

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

STEPHANIE NORONHA AZEVEDO DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES E ROTULAGEM NUTRICIONAL EM
PAPINHAS INFANTIS COMERCIALIZADAS EM MANAUS- AMAZONAS

MANAUS - AM

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

STEPHANIE NORONHA AZEVEDO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES E ROTULAGEM NUTRICIONAL EM
PAPINHAS INFANTIS COMERCIALIZADAS EM MANAUS- AMAZONAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Farmacêuticas da Universidade Federal do
Amazonas, como requisito obrigatório para
obtenção do título de Mestre em Ciências
Farmacêuticas.

ORIENTADORA: ARIANE MENDONÇA KLUCZKOVSKI
COORIENTADORA: TATIANE PEREIRA DE SOUZA

MANAUS – AM

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237a Santos, Stephanie Noronha Azevedo dos
Avaliação do teor de açúcares e rotulagem nutricional em
papinhas infantis comercializadas em Manaus-Amazonas /
Stephanie Noronha Azevedo dos Santos . 2023
98 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ariane Mendonça Kluckovski
Coorientador: Tatiane Pereira de Souza
Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Carboidratos. 2. Alimentos infantis. 3. Tabela de informação
nutricional. 4. Espectrometria de massas. 5. Ressonância
magnética nuclear. I. Kluckovski, Ariane Mendonça. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

“Avaliação do teor de açúcares e rotulagem nutricional em papinhas infantis comercializadas em Manaus- Amazonas”

DISCENTE: STEPHANIE NORONHA AZEVEDO DOS SANTOS

PARECER:

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciências Farmacêuticas em sua forma final e definitiva pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas.

Manaus, AM, 17/04/2023.

Patrícia Danielle O. de Almeida

Profa. Dra. Patrícia Danielle Oliveira de Almeida
Coordenadora do PPGCF

A mesma foi apresentada perante a banca composta pelos seguintes professores:

Ariane Mendonça Kluckowski

Profa. Dra. Ariane Mendonça Kluckowski
Orientadora e Presidente da Banca (UFAM)

Waldireny Rocha Gomes

Profa. Dra. Waldireny Rocha Gomes
Membro (UFAM)

Raiane Aila T. Souza

Profa. Dra. Raiane Aila Teixeira Souza
Membro (FVS-RCP)

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo, Edy Matheus Noronha, sem a sua presença constante ao meu lado, não teria sido possível enfrentar os desafios que surgiram no caminho.

À Esther Maria, nossa amada filhinha, que trilhou juntamente comigo ainda no ventre, os desafios deste trabalho e que teve que dividir alguns dos nossos momentos para que eu pudesse concluí-lo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que me deu muito além do que eu merecia e me sustentou até aqui.

Aos meus pais, Rony e Wanderléia Santos, esta conquista é uma celebração do legado que vocês construíram em minha vida.

A minha avó Orinea Menezes, a minha rede de apoio maternal incrível, que cuidou não só da Esther mas de mim também durante todos os dias e noites de escrita.

Às professoras, orientadora Dra. Ariane Kluczkovski, e coorientadora Dra. Tatiane Pereira, pela orientação, pelo incentivo, pela competência e respeito em que conduziram todas as etapas deste trabalho, e pela compreensão nos momentos em que mais precisei devido os novos desafios da maternidade.

Aos amigos do grupo de pesquisa do NECTA, especialmente à Allyne, Abrames e Samir, sempre dispostos a ajudar, compartilhar conhecimentos e boas conversas.

Ao professor Dr. Felipe Moura, do LABCEM, pela disposição em receber minhas amostras, pelos ensinamentos em Espectrometria de Massas, para esclarecer dúvidas e por disponibilizar o equipamento para a realização dos experimentos e abrir novas portas para a execução desta pesquisa.

Ao professor Dr. Marcos Machado e ao doutorando Pedro Lira, por me receberem no NMRLAB para a realização dos experimentos, disponibilização do Espectrômetro, assim como todo o suporte e conselhos necessários para que este trabalho fosse executado com muita qualidade.

Aos demais professores do departamento de ciências farmacêuticas pelos ensinamentos que contribuíram em minha formação, como também, aos membros da banca por terem aceito o meu convite e suas valiosas contribuições no meu Exame de Qualificação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da UFAM pela oportunidade de obter este título, especialmente a Maria Clara pela compreensão e ajuda valiosa quando precisamos.

Agradeço à agência de fomento, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas-FAPEAM pela concessão da minha bolsa de mestrado.

A todos vocês os meus sinceros agradecimentos!

"Se encontro em mim um desejo que nenhuma experiência neste mundo pode satisfazer, a explicação mais provável é que fui feito para outro mundo."

C.S. Lewis.

RESUMO

Introdução: A presença de açúcar em alimentos infantis comercializados para lactentes a partir dos seis meses pode contribuir para o desenvolvimento de cáries, placas bacterianas nos primeiros dentes, como também o risco de estimular a preferência por doces, o que pode levar ao excesso de peso e doenças relacionados ao alto consumo de açúcar como, diabetes, hipertensão, câncer e outras. Com os problemas de saúde relacionados à ingestão de açúcar, tornou-se indispensável a informação qualitativa e quantitativa deste item nos rótulos dos alimentos. **Objetivo:** Avaliar os teores de açúcares e o cumprimento da legislação em alimentos infantis comercializados em Manaus-AM. **Métodos:** Titulometria (Lane-Eynon) de açúcares redutores e açúcares não redutores, sólidos solúveis totais (SST) em graus Brix, espectrometria de massas por ionização por *eletrospray* (ESI-MS) e ressonância nuclear magnética (RMN). **Resultados:** No método de titulação, foi possível quantificar açúcares redutores e não redutores pela reação redox do licor de Fehling, e obter os açúcares totais. As papinhas com os maiores teores de açúcares totais apresentaram 22,72% (base de frutas variadas) e 21,84% (base de ameixa). O menor teor de açúcares totais foi de 2,50% (base de abóbora e leite de coco). Os maiores teores de sólidos solúveis totais foram encontrados nas papinhas, açaí e banana com 20°Brix, seguido da papinha banana com 19°Brix e da papinha de pitaya com 18°Brix. A papinha que apresentou menor teor foi a de composição abóbora e coco, com apenas 3°Brix. Na análise por espectrometria de massas, ocorreu a confirmação da presença predominante da glicose e sacarose nas amostras. As papinhas a base de açaí e banana, uva e banana e maçã apresentaram aproximadamente 90% dos principais açúcares investigados. A papinha a base de abóbora apresentou 100% da presença desses açúcares. Em relação a atual legislação brasileira da rotulagem nutricional de alimentos embalados, os alimentos para lactentes analisados não estavam em conformidade em relação as tabelas de informações nutricionais dos açúcares. Na análise por RMN foram determinados elevados teores de glicose e frutose nas amostras frescas das papinhas infantis. A amostra (G) de ameixa, banana e suco de limão apresentou o maior teor de açúcares, totalizando 8.95% dos açúcares totais. A papinha infantil (A) de açaí, banana, inhame e uva seca e a papinha (B) de pitaya apresentaram a massa de açúcares totais em suas amostras correspondentes a 7.87% e 7.41%, respectivamente. **Conclusão:** Todas as amostras de papinhas analisadas apresentaram alto teor de açúcar, sendo a glicose e sacarose os predominantes, além disso, todos os rótulos estavam em desconformidade com a legislação da ANVISA (RDC 429/2020 e a IN nº 75). Os resultados encontrados no presente estudo demonstram a necessidade de medidas que garantam o controle nutricional dos alimentos infantis e façam valer a legislação, tendo em vista que o consumo de açúcar na infância pode gerar doenças, bem como, traz dificuldades para o paladar infantil aceitar alimentos mais saudáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Carboidratos; Alimentos infantis; Tabela de informação nutricional; Espectrometria de massas; Ressonância magnética nuclear.

ABSTRACT

Introduction: The presence of sugar in baby foods marketed to infants from six months onwards can contribute to the development of cavities, bacterial plaques on the first teeth, as well as the risk of stimulating a preference for sweets, which can lead to excess weight and diseases related to high sugar consumption such as diabetes, hypertension, cancer and others. With health problems related to sugar intake, qualitative and quantitative information about this item on food labels has become essential.

Objective: To evaluate sugar levels and compliance with legislation in baby foods sold in Manaus-AM.

Methods: Titrimetry (Lane-Eynon) of reducing sugars and non-reducing sugars, total soluble solids (TSS) in Brix degrees, electrospray ionization mass spectrometry (ESI-MS) and nuclear magnetic resonance (NMR). **Results:** In the titration method, it was possible to quantify reducing and non-reducing sugars by the Fehling liquor redox reaction, and obtain total sugars. The baby food with the highest total sugar content was 22.72% (varied fruit base) and 21.84% (plum base). The lowest total sugar content was 2.50% (pumpkin and coconut milk base). The highest levels of total soluble solids were found in baby food, açai and banana with 20°Brix, followed by banana baby food with 19°Brix and pitaya baby food with 18°Brix. The baby food with the lowest content was made from pumpkin and coconut, with just 3°Brix. In the analysis by mass spectrometry, the predominant presence of glucose and sucrose in the samples was confirmed. Baby food based on açai and banana, grapes and banana and apple presented approximately 90% of the main sugars investigated. The pumpkin-based baby food showed 100% of these sugars. In relation to the current Brazilian legislation on nutritional labeling of packaged foods, the foods for infants analyzed did not comply with the nutritional information tables for sugars. In NMR analysis, high levels of glucose and fructose were determined in fresh samples of baby food. The sample (G) of plum, banana and lemon juice had the highest sugar content, totaling 8.95% of total sugars. Baby food (A) made from açai, banana, yam and dried grapes and baby food (B) made from pitaya presented total sugar mass in their samples corresponding to 7.87% and 7.41%, respectively. **Conclusion:** All baby food samples analyzed had a high sugar content, with glucose and sucrose being the predominant ones, in addition, all labels were in non-compliance with current ANVISA legislation. The results found in the present study demonstrate the need for measures that guarantee the nutritional control of children's foods and enforce legislation, considering that the consumption of sugar in childhood can cause diseases, as well as making it difficult for children's palates to accept foods. more healthy.

KEYWORDS: Carbohydrates; Baby foods; Nutritional information table; Mass spectrometry; Nuclear magnetic resonance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura dos monossacarídeos	17
Figura 2 – Estrutura dos dissacarídeos	17
Figura 3 – Esquema do vício em açúcar	25
Figura 4 – Alimentos minimamente processados e <i>in natura</i> para introdução alimentar de bebês	28
Figura 5 – Papinhas infantis	30
Figura 6 – Publicidade proibida em alimentos infantis	32
Figura 7 – Tabela de informação nutricional	35
Figura 8 – Rotulagem nutricional frontal	36
Figura 9 – Reação de Fehling	39
Figura 10 – Método de Lane-Eynon para quantificação de açúcares	39
Figura 11 – Análise de teor de sólidos solúveis totais por um refratômetro	41
Figura 12 – Esquema de análise de açúcares por um espectrômetro de massas	43
Figura 13 – Sobreposição dos espectros de H-RMN e identificação de açúcares identificados em extrato de fruto	44

LISTA DE TABELAS

Artigo I

Table 01 – Labelling information in baby food commercialized in Brazil	65
Table 02 – Reducing, non-reducing and total sugars by the Lane-Eynon method in baby food samples	68
Table 03 – Total soluble solids (°Brix) in infant food	69

Artigo II

Table 01 – Identification and composition of infant foods	84
Table 02 – Attribution of sugar ion peaks detected by ESI/MS in positive and negative mode	85
Table 03 – Frequency of sugars observed in baby food, in the positive and negative modes of electrospray ionization mass spectrometry ESI/MS	86
Table 04 – Identification of sugars in baby food samples by electrospray ionization mass spectrometry (ESI/MS)	86
Table 05 – Percent mass of glucose and fructose sugars calculated by qNMR (ERETIC2) in baby food samples	87

LISTA DE SIGLAS

ANR	Açúcares não redutores
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AR	Açúcares redutores
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
ESI	<i>Electrospray Ionization</i>
GLUT5	Transportador de frutose
IN	Instrução Normativa
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
MS	<i>Mass Spectrometry</i>
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SGLT-1	<i>Sodium Glucose Linked Transporter</i>
SST	Sólidos Solúveis Totais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 CARBOIDRATOS	16
2.1.1 Monossacarídeos.....	16
2.1.2 Dissacarídeos.....	17
2.2 OS AÇÚCARES NA ALIMENTAÇÃO	18
2.2.1 Frutose	18
2.2.2 Glicose.....	18
2.2.3 Galactose	18
2.2.4 Lactose	19
2.2.5 Maltose.....	19
2.2.6 Sacarose	19
2.3 OS AÇÚCARES NO METABOLISMO HUMANO	20
2.3.1 Índice glicêmico dos açúcares.....	21
2.4 O CONSUMO DE AÇÚCAR NA INFÂNCIA	22
2.5 O VÍCIO EM AÇÚCAR NO ORGANISMO.....	23
2.6 O AÇÚCAR ASSOCIADO AO DESENVOLVIMENTO DE DOENÇAS METABÓLICAS	25
2.6.1 Doenças crônicas não transmissíveis na infância	26
2.7 AS RECOMENDAÇÕES DE SAÚDE PARA A ALIMENTAÇÃO INFANTIL.....	27
2.8 O MERCADO DOS ALIMENTOS INFANTIS	29
2.8.1 Papinhas infantis	30
2.8.2 Publicidade em alimentos infantis	31
2.9 NORMAS PARA A ROTULAGEM DE ALIMENTOS NO BRASIL	32
2.9.1 Conceitos dos açúcares totais, açúcares adicionados e açúcares livres descritos em rótulos	33
2.10 METODOLOGIAS PARA ANÁLISE DE AÇÚCARES EM ALIMENTOS.	38
2.10.1 Método de Fehling e Lane-Eynon	38
2.10.3 Espectrometria de Massas - MS	41
2.10.4 Espectrometria de Massas por ionização por eletrospray – ESI/MS	42
2.10.4 Ressonância Magnética Nuclear – RMN	43
3 OBJETIVOS	45
3.1 Objetivo Geral	45
3.2 Objetivos específicos.....	45

4 REFERÊNCIAS	46
5 ARTIGO I	62
5.1 RESUMO.....	63
5.2 ABSTRACT	64
5.3 INTRODUCTION	65
5.4 MATERIALS AND METHODS.....	67
5.4.1 Sampling.....	67
5.4.2 Determination of sugars.....	68
5.4.2.1 Total sugars (reducing and non-reducing).....	68
5.4.3 Determination of sugars by total soluble solids content.....	69
5.4.4 Statistical Analysis.....	69
5.5 RESULTS.....	69
5.5.1 Reducing sugars by the Lane-Eynon method	69
5.5.2 Total Soluble Solids (TSS)	70
5.6 DISCUSSION.....	72
5.7 CONCLUSION	73
5.8 REFERENCES	74
6 ARTIGO II.....	79
6.1 RESUMO.....	80
6.2 ABSTRACT	81
6.3 INTRODUCTION	82
6. 4 MATERIALS AND METHODS.....	84
6.5 RESULTS.....	87
6.6 DISCUSSION.....	90
6.7 CONCLUSION	93
6.8 REFERENCES	94
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98

1 INTRODUÇÃO

O consumo excessivo de açúcar traz aumento de ganho excessivo de peso e a ocorrência de doenças, como diabetes, hipertensão e câncer, conhecidas como doenças crônicas não transmissíveis - DCNT, além de também provocar cárie e placa bacteriana nos dentes. A prática da alimentação saudável na infância previne o aparecimento ou agravamento dessas doenças que se tornaram um dos principais desafios da saúde pública alertados pela Organização Mundial de Saúde - OMS (JÚNIOR et al., 2020; MASZTALERZ-KOZUBEK et al., 2022).

O aleitamento materno exclusivo é indicado até os seis meses de vida, após isto, deve ser iniciada a introdução alimentar complementar. A introdução alimentar deve conter grande variedade de legumes e verduras, evitando a oferta de alimentos que sejam ricos em carboidratos simples, lipídeos e sódio, e o acréscimo de açúcares simples em mingaus. Na busca de atender a rotina materna, o mercado se adaptou ao público infantil e atualmente no comércio existem diversas alternativas de alimentos direcionados para consumo a partir dos seis meses, entre eles estão as papinhas, purês e sorvetinhos. Estes alimentos, por sua vez, ocasionam benefícios devido a praticidade, mas também preocupações futuras aos pais (LIMA et al., 2020; ROWAN et al., 2022).

A OMS (2019) emitiu um alerta sobre níveis perigosos de açúcares em alimentos para bebês e recomendações de melhorias na rotulagem nutricional após estudar alimentos e bebidas comercializados para lactentes e crianças em alguns países europeus, pois foi verificado que os açúcares representavam 70% das calorias desses alimentos, apresentando uma ameaça para a saúde infantil. Trabalhos como o de Hutchinson e colaboradores (2021) identificaram a presença de açúcar total e açúcar adicionado na lista de ingredientes de alimentos infantis produzidos em dez países da Europa. Awad e colaboradores (2022) avaliando o teor de açúcar em alimentos infantis, relatou a presença de sacarose, glicose e frutose em setenta e uma marcas diferentes disponíveis comercialmente nos Emirados Árabes Unidos.

Na introdução alimentar recomenda-se desenvolver hábitos saudáveis pois estes irão influenciar padrões alimentares ao longo da vida. A criança que é acostumada a receber preparações açucaradas, poderá ter dificuldade em aceitar verduras, legumes e outros alimentos mais saudáveis, o que pode ocasionar em um impacto prejudicial no desenvolvimento da sua saúde (BRASIL, 2021; ARAÚJO et al., 2021; PÉREZ-MUÑOZ et al., 2022).

As informações dispostas nos rótulos dos alimentos auxiliam ao consumidor na melhor escolha nutricional, portanto, alguns países desenvolveram propostas de rotulagem nutricional frontal, conhecida como “front-of-pack”, visando uma integração à informação nutricional fornecida pela declaração nutricional obrigatória (SINU SCIENTIFIC BOARD, 2021).

No ano de 2020, foi publicada a resolução da diretoria colegiada (RDC) nº 429 de 2020, que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados, determina que a tabela de informação nutricional deve conter: carboidratos, açúcares totais, açúcares adicionados, bem como nutrientes de alegações nutricionais, funcionais ou de saúde, além da aplicação da rotulagem nutricional frontal, principalmente se houver açúcar adicional em quantidade igual ou superior ao limite estabelecido (BRASIL, 2020).

Existem metodologias abordadas para identificação de açúcares em alimentos, entre eles estão os métodos de Lane-Eynon, refratometria, cromatografia líquida com índice de refração, espectrometria de massas por ionização por eletrospray – ESI/MS e a ressonância magnética nuclear - RMN, sendo que as metodologias de titulação e refratometria são as mais comumente utilizadas em pesquisas nas áreas de alimentos devido a rapidez e baixo custo para realização das análises (SANTOS et al., 2016; MORIWAKI et al., 2010; SAHAR, 2022).

Portanto, neste trabalho avaliou-se a presença de açúcares e os seus teores por meio dos métodos de titulação, refratometria, ESI/MS e RMN, bem como a avaliação das condições dos parâmetros da rotulagem nutricional de acordo com o que diz a RDC nº 429/2020, com foco nos açúcares totais presentes em papinhas infantis que informam ao consumidor a isenção de açúcar ou açúcares adicionais em seus rótulos, e que são comercializadas no município de Manaus no estado do Amazonas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARBOIDRATOS

O carboidrato é a macromolécula mais abundante em nosso planeta e está presente nos alimentos (CHANDEL, 2021). Os carboidratos simples são nomeados como açúcares ou sacarídeos, do latim *Saccharum*, e do Grego “*sakharon*” (ROSA et al., 2012). Estes podem ser encontrados isolados na forma de monossacarídeos como glicose, frutose e galactose ou em pares na forma de dissacarídeos como lactose, sacarose e maltose, e quando em grandes quantidades, são classificados como oligossacarídeos ou polissacarídeos (FONTAN & AMADIO, 2015; CHANDEL, 2021).

Os carboidratos são moléculas químicas formadas por átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio, e possuem a fórmula química geral de $(CH_2O)_n$. Em sua estrutura química, também estão presentes os grupos funcionais carbonilas e hidroxilas. São classificados também de acordo com o número de átomos de carbono em sua estrutura, que pode variar de três a nove átomos de carbono e recebem a denominação de triose, tetrose, pentose, hexose, etc. Também podem ser classificados pelo tipo de grupo carbonila (aldose ou cetose) e pela estereoquímica (D ou L) (SANTOS et al., 2016; NAVARRO et al., 2019; KIELY et al., 2022).

2.1.1 Monossacarídeos

Os monossacarídeos são aldoses ou cetoses quirais e polihidroxilados que não podem ser hidrolisados em unidades menores de carboidratos. As aldoses são chamadas de açúcares redutores devido ao seu efeito redutor em certos íons ou compostos, oxidando seu grupo aldeído a um grupo carbonila. Os monossacarídeos mais comuns são as 6-C aldohexoses, e geralmente estão presentes em estruturas o anel de piranose, em vez de estruturas de cadeia aberta. A frutose é um monossacarídeo composto por seis átomos de carbono unidos por ligações covalentes simples (SANTOS et al., 2016; NAVARRO et al. 2019; NIAZ et al., 2020).

A glicose, é produzida por organismos fotossintéticos durante a fotossíntese, onde é armazenado como amido e amilopectina, e em animais é armazenada como glicogênio. A galactose, por sua vez, é produzida por muitos organismos, especialmente mamíferos, se tornando um componente essencial do leite materno (DENTI et al., 2019; FERNANDES, 2020). Açúcares, como glicose, galactose, manose e frutose, que possuem estruturas diferentes, mas têm a mesma fórmula química, $C_6H_{12}O_6$, são chamados de isômeros (Figura 1) (NAVARRO et al., 2019).

Figura 1 – Estrutura dos monossacarídeos.

Estrutura orgânica dos açúcares monossacarídeos, na ordem: glicose, galactose, manose e frutose.

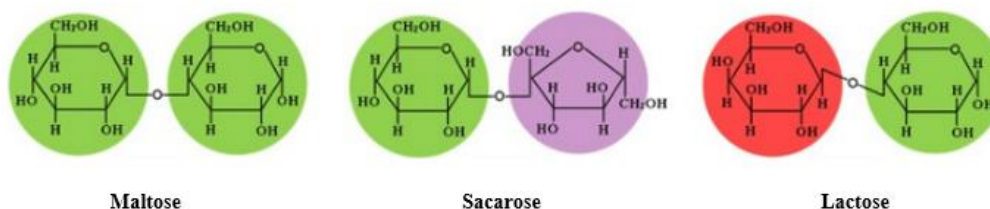
Fonte: Adaptado de Navarro et al. (2019).

2.1.2 Dissacarídeos

Duas unidades de monossacarídeos unidas por uma ligação acetal ou cetal são chamadas de dissacarídeos. A sacarose, a maltose e a lactose são os dissacarídeos mais comuns. A sacarose é encontrada naturalmente em muitas plantas, principalmente nas raízes, frutos maduros e néctares. A lactose constitui de dois a oito por cento de todo o leite dos mamíferos, sendo um dos principais componentes do leite animal (WESTHOFF et al., 2014; SANTOS et al., 2016; NAVARRO et al., 2019).

Os dissacarídeos são chamados de açúcares não redutores, pois não sofrem hidrólise em suas ligações glicosídicas, senão pelo uso de um ácido forte ou enzimas, como a invertase no caso da sacarose (TAVARES et al., 2010; SANTOS et al., 2016; SILVA et al., 2017).

A maltose é formada por duas moléculas de glicose. A sacarose é proveniente da ligação covalente entre uma molécula de glicose e uma molécula de frutose. A lactose é composta por uma molécula de galactose e uma de glicose. A sacarose é formada pela união de uma molécula de glicose e uma de frutose (Figura 2) (STICK & WILLIAMS, 2009; NIAZ et al., 2020).

Figura 2 – Estrutura dos dissacarídeos.

Estrutura orgânica dos açúcares dissacarídeos na ordem: maltose, sacarose e lactose.

Fonte: Adaptado de Navarro et al. (2009).

2.2 OS AÇÚCARES NA ALIMENTAÇÃO

2.2.1 Frutose

A frutose está presente na alimentação como, frutose livre, presente em frutas, mel ou como frutano (um polímero), normalmente na forma de oligossacarídeo presente em vegetais e trigo. É encontrada também como um componente de adoçantes em bebidas e alimentos processados para acentuar o gosto e palatabilidade (SILVA et al., 2017; FERNANDES, 2020).

Embora a frutose seja uma fonte de energia facilmente absorvível pelo corpo, seu consumo em excesso pode ter efeitos negativos na saúde, como aumento do risco de obesidade, diabetes, doenças cardíacas e outras doenças crônicas (BRAY et al., 2013).

2.2.2 Glicose

A glicose é o açúcar mais abundante em alimentos, e é encontrado naturalmente em frutas, mel e vegetais. Industrialmente é produzida a partir do amido, como resultado da ação enzimática da glucose amilase ou a partir do uso de ácidos. Muito utilizada na produção de frutose e em alimentos e bebidas que contenham especialmente glicose, as suas principais funções são adocicar, aumentar o volume e criar uma textura mais macia (JEUKENDRUP, 2013, NIAZ et al., 2020).

Embora a glicose seja importante para a função normal do corpo, seu consumo excessivo pode ter efeitos negativos na saúde, incluindo aumento dos níveis de açúcar no sangue e risco de desenvolvimento de diabetes *mellitus* tipo 2 - DM2. No entanto, a glicose é necessária para fornecer energia ao corpo e pode ser incluída em uma dieta saudável em quantidades moderadas. É importante escolher fontes saudáveis de glicose, como frutas, vegetais e grãos integrais, em vez de alimentos processados e açúcares adicionados (ABDEL-SAYED et al., 2017).

2.2.3 Galactose

Na indústria de alimentos, a galactose é utilizada na produção de laticínios, por meio da fermentação de bactérias do ácido lático que a metabolizam em ácido lático, como queijo, iogurte e leite em pó (SANTOS et al., 2016; NIAZ et al., 2020). Segundo Kim et al. (2015), a galactose é um importante componente do leite e seus derivados, que são uma importante fonte de proteína e cálcio na dieta.

No entanto, a galactose em excesso pode ter efeitos negativos na saúde. Segundo estudos realizados em ratos, a ingestão crônica de galactose pode induzir a lesão dos neurônios, resultando em um prejuízo cognitivo (LI et al., 2012). Além disso, a galactose pode estar envolvida na formação de produtos finais de glicação, que são substâncias que se acumulam em tecidos e estão associadas a diversas doenças como diabetes, doenças cardiovasculares e renais (URIBARRI et al., 2010).

2.2.4 Lactose

A lactose produzida industrialmente é utilizada em diversos alimentos. Na indústria alimentícia, é produzida a partir do soro do leite resultante da produção de queijo e caseína. É também utilizada na fórmula infantil, na qual a adição de lactose é necessária para adaptar o leite bovino ao leite humano, e também em bolos, bolachas, chocolates, sopas, caramelos, molhos, podendo ser usada também como açúcar de confeitiro. Devido ao seu menor poder adoçante e capacidade de acentuar o sabor, o seu uso é vantajoso por dar-lhes um sabor menos doce e uma textura mais agradável (FACIONI et al., 2020).

O consumo elevado de lactose, e consequentemente de galactose, tem sido associado a um risco aumentado de desenvolver doenças como a diabetes e a doença de Alzheimer (WANG et al., 2014; CORSELLO et al., 2020; AL-BELTAGI et al., 2022).

2.2.5 Maltose

A maltose é encontrada livre em cereais, pães, vegetais e frutas, mas também pode ser encontrada como produto da hidrólise de amiloses e amido em vários alimentos. Inclusive, na produção de cerveja, a quantidade de maltose livre é aumentada através da produção de malte, sendo resultado de um processo onde amilases convertem amido em maltose. Também é utilizada como adoçante em alimentos processados (GASPAR et al., 2021).

Embora a maltose seja uma fonte de energia facilmente absorvível pelo corpo, seu consumo em excesso pode ter efeitos negativos na saúde, como aumento dos níveis de glicose no sangue e risco de desenvolvimento de diabetes (SERI et al., 2012; QI & TESTER, 2020).

2.2.6 Sacarose

A sacarose, normalmente chamada de açúcar ou açúcar de mesa, tem sido produzida em larga escala pela indústria de alimentos, tendo em vista o seu consumo crescente por parte da população mundial. Na indústria alimentícia, a sacarose é amplamente utilizada como adoçante

devido ao seu sabor doce e custo relativamente baixo. Ela é frequentemente utilizada em bebidas carbonatadas, sobremesas, bolos e produtos de panificação (SINGH et al., 2015). Além disso, a sacarose é frequentemente utilizada como ingrediente em alimentos processados para melhorar a textura e a aparência do produto final. É muito utilizada como açúcar refinado e também comumente utilizada na fabricação de refrigerantes (SANTOS et al., 2016).

No entanto, o uso excessivo de sacarose na indústria alimentícia tem sido alvo de críticas, pois a alta ingestão de açúcar refinado é um importante fator de risco para a obesidade e outras doenças crônicas, assim como pode estar associado ao câncer (EPNER et al., 2022).

2.3 OS AÇÚCARES NO METABOLISMO HUMANO

Os carboidratos possuem efeitos fisiológicos que são importantes para a saúde, como o fornecimento de energia, e os açúcares são uma forma simples de carboidrato que são rapidamente absorvidos pelo organismo. Na função energética, os carboidratos constituem a primeira e principal substância a ser convertida em energia nas células, sob a forma de adenosina trifosfato - ATP (JEUKENDRUP, 2013; CHANDEL, 2021).

O metabolismo dos açúcares se inicia na boca e acontece devido à ação de enzimas que permitem a quebra dos carboidratos até a sua menor forma em monossacarídeo. Depois de engolir, a absorção ocorre na metade superior do trato digestivo do intestino delgado, e entram na corrente sanguínea na forma de glicose, frutose ou galactose (ROSA et al., 2012; FREEMAN et al. 2018).

A absorção dos monossacarídeos no intestino delgado, pode acontecer por dois transportadores, o transportador dependente de sódio - SGLT-1 e o transportador de frutose - GLUT5. O SGLT-1 apresenta afinidade com a glicose e galactose, podendo ter sua absorção saturada quando ingeridos em níveis elevados, como valores que sejam maiores que 1 g/min. O GLUT5, apresenta afinidade somente com a frutose, assim, a frutose não depende do sódio e nem de insulina para a sua absorção (JEUKENDRUP, 2013).

A insulina, é um hormônio produzido pelo pâncreas, e ajuda a regular os níveis de açúcar no sangue, permitindo que as células absorvam a glicose do sangue e a usem como energia, quando os níveis de açúcar no sangue estão muito altos, a insulina ajuda a armazenar o excesso de glicose no fígado e nos músculos na forma de glicogênio. O glicogênio é usado como uma reserva de energia para o corpo quando os níveis de açúcar no sangue diminuem, como durante o jejum ou o exercício físico (FRAYN, 2010).

A maior parte da glicose na corrente sanguínea não é armazenada no fígado, mas sim, através da ação de insulina, onde passa rapidamente para o músculo, tecido adiposo, e outros tecidos periféricos onde pode imediatamente ser usada como energia. A frutose, por outro lado, é uma fonte menos direta de energia. Independente de insulina, o fígado converte frutose em glicose, lactato e/ou ácidos graxos antes de passá-lo para a corrente sanguínea, onde pode ser oxidado em outros tecidos para obtenção de energia (JEUKENDRUP, 2013; FREEMAN, et al. 2018; TEIXEIRA, 2021).

2.3.1 Índice glicêmico dos açúcares

O índice glicêmico - Ig é uma medida que indica a rapidez com que os carboidratos presentes em um alimento são convertidos em glicose no sangue (ARAÚJO et al., 2022). O índice glicêmico não depende se o carboidrato é simples ou complexo, são considerados alimentos de alto Ig aqueles > 85, alimentos de moderado Ig de 60 a 85, e alimentos de baixo Ig < 60. Embora o índice glicêmico seja importante para pessoas com diabetes ou outras condições que afetam o controle de açúcar no sangue, também deve-se considerar o valor nutricional dos alimentos (BOTELHO, 2018).

Os açúcares em geral tendem a ter um alto índice glicêmico, o que significa que eles são rapidamente convertidos em glicose no sangue. No entanto, o índice glicêmico pode variar dependendo do tipo de açúcar. Por exemplo, a frutose tende a ter um índice glicêmico mais baixo do que a glicose e a sacarose (Quadro 1) (BARCLAY & BRAND-MILLER, 2011).

Quadro 1 – Índice glicêmico dos açúcares.

Valores dos índices glicêmicos dos açúcares por porção de 10g, em ordem crescente.

Açúcar	Índice glicêmico/ porção 10g
Frutose	23
Glucose	100
Maltose	105
Sacarose	60
Lactose	46

Fonte: Glycemic Index Foundation. Glycemic Index. Disponível em: <<https://www.gisymbol.com/>>. Acesso em: 10/01/2023.

Alimentos de alto índice glicêmico são rapidamente digeridos e transformados em glicose. Esse processo acelera as flutuações de insulina e glicose no organismo, resultando na necessidade de comer novamente, ocasionando em um consumo calórico em excesso. No

entanto, alimentos de baixo índice glicêmico proporcionam uma liberação lenta e gradual de insulina e glicose na corrente sanguínea, promovendo assim o aumento da oxidação de gorduras, reduzindo a lipogênese e resultando em redução do consumo de alimentos. Ou seja, alimentos com um índice glicêmico baixo são convertidos mais lentamente e geram saciedade (SILVA et al., 2017).

2.4 O CONSUMO DE AÇÚCAR NA INFÂNCIA

O desenvolvimento de comportamento alimentar pela criança pode ser influenciado pela disponibilidade de determinados alimentos, assim como pela frequência a qual a criança é exposta. Nos primeiros meses do bebê, muitas mães tendem a oferecer alimentos que agradam mais ao paladar da criança, muitas vezes não considerando escolhas mais saudáveis. Dessa forma, a oferta de alimentos doces, como biscoitos, achocolatados, ou até mesmo a adição de açúcar refinado ao leite ofertado na mamadeira, é muito comum e podem contribuir significativamente para o prejuízo da saúde dessa criança (LOPES et al., 2020; CARVALHO et al., 2020).

No Brasil, foi observado em um estudo transversal com 599 crianças de seis a 24 meses de idade, assistidas por Unidades de Saúde da Família, uma alta prevalência no consumo diário de bebidas adoçadas, doces/guloseimas registrados no Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (REIS et al, 2022).

São diretrizes da OMS - Organização Mundial de Saúde, todos os documentos que contenham recomendações da mesma sobre intervenções de saúde, sejam elas clínicas, de saúde pública ou relacionadas às políticas de saúde. Com isto, a OMS desenvolveu uma diretriz baseada em evidências científicas denominada de “Ingestão de açúcares para adultos e crianças” com o objetivo de formular recomendações sobre a ingestão de açúcares livres, a fim de reduzir o risco de desenvolvimento de doenças não transmissíveis em adultos e crianças, com o foco especial na prevenção e no controle do aumento nocivo de peso e das cáries dentárias. As recomendações também podem ser utilizadas para elaborar medidas destinadas a reduzir a ingestão de açúcares, se necessário, mediante uma série de intervenções de saúde pública (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2015).

Portanto, a OMS (2015) recomenda:

- Uma baixa ingestão de açúcares livres durante toda a vida;

- Adultos e crianças devem reduzir a ingestão de açúcares livres a menos de 10% da ingestão calórica total;
- Uma redução ainda maior na ingestão de açúcares livres a menos de 5% da ingestão calórica total.

O consumo de açúcares por crianças e adolescentes excede as recomendações nutricionais de consumo de açúcares. A ingestão de açúcares livres deve ser reduzida e minimizada com uma meta desejável de <5% de ingestão energética em crianças e adolescentes com idade ≥ 2 a 18 anos. A ingestão deve ser ainda menor em bebês e crianças menores de 2 anos (HUTCHINSON et al., 2021).

O consumo de bebidas adoçadas com açúcar, por crianças pequenas é influenciado por diversos motivos e fatores, incluindo características e comportamentos familiares. Uma das consequências da introdução precoce de bebidas adocicadas, é o comprometimento do aleitamento materno. Uma pesquisa realizada com 847 crianças assistidas na APS, no Distrito Federal, revelou introdução alimentar prematura entre 38,8% das crianças menores de seis meses. Nesse segmento, 18,4% dos bebês já consumiam bebidas com adição de açúcar, mel ou adoçante. Foi observado ainda que o menor consumo de bebidas com adição de açúcar, mel e adoçantes, contribuiu com a maior chance de ingestão do leite materno, entre as crianças de 12 e 24 meses, a ingestão de leite materno esteve associado ao menor consumo de suco processado, refrigerante, e bebidas adoçadas, reforçando a necessidade de intervenções de aconselhamento e apoio às famílias sobre esta temática (SPANIOL et al., 2020; LOPES et al., 2020).

A exposição aos sabores adocicados especialmente nos primeiros meses de vida, torna a aceitação do doce cada vez mais fácil, o que compromete o estabelecimento de uma base nutricional sólida com preferências alimentares açucaradas que se estendem ao longo dos anos (MURRAY, 2017; FREEMAN et al., 2018).

2.5 O VÍCIO EM AÇÚCAR NO ORGANISMO

O aumento do consumo de alimentos ricos em açúcar (como frutas maduras e mel) teria aumentado as chances de sobrevivência em períodos de escassez de alimentos, pois o açúcar nos ajuda a acumular gordura e, quando encontrado na natureza, geralmente indica alimentos com grandes quantidades de calorias (DINICOLANTONIO et al., 2017). O açúcar é altamente palatável e gratificante, tanto em sabor quanto em nutrientes. O consumo excessivo de açúcar, no entanto, pode desencadear neuroadaptações no sistema de recompensa que dissociam o

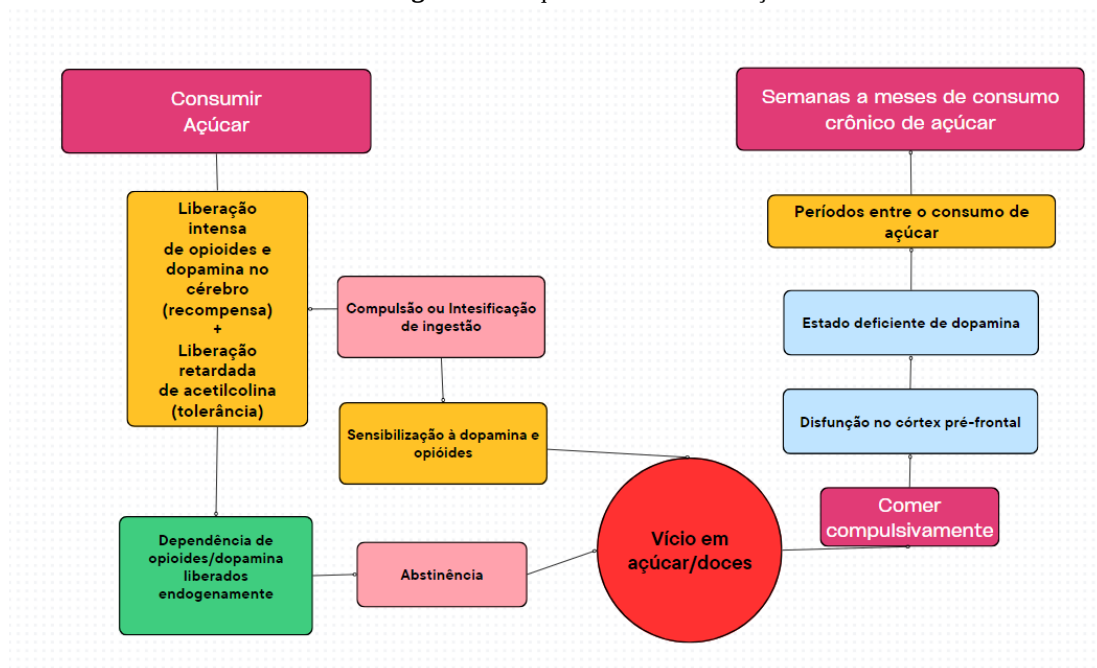
comportamento alimentar das necessidades calóricas e levam à compulsão alimentar. A ingestão excessiva de açúcar, por sua vez, está associada a condições adversas de saúde, incluindo obesidade, síndrome metabólica e doenças inflamatórias (FREEMAN et al., 2018).

Estudos relatam que um alto estímulo de consumo de açúcar durante a gestação pode predispor recém-nascidos a sobrepeso e obesidade mais tarde na vida, devido que é nesse momento que ocorre a diferenciação dos centros hipotalâmicos de fome e saciedade do feto e a adipogênese (CALCATERRA et al., 2023).

Em estudos com animais, descobriu-se que o açúcar produz mais sintomas do que o necessário para ser considerado uma substância viciante. Dados em animais mostraram sobreposição significativa entre o consumo de açúcares adicionados e efeitos semelhantes a drogas, incluindo compulsão alimentar, desejo, tolerância, abstinência, sensibilização cruzada, tolerância cruzada, dependência cruzada, recompensa e efeitos de opioides. O vício em açúcar parece ser a dependência dos opioides endógenos naturais que são liberados com a ingestão de açúcar. Tanto em animais quanto em humanos, as evidências na literatura mostram paralelos substanciais e sobreposições entre drogas de abuso e açúcar, do ponto de vista da neuroquímica cerebral e do comportamento (DINICOLANTONIO et al., 2017).

Isto acontece devido que enquanto o hipotálamo regula a ingestão de alimentos em termos de necessidades energéticas, o circuito de recompensa/motivação da dopamina (DA) envolvendo áreas estriatais, límbicas e corticais também impulsiona o comportamento alimentar. Outros neurotransmissores, incluindo serotonina, opióides endógenos e endocanabinóides, conferem os efeitos recompensadores dos alimentos, em parte, modulando suas propriedades hedônicas. A ingestão de alimentos palatáveis libera DA no estriado ventral e dorsal e a liberação de DA no estriado dorsal é proporcional ao nível automodulado de prazer obtido ao comer o alimento. Ou seja, alimentos altamente palatáveis, nomeadamente os ricos em açúcar ou gordura, podem desencadear fortemente estes sistemas de recompensa/motivação e hedônicos, encorajando a ingestão de alimentos para além das necessidades energéticas necessárias (FREEMAN et al., 2018).

Essa recompensa não natural do consumo de açúcar (superando a das drogas de abuso) anula nossos mecanismos de autocontrole (Figura 3), predispondo-nos ao vício em açúcar. E com o recente “adoçamento da dieta mundial”, seguiu-se um aumento dramático no consumo de açúcar (DINICOLANTONIO et al., 2017).

Figura 3 - Esquema do vício em açúcar.

Esquematisação do desenvolvimento do vício em açúcar pelos mecanismos do organismo.

Fonte: Adaptado de Dinicolantonio et al. (2017).

2.6 O AÇÚCAR ASSOCIADO AO DESENVOLVIMENTO DE DOENÇAS METABÓLICAS

A ingestão excessiva de açúcar na saúde e na doença é atualmente uma área ativa de debate científico e político. As preocupações são justificadas por estudos e relatórios que indicam que a alta ingestão de açúcares está associada a um risco aumentado de cárie dentária, obesidade, síndromes metabólicas, fatores de risco cardiovasculares e mortalidade (TASKINEN et al., 2019; PAN et al., 2022).

Nos últimos anos, à medida que mais pesquisadores exploraram a relação entre uma dieta rica em açúcar e a inflamação, descobriram que a ingestão excessiva de açúcar está associada ao desenvolvimento de inflamação crônica de baixo grau - associada a obesidade - e a doenças autoimunes, como a artrite reumatoide e outras. A ingestão de alimentos açucarados pode aumentar o risco de certos tipos de câncer por excesso de adiposidade e irregularidades metabólicas. A obesidade, resistência à insulina e Diabetes *Mellitus* 2 – DM 2 são fatores de risco estabelecidos para diferentes tipos de câncer (EPNER et al., 2022; CALCATERRA et al., 2023).

Estudos relatam que os lactentes demonstram ter uma preferência inata pelo sabor doce, que pode ser influenciado por exposições pré-natais e pós-natais, o que pode resultar em uma alimentação deficiente de nutrientes e redução de diversidade alimentar, o que estar associado ao aumento do risco de DM 2, risco cardiovascular e outros efeitos à saúde (HUTCHINSON et al., 2021; SUHETT et al., 2021).

O consumo de açúcares, principalmente sacarose e frutose, demonstraram um grande impacto na saúde e nas doenças metabólicas como a síndrome metabólica, doenças cardiovasculares e diabetes tipo II (RUIZ-OJEDA et al., 2019).

O açúcar frutose é capaz de modular a secreção de alguns mediadores inflamatórios, como espécies reativas do oxigênio, e o consumo excessivo ao longo do tempo, provoca diversas alterações fisiológicas e metabólicas como, aumento de peso corporal, de tecido adiposo, das concentrações plasmáticas de triglicerídeos e das concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres (SILVEIRA et al., 2018; DENTI et al., 2019). O consumo de frutose é considerado um culpado na síndrome metabólica, pois ela se associa ao acúmulo excessivo de gordura ectópica, principalmente no fígado, o que contribui para a patogênese da doença hepática gordurosa não alcoólica – DHGNA (TASKINEN et al., 2019).

Muitos estudos exploraram a ligação entre o açúcar adicionado e a síndrome metabólica como um fator de risco para o câncer, e demonstraram evidências substanciais que sugerem uma ligação causal entre as síndromes e o açúcar adicionado, que indicam implicações importantes na associação entre consumo excessivo de açúcar e o câncer (EPNER et al., 2022).

2.6.1 Doenças crônicas não transmissíveis na infância

O consumo excessivo de açúcar pode ter vários efeitos negativos na saúde das crianças, incluindo o aumento do risco de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis - DCNT. Estas doenças crônicas variam quanto à gravidade: algumas são debilitantes, outras incapacitantes e algumas letais, pois afetam os sistemas do corpo humano sistematicamente, que incluem desde a cárie dentária, obesidade, diabetes, hipertensão, osteoporose, cânceres e doenças cardiovasculares (SCHIMIDT et al., 2011).

A prevalência da obesidade infantil está aumentando rapidamente em todo o mundo. Segundo relatório da Organização Mundial da Saúde - OMS, em 2016 mais de 340 milhões de crianças e adolescentes estavam em condição de excesso de peso corporal (CALCATERRA et al., 2023).

O Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN é uma plataforma do Ministério da Saúde que monitora a situação nutricional da população brasileira, incluindo a obesidade infantil. De acordo com os dados do SISVAN referentes ao ano de 2020, a prevalência de sobrepeso, obesidade e excesso de peso em crianças menores de 0 a 9 anos no país é de 8,6%, 5,9% e 14,5% respectivamente (BRASIL, 2020).

A epidemia global de obesidade na infância e adolescência continua sendo um dos maiores desafios globais de saúde. O problema da obesidade não está apenas relacionado com o excesso de gordura corporal, mas sim com a relação que se estabelece entre os níveis mais elevados de gordura com consequências metabólicas e cardiovasculares (hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes tipo 2, aterosclerose, síndrome metabólica). Além da saúde física, a obesidade também se destaca, com impactos psicológicos (baixa autoestima, ansiedade, depressão, alterações de humor) e sociais (discriminação, preconceito, exclusão) (VAISERMAN & KOLIADA, 2020; PELEGRINI et al., 2021).

O consumo de açúcar na infância também está associado a diversas doenças, de acordo com a Academia Americana de Pediatria (2019), as crianças que consomem bebidas e alimentos com alto teor de açúcar, têm um risco maior de desenvolver cáries dentárias. Outro malefício, é a resistência à insulina e o risco de desenvolver diabetes tipo 2 (FAUSTINO-SILVA et al., 2019). Além disso, estudos tem demonstrado que a doença hepática gordurosa não alcoólica em crianças tem relação com o consumo de açúcar (MAMELI et al., 2020).

2.7 AS RECOMENDAÇÕES DE SAÚDE PARA A ALIMENTAÇÃO INFANTIL

A alimentação infantil se inicia no aleitamento materno ou como popularmente conhecemos, a amamentação. A recomendação da Organização Mundial de Saúde - OMS e do Ministério da Saúde- MS é que as crianças sejam amamentadas exclusivamente com leite materno até os 6 meses de idade e, após essa idade, deve ser iniciada a introdução da alimentação complementar e continuação da amamentação até pelo menos a idade de 2 anos. O aleitamento materno confere importante proteção contra a morbimortalidade por doenças infecciosas nos primeiros anos de vida, sendo reconhecido como potencial fator preventivo importante na redução da mortalidade infantil no mundo (HUTCHINSON et al., 2021).

A OMS em suas diretrizes, expressa preocupação em relação ao consumo de açúcares por crianças, destacando que as bebidas açucaradas são os principais vetores da dieta calórica. Se considerarmos uma dieta com 2.000 calorias, 10% da ingestão calórica equivale a 50 gramas

de açúcar por dia (cerca de dez colheres de chá). No entanto, reduzir essa porcentagem para 5% (25 gramas ou cinco colheres de chá) é o mais recomendado para a saúde (ALENCAR et al., 2020).

Uma alimentação adequada e saudável começa com o aleitamento materno até os 2 anos ou mais, oferecendo somente o leite da mãe até os seis meses, e continua com a oferta de alimentos *in natura* e minimamente processados (Figura 4) (BRASIL, 2021).

Figura 4 – Alimentos minimamente processados e *in natura* para introdução alimentar de bebês.



Prato com disposição de alimentos minimamente processados e *in natura* para a introdução alimentar aos seis meses. Fonte: Marina Morais¹ (2021). ¹Disponível em: <<https://www.marinamorais.com/post/como-montar-o-pratinho-do-beb%C3%AA-prato-completo-de-almo%C3%A7o>> Acesso em: 25/02/2023.

Em 2017, a Academia Americana de Pediatria recomendou que os pais não oferecessem suco de frutas para crianças menores de um ano por causa de seu alto teor de açúcares. Entre os fatores que contribuem para o aumento da obesidade e suas consequências deletérias, alimentos com alto teor de açúcar têm recebido recentemente grande atenção (FREEMAN et al., 2018; CALCATERRA et al., 2023).

A OMS (2019) emitiu um alerta sobre os níveis perigosos de açúcares em alimentos para bebês e recomendações de melhorias na rotulagem nutricional após estudar alimentos e bebidas com alto teor de açúcar que eram comercializados para lactentes e crianças em alguns países europeus, apresentando uma ameaça para a saúde infantil (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2019).

No Brasil, o Ministério da Saúde disponibiliza um documento denominado por “Guia Alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos”, no qual orienta que a criança deve ser

apresentada a maior diversidade possível de alimentos saudáveis, como *in natura* ou minimamente processados. Alimentos *in natura* são obtidos diretamente de plantas ou animais (como folhas e frutos ou ovos e leite) e adquiridos para consumo sem que tenham sofrido qualquer alteração após deixarem a natureza. Alimentos minimamente processados são alimentos *in natura* que, antes de sua aquisição, foram submetidos à limpeza, remoção de partes não comestíveis ou não desejadas, secagem, embalagem, pasteurização, resfriamento, congelamento, fermentação e outros processos que não adicionam sal, açúcar, óleos, gorduras ou outras substâncias ao alimento original (BRASIL, 2021).

O período inicial da vida, desde a concepção até os 2 anos de idade – os primeiros 1.000 dias de vida – é uma janela crítica, a qual o ambiente, incluindo a nutrição, pode ter uma influência profunda no desenvolvimento do feto, bebê e criança como também predisposição de doenças (LIMA, 2019; MANIGLIA et al., 2021; HUTCHINSON et al., 2021).

A educação nutricional voltada aos pais, também é um importante aspecto a ser considerado, uma vez que repercutirá nos hábitos alimentares dos filhos e na redução do consumo de bebidas adoçadas no ambiente familiar (REIS et al., 2022). Abordagens saudáveis para o consumo devem ser estabelecidas ainda na infância, com o objetivo de prevenir efeitos negativos à saúde na infância e na idade adulta (FIDLER MIS et al., 2017; PELEGRINI et al., 2021).

2.8 O MERCADO DOS ALIMENTOS INFANTIS

A alimentação infantil em outros tempos, já foi de forma diferente do que é hoje. Em 4000 a.C., na falta do leite materno, há relatos de que o bebê só poderia ser amamentado por uma ama de leite. No ano de 1668, as mulheres que não amamentavam passaram a preferir as papinhas, que eram compostas de ingredientes, como leite, caldo de legumes ou carne e água, um cereal (arroz, farinha de trigo ou milho, pão) e outros ingredientes, tais como açúcar, mel, temperos, ovos e carne. A partir da década de 1940, começaram a aparecer propagandas de alimentos complementares chamados de papinhas para bebês. Em 1968, no Brasil foram introduzidas as papinhas prontas, os mingaus e as sopas salgadas como propostas para simplificar a rotina familiar (MARQUES & FORTUNATO, 2017).

Os alimentos destinados a crianças da primeira infância são classificados de duas formas:

1. Alimentos para fins especiais: são os alimentos especialmente formulados ou processados, nos quais são introduzidas modificações no conteúdo de nutrientes, adequados à

utilização em dietas, atendendo às necessidades em condições metabólicas e fisiológicas específicas.

2. Alimentos de transição: são alimentos industrializados para uso direto ou empregado em preparado caseiro, utilizados como complemento do leite materno ou de leites modificados introduzidos na alimentação de lactentes e crianças de primeira infância com o objetivo de promover uma adaptação progressiva aos alimentos comuns, e de tornar essa alimentação balanceada e adequada às suas necessidades, respeitando-se sua maturidade fisiológica e seu desenvolvimento neuropsicomotor (SILVA et al., 2017).

2.8.1 Papinhas infantis

A história das papinhas infantis remonta ao final do século XIX e início do século XX, quando as fórmulas infantis começaram a ser comercializadas como uma alternativa ao leite materno para bebês que não podiam ser amamentados. A primeira papinha comercial foi desenvolvida na Europa, em 1867, por um químico francês chamado Henri Nestlé. A fórmula infantil, que continha farinha de trigo, leite e açúcar, foi criada como uma solução para bebês que não podiam ser amamentados. O produto se tornou muito popular e, com o tempo, outras empresas começaram a produzir papinhas infantis para competir com a Nestlé. No entanto, esses primeiros produtos eram bastante diferentes das papinhas infantis modernas. Eles eram geralmente feitos de farinha ou cereais misturados com leite e açúcar, e eram comercializados como uma opção nutritiva e conveniente para bebês. Com o tempo, as papinhas infantis evoluíram para incluir uma variedade de ingredientes, como frutas, legumes, carnes e grãos (Figura 5) (VENÂNCIO & MONTEIRO, 2016; RIBEIRO et al., 2019; MARQUES & LIRA, 2019).

Figura 5 – Papinhas infantis.



Potes de papinhas infantis de variados sabores com morangos, canela e pupunha.

Fonte: Área de mulher. Disponível em: <<https://areademulher.r7.com/receitas/papinhas/>>. Acessado em: 20/02/2023.

As empresas começaram a produzir papinhas específicas para diferentes idades, a fim de atender às necessidades nutricionais em constante evolução das crianças. As primeiras papinhas comerciais para bebês foram desenvolvidas nos Estados Unidos na década de 1920 pela Gerber Products Company, que ainda hoje é uma das principais fabricantes de alimentos para bebês. Desde então, as papinhas infantis se tornaram um produto muito popular em todo o mundo, sendo encontradas em praticamente todos os supermercados e farmácias (OLIVEIRA et al., 2020).

A qualidade nutricional das papinhas infantis tem sido alvo de discussão e pesquisa ao longo dos anos. Schwartz et al. (2018) investigou o conteúdo de açúcar em papinhas comerciais para bebês nos Estados Unidos e relatou que muitas das papinhas analisadas continham quantidades elevadas de açúcar adicionado, o que pode aumentar o risco de obesidade e outras doenças crônicas.

No Brasil, as papinhas infantis são uma opção popular de alimentação complementar para bebês e crianças pequenas. De acordo com Oliveira et al. (2020), que avaliou a qualidade nutricional de papinhas infantis comercializadas no país, a maioria dos produtos apresentou alto teor de açúcar, sódio e gordura saturada. Além disso, os produtos avaliados apresentaram baixo teor de fibras e ferro, nutrientes essenciais para a saúde das crianças.

2.8.2 Publicidade em alimentos infantis

O público infantil (lactentes, crianças de primeira infância, pré-escolares e escolares) despertou a atenção da indústria alimentícia, correspondendo a um nicho de mercado bastante atrativo, pois os familiares optam por alternativas mais práticas pela facilidade na rotina (SILVA et al., 2017).

Freitas (2019) observando a influência da mídia na alimentação infantil, constatou a grande quantidade de publicidade de alimentos altamente calóricos direcionada ao público infantil e a relação com os índices de obesidade infantil, que é considerada um grave problema de saúde pública.

Em 2016, a Assembleia Mundial da Saúde aprovou a orientação da Organização Mundial de Saúde - OMS sobre o fim da promoção inadequada de alimentos para lactentes e crianças da primeira infância. A orientação pedia restrições à comercialização de alimentos complementares comerciais que interfiram na amamentação, contribuam para obesidade e

doenças crônicas não transmissíveis, criam dependência de produtos comerciais ou enganam os pais com alegações de saúde e nutrição (HUTCHINSON et al., 2021).

A Lei da Proibição da Publicidade de Alimentos Infantis, também conhecida como "Lei da Alimentação Saudável", foi sancionada no Brasil em 2010 como uma medida para proteger a saúde das crianças e combater a obesidade infantil. Essa lei proíbe a veiculação de publicidade de alimentos com alto teor de açúcar, gorduras saturadas, gorduras trans, sódio e baixo valor nutricional em programas de televisão, rádio e internet voltados para crianças de até 12 anos (Figura 6) (BRASIL, 2016).

Figura 6 – Publicidade proibida em alimentos infantis.



Apresentação das formas e tipos de publicidades proibidas em Lei. Fonte: Observatório de publicidade de alimentos (2023). Disponível em: < <https://publicidadedealimentos.org.br/publicidade-infantil/> > Acesso em: 10/03/2023.

O marketing utilizado nas mídias forma vínculos emocionais com as crianças à medida que estes usam desenhos animados, personagens infantis e brindes e expõe este público e seus familiares a uma publicidade invasiva e capaz de prejudicar qualquer aconselhamento de bons hábitos alimentares que profissionais da saúde possam realizar com as famílias (REIS et al., 2022).

2.9 NORMAS PARA A ROTULAGEM DE ALIMENTOS NO BRASIL

O Brasil foi um dos primeiros países a adotar a rotulagem nutricional obrigatória como parte da estratégia para promoção da alimentação adequada e saudável, e também para combater o sobrepeso, por meio de ações regulatórias conduzidas pela Agência Nacional de Vigilância

Sanitária – ANVISA. A rotulagem nutricional no Brasil é definida como toda descrição destinada a informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento e compreende a declaração do valor energético e de nutrientes (DANTAS et al., 2020).

Em 2013 o Ministério da Saúde implantou a Política Nacional de Alimentação e Nutrição - PNAN com objetivo de melhorar as condições de alimentação, nutrição e saúde da população brasileira, mediante as práticas alimentares adequadas e saudáveis, da vigilância alimentar e nutricional e da prevenção e cuidado integral dos agravos relacionados nas redes de atenção do Sistema Único de Saúde (SUS). Algumas das diretrizes da PNAN são o controle e a regulação dos alimentos, que através do monitoramento, contribuem para a oferta de alimentos seguros e adequados nutricionalmente à população, respeitando o direito individual de escolha e decisão sobre os riscos aos quais o indivíduo irá se expor; sendo a rotulagem nutricional um instrumento primordial para alcance deste propósito (BRASIL, 2013).

Em 2018, a ANVISA apresentou o Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre Rotulagem Nutricional, fornecendo subsídios técnicos para reforçar a prioridade de intervenção regulatória na revisão da rotulagem nutricional e facilitar o uso da mesma para a realização de escolhas alimentares pelos consumidores brasileiros (BRASIL, 2018).

2.9.1 Conceitos dos açúcares totais, açúcares adicionados e açúcares livres descritos em rótulos

Os açúcares totais são todos os carboidratos monossacarídeos como glicose, frutose e galactose, dissacarídeos como sacarose (glicose mais frutose) e lactose (glicose mais galactose). No entanto, é interessante evidenciar dois tipos de açúcares: Os intrínsecos, que são aqueles presentes naturalmente na estrutura celular dos alimentos, principalmente nas frutas e vegetais; e os açúcares de adição, que são açúcares e xaropes adicionados aos alimentos durante o processamento ou preparação, sendo que os açúcares de adição são acrescidos às preparações para provocar melhor aspecto e sabor (REIS et al., 2022).

Vários ingredientes podem ser utilizados para este fim, incluindo sacarose, frutose, glicose, xarope de alto teor de frutose ou sucos de frutas concentrados, alguns deles também presentes naturalmente nos alimentos. As formas mais comuns de adição de açúcar são a sacarose (açúcar de mesa) e o xarope de milho com alto teor de frutose, cada um contém os açúcares simples glicose e frutose (DINICOLANTONIO et al., 2017).

Algumas pesquisas relatam a ingestão de sacarose como a única informação sobre a ingestão de açúcar. No entanto, a sacarose não deve ser confundida com açúcares adicionados nem com açúcares totais, pois vários outros açúcares podem ser adicionados aos alimentos e a sacarose está também naturalmente presente em alimentos como frutas (AZAÏS-BRAESCO et al., 2017; IOBBI, 2018).

São considerados açúcares livres os monossacarídeos (como glicose e frutose) e dissacarídeos (como sacarose) extraídos da cana de açúcar, beterraba e milho e adicionados em preparações culinárias ou na elaboração de alimentos ou bebidas processadas (ou açúcares de adição) e os açúcares naturalmente presentes em mel, xaropes e sucos de frutas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2015).

2.9.2 Resolução da Diretoria Colegiada nº 429/2020 e Instrução Normativa nº 75/2020

Em 2020 foi publicada a nova Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 429/2020 que dispõe sobre a rotulagem de alimentos embalados, e a Instrução Normativa nº 75/2020 que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados na ausência dos consumidores (BRASIL, 2020).

Conforme a RDC, os nutrientes que passam a ter declaração obrigatória na tabela nutricional, são: carboidratos, açúcares totais, açúcares adicionados, proteínas, gorduras totais, saturadas e trans, fibra alimentar, sódio, além do conteúdo energético e qualquer outro nutriente que seja objeto de alegações nutricionais, funcionais ou de saúde (BRASIL, 2020). No capítulo I, no § art. nº 3, da RDC 429/2020 está definido os açúcares totais e açúcares adicionados como:

Os açúcares totais são descritos como todos os monossacarídeos e dissacarídeos presentes no alimento que são digeridos, absorvidos e metabolizados pelo ser humano, excluindo os polióis e açúcares adicionados são definidos como todos os monossacarídeos e dissacarídeos adicionados durante o processamento do alimento, incluindo as frações de monossacarídeos e dissacarídeos oriundos da adição dos ingredientes açúcar de cana, açúcar de beterraba, açúcares de outras fontes, mel, melaço, melado, rapadura, caldo de cana, extrato de malte, sacarose, glicose, frutose, lactose, dextrose, açúcar invertido, xaropes, maltodextrinas, outros carboidratos hidrolisados e ingredientes com adição de qualquer um dos ingredientes anteriores, com exceção dos polióis, dos açúcares adicionados consumidos pela fermentação ou pelo escurecimento não enzimático e dos açúcares (BRASIL, 2020).

A declaração da tabela de informação nutricional deve estar localizada em uma única superfície contínua da embalagem e no mesmo painel da lista de ingrediente. Ainda em relação à tabela nutricional, os novos regulamentos estabeleceram que as quantidades de nutrientes devem ser calculadas por 100 g (ou 100 mL) do alimento e por porção e medida caseira correspondente, conforme definido no anexo V da IN 75/2020. Além disso, a tabela deverá ter

letras pretas em fundo branco e estar localizada próxima à lista de ingredientes (ANVISA, 2020). O número de porções por embalagem também deverá ser informado conforme destacado na Figura 7.

Figura 7- Tabela de informação nutricional.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 000 porções			
Porção: 000g (medida caseira)			
	100g	000g	%VD*
Valor energético (kcal)			
Carboidratos totais (g)			
Açúcares totais (g)			
Açúcares adicionados (g)			
Proteínas (g)			
Gorduras totais (g)			
Gorduras saturadas (g)			
Gorduras trans (g)			
Fibra alimentar (g)			
Sódio (mg)			
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.			

Novo formato da tabela de informação nutricional de acordo com a RDC 429/2020.

Fonte: BRASIL (2020).

A frase que vem abaixo da tabela nutricional “* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal” não constará mais nas tabelas nutricionais, dando lugar para a frase “*Percentual de valores diários fornecidos pela porção”, conforme definido no § 5º, Art. 12 da RDC 429/2020.

Os termos autorizados para alegações nutricionais devem corresponder aos atributos nutricionais estabelecidos no Anexo XIX da IN 75, a saber: baixo, muito baixo, não contém, sem adição, alto conteúdo, fonte, reduzido e aumentado. Sendo que, para cada um desses atributos, as quantidades limites que devem ser atendidas em relação a cada nutriente declarado, bem como a terminologia permitida na rotulagem estão definidas no anexo XX da mesma IN (critérios de composição e de rotulagem). A declaração de alegações nutricionais para os açúcares, estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de composição de açúcares nos rótulos.

Atributos nutricionais	Critérios de composição	Declarações para rotulagem quando não atender
Não contém	Nenhum açúcar é declarado com valores superiores a zero na tabela de informação nutricional	“(*) Fornece quantidades não significativas de açúcares”
Baixo		

	Máximo de 5 g por porção de referência, para porções maiores que 30 g ou ml, e por embalagem individual, quando for o caso; ou máximo de 5 g por 50 g ou ml, para porções de referência menores ou iguais a 30 g ou ml, e por embalagem individual, quando for o caso	“Este não é um alimento baixo ou reduzido em valor energético”
Sem adição de	O alimento não contém açúcares adicionados; o alimento não contém ingredientes que contenham açúcares adicionados; o alimento não contém ingredientes que contenham naturalmente açúcares e que sejam adicionados aos alimentos como substitutos dos açúcares para fornecer sabor doce	“Contém açúcares próprios dos ingredientes”
Reduzido	Redução mínima de 25%; e diferença absoluta em relação ao alimento de referência deve ser no mínimo 5 g de açúcares por porção de referência.	“Este não é um alimento baixo ou reduzido em valor energético”

Critérios para a composição de açúcares na declaração de rotulagem de alimentos.

Fonte: BRASIL (2020).

A rotulagem nutricional frontal, conforme modelo da lupa (Figura 8), deve constar na parte superior do painel principal sempre que houver um dos três nutrientes especificados (açúcar adicionado, gordura saturada ou sódio) em quantidade igual ou superior ao limite estabelecido para cada nutriente, os quais constam no Anexo XV da IN 75/2020 e podem ser visualizados no Quadro 3.

Figura 8 – Rotulagem nutricional frontal.



Nova rotulagem nutricional frontal com modelo de lupa. Fonte: BRASIL, 2020.

Quadro 3 – Valores limites da rotulagem frontal

Item	Alimento sólido ou semissólido (100g)	Alimento líquido (100 ml)
Açúcar adicionado	≥ 15 g	$\geq 7,5$ g
Gordura saturada	≥ 6 g	≥ 3 g
Sódio	≥ 600 mg	≥ 300 mg

Valores limites para fins de declaração da rotulagem nutricional frontal. Fonte: Adaptado de ANVISA (2020).

A rotulagem nutricional frontal é vedada a determinados alimentos, como alimentos *in natura* (frutas, hortaliças, cereais, ovos, carnes, pescado, leite e derivados), fórmulas infantis, dietoterápicas e enterais, suplementos, bebidas alcoólicas, aditivos e coadjuvantes, assim como aqueles destinados exclusivamente ao processo industrial ou serviços de alimentação, conforme listados no anexo XVI da mesma IN (BRASIL, 2020).

Dois anos após a publicação da RDC nº 429/2020 e da IN nº 75/2020, todos os novos produtos que entraram no mercado a partir da data 09/10/2022 devem atender a essa nova legislação. Os alimentos que se encontram no mercado têm prazo de adequação até novembro de 2023 e para os alimentos produzidos de forma artesanal, seja por agricultor familiar ou empreendedor familiar rural, empreendimento econômico solidário, microempreendedor individual ou agroindústria de pequeno porte, o prazo se estende por mais dois anos, até novembro de 2024 (BRASIL, 2022).

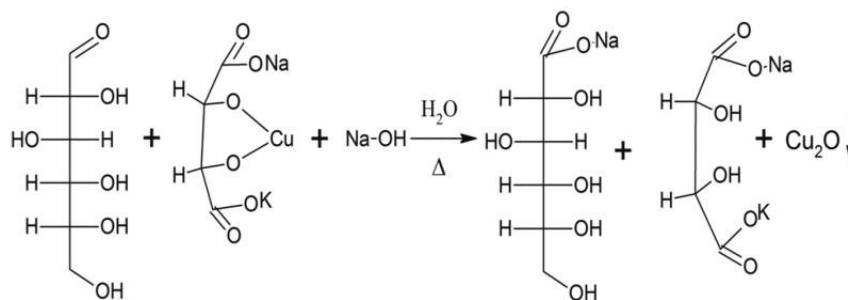
2.10 METODOLOGIAS PARA ANÁLISE DE AÇÚCARES EM ALIMENTOS

2.10.1 Método de Fehling e Lane-Eynon

O químico alemão Herman von Fehling (1812-1885), em 1848, elaborou um método para determinar os açúcares redutores totais em um xarope, usando uma solução de tartarato alcalino e sulfato de cobre – que ficou conhecida como titulação de Fehling. Portanto, isso significou que a indústria de xaropes infantis de glicose tinha um método para determinar o total de açúcares redutores presentes neles, e utilizou esse método por mais de 100 anos para execução e caracterização dos seus produtos. No entanto, o método de Fehling apresentou desvantagens importantes, e uma delas foi a determinação do ponto final da titulação, que levou a ocorrência de mudanças em 1923, por dois químicos britânicos chamados por Joseph Henry Lane (1883–1951) e Lewis Eynon (1878–1961), ambos com experiência em tecnologia de beterraba açucareira e que dirigiam sua própria consultoria analítica (estabelecida em 1910). Lane e Eynon sugeriram a adição de azul de metileno como indicador interno para melhorar o reconhecimento do ponto final, e o método de Fehling ficou então conhecido como método de Lane e Eynon (HULL, 2010).

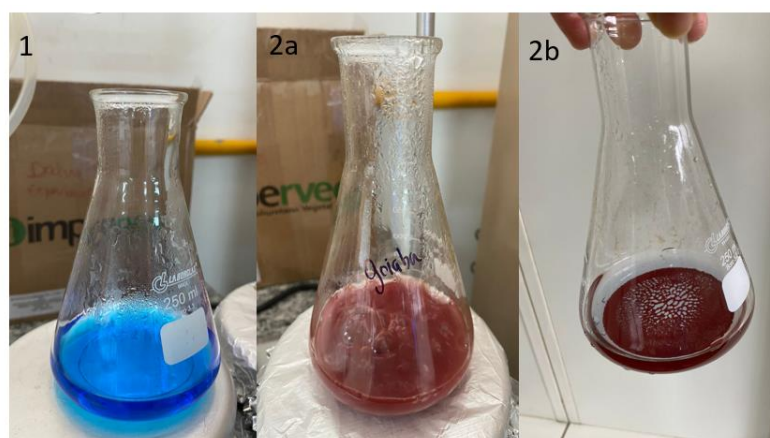
A determinação do teor de açúcares redutores e não redutores realizada pelo método volumétrico de Lane-Eynon (método AOAC 968.281), está baseada no poder redutor dos carboidratos, que irá produzir precipitados com coloração, que serão quantificados. Para a detecção de açúcares não redutores, como a sacarose, a solução de açúcar deve ser primeiro hidrolisada, convertendo a sacarose em glicose e frutose (SINGANA & SUMA, 2020; SEWWANDI et al., 2020).

A reação ocorre devido a redução do reagente de cobre alcalino – denominado por reagente de Fehling - a óxido cuproso (Cu_2O). O reagente de Fehling perde a sua cor inicial de azul primitivo para um tom avermelhado originado pela reação de redução. Essa mudança na coloração, se deve ao fato de que o tartarato, ao unir-se ao cobre, forma um complexo solúvel com cor vermelho tijolo (Figura 9) (TAVARES et al., 2010).

Figura 9- Reação de Fehling.

O reagente de Fehling é reduzido por aldoses ou cetoses (presentes nas estruturas dos açúcares) transformando-o em um sal cuproso vermelho, que se precipita. Fonte: Adaptado de Tavares et al. (2010).

A solução de açúcar é adicionada vagarosamente por uma bureta de Fehling a uma mistura em ebulição das soluções A e B de Fehling. Próximo ao ponto de viragem é adicionado uma solução aquosa de azul de metileno, que ao sofrer redução, muda a cor da solução de azul para incolor no ponto de viragem. No entanto, como critério de positividade da reação verifica-se a formação de precipitado de óxido cuproso (Figura 10) (TAVARES et al., 2010).

Figura 10– Método de Lane-Eynon para quantificação de açúcares.

1. Solução A e B no erlenmayer - coloração azul. 2a. Ponto viragem com formação de vermelho tijolo. 2b. Solução incolor com a formação do precipitado de óxido cuproso. Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Para uma maior exatidão dos resultados, existem fatores importantes a serem seguidos neste método como, a solução estar em constante ebulição durante a titulação, porque o Cu_2O formado pode ser novamente oxidado pelo oxigênio (O_2) do ar e tornar azul, e também, a titulação deve levar no máximo três minutos para evitar a decomposição dos açúcares pelo aquecimento (TAVARES et al., 2010; PASSOS et al., 2010).

Essa técnica é amplamente utilizada para a quantificação de açúcares, especialmente a sacarose, no entanto, deve ser executada com cautela para evitar erros de preparo antecipado

do reagente de Fehling, tempo de ebulição incorreto ou até mesmo erro no momento da adição dos reagentes (DORNEMANN, 2016).

2.10.2 Refratometria e sólidos solúveis totais em graus Brix

A refratometria é uma técnica precisa e amplamente utilizada para medir o teor de sólidos solúveis totais - SST em diversas amostras, incluindo sucos de frutas, bebidas, xaropes e geleias. A refratometria é uma técnica analítica amplamente utilizada na indústria alimentícia para a análise de açúcares em diversas amostras. Muitos estudos têm sido realizados para aprimorar e aplicar essa técnica, resultando em avanços significativos na área (GOMEZ & NAVARRO, 2010; DORNEMANN, 2016).

Em estudo realizado por Gomez & Navarro (2010) a refratometria foi usada para determinar o teor de açúcar em amostras de frutas. Os pesquisadores observaram que a técnica é rápida, simples e precisa, tornando-se uma alternativa viável para a análise de açúcares em amostras de frutas. Também pode ser usada para medir a concentração de açúcar em bebidas energéticas, como uma ferramenta eficaz para monitorar a qualidade de bebidas energéticas (SAMAPUNDO et al., 2014). Este método pode ser usado para avaliar amostras de mel para garantir a qualidade do mel (WANG et al., 2017). Além disso, serve também em amostras de xarope de milho, para garantir a qualidade do xarope quanto a concentração de açúcares (AN et al., 2020). Em um estudo recente, a refratometria foi usada como uma ferramenta eficaz para monitorar a qualidade de frutas congeladas (LIU et al., 2023).

O teor de sólidos solúveis é uma medida importante da qualidade dos alimentos, pois pode indicar a maturação, sabor e textura de uma amostra. Os estudos recentes destacam a importância do SST na avaliação da qualidade dos alimentos e mostram que essa medida pode ser usada como um indicador para prever a vida útil e a qualidade dos alimentos (ZSIVANOVITS et al. 2020; CHEN et al., 2022).

O grau Brix (°Bx) é a unidade de medida mais comum para o teor de sólidos solúveis em alimentos, e é amplamente utilizado na indústria alimentícia para avaliar a qualidade dos produtos. Este, por sua vez, é definido como a percentagem de sacarose em peso em uma solução. Isso significa que 1 °Bx é igual a 1 grama de sacarose em 100 gramas de solução (DORNEMANN, 2016; SANTIAGO, 2022).

A medição do grau Brix pode ser feita utilizando um refratômetro, um instrumento óptico que mede o índice de refração da luz que passa por uma solução. Para medir o grau Brix

de uma amostra, basta colocar algumas gotas da solução no prisma do refratômetro e ler o valor na escala de graus Brix (Figura 11) (SANTOS et al., 2021).

Figura 11- Análise de teor de sólidos solúveis totais por um refratômetro.



1. Equipamento da marca ATC utilizado nas análises de teor de sólidos solúveis. **2.** Amostra em análise no prisma do refratômetro. Fonte: Autora (2022).

Um dos benefícios da medição em graus Brix é a possibilidade de comparar o teor de sólidos solúveis de diferentes amostras. Por exemplo, uma amostra de suco de laranja com 12 °Bx terá um teor de açúcar equivalente a uma solução de sacarose de 12%. Isso significa que é possível avaliar se uma amostra de suco de laranja está mais ou menos doce do que outra amostra de suco de laranja com um teor de Brix diferente. Além disso, o grau Brix também é utilizado para avaliar a qualidade de outros produtos alimentícios, como vinhos, cervejas e xaropes. Em vinhos, por exemplo, o grau Brix é uma medida do teor de açúcar das uvas antes da fermentação, o que pode indicar o potencial alcoólico do vinho (LI et al., 2020; SANTOS et al., 2021).

2.10.3 Espectrometria de Massas - MS

A espectrometria de massas tem sido amplamente utilizada para a análise de açúcares em alimentos, permitindo a identificação e quantificação de compostos complexos com alta precisão e sensibilidade (GARCIA-CAMPANA et al., 2020).

A análise de açúcares em alimentos é de grande importância na determinação da qualidade e autenticidade dos alimentos (KUMAR et al., 2021). A espectrometria de massas é

uma técnica analítica valiosa para essa finalidade, permitindo a identificação de açúcares específicos e a determinação da sua concentração em diferentes matrizes alimentares (LI et al., 2021). A alta sensibilidade e resolução tornam-na uma técnica valiosa na identificação de adulterantes em alimentos (TENG et al., 2021).

A análise de espectrometria de massas para açúcares em alimentos envolve geralmente as seguintes etapas:

1. A preparação da amostra: A amostra é preparada por meio de extração dos açúcares de interesse. Dependendo da matriz do alimento, diferentes métodos de extração podem ser utilizados (ZHANG & CUI, 2021).
2. Separação cromatográfica: Os açúcares extraídos são separados cromatograficamente antes da análise de espectrometria de massas. A cromatografia mais comumente utilizada é a cromatografia líquida (LC) (GÓMEZ-RUIZ et al., 2021).
3. Análise de espectrometria de massas: Os açúcares separados cromatograficamente são ionizados e fragmentados por meio da espectrometria de massas. A técnica mais comumente utilizada é a espectrometria de massas por ionização por *electrospray* (ESI-MS) ou por ionização por matriz assistida por laser (MALDI-MS) (LEE & KIM, 2021).
4. Identificação e quantificação: Os fragmentos gerados pela espectrometria de massas são analisados e comparados com bancos de dados de espectros de açúcares conhecidos para identificar e quantificar os açúcares presentes na amostra (LEE & KIM, 2021).
5. Validação: A validação do método analítico é realizada para garantir a precisão e a exatidão da análise (PELLEGRINO & SCHMITT-KOPPLIN, 2021).

2.10.4 Espectrometria de Massas por ionização por eletrospray – ESI/MS

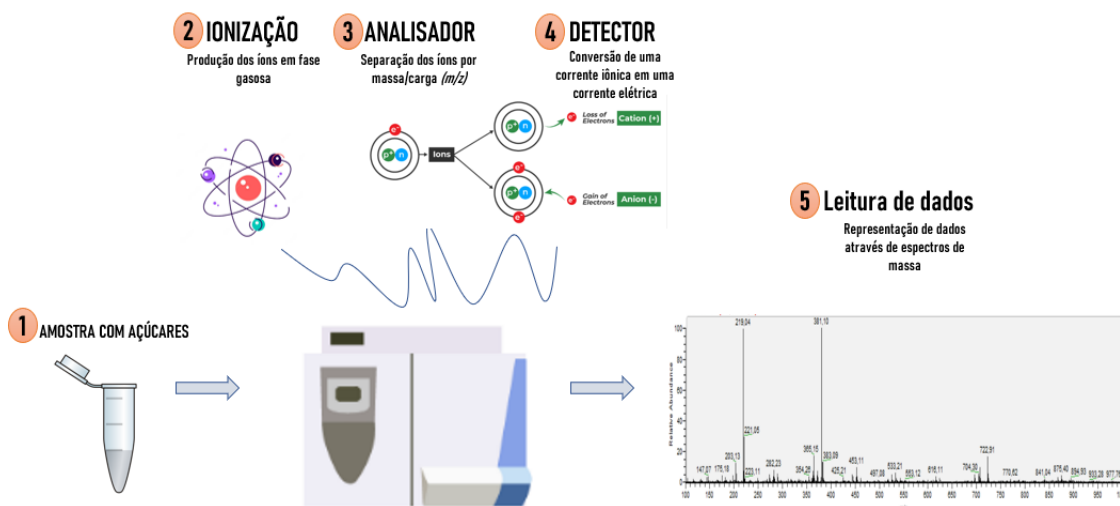
A espectrometria de massas por ionização por eletrospray – ESI/MS é uma técnica analítica que permite a ionização e análise de compostos em solução. A técnica foi desenvolvida por Fenn e colaboradores em 1989, e é amplamente utilizada em várias áreas de pesquisa, incluindo a química, bioquímica, farmacologia e análise de alimentos (CÂMARA et al., 2019).

O princípio básico da ESI/MS é a geração de íons a partir de moléculas presentes na solução de amostra por meio da aplicação de um potencial elétrico. A técnica utiliza um nebulizador para gerar gotículas de amostra em solução, que são carregadas eletricamente e posteriormente desidratadas para formar íons gasosos. Os íons resultantes são então transferidos para a região de análise do espectrômetro de massas, onde são separados de acordo com suas massas (ZHENG et al., 2019).

A ESI/MS é particularmente útil para a análise de compostos de baixa massa molecular, como os açúcares presentes em alimentos (Figura 12). A técnica permite a análise de açúcares

em misturas complexas, como sucos, frutas, vegetais e outros alimentos. Além disso, a ESI-MS pode ser utilizada para análise de açúcares em diferentes formas químicas, incluindo monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos (SARTORI et al., 2020).

Figura 12- Esquema de análise de açúcares por um espectrômetro de massas.



(1-2) Uma solução contendo açúcares é nebulizada e ionizada por um campo elétrico em um nebulizador ESI. (3) Os íons gerados são então transferidos para um analisador de massa, onde são separados de acordo com suas massas, e (4) detectados por um detector de íons. (5) Os dados obtidos são processados e interpretados para identificação e quantificação dos açúcares presentes na amostra. Fonte: elaborada pela autora (2022).

Várias aplicações da ESI-MS para análise de açúcares em alimentos foram relatadas na literatura científica. Por exemplo, a técnica foi utilizada para a identificação e quantificação de açúcares em sucos, vinhos, frutas, cereais e outros alimentos. Além disso, a ESI/MS tem sido utilizada em estudos de digestão de carboidratos em alimentos (FERRANTI et al., 2021).

2.10.4 Ressonância Magnética Nuclear – RMN

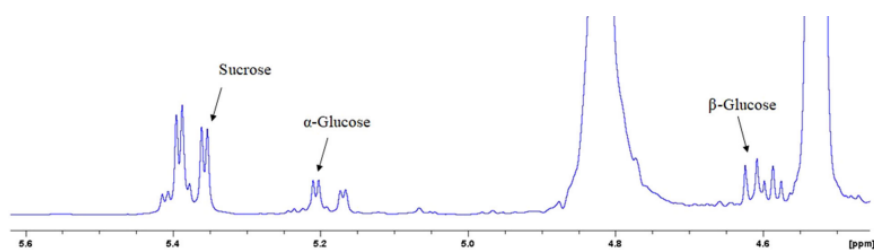
A análise por RMN tem se mostrado uma alternativa à quantificação por HPLC (High Performance Liquid Chromatography), pois este método requer padrões analíticos específicos e detectores adequados ao analito que se tem interesse, bem como a construção de uma curva analítica com faixa de trabalho adequada à concentração deste analito. A RMN se baseia na resposta de núcleos específicos dos compostos com SPIN diferente de zero em análise. Portanto, um material de referência de um composto diferente pode ser utilizado como padrão,

desde que este padrão de referência apresente o núcleo utilizado na análise, por exemplo, hidrogênio (^1H). Essa propriedade é vantajosa quando não há material de referência disponível para o composto em análise (QU & JIN, 2022; NAVARRO et al., 2020).

Essa metodologia é baseada no princípio da reciprocidade, que afirma que a intensidade do sinal de RMN é inversamente proporcional ao comprimento do pulso de 90° . A possibilidade de usar uma referência eletrônica que não seja um padrão interno elimina a interação indesejada entre a amostra e o padrão. É possível medir várias amostras usando apenas uma referência para cada sonda de RMN. Consequentemente, o RMN pode ser explorado como uma técnica primária. O método ERETIC2 (*Electronic Reference to access in vivo Concentrations 2*), se baseia na determinação da concentração baseada no comprimento do pulso (PULCON), e tem sido empregado nas análises de quantificação por RMN (PRESTES et al., 2012; TYBURN & COUNTANT, 2016; NAVARRO et al., 2020).

As técnicas de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e a Espectrometria de Massas (MS), têm sido empregadas amplamente como alternativa para avaliar perfis químicos qualitativos e quantitativos de amostras com matrizes complexas, como por exemplo, sucos e vinhos. Souza e colaboradores (2020) identificaram a presença de sacarose e α - e β -glicose em extrato alcóolico de frutos de araçá-boi demonstrados na **Figura 13** (SOUZA et al., 2020).

Figura 13 – Espectro de H-RMN e identificação de açúcares identificados em extrato de fruto.



Fonte: Adaptado de SOUZA (2020).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os teores de açúcares e o cumprimento da legislação em alimentos infantis comercializados em Manaus-AM.

3.2 Objetivos específicos

- Verificar a adequação da tabela nutricional, em relação aos açúcares, segundo a resolução sobre a rotulagem nutricional de alimentos embalados;
- Analisar o teor de açúcares em papinhas infantis a base de frutas por diferentes metodologias;
- Identificar quais os principais açúcares presentes em papinhas infantis;
- Ressaltar a importância do controle no consumo de açúcar em alimentos destinados ao público infantil.

4 REFERÊNCIAS

ABDEL-SAYED, A.; BINNENDIJK, G. P.; VERHOEVEN, A. J.; & TACK, C. J. **Glicose consumption in type 2 diabetes mellitus: a systematic review.** Netherlands Journal of Medicine, 75(7), 281-287. 2017.

AL-BELTAGI, M.; SAEED, N. K.; BEDIWY, A. S.; & ELBELTAGI, R. **Cow's milk-induced gastrointestinal disorders: From infancy to adulthood.** World journal of clinical pediatrics, 11(6), 437–454. 2022.

ALENCAR, V.Y.C; LUCAS, Y.C.R.; LUNA, R.C.P.; BARROS, N.V.A.; CAVALCANTE, R.M.S.; SANTOS, G.M. **Análise da informação nutricional quanto ao teor de sódio e açúcar em produtos destinados ao público infantil.** Research, Society and Development, v. 9, n. 8, e68985131, 2020.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. **The Role of the Pediatrician in the Oral Health of Children.** Pediatrics, 144(6), e20190847. 2019.

AN, J.; LI, J.; LI, Y.; WANG, Y.; & CHEN, J. **Development of a refractometry-based method for rapid and accurate determination of sugar content in corn syrup.** Food Chemistry, 310, 125968. 2020.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. . **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists.** 20th ed. Maryland/USA, 2016.

ARAÚJO, F.M.L.; SILVA, L.R.B.; SOUZA, M.L.R. **Modulação dos níveis de insulina pelo consumo de carboidratos e os efeitos no tecido adiposo durante o emagrecimento: uma revisão.** Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento, 16(100), 200-216. 2022.

ARAÚJO, N.R.; FREITAS, F.M.N.O.; LOBO, R.H. **Formation of eating habits in early childhood: benefits of healthy eating.** Research, Society and Development, v. 10, n. 15, e238101522901, 2021.

AWAD, R.; KOWASH, M.; HUSSEIN, I.; SALAMI, A.; ABDO, M.; & AL-HALABI, M. **Sugar content in infant formula: Accuracy of labeling and conformity to guidelines.** International J. of paediatric dentistry, 33(1), 63–73. 2023.

AZAÏS-BRAESCO, V.; SLAMA, G.; DOUCET, C. **A review of total & added sugar intakes and dietary sources in Europe.** Nutrition Journal, v. 16, n. 1, p. 6, 2017.

BARCLAY, A. W. & BRAND-MILLER, J. **The Australian paradox: A substantial decline in sugars intake over the same timeframe that overweight and obesity have increased.** Nutrients, 3(4), 491-504. 2011.

BOTELHO, K.H.M. **Espectrometria de massas com ionização por paper spray e métodos quimiométricos aplicados à identificação de adulterações em açúcar e óleo de coco.** Dissertação de Mestrado- Química, Instituto de Ciências Exatas. Universidade Federal de Minas Gerais. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Gerência Geral de Alimentos: relatório de análise de impacto regulatório sobre rotulagem nutricional.** Brasília, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Lei nº 13.257, de 8 de março de 2016.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao/#/detalhamento/239870>. Acesso em: 04/09/2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório preliminar de análise de impacto regulatório sobre rotulagem nutricional.** Brasília, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC no 429, de 8 de outubro de 2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados.** Brasília, 2020. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_.pdf/9dc15f3a-db4c-4d3f-90d8-ef4b80537380>. Acessado em: 17/05/2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre Rotulagem Nutricional.** Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição.** Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de alimentação e nutrição.** Brasília, 2013. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf> Acessado em: 06/09/2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia alimentar para crianças brasileiras menores de dois anos – versão resumida.** Brasília, 2021. In: <https://aps.saude.gov.br/biblioteca/visualizar/MTQ1NQ==>. Acessado em: 22/09/2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN).** 2020. Disponível em: <<https://sisvan.saude.gov.br/>>. Acessado em: 25/03/2023.

BRAY, G. A.; NIELSEN, S. J.; & POPKIN, B. M. **Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity.** The American Journal of Clinical Nutrition, 79(4), 537-543. 2013.

CALCATERRA, V.; CENA, H.; MAGENES, V. C.; VINCENTI, A.; COMOLA, G.; BERETTA, A.; DI NAPOLI, I.; & ZUCCOTTI, G. **Sugar-Sweetened Beverages and Metabolic Risk in Children and Adolescents with Obesity: A Narrative Review.** *Nutrients*, 15(3), 702. 2023.

CÂMARA, J. S.; CUNHA, S. C.; AMARAL, J. S.; & OLIVEIRA, M. B. **Advances in mass spectrometry-based analysis of carbohydrates in food products.** *Trends in Food Science & Technology*, 89, 195-207. 2019.

CARVALHO, C.A.; FONSECA, P.C.A.; NOBRE, L.N.; SILVA, M.A.; PESSOA, M.C.; RIBEIRO, A.Q; PRIORE, S.E.; FRANCESCHINI, S. **Fatores associados aos padrões alimentares no segundo semestre de vida.** *Ciência & Saúde Coletiva*. 2020; 25 (2): 449-59. 2020.

CHANDEL, N. S. **Carbohydrate Metabolism.** Cold Spring Harbor perspectives in biology, 13(1), a040568. 2021.

CHEN, X.; CHENG, S.; MA, L.; & LIU, G. **Evaluation of fruit jam quality by total soluble solids content and principal component analysis.** *Food Analytical Methods*, 13(2), 427-434. 2020.

CLEARY, J.; DALTON, S. M.; HARMAN, A.; & WRIGHT, I. M. **Current practice in the introduction of solid foods for preterm infants.** *Public Health Nutrition*, p. 1–8. 2019.

CORSELLO, A.; PUGLIESE, D.; GASBARRINI, A.; ARMUZZI, A. **Diet and Nutrients in Gastrointestinal Chronic Diseases.** *Nutrients*. 12; 2020.

DA SILVA, L. C. A.; LAFETÁ JUNIOR, J. A. Q.; LEITE, M. O.; FONTES, E. A. F.; & COIMBRA, J. S. R. **Comparative appraisal of HPLC, Chloramine-T and Lane-Eynon**

methods for quantification of carbohydrates in concentrated dairy products. International Journal of Dairy Technology. 2020.

DANTAS, F.B.; ARAÚJO, M.T.; GOMES, G.L.; BALTAR, V.T.; SANTOS, K. T.; ANACLETO, A.C.; OLIVEIRA, A.K.S.; OLIVEIRA, B.F.L; MOURA, F.A.; RAMOS, N.G.; SOARES, T.A.; OLIVEIRA, T.B. **Consumption of added sugars among Brazilian children and adolescents: a systematic review and meta-analysis.** British Journal of Nutrition, v. 123, n. 6, p. 629-639, 2020.

DENTI, I.A.; CICHOTA, L.C.; VEDOVATTO, A. **Evidências dos efeitos da ingestão de frutose na gestação de ratas wistar.** Perspectiva, Erechim. v. 43, n.161, p. 29-40. 2019.

DINICOLANTONIO, J. J.; O'KEEFE, J. H.; & WILSON, W. L. **Sugar addiction: is it real? A narrative review.** British Journal of Sports Medicine, 52(14), 910–913. 2017.

EPNER, M.; YANG, P.; WAGNER, R. W.; & COHEN, L. **Understanding the Link between Sugar and Cancer: An Examination of the Preclinical and Clinical Evidence.** Cancers, 14(24), 6042. 2022.

FACIONI, M. S., RASPINI, B., PIVARI, F., DOGLIOTTI, E., & CENA, H. **Nutritional management of lactose intolerance: the importance of diet and food labelling.** Journal of translational medicine, 18(1), 260. 2020.

FAUSTINO-SILVA, D. D.; BENTO, V. F.; CAVALCANTI, A. M.; & NUNES, A. R. **Association between sugar-sweetened beverages and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis.** BMJ Open Diabetes Research and Care, 7(1), e000751. 2019.

FERNANDES, A.S.M. **Má absorção de frutose: o impacto na microbiota intestinal.** Dissertação de mestrado em ciências farmacêuticas. Faculdade Ciências da Saúde.

Universidade Fernando Pessoa. Porto, 2020. Disponível em: <
https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/9553/1/PPG_36565.pdf>. Acessado em: 10/11/2022.

FERRANTI, P.; ADDEO, F.; CHIANESE, L.; & SICILIANO, R. A. **The role of mass spectrometry in food glycomics: from structure elucidation to function prediction.** Journal of Proteomics, 243, 104272. 2021.

FIDLER MIS, N.; BRAEGGER, C.; BRONSKY, J.; CAMPOY, C.; DOMELLÖF, M.; EMBLETON, N. D.; HOJSÁK, I.; HULST, J.; INDRIIO, F.; LAPILLONNE, A.; MIHATSCH, W.; MOLGAARD, C.; VORA, R.; FEWTRELL, M. & ESPGHAN COMMITTEE ON NUTRITION. **Sugar in Infants, Children and Adolescents: A Position Paper of the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition.** Journal of pediatric gastroenterology and nutrition. v. 65, 6: 681-696. 2017.

FONTAN, J. S. & AMADIO, M.B. **O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v. 21, n. 2, p. 153-157. 2015.

FRAYN, K. N. **Metabolic pathways: carbohydrate metabolism.** Journal of Endocrinology, 204(1), 17-25. 2010.

FREEMAN, C.R.; ZEHRA, A.; RAMIREZ, V.; WIERS, C.E.; VOLKOW, N.D.; WANG, G.J. **Impact of sugar on the body, brain, and behavior.** Front Biosci (Landmark Ed). 23(12):2255-2266. 2018.

FREITAS, D. C. M.; FARIA, C.E.; SILVA, K.A.S.; FIGUEIREDO, N.C.F.; SABOYA, S.C.; GUEDES, T.G. **Alimentos industrializados para lactentes e crianças de primeira infância: riscos e benefícios.** Revista Paulista de Pediatria, v. 37, n. 4, p. 489-496, 2019.

GARCIA-CAMPANA, A. M.; CREGO, A. L.; & MARINA, M. L. **Mass spectrometry in food analysis.** Analytical and Bioanalytical Chemistry, 412(1), 53-54. 2020.

GASPAR, E. M. S. M.; LOPES, J. F.; GYAMFI, D.; & NUNES, I. S. (N.D.). CHAPTER 24. Food Sources and Analytical Approaches for Maltose Determination. **Dietary Sugars**, 405–424.

GÓMEZ, A. H.; & NAVARRO, J. L. **Determination of soluble solids content in fruits by refractometry: an alternative to traditional methods**. Food Analytical Methods, 3(2), 116–121. 2010.

GÓMEZ-RUIZ, J. Á.; GONZÁLEZ-MONTAÑA, J. R.; LÓPEZ-RUIZ, B.; & RIVAS, J. **Analytical methods for carbohydrates in foods: recent advances and future trends**. Journal of Food Composition and Analysis, 98, 103836. 2021.

GUILHERME MORAES DORNEMANN. **Comparação de Métodos para Determinação de Açúcares Redutores e Não-redutores**. Trabalho de diplomação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Julho de 2016. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/143940>> . Acessado em: 14/12/2022.

HULL, P. History of Glucose Syrups. (n.d.). **Glucose Syrups**, 1–7. Editora Wiley-Blackwell. 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444314748>>. Acesso em: 24/03/2023.

HUTCHINSON, J.; RIPPIN, H.; THREAPLETON, D.; JEWELL, J.; KANAMÄE, H.; SALUPUU, K.; CAROLI, M.; ANTIGNANI, A.; PACE, L.; VASSALLO, C.; LANDE, B.; HILDONEN, C.; RITO, A. I.; SANTOS, M.; GABRIJELCIC BLENKUS, M.; SARKADI-NAGY, E.; ERDEI, G.; CADE, J. E.; & BREDA, J. **High sugar content of European commercial baby foods and proposed updates to existing recommendations**. Maternal & child nutrition, 17(1), e13020. 2021.

IOBBI, S. M. A. **Análise da Rotulagem de Alimentos: Informação Nutricional e Ingredientes.** 2018. 86 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

JEUKENDRUP, A.E. **Multiple transportable carbohydrates and their benefits.** Sports Sci Exchange. Gatorade Sports Science Institute. Vol. 26, No. 108, p. 1-5. 2013.

JÚNIOR, A. D. F. J.; COLARES, G. C.; DE MORAES ROCHA FILHO, I. B.; SOUZA, L. **Doenças crônicas não transmissíveis na infância.** Saúde Dinâmica, 2(2), 38-56. 2020.

KIELY, L. J.; & HICKEY, R. M. **Characterization and Analysis of Food-Sourced Carbohydrates.** Methods in molecular biology (Clifton, N.J.), 2370, 67–95. 2022.

KIM, H. J.; DESAI, A.; & ZOU, S. **Effects of dairy consumption on body weight and body composition among middle-aged and elderly Chinese adults.** Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 115(1), 95-103. 2015.

KUMAR, V.; SABIKHI, L.; & SAHOO, A. K. **Recent advances in mass spectrometry-based analysis of carbohydrates in food.** Trends in Food Science & Technology, 107, 73-84. 2021.

LEE, M. R.; & KIM, Y. **Quantitative analysis of carbohydrates in food using mass spectrometry: a review.** Journal of Food and Drug Analysis, 29(2), 147-163. 2021.

LI, Y. F.; CHENG, Y. F.; HUANG, Y.; CONTI, P. S.; & KIM, E. E. **Radiolabeled galactosylated chitosan as a potential liver sinusoidal endothelial cell-specific targeting material for radiotherapy.** Journal of Controlled Release, 158(2), 245-252. 2012.

LI, Y.; LI, H.; CHEN, G.; & SUN, J. **Advances in mass spectrometry-based methods for analyzing carbohydrates in food.** Food Chemistry, 357, 129780. 2021.

LI, Y.; LI, J.; WANG, Y.; CHEN, J. **Rapid and non-destructive measurement of total soluble solids in fruit.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 176, p. 105639, 2020.

LIMA, A.T.A.; LIMA, C.L.S.; BARBOZA, A.A.A.; LIMA, V.S.; VIANA, K.K.G.; LIRA, S.M. **Influence of early food introduction on the development of childhood obesity: a literature review.** Research, Society and Development, v. 9, n.8, e56984925, 2020.

LIU, Y.; LU, S.; MA, X.; XU, Y.; & WANG, S. **Application of refractometry in evaluating quality of frozen fruits.** Journal of Food Science and Technology, 60(1), 204-211. 2023.

LOPES, W.C.; PINHO, L.; CALDEIRA, A.P.; LESSA, A.C. **Consumo de alimentos ultraprocessados por crianças menores de 24 meses de idade e fatores associados.** Rev. Paul Pediatr. 38: e2018277. 2020.

LUDWIG, D. S.; & NESTLE, M. **Can the food industry play a constructive role in the obesity epidemic?.** JAMA, 300(21), 2537-2541. 2008.

MAMELI, C.; ZUCCOTTI, G. V.; & CARNOVALE, C. **Non-alcoholic fatty liver disease in children exposed to non-nutritive sweeteners: a retrospective study.** Hepatology Communications, 4(11), 1651-1657. 2020.

MANIGLIA, F.P.; SCAVONE, P.C.; BOIANI, M.B.; FRANCO, G.S. **Papinhas infantis naturais e industrializadas no brasil: o que a nutrição e a gastronomia nos revelam?.** Acta Portuguesa de Nutrição. v. 24, p. 22-26. 2021.

MARQUES, T. C. B.; FORTUNATO, D. M. N. **Estudos dos produtos alimentícios para lactentes e crianças de primeira infância: Papinhas doces e Salgadas.** Higiene Alimentar. v.31, n° 272-273. 2017.

MASZTALERZ-KOZUBEK, D.; ZIELINSKA-PUKOS, M. A.; & HAMULKA, J. **Early Feeding Factors and Eating Behaviors among Children Aged 1-3: A Cross-Sectional Study.** Nutrients, 14(11), 2279. 2022.

MORIWAKI, H.; HAGIWARA, A.; TAKASAKI, M.; IZUMI, F.; WATANABE, A.; SHIMIZU, R.; KURIBAYASHI, N.; TOTANI, Y.; & SUZUKI, Y. **Electrospray ionization-mass spectrometric measurement of sake, a traditional Japanese alcohol beverage, for characterization.** Analytical sciences: the international journal of the Japan Society for Analytical Chemistry, 26(3), 379–382. 2010.

MURRAY, R.D. **Savoring Sweet: Sugars in Infant and Toddler Feeding.** Ann Nutr Metab. 70 (3):38-46. 2017.

NAVARRO, D. M. D. L.; ABELILLA, J. J.; STEIN, H. H. **Structures and characteristics of carbohydrates in diets fed to pigs: a review.** Journal of Animal Science and Biotechnology, 10(1). 2019.

NAVARRO, Y., SOENGAS, R., IGLESIAS, M. J., & ORTIZ, F. L. **Use of NMR for the Analysis and Quantification of the Sugar Composition in Fresh and Store-Bought Fruit Juices.** Journal of Chemical Education. 2020.

NIAZ, K.; KHAN, F.; & SHAH, M. A. **Analysis of carbohydrates (monosaccharides, polysaccharides).** Recent Advances in Natural Products Analysis, 621–633. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Diretriz: Ingestão de açúcares para adultos e crianças.** Departamento de Nutrição para a Saúde e o Desenvolvimento. 2015. Disponível em:

< <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/NOTA-DIRECTRIZ-AZUCAR-POR-EDITADO.pdf>> Acessado em: 10/09/2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **A Study of the Availability, Composition and Marketing of Baby Foods in Four European Countries.** World Health Organization; Geneva, Switzerland. **Commercial foods for infants and young children in the WHO European region.** 2019. Disponível em :<<https://apps.who.int/iris/handle/10665/346581>>. Acessado em: 13/01/2023.

PAN, Y.; CAO, S.; JING, J.; ZHAO, X.; ZHENG, Y.; YANG, X.; GUO, K. **Associations of added sugars and sugar-sweetened beverage intake with metabolic health: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies.** *Advances in Nutrition*, v. 13, n. 1, p. 253-269, 2022.

PASSOS, I. A.; SAMPAIO, F. C.; MARTÍNEZ, C. R.; & FREITAS, C. H. **Sucrose concentration and pH in liquid oral pediatric medicines of long-term use for children.** *Pan American journal of public health*, 27(2), 132–137. 2010.

PELEGRINI, A.; BIM, M.A.; SOUZA, F.U.; KILIM, K.S.S; PINTO, A.A. **Prevalence of overweight and obesity in Brazilian children and adolescents: a systematic review.** *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 23: e80352, 2021.

PELLEGRINO, L.; & SCHMITT-KOPPLIN, P. **Advances in mass spectrometry-based metabolomics for food and nutrition research.** *Annual Review of Food Science and Technology*, 12, 523-545. 2021.

PÉREZ-MUÑOZ, C.; CARRETERO-BRAVO, J.; ORTEGA-MARTÍN, E.; RAMOS-FIOL, B.; FERRIZ-MAS, B.; & DÍAZ-RODRÍGUEZ, M. **Interventions in the first 1000 days to prevent childhood obesity: a systematic review and quantitative content analysis.** *BMC public health*, 22(1), 2367. 2022.

PRESTES, ROSILENE A. et al. **Caracterização por ressonância magnética nuclear de sucos de maçã obtidos por preparações enzimáticas.** Química Nova, v. 35, n. 6, pp. 1141-1145. 2012.

QI, X.; & TESTER, R. F. **Lactose, Maltose, and Sucrose in Health and Disease.** Molecular nutrition & food research, 64(8), e1901082. 2020.

QU, QIAN; JIN, LAN. **Application of nuclear magnetic resonance in food analysis.** Food Science and Technology. Campinas, 42, e43622, 2022.

REIS, R.C.M.; SILVA, A.C.F.; GOMES, A.C.C.; OLIVEIRA, A.L.A.; SILVA, A.P.P.; LOPES, A.P.B.; ARAÚJO, É.J.D.S.; MELO, É.S.; NÓBREGA, F.J.; LOPES, G.G.S.; PEREIRA, I.K.C.; GONÇALVES, L.H.T.; SANTOS, M.J.O.; CÂMARA, M.S.C.; BARBOSA, M.F.O.; MARTINS, M.B.; LIMA, N.R.T.; CARVALHO, R.C.; PAIVA, S.M. **Consumo alimentar de crianças assistidas pelas Unidades de Saúde da Família em município do Nordeste brasileiro.** Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 25, e210059, 2022.

ROSA, L.F.B.; NETO, J.C.R. Carboidratos. **Nutrição e metabolismo: aplicados à atividade motora.** 2a ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2012.

ROWAN, M.; MIROSA, M.; HEATH, A. M.; KATIFORIS, I.; TAYLOR, R. W.; & SKEAFF, S. A. **A Qualitative Study of Parental Perceptions of Baby Food Pouches: A Netnographic Analysis.** Nutrients, 14(15), 3248. 2022.

RUIZ-OJEDA, F. J.; PLAZA-DÍAZ, J.; SÁEZ-LARA, M. J.; & GIL, A. **Effects of Sweeteners on the Gut Microbiota: A Review of Experimental Studies and Clinical Trials.** Advances in nutrition (Bethesda, Md.), 10, S31–S48. 2019.

SAHAR, U. **Glycoprofiling of Oligosaccharides of Regular and Lactose-Free Milk by Mass Spectrometry.** Celal Bayar University Journal of Science, 18 (3), 303-308. 2022.

SAMAPUNDO, S.; DE MEULENAER, B.; DEVLIEGHERE, F.; & VAN DURME, J. **Refractometry as a tool to measure sugar concentration in energy drinks.** Journal of Food Engineering, 130, 48-53. 2014.

SANTOS, F. A.; SILVA, A. J.; BORGES, S. V.; & FERREIRA, M. M. **Development and validation of a method for determination of soluble solids content in sugar cane juice by refractometry.** Journal of Food Science and Technology, 58(6), 2146-2152. 2021.

SANTOS, G.L.; GEMMER, E.R.; OLIVEIRA, E.C. **Análise de açúcares totais, redutores e não redutores em refrigerantes pelo método titulométrico de Eynon-Lane.** Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 8, n. 4, p. 186-197. 2016.

SARTORI, M. R.; KOSSEL, K. A.; & GRANATO, D. **Carbohydrates in fruit: A review of analytical methods and their applications.** Food Research International, 137, 109398. 2020.

SCHMIDT, M. I.; DUNCAN, B. B.; E SILVA, G. A.; MENEZES, A. M.; MONTEIRO, C. A.; BARRETO, S. M.; MENEZES, P. R. **Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges.** The Lancet, 377(9781), 1949–1961. 2011.

SERI, K.; SANAI, K.; MATSUO, N.; & KAWAKUBO, K. **Maltose intake and risk of obesity, diabetes, and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis.** Nutrients, 4(11), 1126-1138. 2012.

SEWWANDI, S. D. C.; ARAMPATH, P. C.; SILVA, A. B. G.; JAYATISSA, R. **Determination and Comparative Study of Sugars and Synthetic Colorants in Commercial Branded Fruit Juice Products.** Journal of Food Quality, vol. 2020, p. 1-11, 2020.

SILVA, D.B.; LEAL, E.M; DOS SANTOS, G.M.; OLIVEIRA, J.M.S; SALDANHA, M.N.V.P.; SOUSA, P.V.L; OLIVEIRA, K.K.S.; CAVALCANTE, R.M.S.; BARROS, N.V.A.

Characterization of the effects of fructose in diabetic patients diet. Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR. V.20, n.2, p.140-145. 2017.

SILVEIRA, L.; CANELLA, C.L.; ROCHA, D.S.; SLATER, B.; ZANDONADI, R.P. **Frutose: metabolismo e implicações na saúde.** Revista de Nutrição, v. 31, n. 2, p. 135-148, 2018.

SINGANA, T.; & SUMA, N. K. **An In Vitro Assessment of Cariogenic and Erosive Potential of Pediatric Liquid Medicaments on Primary Teeth: A Comparative Study.** International journal of clinical pediatric dentistry, 13(6), 595–599.2020.

SINGH, J.; KAUR, A.; & KUMAR, A. **Sugar composition, saccharide hydrolyzing enzymes, and 11S globulin in different chickpea genotypes.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63(4), 1193-1200. 2015.

SINU SCIENTIFIC BOARD, & SINU SCIENTIFIC COMMITTEE. **"Front-of-pack" nutrition labeling.** Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD, 31(11), 2989–2992. 2021.

SPANIOL, A.M.; COSTA, T.H.M; BORTOLINI, G.A.; GUBERT, M.B. **Breastfeeding reduces ultra-processed foods and sweetened beverages consumption among children under two years old.** BMC Public Health. 20 (1): 330. 2020.

SOUZA, A.C.L.; RAMOS, A.S.; MAR, J. M. et al. **Alcoholic beverages from araçá-boi fruit: quantification of antioxidant compounds by NMR ERETIC2.** J. Food Sci. Technol., 57, 4733–4738. 2020.

STICK, R.V.; WILLIAMS, S.J. **Disaccharides, Oligosaccharides and Polysaccharides.** Carbohydrates: The Essential Molecules of Life. 321–341. 2009.

TASKINEN, M.; PACKARD, C. J.; BORÉN, J.; PELTONEN, M.; NIKKOLA, E.; O'DONNELL, C.J.; CUTHBERTSON, D. J.; SAARINEN, L.; HASSAN, F.; MÄKINEN, V.; SÖDERLUND, S.; PIETILÄINEN, K. H.; YKI-JÄRVINEN, H. **Low-sugar, high-fiber diet and metabolic syndrome in overweight and obese individuals: A randomized controlled trial.** Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, v. 104, n. 8, p. 3067-3078, 2019.

TAVARES, T.Q.; CARDOSO, R.L.; COSTA, J.A.; FADIGAS, F.S.; FONSECA, A.A. **Interferência do ácido ascórbico na determinação de açúcares redutores pelo método de Lane e Eynon.** Quimica Nova, vol. 33, nº. 4, 805-809, 2010.

TENG, Y.; WANG, J.; & ZHAO, Y. **Detection of adulterants in foods using mass spectrometry-based techniques.** Trends in Analytical Chemistry, 140, 116306. 2021.

TYBURN, J.M.; COUTANT, J. **TopSpin ERETIC2: electronic to access *in vivo* concentration**—User manual 01. 2016.

URIBARRI, J.; WOODRUFF, S.; GOODMAN, S.; CAI, W.; CHEN, X.; PYZIK, R.; YONG, A.; STRIKER, G. E.; & VLASSARA, H. **Advanced glycation end products in foods and a practical guide to their reduction in the diet.** Journal of the American Dietetic Association, 110(6), 911–16.e12. 2010.

VAISERMAN, A. M.; & KOLIADA, A. K. **Early-life sugar consumption and obesity: where is the evidence?.** Pediatric obesity, 15(1), e12609. 2020.

WANG, Y.; HUANG, Z.; CHEN, X.; LI, Y.; LI, Y.; LI, H. **High intake of galactose induces accumulation of advanced glycation end products and aggravates renal damage in normal and diabetic rats.** Kidney and Blood Pressure Research, 39(1), 1-12. 2014.

WANG, Y.; LI, X.; JIANG, Y.; ZHANG, Y.; & YANG, Y. **Determination of sugar content in honey by digital refractometry and high-performance liquid chromatography.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65(7), 1393-1398. 2017.

ZHANG, Q.; & CUI, W. **Mass spectrometry-based methods for carbohydrate analysis in foods.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(5), 3415-3437. 2021.

ZHENG, Y.; WEI, F.; WANG, Y.; QIN, L.; & YANG, R. **Recent advances in the analysis of carbohydrates by mass spectrometry.** Trends in Analytical Chemistry, 118, 605-617. 2019.

ZSIVANOVITS, G.; FORGACS, E.; & KOVACS, M. **Evaluation of commercial fruit juice products by determination of total soluble solids content.** Food Chemistry, 371, 131201. 2022.

5 ARTIGO I

Monitoring sugar content in infant foods

Monitoring sugar content in infant foods

5.1 RESUMO

O alto consumo de açúcar aumenta a chance de desenvolver diabetes, hipertensão, obesidade e câncer, assim como cáries e placa bacteriana entre os dentes. Considerando o aumento de problemas de saúde relacionados ao consumo de açúcar na população, o objetivo deste trabalho foi monitorar a presença e a quantidade de açúcar em alimentos infantis à base de frutas e hortaliças de diferentes empresas comercializadas no Brasil. Foram utilizados métodos titulométricos (Lane-Eynon) e teores de açúcares totais, com base nos sólidos solúveis totais (SST) em graus Brix. No método de titulação, foi possível quantificar açúcares redutores, não redutores e açúcares totais pela reação redox do licor de Fehling. As papinhas com os maiores teores de açúcares totais, apresentaram 22,72% (frutas variadas) e 21,84% (base de ameixa). O menor teor de açúcares totais foi de 2,50% (a partir da composição do leite de abóbora e coco). A análise de TSS confirmou a presença de açúcares encontrados no método de titulação. Concluimos que as papinhas avaliadas apresentaram teor relevante de açúcar e há necessidade de monitoramento constante para evitar excessos por parte das crianças, bem como atenção redobrada às informações nutricionais declaradas no rótulo, tendo em vista que o alto consumo de açúcar traz riscos à saúde.

Palavras-chave: Carboidratos; Açúcar; Lane-Eynon; Brix.

5.2 ABSTRACT

High sugar consumption increases the chance of developing diabetes, hypertension, obesity and cancer, as well as cavities and bacterial plaque between teeth. Considering the increase in health problems related to sugar intake in the population, the objective of this work was to monitor the presence and amount of sugar in baby food based on fruits and vegetables from different companies sold in Brazil. Titrimetric methods (Lane-Eynon) and total sugar content were used, based on total soluble solids (TSS) in degrees Brix. In the titration method, it was possible to quantify reducing and non-reducing sugars and total sugar by the redox reaction of Fehling's liquor. Baby food with the highest levels of total sugars, presented 22.72% (assorted fruits) and 21.84% (plum base). The lowest total sugars content was 2.50% (from pumpkin and coconut milk composition). TSS analysis confirmed the presence of sugars found in the titration method. We concluded that the baby foods evaluated had relevant sugar content and there is a need for constant monitoring to avoid excesses by children, as well as careful attention to their nutritional information declared on the label, considering that high sugar consumption causes risks to the health.

Keywords: Carbohydrates; Sugar; Lane-Eynon; Brix.

Artigo publicado na revista Brazilian Journal of Health Review (ISSN 2595-6825), Vol. 6 No. 2 (2023).

5.3 INTRODUCTION

The early period of life, from conception to 2 years of age – the so-called first 1,000 days of life – is a critical window during which the environment, including nutrition, can have a profound influence on the development of the fetus, baby, and child (Hutchinson et al., 2021) and also the risk of disease later in life (Lima, 2019; Maniglia et al., 2021). The presence of sugar in infant foods sold for infants aged six months or older can contribute to the development of cavities, bacterial plaque in the first teeth, as well as the risk of developing a preference for sweets, which can lead to overweight, obesity and diseases related to high sugar consumption, such as diabetes, hypertension, cancer and others (Ruiz-Ojeda et al., 2019; Masztalerz-Kozubek et al., 2022). The World Health Organization issued a warning about dangerous levels of sugars in baby foods and recommendations for improvements in nutrition labeling after studying foods and beverages marketed to infants and young children in European countries, it was found that sugars accounted for 70.0% of the calories in these foods, posing a threat to child health (WHO, 2019). In Brazil, the National Health Surveillance Agency (ANVISA) published legislation applicable to nutritional labeling of packaged foods, the collegiate board resolution (RDC) 429/2020 and the Normative Instruction (IN) 75, which recently determined that the nutritional information table must contain declarations of the amounts of total sugars, added sugars, carbohydrates, among others. In order to guarantee consumers access to the necessary information to help them make the best nutritional choice (Caldas et al., 2015; ANVISA, 2020; Sinu Scientific Board, 2021). In this context, there are several analytical methods for quantifying and identifying sugars in foods, such as the Lane-Eynon methods, refractometer, liquid chromatography with refractive index and mass spectrometry by electro-spray ionization (ESI), and the titration and refractometer methodologies are the most commonly used in research in the areas of food due to the speed and low cost of performing the analyzes (Santos et al., 2016). In Brazilian foods, Marques et al. (2018), analyzed industrialized baby food with sweet flavors based on fruit for consumption from six months, sold in the city of Teresina in Piauí (Brazil) and found total sugar levels for plum baby food 21.12% and for assorted fruits 22.08%. Silva (2023) also concluded that sweet-tasting ultra-processed foods are more consumed among children aged between 6 months and 2 years old. With this, they found that the data obtained characterized the baby food analyzed as cariogenic foods, as they present in

their composition very high levels of sugars described in the literature as a determining factor in the genesis of dental caries. Considering the importance of monitoring the sugar content in Brazilian infant foods, the objective of this study was to evaluate the presence and content of sugars through titration methodologies and total soluble solids, focusing on the total sugars present in baby food that report being free of sugar or additional sugars on their labels, which are sold in the municipality of Manaus in the state of Amazonas-Brazil.

5.4 MATERIALS AND METHODS

5.4.1 Sampling

Samples ($n=30$) of baby food were collected from June to December 2022, resulting in 6 different brands that were named in alphabetical order for ethical reasons. The samples of companies A, B, C and F were collected in the exclusive trade of food and children's products. Samples from companies D and E were purchased from large supermarket chains in the city of Manaus-AM, in October 2022. Samples from companies A, B, C, E and F were collected frozen, and samples from company's company D were at room temperature, with a pasty texture. The packages were sealed and within the expiration date. The samples were kept in a freezer in order to maintain the characteristics of the products. The table 1 shows the data present on the sample labels regarding the presence or absence of the mandatory declaration on sugars.

Table 1. Labelling information in baby food commercialized in Brazil.

Empresa	N.	Código	Carboidratos (g)	Kcal %	Açúcares (g)	Açúcares de adição
A	1	AM/AB/OS	9	3	-	-
	2	AM/MC/OS	15	3	-	-
	3	AM/MG/OS	24	8	-	-
B	4	AM/BL/GZ	26	**	0	-
	5	AM/ACD/GZ	20	**	0	-
	6	AM/PA/GZ	31	**	18	-
C	7	AM/ABM/MM1	-	-	-	-
	8	AM/ABM/MM2	-	-	-	-
	9	AM/GL/MM	19	3	Não contém	Não contém
D	10	AM/AC/MM	5.8	3	-	-
	11	AM/ABCA/MM	25	8	-	-
	12	AM/BAV/N	13	**	-	-
	13	AM/AM/N1	14	-	14	-
	14	AM/AM/N2	14	-	14	-
	15	AM/FS/N1	12	**	11	-
	16	AM/FS/N2	12	**	11	-
	17	AM/BA/N	21	**	18	-
	18	AM/GB/N	18	**	15	-
	19	AM/UB/N	19	**	16	-
	20	AM/BMF/N	18	-	13	-
E	21	AM/MC/N	12	-	12	-
	22	AM/PBM/N	17	-	13	-
	23	AM/MGMJ/NA1	14	5	-	-
	24	AM/MGMJ/NA2	14	5	-	-
	25	AM/AB/NA1	22	7	-	-
	26	AM/AB/NA2	22	7	-	-
	27	AM/PY/NA1	23	8	-	-
F	28	AM/PY/NA2	23	8	-	-
	29	AM/MO/PT1	32.25	10.75	-	-
	30	AM/MO/PT2	32.25	10.75	-	-

5.4.2 Determination of sugars

5.4.2.1 Total sugars (reducing and non-reducing)

The physical-chemical analysis procedures were carried out in triplicate at the Nucleus of Studies in Composition and Toxicology and Food (NECTA) of the Faculty of Pharmaceutical Sciences - UFAM. Infant food samples were subjected to determination of the presence of sugars using the Lane-Eynon method. Sugar content was quantified using the Lane-Eynon method for all the samples. The titration method evaluates the concentration of reducing sugars in a sample based on their reducing action towards certain metallic salts. In this process, the sample reduces copper sulfate in an alkaline tartrate system (Fehling's solution). AOAC Official Method 923.09, 2005.

1 Materials and Reagents

Fehling's solutions: "A" solution: dissolved 34.64 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ in Milli-Q water, diluted to 500 mL, and filtered through glass wool; "B" solution: dissolved 173 g potassium sodium tartrate $\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ and 50 g NaOH in Milli-Q water, diluted to 500 mL, kept for 2 days, and filtered through a 0.45 μm filter paper.

Methylene blue indicator solution: 0.1 g of methylene blue ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dissolved in 100.00 mL Milli-Q water. Invert sugar standard solution: 9.50 g pure sucrose, 100 mL Milli-Q water, and 5 mL of conc. HCl. Stored for 3 days at 20–25°C and then diluted to 1 L. Neutralized with 1 M NaOH immediately before use.

2 Determination of Initial Reducing Sugar Content

It was titrated with 10.0 mL of boiling Fehling's A and Fehling's B solution. The end point was determined by mixing 1% methylene blue until the blue color of the indicator disappeared to a brick red end point. The titration was completed within 3 minutes. The titration was performed in duplicates and the average value was taken. Accurately 5 mL of baby food sample was measured, and 50 times diluted solution was prepared, and the pH was adjusted to 8.0. This solution was transferred into a burette.

3 Determination of Non-Reducing Sugar Content

About 5 mL of baby food sample was mixed with 3 mL of conc. HCl and it was kept at 68°C for 30 minutes. The pH of the mixture was adjusted to 8.0-, and 50-times diluted solution was prepared using this hydrolyzed sample. This solution was transferred into a burette. Titration was performed as the above procedure.

4 Calculation

$$\frac{100 \times vb \times f}{M \times V} = \% \text{ reducing sugar}$$

$$\frac{(100 \times vb \times 2 \times f)}{M \times V} \times 0,96 = \% \text{ non reducing sugar}$$

Where: vb = volume of the volumetric flask used (mL); f = Fehling's solution factor; M= mass of sample in grams; V= number of ml of the diluted sample solution used in the titration (mL).

Total sugars are expressed by the following calculation:

$$(\text{Reducing sugar} + \text{non-reducing sugar}) = \% \text{ Total sugars}$$

5.4.3 Determination of sugars by total soluble solids content

The content of soluble solids was performed according to Santiago et al. (2022) with adaptations. Readings were taken, in °Brix at 20°C, in a digital refractometer (ATC, 0° to 90° Brix), placing the samples directly in the equipment cell, after calibration with distilled water.

5.4.4 Statistical Analysis

The results of sugar concentrations obtained in the analysis methodologies were submitted to statistical analysis of arithmetic mean and standard deviation of all samples, using the statistical tool available in Microsoft Excel® (2012 version), organized in tables.

5.5 RESULTS

5.5.1 Reducing sugars by the Lane-Eynon method

The content of reducing sugars, non-reducing sugars and total sugars found in baby food were gathered in Table 2. The samples with the highest content of reducing sugars was the Pitaya fruit with 18.73%, followed by the sample (n.15) with assorted fruits, including papaya and apple, with 14.02%. The lowest reducing sugar content was found in the sample (n.11), with the composition of groats and pineapple fruit juice with cinnamon, with only 0.38%. Regarding non-reducing sugars, the sample (n.14) with the highest content had plum fruit composition, with 12.27%, followed by pear and plum fruit porridge, with 9.88%. The lowest value was from sample 10, of pumpkin and coconut composition, with only 1.14%. For the total sugar content, the order was pitaya fruit with 22.72%, followed by the assorted fruit samples

(n.15) with 21.84%, and the one made with plum (n.14) with 21.80% of content. The lowest total sugar content was in sample 10 (pumpkin and coconut milk composition), with 2.50%.

Table 2. Reducing, non-reducing and total sugars by the Lane-Eynon method in baby food samples.

N.	Mean $\pm$ SD		
	Reducing sugars	Non-reducing sugars	Total Sugars
1	2.36 $\pm$ 0.04	9.66 $\pm$ 0.37	12.02 $\pm$ 0.41
2	4.16 $\pm$ 0.13	6.31 $\pm$ 0.16	10.47 $\pm$ 0.03
3	1.58 $\pm$ 0.02	4.81 $\pm$ 0.09	6.39 $\pm$ 0.11
4	1.11 $\pm$ 0.02	2.26 $\pm$ 0.04	3.37 $\pm$ 0.06
5	2.12 $\pm$ 0.14	7.77 $\pm$ 0.48	9.89 $\pm$ 0.34
6	6.93 $\pm$ 1.09	9.88 $\pm$ 0.78	16.81 $\pm$ 1.87
7	3.42 $\pm$ 0.44	3.41 $\pm$ 0.05	6.82 $\pm$ 0.49
8	2.75 $\pm$ 0.11	3.32 $\pm$ 0.09	6.07 $\pm$ 0.20
9	1.43 $\pm$ 0.09	6.88 $\pm$ 0.37	8.32 $\pm$ 0.47
10	1.36 $\pm$ 0.03	1.14 $\pm$ 0.08	2.50 $\pm$ 0.10
11	0.38 $\pm$ 0.00	2.63 $\pm$ 0.08	3.01 $\pm$ 0.08
12	3.59 $\pm$ 0.10	8.01 $\pm$ 0.51	11.60 $\pm$ 0.61
13	8.61 $\pm$ 0.58	6.94 $\pm$ 0.39	15.56 $\pm$ 0.97
14	9.53 $\pm$ 0.71	12.27 $\pm$ 7.15	21.80 $\pm$ 7.86
15	14.02 $\pm$ 6.61	7.82 $\pm$ 0.48	21.84 $\pm$ 7.09
16	11.93 $\pm$ 2.84	7.67 $\pm$ 0.23	19.05 $\pm$ 3.07
17	1.84 $\pm$ 0.05	6.22 $\pm$ 0.30	8.07 $\pm$ 0.25
18	2.24 $\pm$ 0.45	2.48 $\pm$ 0.07	4.72 $\pm$ 0.53
19	1.50 $\pm$ 0.05	1.83 $\pm$ 0.04	3.33 $\pm$ 0.09
20	2.40 $\pm$ 0.15	3.86 $\pm$ 0.047	6.26 $\pm$ 0.62
21	3.86 $\pm$ 0.23	5.31 $\pm$ 0.34	9.17 $\pm$ 0.56
22	2.16 $\pm$ 0.04	3.96 $\pm$ 0.06	6.13 $\pm$ 0.10
23	11.84 $\pm$ 0.02	3.90 $\pm$ 0.01	15.74 $\pm$ 0.06
24	12.46 $\pm$ 0.05	2.65 $\pm$ 0.03	15.11 $\pm$ 0.05
25	13.78 $\pm$ 0.01	4.35 $\pm$ 0.03	18.13 $\pm$ 0.01
26	13.40 $\pm$ 0.02	2.40 $\pm$ 0.05	15.80 $\pm$ 0.02
27	14.49 $\pm$ 0.02	4.78 $\pm$ 0.02	19.27 $\pm$ 0.02
28	18.73 $\pm$ 0.03	3.99 $\pm$ 0.01	22.72 $\pm$ 0.05
29	1.03 $\pm$ 0.02	2.40 $\pm$ 0.07	3.43 $\pm$ 0.05
30	0.98 $\pm$ 0.07	2.53 $\pm$ 0.03	3.52 $\pm$ 0.01

5.5.2 Total Soluble Solids (TSS)

The values in Table 3 represent the average total soluble solids content of the samples. The highest TSS contents were found in fruits, açaí and banana (n.25) with 20°Brix, followed by banana baby food (n.17) with 19°Brix and by pitaya baby food (n.28) with 18°Brix. The

baby food that had the lowest content was the pumpkin and coconut composition (n.10), with only 3°Brix.

Table 3. Total soluble solids (°Brix) in infant food.

N.	SST (°Brix,) Média ± DP
01	12.7 ± 0.91
02	15 ± 0.70
03	13 ± 0.70
04	13 ± 0.70
05	15.7 ± 0.49
06	16 ± 0.70
07	6.3 ± 0.70
08	6 ± 0.35
09	9.1 ± 0.63
10	3 ± 0.84
11	11.2± 0.60
12	10 ± 0.70
13	15.5 ± 0.35
14	17 ± 0.70
15	10 ± 1.41
16	9.8 ± 1.27
17	19 ± 0.70
18	14 ± 2.82
19	15.5 ± 0.35
20	16± 0.70
21	16± 0.70
22	11.5± 0.35
23	13 ± 2.1
24	12± 0.70
25	20 ± 1.41
26	12± 0.49
27	17± 0.35
28	18± 0.17
29	10 ± 0.07
30	9.7± 0.14

In the comparison between the different flavors of baby food, the sample, of Pitaya flavor (n.28), was the one that presented the highest levels of A, with a content of 22.72%, however, in its nutritional information table there is no data of total sugars, disagreeing with the current legislation and making it impossible to compare nutritional data. Plum flavor samples (n.14) and fruit flavor sample 15 (n.15), presented contents of 21.80% and 21.84% respectively, presenting difference in the information of their labels that informed per portion the amount of 11.66% and 9.16%.

5.6 DISCUSSION

In the analysis of the baby food using the Lane-Eynon method, it was possible to quantify the sugar content in these foods and it was verified that the values obtained for reducing sugars and non-reducing sugars were different, similarly to the work by Santos et al. (2016) using the same method. The difference may be related to the different types of sugars present in each sample from different manufacturers. Also, it can be observed that the samples between the companies do not have standards in the number of sugars available on their labels. When comparing the different flavors of baby food, the Pitaya flavor sample (n.28) with the highest total sugar content (22.72%) did not include this data in its nutritional information table, which disagrees with current Brazilian legislation and making it impossible to compare nutritional data. The plum flavor samples (n.14) and the assorted fruit flavor (n.15), presented contents of 21.80% and 21.84% respectively, showing difference in the information of their labels that informed per portion the amount of 11.66% and 9.16 %. The values of the contents found in the flavors of plum and assorted fruits correspond to those of the study by Marques (2016), who, analyzing industrialized baby food with sweet flavors based on fruits for consumption from six months, sold in the city of Teresina in Piauí (Brazil), found 21.12% total sugar contents for plum baby food and 22.08% for assorted fruits. Infant baby food with high levels of sugars are considered cariogenic foods described in the literature as a determining factor in the genesis of dental caries. Awad et al. (2023) who identified the presence of sucrose, glucose and fructose in 71 different brands of infant formulas, also warns of the presence of sugars in infant foods that are associated with the occurrence of tooth decay when associated with prolonged and nocturnal eating habits. Silva (2023) also concluded that ultra-processed foods such as cornstarch cookies and other sugary foods are the most consumed among children aged 6 months and 2 years.

The SST analysis method confirmed the presence of sugars in all collected samples. Garcia et al. (2015) presented reports that corroborate this analysis, since in the study on the types of fruits and vegetables used in baby food sold for babies and their contributions to the sugar content, it was found that the most common fruits and all relatively sweet were apple, banana and mango, and found that these fruits significantly contribute to the total sugar content of these infant foods. The methodology by Brix degrees is used in the physical-chemical analysis in works of characterization of sugars in fruit pulps and in the formulation of foods with high levels of added sugars, to evaluate the crystallization of sucrose, however there are

still no studies in baby food using of this method in the literature (Oliveira et al., 2019; Freitas et al. 2020).

The sample labels did not inform the amount of total and added sugar, as required by law, which disagrees with the current ANVISA standard (2020). However, their labels contained nutritional claims such as “does not contain sugar”, “no added sugars” and “no sugar” in their products. According to Santiago (2022), the values of reducing sugars found show the presence of glucose in the composition of baby food, and the levels of non-reducing sugars indicate the presence of sucrose in these foods. Santos et al. (2022) in a study of label analysis of infant foods, found that the majority had irregularities that compromised child health and were in non-compliance with the recommendations of the World Health Organization for nutritional labeling.

The importance of adequate food introduction is associated with the prevention of non-transmissible chronic diseases. Added to this, there is the formation of eating behavior, which also begins in childhood and carries its information into adulthood. Therefore, it is based on introducing healthy foods and controlling the consumption of sugars, that adequate physiological, cognitive, sensory-motor development can be ensured, obtaining numerous benefits for the child's health, avoiding diseases related to poor diet, such as metabolic syndromes and eating disorders throughout life, thus reinforcing the importance of infant feeding as the first form of prevention and health promotion (Ramos et al., 2021; Teixeira et al., 2022).

5.7 CONCLUSION

The sugar content in baby food based on fruit was analyzed using different methodologies. The sample with the highest total sugar content was determined by the Lane-Eynon redox method, and the total sugar content by total soluble solids by the Brix degree method. It was also evaluated whether these baby foods followed the legislation in force, which has mandatory updates for the labeling of packaged foods, especially those that contain sugar content, and it was found that there were baby food labels collected in this study they were irregular. With this, we emphasize the importance of controlling the consumption of sugar in foods intended for children, as well as the updated nutritional information on their labels, since sugar is a highly inflammatory component in the diet related to metabolic diseases and that its consumption must be reduced during childhood, preventing the development of obesity, diabetes, cavities and others.

5.8 REFERENCES

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. **RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados.** Ministério da Saúde. Disponível:

<http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_.pdf/9dc15f3a-db4c-4d3f-90d8-ef4b80537380>. Acessado em: 17/05/2022.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists.** 20th ed. Maryland/USA, 2016.

AWAD, R.; KOWASH, M.; HUSSEIN, I.; SALAMI, A.; ABDO, M.; & AL-HALABI, M. **Sugar content in infant formula: Accuracy of labeling and conformity to guidelines.** International J. of paediatric dentistry, 33(1), 63–73. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia alimentar para crianças brasileiras menores de dois anos – versão resumida.** Brasília. 2021. Disponível: <<https://aps.saude.gov.br/biblioteca/visualizar/MTQ1NQ==>>. Acessado em: 22/09/2022

CALDAS, B. S.; CONSTANTINO, L.V.; SILVA, C.H.G; MADEIRA, T.B.; NIXDORF, S.L. **Determinação de açúcares em suco concentrado e néctar de uva: comparativo empregando refratometria, espectrofotometria e cromatografia líquida.** Scientia Chromatographica; 7(1):53-63. [2015](#).

FREITAS, S. O.; SANTOS, Y. J. S; SORA, G. T. S.; PAULA, L. D.; POLES, L. F.; OLIVEIRA-FOLADOR, G. **Determinação de parâmetros de qualidade de frutos da região amazônica durante o amadurecimento.** 2020.

GARCIA, A. L.; MCLEAN, K.; & WRIGHT, C. M. **Types of fruits and vegetables used in commercial baby foods and their contribution to sugar content.** Maternal & child nutrition, 12(4), 838–847. 2016.

HUTCHINSON, J.; RIPPIN, H.; THREAPLETON, D.; JEWELL, J.; KANAMÄE, H.; SALUPUU, K.; CAROLI, M.; ANTIGNANI, A.; PACE, L.; VASSALLO, C.; LANDE, B.; HILDONEN, C.; RITO, A. I.; SANTOS, M.; GABRIJELCIC BLENKUS, M.; SARKADI-NAGY, E.; ERDEI, G.; CADE, J. E.; & BREDA, J. **High sugar content of European commercial baby foods and proposed updates to existing recommendations.** Maternal & child nutrition, 17(1), e13020. 2021.

LIMA, A. T. A.; LIMA, C. L. S.; BARBOZA, A. A. A.; LIMA, V. S. DE; VIANA, K. K. G.; & LIRA, S. M. **Influence of early food introduction on the development of childhood obesity: a literature review.** Research, Society and Development, 9(8), e56984925. 2020.

MANIGLIA, F.P.; SCAVONE, P.C.; BOIANI, M.B.; FRANCO, G.S. **Papinhas infantis naturais e industrializadas no brasil: o que a nutrição e a gastronomia nos revelam?.** Acta Portuguesa de Nutrição. v. 24, p. 22-26. 2021.

MARQUES, M.M.P.; SOARES, A.K.O; LIMA, A.L.; CARVALHO, J.C.; OLIVEIRA, F.C. **Análise físico-química de papinhas de frutas industrializadas.** Higiene Alimentar. 30(254/255). 2016.

OLIVEIRA, K.D.C.; SILVA, S.S.; LOSS, R.A.; GUEDES, S.F. **Análise sensorial e físico-química de geleia de achachairu (*Garcinia humillis* (Vahl) C. D. Adam).** Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, SP, v. 26, p. e019007. 2019.

RAMOS, V. P.; & MENESES, C. O. R. DE. **Efeitos do consumo excessivo de açúcar sobre o desempenho cognitivo: uma revisão de literatura/ Effects of excessive sugar**

consumption on cognitive performance: a literature review. Brazilian Journal of Health Review, 4(6), 24931–24951. 2021.

RUIZ-OJEDA, F. J.; PLAZA-DÍAZ, J.; SÁEZ-LARA, M. J.; & GIL, A. **Effects of Sweeteners on the Gut Microbiota: A Review of Experimental Studies and Clinical Trials.** Advances in nutrition (Bethesda, Md.), 10(suppl_1), S31–S48. 2019.

SANTIAGO, I. L.; SOUZA, P. G.; SOUZA, É.S.; MARINHO, H.A.; PONTES, G.C.; & BITTENCOURT, M. A. F. **Evaluation of the proximate quality of biribá pulp (*Rollinia mucosa*) for use in the food industry.** Brazilian Journal of Science, 1(5), 10–16. 2022.

SANTOS, G.L.; GEMMER, E.R.; OLIVEIRA, E.C. **Análise de açúcares totais, redutores e não redutores em refrigerantes pelo método titulométrico de Eynon-Lane.** Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 8, n. 4, p. 186-197. 2016.

SANTOS, M.; MATIAS, F.; LOUREIRO, I.; RITO, A. I.; CASTANHEIRA, I.; BENTO, A.; & ASSUNÇÃO, R. **Commercial Baby Foods Aimed at Children up to 36 Months: Are They a Matter of Concern?** Foods (Basel, Switzerland), 11(10), 1424. 2022.

SILVA, P. F. **Avaliação da frequência do consumo de alimentos ultraprocessados por crianças menores de 2 anos: Evaluation of the frequency of consumption of ultra-processed foods by children under 2 years of age.** Brazilian Journal of Health Review, 6(1), 607–620. 2023.

SINU SCIENTIFIC BOARD, & SINU SCIENTIFIC COMMITTEE. **"Front-of-pack" nutrition labeling.** Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD, 31(11), 2989–2992. 2021.

TEIXEIRA, L. N.; MORHY, M. F. X.; DA SILVA, S. C. C. J.; FREITAS, F. M. N. DE O.; & DE SALES, J. C. **O impacto parental na formação dos hábitos e comportamentos alimentares: da infância a vida adulta: The parental impact on the formation of eating habits and behaviors: from childhood to adulthood.** Brazilian Journal of Health Review, 5(6), 23022–23039. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **A Study of the Availability, Composition and Marketing of Baby Foods in Four European Countries.** World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2019. Commercial foods for infants and young children in the WHO European region. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/346581>> Acessado em: 11/02/2023.

5.9 ANEXO

5.9.1 CAPA DO ARTIGO PUBLICADO



Brazilian Journal of Health Review | 6829
ISSN: 2595-6825

Monitoring sugar content in infant foods

Controle do teor de açúcar em alimentos para crianças

DOI:10.34119/bjhrv6n2-187

Recebimento dos originais: 01/03/2023

Aceitação para publicação: 03/04/2023

Stephanie Noronha Azevedo dos Santos

Master's student in Pharmaceutical Sciences

Institution: Universidade Federal do Amazonas

Address: Rua Tupiara, 41F, núcleo 11, Cidade Nova 2, CEP: 69096-220

E-mail: stephanienoronha@outlook.com

Ariane Mendonça Kluczkowski

Post-Doctorate in Food Sciences

Institution: Universidade Federal do Amazonas

Address: Av. General Rodrigo Otavio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, Manaus - AM,

CEP: 69067-005

E-mail: ariane@ufam.edu.br

Tatiane Pereira de Souza

Post-Doctorate in Pharmaceutical Sciences

Institution: Universidade Federal do Amazonas

Address: Av. General Rodrigo Otavio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, Manaus - AM,

CEP: 69067-005

E-mail: tpsouza@ufam.edu.br

Samir de Carvalho Buzaglo Pinto

Master of Pharmaceutical Sciences

Institution: Universidade Federal do Amazonas

Address: Rua Misushiro, 154, Condomínio Acqua, Parque 10, CEP: 69054-672

E-mail: sam.carvbp@hotmail.com

Allyne Conceição Pereira da Silva

Master's student in Pharmaceutical Sciences

Institution: Universidade Federal do Amazonas

Address: Rua C 17, 1812, Japiim, CEP: 69076-560

E-mail: allyne_silva@live.com

Hanna Barbosa Lemos

Pharmacy Graduate Student

Institution: Universidade Federal do Amazonas

Address: Rua Horizonte, 10, Cidade Nova 1

E-mail: hannabarbosale@gmail.com

6 ARTIGO II

ESI/MS analysis and NMR quantification of the sugar composition in fresh fruit infant foods marketed in Manaus

Análise por ESI/MS e quantificação por RMN da composição de açúcar em alimentos infantis de frutas frescas comercializados em Manaus

6.1 RESUMO

O elevado teor de açúcar em alimentos infantis comercializados para lactentes a partir dos seis meses pode contribuir para o desenvolvimento de cáries e placas bacterianas nos dentes decíduos. Além disso, esse hábito pode desenvolver preferência por doces, o que eleva o risco por vício do paladar, ocasionando excesso de peso, obesidade e doenças relacionados. Em 2019, a Organização Mundial de Saúde emitiu alertas sobre os níveis perigosos de açúcares em alimentos para bebês, bem como recomendações de melhorias na rotulagem nutricional desses alimentos. Neste contexto, este trabalho visou identificar e quantificar os principais açúcares presentes em 10 amostras de alimentos infantis produzidos a base de frutas (papinhas) de diferentes fabricantes por meio de diferentes metodologias, como espectrometria de massas por ionização por eletrospray - ESI-MS e ressonância magnética nuclear – qRMN (PULCON). Análise por ESI-MS permitiu identificada facilmente a presença de glicose e sacarose. A glicose demonstrou-se como o açúcar mais frequente, pois foi identificado em todas as amostras. Estas papinhas infantis apresentaram aproximadamente a presença de 90.0% dos açúcares identificados neste estudo. Na análise por qRMN (PULCON) foram determinados elevados teores de glicose e frutose nas amostras frescas das papinhas infantis. A amostra (G) de ameixa, banana e suco de limão apresentou o maior teor de açúcares, totalizando 8.95% dos açúcares totais. A papinha infantil (A) de açaí, banana, inhame e uva seca e a papinha (B) de pitaya apresentaram a massa de açúcares totais em suas amostras correspondentes a 7.87% e 7.41%, respectivamente. As informações contidas nos rótulos dos alimentos infantis também foram analisadas em relação a legislação brasileira de rotulagem nutricional de alimentos embalados. Foi constatado que os rótulos das papinhas não estavam padronizados conforme as normas vigentes. A monitorização do teor de açúcares em alimentos comercializados para o público infantil é fundamental tendo em vista que o consumo excessivo de açúcar na infância pode ocasionar o desenvolvimento de doenças crônicas, assim como uma atenção criteriosa nas informações contidas em seus rótulos.

PALAVRAS-CHAVE: Açúcar, Alimentos para Bebês, Rotulagem de Alimentos, Espectrometria de Massas, Ressonância Magnética Nuclear.

6.2 ABSTRACT

The high sugar content in infant foods marketed for infants aged six months or older may contribute to the development of cavities and bacterial plaque in primary teeth. In addition, this habit can develop a preference for sweets, which increases the risk of taste addiction, leading to overweight, obesity and related diseases. In 2019, the World Health Organization issued warnings about dangerous levels of sugars in baby foods, as well as recommendations for improvements in the labeling of these foods. In this context, this work aims to identify and quantify the main sugars present in 10 samples of baby foods made from fruit (baby food) from different manufacturers using different methodologies, such as electrospray ionization mass spectrometry - ESI-MS and resonance magnetic nuclear – qNMR (PULCON). ESI-MS analysis easily identified the presence of glucose and sucrose. Declared glucose is like the most frequent sugar, as it was identified in all samples. These baby food had the presence of approximately 90.0% of the sugars identified in this study. In the analysis by qRMN (PULCON) high levels of glucose and fructose were determined in fresh samples of baby food. Sample (G) of plum, banana and lemon juice had the highest sugar content, totaling 8.95% of total sugars. Baby food (A) made from açaí, banana, yam and dried grape and baby food (B) from pitaya obtained mass of total sugars in their samples corresponding to 7.87% and 7.41%, respectively. The information contained on baby food labels was also verified in relation to the Brazilian legislation on nutritional labeling of packaged foods. It was found that baby food labels were not standardized according to current regulations. Monitoring the sugar content in foods marketed to children is essential, given that excessive consumption of sugar in childhood can lead to the development of chronic diseases, as well as careful attention to the information contained on their labels.

Keywords: Sugar, Baby Food, Food Labeling, Spectrometry Mass, Nuclear Magnetic Resonance.

6.3 INTRODUCTION

High consumption of sugar in the diet is associated with increased excessive weight gain, as well as the emergence of comorbidities such as diabetes, hypertension and cancer, also known as chronic non-communicable diseases, in addition to also causing serious problems in oral health. , such as tooth decay and plaque (Masztalerz-Kozubek et al., 2022). The World Health Organization (WHO, 2019) in 2019 issued a warning about dangerous levels of sugars in baby foods and recommendations for improvements in nutritional labeling after studying foods and beverages marketed for infants and young children in European countries, it was found that the sugars accounted for 70.0% of the calories in these foods, posing a threat to children's health. The food introduction should contain a wide variety of vegetables and greens, avoiding the offer of foods that are rich in simple carbohydrates, lipids and sodium, and the addition of simple sugars in porridge. In the quest to meet the needs of the family routine, the global food industry has been innovating with various food alternatives aimed at the dietary transition of babies from six months onwards, such as salty baby food, fruit purees, baby food sachets, ice cream, etc. , which cause future benefits and concerns (Rowan et al., 2022). In this dietary transition is the child's exposure to sugars, which are described on the labels of these foods as sugar or sucrose, as reported in studies by Hutchinson et al. (2021) who analyzed the presence of total sugar and added sugar in the ingredient list of infant foods produced in 10 European countries and proposed updates to the WHO recommendations (2021). Awad et al. (2022) evaluating the sugar content in infant foods, reported the presence of sucrose, glucose and fructose in 71 different brands commercially available in the UAE. Therefore, studies indicate that eating with excess sugars has a detrimental impact on the development of health and dietary pattern in subsequent years of these children (Pérez-Muñoz et al., 2022). In 2020, the new Resolution of the Collegiate Board (RDC) No. 429/2020 was published, which provides for the labeling of packaged foods, and Normative Instruction No. 75/2020, which establishes the technical requirements for declaring nutritional labeling on packaged foods in the absence of the consumers, who determine that the nutritional table must contain the mandatory declaration of carbohydrates, total sugars, added sugars, as well as nutrients from nutritional, functional or health claims, in addition to the application of frontal nutrition labeling, especially if there is additional sugar in equal quantity or higher than the established limit (ANVISA, 2020). The information on food labels helps consumers make the best nutritional choice, therefore, some countries have developed proposals for front-of-pack nutrition labeling, known as "front-of-pack", aimed at integrating the nutritional information provided by the mandatory nutrition declaration (Sinu Scientific Board, 2021).

Among the methodologies addressed for the qualitative identification of sugars in foods is Electrospray Ionization Mass Spectrometry (ESI/MS) (Moriwaki et al. 2010). ESI/MS is used for the analysis of low molecular weight compounds and allows the analysis of sugars in complex mixtures such as fruit juices, vegetables and other foods. Furthermore, ESI/MS can also be used for the analysis of sugars in different chemical forms, including monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides and polysaccharides (Sartori et al., 2020). Sahar (2022) managed to identify the profile of sugars in regular milk and lactose-free milk by ESI/MS.

Nuclear Magnetic Resonance - NMR, in turn, is a methodology used to elucidate the structure, for chemical characterization or validation after organic synthesis. Traditionally, these experiments require the addition of internal standards to the sample, but the ERETIC module (Electronic Reference for Accessing In Vivo Concentrations) allows you to quantitatively determine the amount of a target compound without the need to add external compounds. The Bruker ERETIC2 method was developed to overcome the need for specific hardware to generate the electronic signal. The ERETIC2 method is based on the PULCON (Pulse Length Based Concentration Determination) methodology, which correlates the absolute intensities of two different spectra using the principle of reciprocity. This enables easy and accurate quantification of all sugars present in the samples. Although the ERETIC tool has been known for a long time, only a few examples of its application in teaching laboratories have been published (Hill and Nicholson, 2017). Navarro et al. (2020) used Quantitative Nuclear Magnetic Resonance.

6. 4 MATERIALS AND METHODS

6.4.1 Samples

Samples of infant foods were collected for consumption from six months of age. The samples were identified in Table 01, with their respective information: Code, type of sample, composition described on the packaging and weight. The food was purchased from shops in the city of Manaus, located in the northern region of the country, in the state of Amazonas, in the period of November 2022.

Table 01 - Identification and composition of infant foods

Samples	Baby food type	Composition
A	Cream of fruits	Acai, banana, yam and dried grape, 145ml
B	Cream of fruits	Pitaya, 145ml
C	Cream of fruits	Mango and passion fruit, 145ml
D	Fruit baby food	Grape, banana, water, sweet potato, lemon juice and vitamin C, 120g
E	Fruit baby food	Guava, banana, sweet potato, lemon juice, 120g
F	Fruit baby food	Banana, water, oat flour, lemon juice and vitamin C, 120g
G	Fruit baby food	Plum, water, banana and lemon juice, 120g
H	Fruit baby food	Apple, papaya, orange juice, lemon juice and vitamin C, 120g
I	Fruit baby food	Pumpkin, coconut water and apricot, 145g
J	Fruit baby food	Williams pear, lime orange juice, dried black plum and water, 145g

6.4.2 Electrospray Ionization Mass Spectrometry (ESI/MS) coupled to Ion Trap assay

Mass spectra were acquired using a Fleet™ LCQ ion trap spectrometer (Thermo Scientific) equipped with an electrospray source, operating in positive mode and programmed to monitor the m/z range 200-400. The samples were prepared at a concentration of 1 mg/mL-1 in HPLC grade methanol and applied by direct insertion through the syringe pump of the equipment itself. To analyze the glucose, sucrose and oligosaccharides present in baby food, the following operating parameters were used: spray voltage: 5 kV; sheath gas: 8 arb; aux gas: 5 arb; sweep gas: 5 arb; capillary temp: 175°C; capillary voltage: 50V and 35V; tube lens: 120V; syringe pump: 8 μ L min⁻¹. To identify the sugars, the Xcalibur software (Thermo Scientific, version 2.0) was used. In the characterization of the sample from the results of the ESI/MS

measurements, a frequency analysis of the sugars present in the samples was performed. Ion peaks in positive and negative mode were selected as variables.

Ion peaks are assigned to ions arising from molecules according to their masses, which will appear in formation with adducts such as (M+Cl)⁻, (M+Na)⁺, (M+K)⁺ and (M+H)⁺, thus identifying the main peaks of sugars present in samples of fruit-based baby food.

Table 02 describes the sugars identified in previous studies by Moriwaki et al. (2010): glucose, maltose/sucrose and oligosaccharides I, in positive mode, with ions in m/z 219 (M+H)⁺, m/z 365 (M+Na)⁺, m/z 381 (M+K)⁺ and in negative mode with ions at m/z 215(217) (M+Cl)⁻, m/z 377 (M+Cl)⁻ and m/z 439 as oligosaccharides I.

Table 02 - Attribution of sugar ion peaks detected by ESI/MS in positive and negative mode.

Positive MS		Negative MS	
(m/z)	Aducts	(m/z)	Aducts
213	[Glucose+ Na] ⁺	215 (217)	[Glucose+ Cl] ⁻
219	[Glucose+ H] ⁺	377	[Maltose+ Cl] ⁻ , [Sucrose+ Cl] ⁻
365	[Maltose+ Na] ⁺ , [Sucrose+ Na] ⁺	439	Oligosaccharide I
381	[Maltose+ K] ⁺ , [Sucrose+ K] ⁺		-

Source: Adapted from Moriwaki (2010).

6.4.3 Qualitative and quantitative NMR acquisition data

The hydrogen nuclear magnetic resonance (^1H NMR) experiments were carried out on a spectrometer (Bruker® Avance III HD 500.13 MHz for ^1H , BBFO Plus SmartProbe™, New York, NY, USA) at 298 K. The NMR quantification of sugars based on the PULCON method was analyzed using the ERETIC2 (Electronic Referencing to Access In Vivo Concentrations) tool in TopSpin 4.0.6 software (Tyburn and Coutant, 2016). Dimethyl terephthalate (DMT), a Certified Reference Material (CRM), was employed by the Chemical and Thermal Metrology Division (Inmetro, Rio de Janeiro, Brazil) under the number DIMCI 1507/2019 (certified purity, $999.88 \pm 0.060\%$). This standard was prepared ($n = 3$) in concentrations of 10,00 mM [DMSO- d_6 with TMS (0.05%, 0.0 ppm)]. For quantitative measurement, the 90° pulse of DMT was calibrated for the signal at δ 3.89 (s, 6H) using the sequence pulse zg (the 90° pulse experiment). The length of the 90° pulse was 15.375 μs . The relaxation time constant (T_1) of the hydrogens of each compound to be quantified were determined by the Inversion-Recovery experiment (t1ir1d). The measured acquisitions of DMT were 5.03 s, relaxation delay (d1) of 40 s ($> 7 \times T_1$) for 64k points, a spectral window of 19.99 ppm and receiver gain (rg) value of 71.8.

All of 10 samples were prepared in triplicate (20.0 mg), with 600 μL of DMSO- d_6 with TMS (0.05%, 0.0 ppm). These solutions were subjected to ultrasound for 5 min (25 $^\circ\text{C}$). After this, these solutions were transferred to the NMR tubes (5 mm). The NMR spectra of the samples were acquired at temperatures of 25.0 $^\circ\text{C}$. NMR acquisition parameters were standardized as acquisition time (aq) of 3.28 s, relaxation delay (d1) of 5.25 s ($> 7 \times T_1$), time domain data point digitization (TD) of 64 K, number of scans (NS) of 32, receiver gain (rg) value of 28.5. In all experimental acquisitions, the 90° pulse calibration was performed until a null signal (360° pulse) was obtained (Oliveria et al., 2021). All experiments were performed without sample rotation, and the receiver gain and field shimming were automatically optimized before each acquisition (Garrido and Carvalho, 2015). All spectral baselines were run manually, and their phases adjusted. Signal integrations were performed manually. Spectral processing was performed using TopSpin™ 4.0.6 software.

6.4.4 Statistical analysis

The results of sugar concentrations obtained in the analysis methodologies were submitted to frequency analysis considering the samples as the cause of variation, using a statistical tool available in Microsoft Excel® (version 2012), organized in tables.

6.5 RESULTS

6.5.1 Electrospray Ionization Mass Spectrometry (ESI/MS) coupled to Ion Trap assay

The sugars glucose, maltose, sucrose and oligosaccharides I and II were identified. Table 03 presents the frequency of the sugars identified in the analysis by ESI/MS, it shows the peak ions (m/z) of the sugars represented in order of highest to lowest frequency in the samples. In the positive mode, it was observed that the most intense signal was from the m/z 219 ion, as it appeared in all samples. The m/z 365 ion also showed a significant frequency in the samples. These signs show the glucose and sucrose present in the samples. In negative mode, the most frequent signal was from ion 215(217), followed by ion m/z 439 and m/z 377.

Table 03 - Frequency of sugars observed in baby food, in the positive and negative modes of electrospray ionization mass spectrometry ESI/MS.

Modo ESI/MS	m/z	Açúcares	Frequência %
Positivo	219	Glucose	100.0
	203	Glucose	96.8
	365	Maltose, Sucrose	71.0
	381	Maltose, Sucrose	32.3
Negativo	215(217)	Glicose	96.8
	439	Oligosaccharide I	83.9
	377	Maltose, Sucrose	45.2

m/z : ion peak.

The sugars present in each baby food sample in the analysis by ESI/MS can be seen in table 04. All samples presented glucose sugar. Sample A showed all the main signs of sugars in its composition, such as glucose, maltose and sucrose, as well as the presence of oligosaccharides. The other samples also showed the signals of the main sugars, however, not all of them were identified in all the signals of the peaks of the ions.

Table 04 - Identification of sugars in baby food samples by electrospray ionization mass spectrometry (ESI/MS).

Samples	Glucose <i>m/z</i> (203-215(217)-219)			Maltose Sucrose <i>m/z</i> (365-377-381)			Oligosaccharide I <i>m/z</i> (439)	Time
A	P	P	P	P	P	P	P	9.22
B	P	P	P	A	P	A	P	9.27
C	P	P	P	P	A	P	A	8.56
D	P	P	P	P	P	A	P	7.20
E	P	P	P	P	P	A	P	6.86
F	P	P	P	P	P	A	P	4.65
G	P	P	P	A	A	A	P	5.05
H	P	P	P	P	A	A	P	5.73
I	P	P	P	P	P	A	P	2.03
J	P	P	P	P	P	A	P	2.35

P: Present; A: Ausence; *m/z*: ion peak.

6.5.2 Qualitative and quantitative analysis by NMR

In the analysis by qNMR (ERETIC2) it was possible to quantify the mass of α -glucose and β -glucose sugars and to determine the total mass of glucose (GluM/FSM) present in baby food samples. It was also possible to determine the mass of Fructose (FruM/FSM) present in these fruit-based infant foods. Therefore, we can, through this analysis, determine in percentage the mass of sugars by the mass of fresh samples as total sugars.

High levels of glucose and fructose sugars by mass were observed in fresh samples of baby food. The sample (G) of plum, banana and lemon juice, was the one that presented the highest sugar content in a total of 8.95% of the total sugars, with a very expressive presence of glucose, which corresponded to 5.66% and fructose as well had the highest value found in relation to the other samples, with 3.29%. Infant baby food (A) made from açaí, banana, yam and dried grape and pitaya baby food (B), showed the mass of total sugars in their samples corresponding to 7.87% and 7.41% respectively, the baby food sample A showed 4.65% of mass of glucose and . The baby food sample J also showed a significant value in the mass of sugars, such as 5.45%, followed by sample H with 4.99% and sample E with 4.97%. The composition of sugars in samples C and D corresponded to 3.09% and 2.28%. Sample I was the one that presented the lowest value of the analysis, with only 0.91%, but in its samples the presence of the two structures of glucose and fructose was observed. The results of the analysis can be seen in Table 05.

Table 05 - Percent mass of glucose and fructose sugars calculated by qNMR (ERETIC2) in baby food samples

Samples	α -GluM/FSM (%)	Standard deviation	β -GluM/FSM (%)	Standard deviation	GluM/FSM (%)	Standard deviation	FruM/FSM (%)	Standard deviation	SM/FSM (%)	Standard deviation
A	0.00% ^f	0.00%	4.65% ^{ab}	0.85%	4.65% ^{ab}	0.85%	3.22% ^a	0.60%	7.87% ^a	1.45%
B	0.00% ^f	0.00%	4.41% ^{bc}	0.22%	4.41% ^{ab}	0.22%	3.00% ^a	0.08%	7.41% ^{ab}	0.29%
C	0.00% ^f	0.00%	1.87% ^{ef}	0.09%	1.87% ^{de}	0.09%	1.22% ^b	0.08%	3.09% ^{de}	0.16%
D	0.82% ^c	0.03%	0.96% ^{fg}	0.07%	1.77% ^{de}	0.11%	0.51% ^{cd}	0.03%	2.28% ^{ef}	0.13%
E	1.54% ^b	0.05%	2.38% ^{de}	0.50%	3.92% ^{bc}	0.55%	1.05% ^{bc}	0.05%	4.97% ^{cd}	0.60%
F	0.74% ^{cd}	0.03%	1.78% ^{ef}	0.45%	2.52% ^{cd}	0.42%	1.15% ^{bc}	0.04%	3.67% ^{cde}	0.41%
G	0.00% ^f	0.00%	5.66% ^a	0.18%	5.66% ^a	0.18%	3.29% ^a	0.25%	8.95% ^a	0.29%
H	1.87% ^a	0.28%	1.90% ^{ef}	0.30%	3.77% ^{bc}	0.58%	1.22% ^b	0.21%	4.99% ^{cd}	0.79%
I	0.19% ^{ef}	0.01%	0.49% ^g	0.12%	0.67% ^e	0.13%	0.24% ^d	0.03%	0.91% ^f	0.16%
J	0.45% ^{de}	0.20%	3.30% ^{cd}	0.64%	3.75% ^{bc}	0.84%	1.70% ^b	0.22%	5.45% ^{bc}	1.06%

α -GluM: α -glucose mass; β -GluM: β -glucose mass; GluM: Glucose mass; FruM: Fructose mass; SM: Sugars masses; FSM: Fresh samples masses.

6.6 DISCUSSION

In the analysis by electrospray mass spectrometry (ESI/MS) it was possible to observe that the most intense signals obtained in the positive mode indicated the formation of glucose adducts, sucrose and other oligosaccharides present in baby food. It was also observed that the signs of glucose adducts in the ions at m/z 203, m/z 209, m/z 215(217) were the most frequent in the samples, therefore, the sugar glucose was found in all samples baby food. The presence of maltose, sucrose and oligosaccharides sugars also showed a significant frequency in baby food. The base peak, m/z 365, and the ion m/z 381 are described in the literature as the sodium $[M + Na]^+$ and potassium $[M + K]^+$ adducts of sucrose (342 Da). The m/z 377 ion is described in the literature as the chlorine adduct of sucrose $[M + Cl]^-$. The adducts formed with anionic ions with glucose and sucrose were described in the literature by Moriwaki et al. (2010) who used the mass spectrometry electrospray ionization method to characterize the presence of sugar in a traditional Japanese drink. Nijman et al. (2018) analyzed the composition and concentration of oligosaccharides in milk samples from different brands, and all formulas turned out to be fortified with galacto-oligosaccharides, being also fortified with polydextrose and another with long-chain fructo-oligosaccharides, using the technique of mass spectrometry. Sahar (2022) characterized the profile of sugars from monosaccharides to oligosaccharides in samples of regular milk and lactose-free milk, using the ESI/MS method, identifying them from m/z ion signals reported in the sugars present in this study in baby food. Zhang et al. (2023) carried out the simultaneous determination of five sugars, such as fructose, glucose, sucrose, lactose, maltose, present in infant formulas by high-performance liquid chromatography using an evaporative light scattering detector, which shows a high presence of different sugars in infant foods and the importance of identification by methods with greater sensitivity, such as ESI/MS.

The qNMR(ERETIC2) analysis, in turn, has the advantage of not having to add external compounds to the sample for analysis (Navarro et al., 2020). Sugar concentrations in baby food were determined using the ERETIC mode built into the NMR processing software. The ERETIC2 method enabled the quantification of glucose and fructose sugars present in the samples. The study by Navarro et al. (2020) also using the qNMR method, identified in the spectrum of the fruit juice sample, a fraction of sugar composed exclusively of glucose and fructose. In the analysis by qNMR (ERETIC2) by Souza et al. (2020) also identified in spectra the presence of sucrose and α -glucose and β -glucose sugars in alcoholic extract of guava fruits.

Integration of 1H NMR spectra was used to determine the relative proportion of major sugars in all samples. Glucose exists in two anomeric forms, so the total amount of glucose

comes from the sum of the integration of the α -anomeric proton and the β -anomeric proton (Spraul et al., 2009). The values obtained for the total sugar content in baby food were not possible to be compared with the manufacturer's labeling information, due to the absence of these on their labels. However, as they are fresh fruit-based foods, the high levels of sugar concentration in these fruits also depend on many factors, including the state and type of maturation of the fruits used (Navarro et al., 2020). The use of NMR spectroscopy in foods has been an important analytical method for the characterization of chemical composition, molecular structure and change of compounds. The application of NMR covers the origin, quality, safety and authenticity of food. Furthermore, it is a fast and simple analytical method that has the advantages of accurate measurement and high repeatability and can be applied to all kinds of food, with specialized and complex data analysis.

In verifying the compliance of the labeling information, the standards established in the legislation of RDC n°. 429/2020 and IN No. 75 (ANVISA), which aims to facilitate the understanding of nutritional information on food labels. All companies had a nutritional information table on the labels of their samples, complying with what is required by Brazilian legislation. However, during the analysis of the nutritional information tables in relation to the mandatory information on the presence of sugars, it was verified that the baby food was not in accordance with the current legislation, since in their tables the amount of total sugars was not present to inform to the consumer, therefore, disapproved in this mandatory item. As for the information on the added sugar content, the labels indicate in the absence of this, claiming that there was no use of this ingredient in their compositions. Therefore, through the analysis by ESI/MS and qMNR, we found the presence of the structures of the sugars that were identified, indicating inconsistencies with the nutritional labeling information of commercialized infant foods.

Regarding the preparation of tables instructed by Normative Instruction (IN) No. 75, which the standard required is only black letters and white background, the tables of samples D, E, F, G and H were disapproved by comparison with the standard, as they were in different colors, which can interfere with consumers' understanding when reading food labels. The elements included on food labels for infants and young children must comply with Brazilian legislation and the information must be adequate and understandable, that is, content that does not confuse or mislead consumers. Santos et al. (2022) in a study of label analysis of infant foods, also found that the majority had irregularities that compromised child health and were in non-compliance with WHO recommendations for nutritional labeling.

6.7 CONCLUSION

The presence of sugars glucose, fructose, maltose, sucrose and oligosaccharides I in fruit-based baby food commercialized in Manaus-Amazonas-Brazil, were identified by the method of mass spectrometry by electrospray ionization ESI/MS in a qualitative and by the quantitative Nuclear Magnetic Resonance method.

The information contained on baby food labels was evaluated in relation to RDC n° 429/2020 and IN n° 75 of ANVISA, which have updates on mandatory and standards for labeling packaged foods, especially those that may contain high levels of sugars, and it was found that the baby food labels collected in this study were not in compliance with current regulations.

These results reinforce the importance of implementing measures to ensure that commercial infant foods are properly marketed, so that they can guarantee quality and safety. They should also encourage studies on the composition of infant foods indicated for consumption from 6 months, for the preservation of health even in childhood, due to the high presence of sugars that can cause the onset of diabetes, cavities, taste addictions and other chronic diseases. not transmissible.

With this, what the WHO recommends should be stimulated, such as the correct information on the labels of children's foods, care with misleading advertisements for this public, the encouragement of a healthy diet with fruits and vegetables in natura and proteins from the age of six months, and the stimulation of breastfeeding as a complement until 2 years of age.

6.8 REFERENCES

AWAD, R.; KOWASH, M.; HUSSEIN, I.; SALAMI, A.; ABDO, M.; & AL-HALABI, M. **Sugar content in infant formula: Accuracy of labeling and conformity to guidelines.** International journal of pediatric dentistry, 33(1), 63–73. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC no 429, de 8 de outubro de 2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados.** Ministério da Saúde. Disponível: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_.pdf/9dc15f3a-db4c-4d3f-90d8-ef4b80537380>. Acessado em: 17/05/2022.

GARRIDO, B.C.; CARVALHO, L.J. **Nuclear magnetic resonance using electronic referencing: method validation and evaluation of the measurement uncertainties for the quantification of benzoic acid in orange juice,** Magn. Reson. Chem. 53 (2015) 135–141.

GARCIA, A.L.; MCLEAN, K.; WRIGHT, C. M. **Types of fruits and vegetables used in commercial baby foods and their contribution to sugar content.** Maternal & Child Nutrition, (), n/a–n/a. 2015.

HILL, R. A.; NICHOLSON, C. P. **An analysis of ethanol in commercial liquors via quantitative NMR spectroscopy.** J. Chem. Educ. 94 (12), 1965–1968. 2017.

HUTCHINSON, J.; RIPPIN, H.; THREAPLETON, D.; JEWELL, J.; KANAMÄE, H.; SALUPUU, K.; CAROLI, M.; ANTIGNANI, A.; PACE, L.; VASSALLO, C.; LANDE, B.; HILDONEN, C.; RITO, A. I.; SANTOS, M.; GABRIJELCIC BLENKUS, M.; SARKADI-NAGY, E.; ERDEI, G.; CADE, J. E.; & BREDA, J. **High sugar content of European commercial baby foods and proposed updates to existing recommendations.** Maternal & child nutrition, 17(1), e13020. 2021.

MASZTALERZ-KOZUBEK, D.; ZIELINSKA-PUKOS, M. A.; & HAMULKA, J. **Early Feeding Factors and Eating Behaviors among Children Aged 1-3: A Cross-Sectional Study.** *Nutrients*, 14(11), 2279. 2022.

MORIWAKI, H.; HAGIWARA, A.; TAKASAKI, M.; IZUMI, F.; WATANABE, A.; SHIMIZU, R.; KURIBAYASHI, N.; TOTANI, Y.; & SUZUKI, Y. **Electrospray ionization-mass spectrometric measurement of sake, a traditional Japanese alcohol beverage, for characterization.** *Analytical sciences: the international journal of the Japan Society for Analytical Chemistry*, 26(3), 379–382. 2010.

NAVARRO, Y., SOENGAS, R., IGLESIAS, M. J., & ORTIZ, F. L. **Use of NMR for the Analysis and Quantification of the Sugar Composition in Fresh and Store-Bought Fruit Juices.** *Journal of Chemical Education*. 2020.

NIJMAN, R.; LIU, Y.; BUNYATRATCHATA, A.; SMILOWITZ, J.T.; STAHL, B.; BARILE, D. **Characterization and quantification of oligosaccharides in human milk and infant formula.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8b01515–. 2018.

OLIVEIRA, E.S.C.; PONTES, F.L.D.; ACHO, L.D.R.; DO ROSÁRIO, A.S.; DA SILVA, B.J.P.; DE BEZERRA, J. A.; CAMPOS, F.R.; LIMA, E.S.; MACHADO, M.B. **qNMR quantification of phenolic compounds in dry extract of *Myrcia multiflora* leaves and its antioxidant, anti-AGE, and enzymatic inhibition activities.** *J. Pharm. Biomed. Anal.* 201, 114109. 2021.

PÉREZ-MUÑOZ, C.; CARRETERO-BRAVO, J.; ORTEGA-MARTÍN, E.; RAMOS-FIOL, B.; FERRIZ-MAS, B.; & DÍAZ-RODRÍGUEZ, M. **Interventions in the first 1000 days to prevent childhood obesity: a systematic review and quantitative content analysis.** *BMC public health*, 22(1), 2367. 2022.

ROWAN, M.; MIROSA, M.; HEATH, A. M.; KATIFORIS, I.; TAYLOR, R. W.; & SKEAFF, S. A. **A Qualitative Study of Parental Perceptions of Baby Food Pouches: A Netnographic Analysis.** *Nutrients*, 14(15), 3248. 2022.

ŞAHAR, U. **Glycoprofiling of Oligosaccharides of Regular and Lactose-Free Milk by Mass Spectrometry.** *Celal Bayar University Journal of Science*, 18 (3), 303-308. 2022.

SANTOS, M.; MATIAS, F.; LOUREIRO, I.; RITO, A. I.; CASTANHEIRA, I.; BENTO, A.; & ASSUNÇÃO, R. **Commercial Baby Foods Aimed at Children up to 36 Months: Are They a Matter of Concern?** *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(10), 1424. 2022.

SARTORI, M. R.; KOSSEL, K. A.; & GRANATO, D. **Carbohydrates in fruit: A review of analytical methods and their applications.** *Food Research International*, 137, 109398. 2020.

SINU SCIENTIFIC BOARD, & SINU SCIENTIFIC COMMITTEE. **"Front-of-pack" nutrition labeling.** *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*, 31(11), 2989–2992. 2021.

SOUZA, A.C.L.; RAMOS, A.S.; MAR, J. M. et al. **Alcoholic beverages from araçá-boi fruit: quantification of antioxidant compounds by NMR ERETIC2.** *J. Food Sci. Technol.*, 57, 4733–4738. 2020.

SPRAUL, M.; SCHÜTZ, B.; HUMPFER, E.; MÖRTTER, M.; SCHAFER, H.; KOSWIG, S.; RINKE, P. **Mixture analysis by NMR as applied to fruit juice quality control.** *Magn. Reson. Chem.* 47, S130–S137. 2009.

TYBURN, J.M.; COUTANT, J. **TopSpin ERETIC 2 - Electronic to access *in vivo* concentration User Manual**, 1–34. 2016.

[QU, QIAN; JIN, LAN. Application of nuclear magnetic resonance in food analysis.](#) Food Science and Technology. Campinas, 42, e43622, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **A Study of the Availability, Composition and Marketing of Baby Foods in Four European Countries.** World Health Organization; Geneva, Switzerland. Commercial foods for infants and young children in the WHO European region. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **A Study of the Availability, Composition and Marketing of Baby Foods in Warsaw, Poland.** WHO Regional Office for Europe; Copenhagen, Denmark. Commercial foods for infants and young children in Poland. 2021.

ZHANG, Y.; ZHANG, W., HOU, J., HE, J., LI, K., LI, Y., & XU, D. **Determination of sugars and sugar alcohols in infant formula by high performance liquid chromatography with evaporative light-scattering detector.** Journal of chromatography. Analytical technologies in the biomedical and life sciences, 1217, 123621. 2023.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo constatou que as amostras de papinhas infantis de diferentes fabricantes não obedeciam aos parâmetros exigidos pela legislação de rotulagem nutricional de alimentos embalados e a instrução normativa nº 75 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), publicadas no ano de 2020.

Foi possível analisar os teores de açúcares em papinhas infantis a base de frutas por diferentes metodologias. Foi determinada a amostra com maior teor de açúcares totais pelo método de oxirredução de Lane-Eynon, e constatada a presença de açúcares pelo teor de sólidos solúveis totais pelo método de graus Brix. Também foi possível identificar a glicose e a sacarose, como os principais açúcares, por meio da análise de Espectrometria de Massas por Ionização por Eletrospray- ESI/MS e as massas dos açúcares totais pelo método quantitativo de Ressonância Magnética Nuclear (qNMR-ERETIC2) nas amostras de papinhas infantis.

Essas evidências sugerem que os alimentos infantis comercializados no Brasil podem apresentar uma qualidade nutricional inadequada, o que pode ter implicações negativas para a saúde das crianças a longo prazo. No entanto, é importante ressaltar que a qualidade nutricional das papinhas infantis pode variar amplamente de acordo com a marca e o tipo de produto.

É fundamental que os pais e cuidadores sejam conscientes sobre a importância de escolher alimentos nutritivos, *in natura* ou minimamente processados para a alimentação dos seus filhos e que leiam os rótulos dos produtos com atenção, como controle no consumo de alimentos que possam conter açúcares adicionados e/ou altos teores de açúcares.