&lng=en&nrm=iso>;

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física de Sears & Zemansky.** [s.l: s.n.].