



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS**

Mariana Fagundes Grilo

**Utilização de edulcorantes de baixa caloria no Brasil: do rótulo à mesa**

Campinas

2021

Mariana Fagundes Grilo

**Utilização de edulcorantes de baixa caloria no Brasil: do rótulo à mesa**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Saúde Coletiva, na área de Epidemiologia.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Clara da Fonseca Leitão Duran

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA MARIANA FAGUNDES GRILO, E ORIENTADA PELA PROF. DRA. ANA CLARA DA FONSECA LEITÃO DURAN.

Campinas

2021

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas  
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

G879u Grilo, Mariana Fagundes, 1994-  
Utilização de edulcorantes de baixa caloria : do rótulo à mesa / Mariana Fagundes Grilo. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Ana Clara da Fonseca Leitão Duran.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Edulcorantes. 2. Aditivos alimentares. 3. Rotulagem nutricional. 4. Publicidade de alimentos. 5. Consumo alimentar. I. Duran, Ana Clara da Fonseca Leitão, 1981-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Use of low-calorie sweeteners : from food labels to table

**Palavras-chave em inglês:**

Sweeteners  
Food additives  
Nutritional labeling  
Food publicity  
Food consumption

**Área de concentração:** Epidemiologia

**Titulação:** Mestra em Saúde Coletiva

**Banca examinadora:**

Ana Clara da Fonseca Leitão Duran [Orientador]  
Neha Khandpur

Herling Gregorio Aguiar Alonzo

**Data de defesa:** 12-08-2021

**Programa de Pós-Graduação:** Saúde Coletiva

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-0864-2169>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/4002553367939903>

---

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO

**MARIANA FAGUNDES GRILO**

---

ORIENTADORA: PROF. DRA. ANA CLARA DA FONSECA LEITÃO DURAN

---

**MEMBROS**

---

1. Prof. Dra. Ana Clara da Fonseca Leitão Duran
  2. Prof. Dra. Neha Khandpur
  3. Prof. Dr. Herling Gregorio Aguiar Alonso
- 

Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/ Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

---

**Data da defesa: 12 de agosto de 2021**

---

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À minha orientadora, Ana Clara Duran, por todo o conhecimento compartilhado, pelas reflexões que incentivou, e pelo exemplo de pesquisadora que não se limita aos “muros” da universidade. Num ano tão atípico, se fez sempre presente.

À professora Juliana Luporini e à turma de Ações em Saúde Pública, por proporcionarem uma das experiências mais enriquecedora do meu mestrado com o Programa de Estágio Docente.

À Carol Menezes, companheira de análises e geocodificações, que se tornou uma amiga muito especial.

Aos pesquisadores e funcionários do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Alimentação: Dag, Larissa, Matheus, Alline, Júlio, Luciana, Alpina, Laleska, Lhaisa, e dona Meire; e às meninas do Centro Colaborador em Análise de Situação de Saúde da Unicamp.

Aos meus amigos da Pós-graduação em Saúde Coletiva, em especial: Heloisa, Marília, Daniel, Wilson e Jonathas.

Aos meus pais, Rose e Israel, pelo constante incentivo à minha educação e, junto ao meu irmão Lucas, por sempre apoiarem meus caminhos.

Aos meus familiares e amigos que me acompanham pela vida.

## RESUMO

**Introdução:** Os edulcorantes de baixa caloria são aditivos usados em alimentos em substituição ou juntamente aos açúcares adicionados. Apesar das controvérsias em relação aos efeitos dos edulcorantes de baixa caloria na saúde, seu consumo vem aumentando em diversos países. No Brasil, dados acerca da quantidade de alimentos e bebidas com edulcorantes e de seu consumo pela população são limitados.

**Objetivos:** Essa dissertação de mestrado está dividida em dois manuscritos científicos que tem os seguintes objetivos: (1) avaliar a prevalência de edulcorantes adicionados a alimentos e bebidas embalados e comercializados no Brasil, incluindo entre produtos com publicidade direcionada a crianças, e verificar se esses produtos possuem alegações nutricionais relacionadas à adição dos edulcorantes parte frontal do rótulo; e (2) e estimar a prevalência de consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria e identificar quais os grupos de alimentos e bebidas com edulcorantes mais consumidos entre indivíduos de 10 anos ou mais de uma amostra de base populacional de Campinas; e verificar se esta população está exposta a altos níveis de edulcorantes usando os níveis de ingestão diária aceitável para este aditivo.

**Métodos:** Para responder o objetivo 1, utilizamos dados de 11.434 alimentos e bebidas embalados comercializados nas maiores redes supermercados brasileiros em 2017. Utilizamos a lista de ingredientes presente nos rótulos para determinar se edulcorantes foram adicionados aos produtos estudados. A frequência de participação de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria foram descritas segundo a categoria de alimentos. Em uma subamostra, verificamos a adição de edulcorantes de baixa caloria em alimentos com publicidade direcionada para crianças. Por último, verificamos se os produtos com edulcorantes apresentaram alegações na parte frontal do rótulo que poderiam sinalizar a adição de edulcorantes na composição. Para responder o objeto 2, utilizamos dados do último Inquérito de Saúde de Campinas (ISACamp 2014/15) e do Inquérito de Consumo Alimentar e Estado Nutricional (ISACamp-Nutri 2015/16). Estimamos o consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes e identificamos quais os produtos contendo edulcorantes mais consumidos. Verificamos se a prevalência de consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes variou de acordo com as características individuais e a presença de obesidade e diabetes. Finalmente, estimamos a exposição dietética da população a altos níveis de edulcorantes usando níveis aceitáveis de ingestão diária (IDA).

**Resultados:** Verificamos que 9,3% do total de alimentos embalados estudados apresentava edulcorantes de baixa caloria, sendo que, em 82,8% destes alimentos e bebidas, encontramos também açúcares adicionados. Dentre os alimentos e bebidas ultraprocessados (63,9% da amostra total), 14,6% tinham edulcorantes. Bebidas adoçadas não alcoólicas, cereais matinais e barras de cereais foram os grupos com a maior proporção de alimentos com edulcorantes. Edulcorantes foram também encontrados em 5,7% dos produtos com publicidade direcionada a crianças. E 40,0% dos alimentos e bebidas com edulcorantes não apresentavam quaisquer alegações na parte frontal do rótulo que poderiam ajudar a sinalizar o consumidor de que foram adicionados ao produto. Quanto ao consumo, mais de 40,0% da amostra de base populacional de uma grande cidade no Brasil relatou consumir pelo menos um alimento ou bebida contendo edulcorantes. Bebidas adoçadas, adoçantes de mesa, e bebidas lácteas foram os alimentos e bebidas contendo edulcorante mais consumidos. Finalmente, o consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes não variou de acordo com as características de nível individual, exceto entre adultos

de alta escolaridade (40-59 anos) que tiveram uma maior prevalência de consumo. A prevalência de alimentos e bebidas contendo edulcorantes não foi maior entre aqueles com obesidade ou diabetes. Embora a exposição dietética a altos níveis de edulcorante pareça não exceder os níveis de IDA na população estudada, identificamos várias limitações em nossa capacidade de medir a exposição a altos níveis de edulcorantes.

**Conclusão:** Devido as evidências conflitantes dos edulcorantes na saúde, e a nossa capacidade limitada atual de estimar a exposição a altos níveis de edulcorantes a nível populacional, e o consumo frequente de alimentos e bebidas contendo edulcorantes é preocupante e merece ser monitorado mais de perto.

**Palavras-chave:** Edulcorantes. Aditivos Alimentares. Rotulagem Nutricional. Publicidade de Alimentos. Consumo Alimentar.

## ABSTRACT

**Introduction:** Low-calorie sweeteners (LCS) are additives used in foods and beverages to partially or completely replace added sugars. The consumption of LCS seem to be rising in many parts of the world despite the available unclear evidence that links the consumption of LCS to better health outcomes. Data on the consumption and the content of LCS in foods sold in Brazil are limited.

**Objectives:** This thesis is divided into two papers with the following objectives: : (1) assess the prevalence of LCS added to packaged foods and beverages sold in Brazil, including among products with advertising directed to children, and verify whether these products have nutritional LCS-related claims on the front of the package; and (2) and to estimate the prevalence of consumption of foods and beverages with LCS and identify the top sources of consumption of LCS among individuals aged 10 years or more in a population-based sample from Campinas; and check if this population is exposed to high levels of LCS using the acceptable daily intake levels for this additive.

**Methods:** To address aim 1, we used the labeling information from 11,434 packaged foods and beverages sold in the largest Brazilian supermarket chains in 2017. The list of ingredients was used to determine whether LCS had been added to foods and beverages. In a sub-sample, we determined whether LCS had been added to foods and beverages with FoP child-directed advertising. Finally, we checked whether foods and beverages to which LCS had been added had any FoP LCS-related claims. To address aim 2, we gathered data from the latest Campinas Health Survey (ISACamp 2014/15) and the Food Consumption and Nutritional Status Survey (ISACamp-Nutri 2015/16). We estimated the consumption of foods and beverages with LCS and explored the top sources of consumption of LCS. We verified whether the prevalence of consumption of foods and beverages varied by individual-level characteristics and the presence obesity and diabetes. Finally, we estimated the dietary exposure of the population to high levels of LCS comparing to the acceptable daily intake (ADI) levels.

**Results:** We found that 9.3% of Brazilian packaged foods sold in the largest retailers in the country had low-calorie sweeteners, most in addition to added sugars (82.8%). LCS were found in 14.6% of all ultra-processed foods and beverages (63.9% of the total sample). Non-alcoholic sweetened beverages, breakfast cereals and cereal bars were the food categories with the greatest proportion of foods and beverages with LCS. These were also found in 5.7% of products with child-directed advertising; and 40.0% of foods and beverages with LCS did not have any FoP LCS-related nutrition and health claims. Over 40.0% of the population-based sample from a large city in Brazil reported consuming at least one food or beverage with LCS in the previous day. Sweetened beverages, tabletop sweeteners, and dairy beverages were the top sources of foods and beverages with LCS. Finally, consumption of foods and beverages with LCS did not vary by individual-level characteristics, except among higher education level adults (40-59 years) who had a greater prevalence of consumption when compared with lower-education level adults. The prevalence of consumption of foods and beverages with LCS was not higher among those with obesity or diabetes. Although dietary exposure to LCS did not seem to exceed ADI levels in the studied population, we identified several limitations in our ability to measure exposure to high levels of LCS.



**Conclusion:** Due conflicting evidence of LCS in health, and our current limited ability to estimate exposure to high levels of LCS at the population level, this frequent consumption of foods and beverages with LCS is of concern and deserves to be monitored more closely.

**Keywords:** Sweeteners. Food additives. Nutritional Labeling. Food Advertising. Food Consumption.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EUA - Estados Unidos da América

FDA - Food and Drug Administration

IDA - Ingestão Diária Aceitável

IMC - Índice de Massa Corporal

ISACamp - Inquérito de Saúde do Município de Campinas

ISACamp-Nutri - Inquérito de Consumo Alimentar e Estado Nutricional

IC - Intervalos de confiança

JECFA - Comitê Conjunto FAO/OMS de Especialistas em Aditivos Alimentares

NDS-R Nutrition Coordinating Center, University of Minnesota

OMS - Organização Mundial da Saúde

PAHO – Organização Pan-Americana de Saúde

PNS - Pesquisa Nacional de Saúde

SM - Salários-mínimos

SUS - Sistema Único de Saúde

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. O sabor doce no Brasil .....	14
1.2. Edulcorantes de baixa caloria: definição e histórico .....	17
1.2.1. Edulcorantes de baixa caloria artificiais .....	17
1.2.2. Edulcorantes de baixa caloria naturais .....	20
1.2.3. Polióis .....	21
1.3. Perfil de produção e mercado de edulcorantes de baixa caloria .....	23
1.3.1. Mercado internacional .....	23
1.3.2. Mercado brasileiro .....	24
1.4. Consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria .....	25
1.4.1. Na população geral .....	25
1.4.2. Entre crianças e adolescentes .....	26
1.5. Efeitos na saúde associados ao consumo de edulcorantes de baixa caloria .....	27
1.5.1. População geral.....	27
1.5.2. Crianças e adolescentes .....	29
1.6. Políticas públicas relacionadas a regulação de edulcorantes de baixa caloria .....	31
1.6.1. Em outros países .....	31
1.6.2. No Brasil.....	32
1.6.2.1. Regulamentação de edulcorantes de baixa caloria no Brasil .....	34
1.7. Justificativa.....	39
2. OBJETIVOS.....	41
3. MÉTODOS.....	42
3.1. Manuscrito 1.....	42
3.1.1. Desenho do estudo .....	42
3.1.2. Processo amostral.....	42
3.2.2. Coleta dos dados.....	43
3.2.3. Codificação das variáveis.....	43
3.2.4. Análises de confiabilidade .....	45
3.1.3 Variáveis de estudo .....	46
3.1.4. Análises estatísticas.....	46
3.1.6. Procedimentos éticos.....	47

2. Manuscrito 2.....	47
3.2.1. Desenho do estudo .....	47
3.2.2. Processo amostral .....	48
3.2.3. Variáveis do estudo .....	50
3.2.4. Análises estatísticas.....	58
3.2.5. Procedimentos éticos.....	59
RESULTADOS.....	60
a. Manuscrito 1: “Prevalence of low-calorie sweeteners and related front-of-package claims in the Brazilian packaged food supply” .....	60
b. Manuscrito 2: “Consumption of low-calorie sweeteners in Brazil” .....	15
5. DISCUSSÃO GERAL.....	42
6. CONCLUSÃO.....	51
7. REFERÊNCIAS .....	53
ANEXO.....	65
Aprovação da Pesquisa de Consumo Alimentar e Estado Nutricional (ISACamp-Nutri 2015/16) pelo Comitê de Ética.....	65

## APRESENTAÇÃO

Esta dissertação segue o formato alternativo proposto pela Comissão Central de Pós-graduação (CCPG) da Universidade Estadual de Campinas. Os dois manuscritos que compõem esta dissertação são apresentados no idioma e formato que foram ou serão submetidos à publicação em revistas científicas da área. No primeiro manuscrito descrevemos a prevalência de edulcorantes de baixa caloria nos alimentos embalados e comercializados no Brasil, inclusive em alimentos e bebidas com publicidade direcionada a crianças. Ademais, verificamos se alimentos e bebidas com edulcorantes apresentam alegações nutricionais e de saúde na parte frontal do rótulo que possam ajudar a indicar a presença de edulcorantes na composição. Este manuscrito já foi submetido para publicação e encontra-se no momento na segunda fase de revisão de pares. No segundo manuscrito, utilizando uma amostra de base populacional do município de Campinas, estimamos a prevalência de consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria entre indivíduos de 10 anos ou mais de uma amostra de base populacional de Campinas, identificar quais os grupos de alimentos e bebidas com edulcorantes mais consumidos nesta população e verificamos se esta população está exposta a altos níveis de edulcorantes usando os níveis de ingestão diária aceitável para este aditivo.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1.O sabor doce no Brasil

A cana-de-açúcar, planta que dá origem ao açúcar, foi alvo de disputas e conquista ao longo do tempo e encontrou no Brasil um lugar ideal para seu cultivo. Calcula-se que o primeiro contato do homem com a cana de açúcar foi na Nova Guiné, estendeu-se à Índia, e continuou pela China e pelo Oriente (1).

Portugal era passagem obrigatória para os navios entre o Oriente e reis e nobres da Europa que eram grandes consumidores de açúcar, o que estimulou a introdução da cana de açúcar na Ilha da Madeira, que mais tarde se expandiria com a ocupação da América (1). Martim A. de Souza trouxe a cana de açúcar para o Brasil, iniciando o cultivo na Capitania de São Vicente (1). Durante o período imperial, entre 1822 a 1889, o Brasil dependeu basicamente do cultivo da cana e exportação do açúcar, que rendia cinco vezes mais que todos os outros produtos agrícolas (1).

A Primeira Guerra Mundial, em 1914, prejudicou a indústria de açúcar na Europa, aumentou o preço do produto no mundo e incentivou novas usinas no Brasil. Na Segunda Guerra Mundial, a produção no mundo foi multiplicada por quase seis vezes para prevenir desabastecimento (1). Atualmente, o Brasil é o maior produtor de cana de açúcar do mundo (2). Em 2020, mais de 50.0% do açúcar exportado no mundo saiu de portos brasileiros, gerando arrecadação de US\$ 8,7 bilhões para o país (3). Espera-se que a safra de 2020 e 2021 no Brasil produza um volume recorde de 41 milhões de toneladas de açúcar (4).

Na indústria, o açúcar adicionado pode aparecer com diferentes nomes no mesmo produto como “açúcar branco/refinado, açúcar bruto, açúcar cristal, açúcar de confeitiro,

açúcar invertido, açúcar mascavo, glicose, frutose, sacarose, lactose, maltose e xarope de milho, caldo de cana, cristais de cana, dextrose, glucose, glucose de milho, maltodextrina, mel, melaço/melado, néctares, xarope de bordo e xarope de malte” (5). Os produtos mais conhecidos a conterem altas quantidades de açúcar são os refrigerantes, sucos e doces, mas os açúcares também podem ser encontrados em massas, embutidos, alimentos congelados, iogurtes, e produtos de panificação (3).

A abundância de açúcar nas grandes plantações dos tempos coloniais (1) pode ter contribuído com o hábito de consumir grandes quantidades de açúcar pela população brasileira. Atualmente o consumo anual per capita de açúcar no Brasil (52 kg) é mais de duas vezes a média mundial anual de consumo per capita (22kg) (3).

Quando, em 1986, especialistas em nutrição começaram a encontrar associações entre o alto consumo de açúcar com diabetes, doenças coronarianas, entre outras (6), para diversificar a utilização de açúcares, as indústrias química e a farmacêutica começaram a utilizar substitutos de baixa caloria, primeiramente nos países industrializados, se expandindo para os outros países (7).

Assim, com o objetivo de atender um público que necessitava restringir o consumo de açúcar da alimentação mas que apresentava o hábito de consumir alimentos com alto dulçor, os edulcorantes de baixa caloria ganharam cada vez mais espaço nas indústrias no século 20, sendo reforçados por duas principais mudanças no mercado: aumento da popularidade de programas de dietas para perda de peso (8) e o desenvolvimento de práticas aprimoradas de publicidade de alimentos (9). Os produtores de edulcorantes atraíram assim fabricantes de bebidas, que foram o primeiro setor alimentício a adicioná-los em

refrigerantes, atraídas pela oportunidade de atender esta nova demanda por bebidas com baixo valor calórico e pelo baixo custo dos edulcorantes comparado ao açúcar (9).

Estudo conduzido no Brasil na década de 90 mostrou que mais de 70.0% da população estudada consumia algum tipo de edulcorante, e os principais motivos alegados para esse consumo incluíram apresentar diabetes e estar em dieta para controle ou perda de peso (10).

Hoje, novos tipos de edulcorantes de baixa caloria continua sendo desenvolvidos podendo ser encontrados não somente em produtos dietéticos, mas em diferentes alimentos e bebidas ultraprocessados consumidos por toda a população, incluindo crianças e adolescentes (11-16). Os alimentos ultraprocessados são caracterizados, segundo a classificação NOVA, como produtos que contém poucos ingredientes inteiros ou minimamente processados, e que são produzidos a partir de substâncias extraídas dos alimentos (como açúcares e óleos), constituintes alimentares (amido modificado, gorduras hidrogenadas), e aditivos (como corantes, aromatizantes, e edulcorantes de baixa caloria) (17). São produtos hiper palatáveis, duráveis e de mais fácil distribuição e acesso (18).

Além dos refrigerantes e sucos adoçados (19), iogurtes, bebidas lácteas, bolos, barras de cereais e biscoitos são apontados pela literatura como produtos-alvo para a adição de edulcorantes de baixa caloria pela indústria alimentícia (20-23). Em um supermercado de Florianópolis, Brasil (13), os grupos com maior frequência de alimentos contendo edulcorantes de baixa caloria foram refrigerantes, chocolates e doces, leite e derivados, produtos de panificação, e sucos, néctares.



## **1.2. Edulcorantes de baixa caloria: definição e histórico**

Comparado à sacarose, que é a referência para o açúcar, os edulcorantes de baixa caloria podem ser centenas a milhares de vezes mais doces, com baixo ou inexistente valor calórico (24).

Atualmente, os principais tipos de edulcorantes de baixa caloria aprovados para consumo no Brasil podem ser classificados em três grupos de acordo com a origem e conteúdo calórico: i. edulcorantes de baixa caloria artificiais (acesulfame de potássio, aspartame, neotame, sacarina, sucralose e ciclamato de sódio), ii. edulcorantes de baixa caloria naturais (glicosídeos de esteviol e taumatina), e iii. polióis (isomaltitol, maltitol, eritritol, lactitol, manitol, sorbitol e xilitol) (25, 26). A classificação por origem é utilizada para fins comparativos. Os edulcorantes de baixa caloria naturais são assim denominados por serem derivados de plantas, porém, como o edulcorantes de baixa caloria artificiais, são sintéticos e obtidos através de processos biotecnológicos, com produção industrial em escala comercial (27).

### **1.2.1. Edulcorantes de baixa caloria artificiais**

A sacarina foi o primeiro edulcorante de baixa caloria a ser sintetizado acidentalmente pelo químico Constantin Fahlberg na Universidade de Johns Hopkins e utilizado pela indústria de alimentos no começo do século 19, sendo considerada 300 vezes mais doce do que a sacarose (25).

Até 1930, a sacarina foi o único edulcorante produzido nos EUA e era consumido principalmente por pessoas com diabetes que recebiam prescrições médicas para reduzir o

açúcar (10). Atualmente, é aprovada em mais de 90 países e admitida como segura por diferentes órgãos internacionais (28) sendo utilizada para adoçar diversos produtos, como refrigerantes, goma de mascar, geleias, frutas enlatadas, doces, e molhos para salada. Pode ainda ser encontrada em produtos cosméticos (como pasta de dente e brilho labial), medicamentos e vitaminas (29).

Em 1937, o ciclamato de sódio foi descoberto por Michael Sveda na Universidade de Illinois (30). Mas somente em 1951, quando o ciclamato de sódio foi aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) nos EUA, para fins comerciais, que seu uso disparou. O ciclamato, com doçura 30 vezes superior à do açúcar, quando combinado com a sacarina, potencializa a doçura dos alimentos e mascarava o sabor amargo da sacarina (31).

O aspartame foi aprovado pela FDA em 1981, primeiramente, como adoçante de mesa, para mais tarde ser aprovado também para uso geral em alimentos e bebidas (32). Com potencial de doçura 200 vezes maior que a sacarose, é considerado o edulcorante de baixa caloria mais controverso atualmente devido ao seu potencial de toxicidade (29), embora seja encontrado em uma ampla variedade de alimentos prontos para consumo como refrigerantes, gelatinas, sobremesas congeladas e iogurtes, além de ser ainda muito utilizado como adoçante de mesa (29). O aspartame possui um residual amargo que pode ser mascarado quando em conjunto com outros edulcorantes, como o acesulfame de potássio, 200 vezes mais doce que a sacarose, que em 1988 teve seu uso aprovado (29).

Em 1998, a sucralose, que é cerca de 600 vezes mais doce que a sacarose, foi aprovada para uso como adoçante de mesa e em alguns alimentos e bebidas, tendo, anos

depois, seu uso expandido para fins gerais (29, 33). Por fim, o neotame se apresenta como um dos mais recentes edulcorantes de baixa caloria artificiais, e foi aprovado em 2002 para uso geral. É derivado do aspartame e pode ser encontrado em refrigerantes, produtos de panificação, sobremesas congeladas, gelatinas, entre outros. Tem um potencial de doçura aproximadamente 7000 vezes superior à doçura da sacarose e 30 vezes à do aspartame (29).

O histórico dos edulcorantes de baixa caloria artificiais inclui descoberta, aprovações de uso, proibições, e exigência de advertência nas embalagens sobre a sua adição nos produtos alimentícios por potenciais riscos à saúde (34). Por exemplo, após sua descoberta no início do século 19, a FDA retirou em 1972 a sacarina da lista de aditivos seguros devido ao seu potencial carcinogênico, proibindo seu uso em produtos voltados à população com diabetes e em medicamentos. Porém, essa proibição foi anulada em 1991 (35), quando o Congresso aprovou a comercialização contanto que os produtos apresentassem um rótulo de advertência sobre sua adição, além de exigir estudos adicionais sobre os efeitos desse aditivo (36).

Mais tarde, foi observado que o consumo de sacarina em conjunto com ciclamato por ratos estava associado ao desenvolvimento de câncer de bexiga por um mecanismo não encontrado em humanos (36). Apesar das evidências de carcinogenicidade para animais, a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer não classificou a sacarina como cancerígena para humanos devido à alta quantidade administrada aos animais que não seriam consumidas por humanos. Em 2000, foi aprovada uma lei nos EUA retirando o rótulo de advertência sobre adição dos edulcorantes nos produtos (36). Atualmente, o Brasil e a maioria dos países, não exigem a presença de advertências na parte frontal do rótulo (37), e a proibição da sacarina ainda existe em alguns locais, como o Canadá (38).

Outro exemplo é o ciclamato de sódio. A controvérsia do uso do ciclamato surgiu na década de 60 quando Verret desenvolveu um estudo em que injetava soluções concentradas de ciclamato em ovos de galinhas e observou que, ao nascer, os pintinhos apresentaram más formações congênicas (39). Apesar das doses utilizadas serem muito maiores do que um ser humano conseguiria ingerir sem ficar doente, o ciclamato passou a ser alvo de atenção, e, em 1969, os EUA removeram-o da lista de aditivos seguros para consumo e proibiu seu uso como substituto do açúcar (40). O ciclamato continua proibido nos EUA pela FDA, mas é aprovado em muitos outros países, como o Brasil, países da Europa, Canadá e Austrália (26, 41, 42).

### **1.2.2. Edulcorantes de baixa caloria naturais**

Em resposta aos estudos que começaram a relacionar o consumo de edulcorantes de baixa caloria artificiais com desfechos deletérios à saúde, e à busca crescente por produtos aludidos como “naturais” (43), a demanda por edulcorantes de origem natural como glicosídeos de esteviol e taumatina, vem aumentando no mundo (44).

Os glicosídeos de esteviol, derivados da espécie nativa *Stevia rebaudiana* da América do Sul (45), são produzidos através da extração de compostos glicosilados presentes na planta (46), e possui um potencial adoçante 300 vezes maior que o açúcar. É um produto muito procurado como adoçante de mesa, e também como aditivo para a produção de diversos produtos alimentícios (47), como molho de soja, alimentos para bebês, laticínios e licores destilados (48). Após sua ingestão, os metabólitos são eliminados pela urina, não sendo armazenados no organismo (48), o que contribui para que muitos países utilizem como recomendação para pacientes com diabetes (49).

A taumatina é uma proteína de sabor doce encontrada na fruta do arbusto *Thaumatococcus daniellii*, originária da floresta tropical da África Ocidental, e um dos edulcorantes mais estudados atualmente (50, 51). Se restringe mais ao uso comercial pelo alto poder adoçante – 3000 vezes maior que o açúcar-, e pela capacidade de realçar o sabor de alimentos e bebidas (52). A taumatina é mais comumente utilizada como intensificador de sabor do que adoçante (53).

As leis que regulam o uso de edulcorantes de baixa caloria ditos naturais diferem ao redor do mundo. Na Europa, por muitos anos, apenas a taumatina era permitida (53). Já os glicosídeos de esteviol, depois de serem considerados, na década de 90, um aditivo não seguro pela FDA por falta de evidências científicas (54), foram autorizados no Brasil em meados de 1987 (55), e apenas em 2006 no Canadá. Após dois anos, Austrália e Nova Zelândia também aprovaram o uso da glicosídeos de esteviol em alimentos, e a FDA reconheceu o aditivo como seguro (54).

### **1.2.3. Polióis**

Os polióis correspondem a compostos orgânicos produzidos a partir de açúcares (56). São encontrados naturalmente em frutas, legumes e cogumelos, porém podem ser desenvolvidos industrialmente para serem adicionados aos alimentos e bebidas (34). A utilização dos polióis na União Europeia, EUA e Brasil é controlada pelos mesmos regulamentos que monitoram a utilização de edulcorantes artificiais (26, 57).

São carboidratos de baixa digestão e a doçura varia de 25.0% a 100.0% em comparação ao açúcar, sendo considerados substitutos muito similares ao açúcar em relação ao volume de uso (58). Porém, são frequentemente utilizados em combinação com

outros edulcorantes para atingir níveis de doçuras mais elevados (58), e, como o açúcar, também desempenham variadas funções nos alimentos (59): em produtos de panificação, por exemplo, auxiliam na doçura, textura e retenção de umidade, a fim de aumentar a vida de prateleira (58). Mesmo sendo carboidratos, os produtos alimentícios contendo polióis sem adição de açúcares podem, pelas diretrizes de rotulagens de alimentos, ser rotulados como sem açúcar (33).

Não existem muitas informações sobre o histórico de uso dos polióis. A descoberta do manitol é atribuída a Joseph Louis Proust, em 1806, como um importante medicamento diurético osmótico (60). Hoje, além de continuar sendo muito utilizado como medicamento, pode ser encontrado em doces como gomas de mascar (61). Em 1848, foi descoberto o eritritol pelo químico escocês John Stenhouse. O eritritol ocorre naturalmente em algumas frutas e alimentos fermentados (60). Já o sorbitol, encontrado nos frutos de maçãs, ameixas, peras, foi descoberto em 1872 (60). É um poliol com sabor doce que o corpo humano metaboliza lentamente (60) e muito utilizado em produtos dietéticos, além de proporcionar função conservante aos alimentos (61).

Outros polióis utilizados em alimentos e bebidas incluem o xilitol, encontrado em fibras de muitas frutas e vegetais (60) e utilizado em gomas de mascar, balas, doces, além de xaropes, e produtos como creme dental, e fio dental (61); o maltitol e o isomalte, utilizados em muitos doces como chocolates, bala de mascar, confeitos, bolos, e biscoitos (61); e o lactitol que, além de poder ser utilizado em doces e bebidas, também pode ser encontrado em sopas e produtos de panificação (61).

### **1.3.Perfil de produção e mercado de edulcorantes de baixa caloria**

#### **1.3.1. Mercado internacional**

O mercado global de edulcorantes de baixa caloria atribui o seu crescimento à maior procura dos consumidores por alimentos e bebidas considerados mais saudáveis e a maior prevalência de indivíduos com diabetes, obesidade e outras doenças associadas à alimentação (62).

Em 2024, o mercado global de edulcorantes de baixa caloria deve atingir um valor de mercado de US\$ 35,6 bilhões, apresentando uma taxa de crescimento de 4,5% entre 2019 e 2024 (62). A América do Norte e a Europa detém a maior participação de mercado e devem permanecer dominantes durante esse período (63), enquanto a Ásia se apresenta como região onde o crescimento do consumo é atualmente mais rápido. O aumento do tamanho da população, a mudança no estilo de vida dos indivíduos, e as diferentes aplicações do edulcorantes de baixa caloria são alguns dos fatores que levam esse crescimento (63), principalmente entre os edulcorantes de baixa caloria naturais, pela associação com maior saudabilidade (44).

Além de atender as demandas das indústrias de processamento de alimentos, os edulcorantes de baixa caloria têm sido utilizados em outros setores, como na indústria farmacêutica, na fabricação de medicamentos ou suplementos com baixo ou nenhum teor de açúcar, podendo ser produzidos em diferentes formas (pó, líquido, comprimido) (63).

### 1.3.2. Mercado brasileiro

Acompanhando a tendência internacional, o mercado de alimentos denominados dietéticos evoluiu a partir da década 80 no Brasil. Antes dessa época, edulcorantes de baixa caloria como a sacarina e ciclamato já eram liberados porém eram comercializados para indivíduos com restrição médica de açúcar (10), sendo encontrados em farmácias, principalmente (64).

Em 1992, cerca de 20 milhões de dólares foram movimentados pelos produtos dietéticos no mercado nacional, representando apenas 0,5% do movimentado pelos alimentos convencionais. Porém, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres, o faturamento das empresas fabricantes de produtos diet e light foi multiplicado por dez entre 1991 e 2000 no Brasil. As vendas de refrigerantes, refrescos e sobremesas em pó, iogurtes e produtos lácteos diet e light cresciam mais de 30,0% por ano, chegando a gerar um faturamento de US\$ 2,1 bilhões em 2001 (65).

De acordo com relatório desenvolvido em 2002 no Brasil pela Nielsen Global Media, de 74 categorias de alimentos e bebidas não alcoólicas auditadas, cerca de 30,0% já exibiam versões diet e light naquele ano (65). Os refrigerantes, iogurtes e bebidas lácteas concentravam mais de 70,0% das vendas do segmento diet e light. Ressalta-se o expressivo aumento em volume entre 2001 e 2002 dos achocolatados (770,0%) e produtos de panificação industrializados (45,5%) diet e light (65). Nos cinco anos seguintes, foram investidos mais de US\$ 100 milhões para tornar os produtos diet e light o mais parecidos com os produtos convencionais nos quesitos sabor e aparência (65).



## **1.4. Consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria**

### **1.4.1. Na população geral**

Instituições e profissionais da saúde recomendam há muitos anos o uso de adoçantes de mesa e o consumo de produtos diet e light, principalmente entre pacientes com obesidade, diabetes e outras doenças relacionadas à alimentação, por conterem baixa quantidade de açúcar (66) e assim, contribuir para a perda de peso e regulação da glicose, seguindo uma literatura que foi produzida com potenciais conflitos de interesses (67). A mídia, principalmente através de televisão e revistas na década de 90, teve um papel fundamental para estimular o consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes como opções saudáveis (68, 69).

A relação de edulcorantes de baixa caloria com a prevenção e controle da diabetes foi se modificando com o tempo pelas novas descobertas da doença e dos edulcorantes (57). Apesar de alimentos e bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria não serem primordiais para o controle metabólico da diabetes, o diagnóstico é considerado um forte motivador para o consumo desses produtos (70). Entre indivíduos com diabetes residentes de São Paulo, Brasil, mais de 90,0% consome adoçantes de mesa por considerar uma necessidade no tratamento (70).

Porém, o consumo de edulcorantes de baixa caloria vem aumentando globalmente nas últimas décadas na população geral também (71). Nos EUA, entre 2000 e 2012, o consumo de bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria aumentou em 200,0% (11, 71). As bebidas adoçadas com edulcorantes de baixa caloria representaram 32,0% do total de compras de bebidas em volumes entre adultos, e 19,0% entre crianças em 2010 (72).

No Brasil, estudo de coorte realizado entre 2008 e 2010 com mais de 12.000 brasileiros adultos mostrou que um terço dos participantes consumiam bebidas com edulcorantes de baixa caloria diariamente (73). Estudos conduzidos até o momento que avaliam o consumo de edulcorantes de baixa caloria em produtos alimentícios focaram primariamente em bebidas (19, 74, 75). As bebidas, principalmente os refrigerantes diet e light, são responsáveis pela maior proporção do consumo de edulcorantes de baixa caloria em diversos países, superando até mesmo os adoçantes de mesa (44).

Atualmente, o maior consumo de edulcorantes de baixa caloria tem sido observado entre pessoas do sexo feminino, com peso mais alto, e com diabetes (76, 77). As tendências no consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes também diferem quanto à cor de pele/etnia e renda (78). Aumentos na prevalência de consumo desses alimentos e bebidas têm sido observados entre negros e entre adultos com maior renda, principalmente (78).

#### **1.4.2. Entre crianças e adolescentes**

Nos EUA, entre 2000 e 2008, a prevalência de consumo de bebidas com edulcorantes de baixa caloria aumentou de 6,1% para 12,5% entre crianças de 2 a 17 anos (78), e aproximadamente 15,0 do total da população americana acima de 2 anos de idade utilizam edulcorantes artificiais (79). O alto consumo de edulcorantes de baixa caloria não se limita à América do Norte. Entre estudantes de 18 a 26 anos da América Latina, 80,0% relataram consumo semanal de edulcorantes de baixa caloria, com maior consumo entre alunos no Chile (80).

Ainda, enquanto a maioria dos pais e responsáveis das crianças relata acreditar que os edulcorantes de baixa caloria não são seguros para consumo de seus filhos, em uma

simulação de compra de alimentos em supermercado, eles não conseguiram identificar a presença destes aditivos em aproximadamente 80,0% dos alimentos e bebidas adoçados artificialmente a eles apresentados (81).

Quanto aos adolescentes, muitos utilizam edulcorantes com a ideia de manutenção de peso, para acompanhar hábitos familiares, e como um mecanismo de compensação: permitem-se uma maior ingestão calórica durante o dia em virtude do consumo de produtos com baixa caloria (10, 82).

## **1.5.Efeitos na saúde associados ao consumo de edulcorantes de baixa caloria**

### **1.5.1. População geral**

Na perspectiva dos efeitos à saúde associados ao consumo de alimentos ultraprocessados, que podem conter edulcorantes, estudos transversais e longitudinais realizados em diferentes países encontraram associação positiva entre o consumo de alimentos ultraprocessados hipertensão, diabetes tipo 2, obesidade, doenças cardiovasculares, doença cerebrovascular, depressão e mortalidade por todas as causas (83-87). Além do perfil nutricional dos produtos ultraprocessados, caracterizado pela alta densidade energética e altas quantidades de açúcar, gordura e sal, a presença de aditivos na composição pode ajudar a explicar os mecanismos que associam o consumo de ultraprocessados a diferentes desfechos de saúde (17, 88).

Os efeitos dos edulcorantes de baixa caloria na manutenção ou perda de peso e controle glicêmico não são claros (89, 90). Por exemplo, a utilização de edulcorantes em programas de redução de peso pode favorecer a redução e manutenção do peso com planos

de dieta estruturados, além de contribuir para melhor controle glicêmico de indivíduos com diabetes (91). O uso de glicosídeos de esteviol levou a uma redução significativa dos níveis de insulina no sangue em comparação com a sacarose e o aspartame de 31 adultos (19 com peso normal e 12 com obesidade de acordo com IMC) (92). Os polióis, apesar de serem associados a flatulências, cólicas, e desconfortos abdominais se consumidos em grandes quantidades, são considerados componentes anticáries, com benefícios orais e sistêmicos nas quantidades geralmente comercializadas (93).

Entretanto, estudos recentes reiteram a preocupação crescente sobre os efeitos potencialmente prejudiciais associados ao consumo de edulcorantes de baixa caloria (94, 95). Revisão sistemática e meta-análise mostrou que o consumo de aspartame não resulta em redução significativa dos níveis de glicose no sangue, dos níveis de insulina, do colesterol total, triglicerídeos ou peso corporal (96). Em relação aos edulcorantes naturais, como os glicosídeos de esteviol, o consumo não se mostrou associado a redução do IMC, pressão arterial, glicemia de jejum e colesterol (97). Por fim, embora tenha sido observado que os polióis não aumentam a glicose plasmática, nenhum benefício de longo prazo em relação ao seu consumo foi estabelecido para pessoas com diabetes (98).

Ainda mais crítico que a ineficácia dos edulcorantes de baixa caloria, evidências recentes sugerem efeitos negativos relacionados ao seu consumo. Por exemplo, a ingestão de acessulfame e sacarina pode afetar a composição da microbiota intestinal, resultando em resistência à glicose (99-101). A ingestão da sacarina pode induzir uma desregulação metabólica condicionando aumento compensatório no apetite, ingestão de energia e ganho de peso (102, 103). Para a sucralose, achados indicam que seu consumo pode ativar os receptores de sabor doce, afetando as respostas glicêmicas e de insulina (104, 105). Não

obstante, o consumo de bebidas adoçadas com sucralose foi associado com a diminuição da sensibilidade à insulina, causando desregulação do controle cérebro-intestino do metabolismo da glicose (106). A influência de consumo de edulcorantes de baixa caloria sobre o apetite, balanço energético e peso corporal não é clara (107), ainda mais considerando o consumo cumulativo de diferentes alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria ao longo do dia. Atenção especial deve ser dada às crianças devido ao seu baixo peso e os efeitos potenciais para a saúde a longo prazo (108).

### **1.5.2. Crianças e adolescentes**

Crianças e adolescentes são mais suscetíveis aos efeitos de aditivos alimentares pela maior exposição relativa – maior ingestão alimentar por kg de alimento, e pelas diferenças no sistema metabólico ainda em desenvolvimento e maturação quando comparados aos adultos (109).

Os estudos envolvendo crianças e adolescentes, principalmente os ensaios clínicos randomizados, são limitados, não permitindo a consolidação de evidências clínicas fortes de causalidade em relação ao uso de edulcorantes de baixa caloria e efeitos na saúde (110). Porém, evidências vem mostrando que a exposição a edulcorantes de baixa caloria nas primeiras fases da vida pode afetar a composição corporal e a saúde cardiometabólica (111). Dados mostram associação entre o consumo de bebidas adoçadas com edulcorantes de baixa caloria e ganho de peso em crianças (110). Para os polióis, estudos mostram eficácia de alguns tipos como xilitol na prevenção de cáries dentárias, porém seu consumo adicionados aos alimentos não é recomendado para crianças menores de um ano devido a efeitos laxativos (112).

Além disso, sacarina, sucralose e acessulfame de potássio foram encontradas em amostras de leite materno, sugerindo que podem ser frequentemente ingeridos por lactentes (113). Apesar de serem necessários mais estudos para determinar se a exposição precoce aos edulcorantes de baixa caloria por meio do leite materno pode ter implicações futuras, ao triangular evidências de estudos com adipócitos cultivados em camundongos e humanos, observou-se que o consumo de edulcorantes de baixa caloria durante a gravidez pode aumentar, por diferenciação de adipócitos, o risco de desenvolver obesidade na prole (114).

Além disso, os hábitos alimentares, incluindo a preferência por sabor doce, começam a ser moldados durante a infância, podendo persistir por toda a vida adulta (115). Em modelos animais, por exemplo, recém-nascidos expostos a acessulfame de potássio diretamente ou através do leite materno mostraram alterações no desenvolvimento das vias gustativas, nas preferências e nos limiares para o edulcorante e açúcares (116, 117). Entre crianças, foi observado que a infância é o período no qual são adquiridas as informações sobre como o gosto dos alimentos doces deve ser, e que a familiarização precoce com o sabor doce pode resultar em hábitos alimentares não saudáveis durante a vida, podendo aumentar o risco de desenvolver obesidade (118).

Ainda, os edulcorantes de baixa caloria mostraram poder alterar a microbiota intestinal em modelos animais, levando ao aumento de peso e regulação deficiente da glicose (101, 119, 120). Em humanos, um pequeno estudo mostrou que a sacarina também foi capaz de alterar a microbiota intestinal provocando regulação deficiente da glicose (101). Dada a compreensão das funções da microbiota intestinal na saúde (121), a alteração

da composição bacteriana da microbiota pelos edulcorantes pode ter associação com efeitos como ganho de peso e intolerância à glicose (115).

## **1.6. Políticas públicas relacionadas a regulação de edulcorantes de baixa caloria**

### **1.6.1. Em outros países**

Em diversos países, políticas públicas foram adotadas recentemente a fim de promover ambientes alimentares mais saudáveis objetivando a redução de compra e consumo de alimentos e bebidas ultraprocessados, que podem conter edulcorantes de baixa caloria. Políticas fiscais de aumento de tributos em bebidas açucaradas (implementadas no México, Chile, África do Sul e diversas cidades norte-americanas) (122), impostos sobre açúcar (Reino Unido) (123), impostos sobre alimentos com alta densidade energética (México) (124) e rotulagem nutricional frontal com alertas para alto teor de nutrientes críticos (como adotado no Chile, Peru, Uruguai e México) são alguns dos principais exemplos (125-127).

As crescentes evidências apontam redução nas compras e consumo de bebidas açucaradas após a implementação dos impostos sobre bebidas açucaradas (128-132), alimentos com alta densidade energética (133) e açúcar (123). Simulações também mostram potenciais e importantes reduções na prevalência de obesidade após o aumento dos preços dessas bebidas e alimentos (134-136). Quanto aos símbolos de advertência, essa é considerada uma política econômica para auxiliar a escolha de alimentos e bebidas (137).

O Chile foi o primeiro país a aprovar, em 2012, aos símbolos de advertência para alimentos embalados com alto teor de energia, açúcares, gorduras saturadas e sódio na

parte frontal do rótulo para informar o consumidor (138). Entre 2013 e 2019, o nutriente que apresentou maior redução nos alimentos e bebidas comercializados no país foi o teor total de açúcar, principalmente em bebidas açucaradas, laticínios e geleias (139). Os resultados mostraram que essas políticas são eficazes na reformulação dos alimentos e bebidas (140), porém, a reformulação – em especial para redução de açúcares adicionados – pode induzir à adição de edulcorantes de baixa caloria a estes alimentos (19).

Entre as bebidas açucaradas, principalmente, a substituição dos açúcares por edulcorantes de baixa caloria é ainda mais fácil para as indústrias em comparação a alimentos sólidos, pois o conteúdo energético é reduzido, sem comprometer os atributos físicos do produto (141, 142). No Reino Unido, entre 2015 e 2018, enquanto o açúcar foi reduzido em 3,0% dos alimentos, essa porcentagem chegou a 29,0% das bebidas açucaradas (142).

A fim de evitar a substituição dos açúcares adicionados por edulcorantes de baixa caloria, no México, além dos símbolos de advertência para açúcares adicionados, sódio e gordura, foi incluído também um símbolo de advertência para edulcorantes de baixa caloria nas normas recentemente aprovadas (143, 144).

### **1.6.2. No Brasil**

No Brasil, o Guia Alimentar para a População Brasileira, um instrumento de educação em saúde publicado em 2014, recomenda que a população faça dos alimentos in natura e minimamente processados a base de sua alimentação, e que evite o consumo de ultraprocessados, que podem conter edulcorantes de baixa caloria (145). Seguindo essas



recomendações, o Programa Nacional de Alimentação Escolar, que fornece alimentação para todos os estudantes da rede pública, proíbe o oferecimento de ultraprocessados a crianças menores de três anos, e recomenda que se evite para todas as outras idades (146).

O Guia Alimentar está incluído nas diretrizes da Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), proposta no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), que tem como propósito garantir a qualidade dos alimentos para consumo no país, além de promover práticas saudáveis (147). Considerando a lacuna nas evidências científicas dos efeitos dos edulcorantes de baixa caloria na saúde em longo prazo (148, 149), mostra-se importante o monitoramento do consumo de alimentos e bebidas contendo esses aditivos e da ingestão a nível populacional na agenda de alimentação saudável da PNAN.

Ademais, para substâncias que eventualmente acarretem riscos à saúde, é reforçada pelo Código de Defesa do Consumidor a importância da informação clara sobre a presença da substância no produto (150). Foi isso que levou, em 2003, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a garantir que um triângulo amarelo com um “T” seja colocado em alimentos e bebidas com transgênicos na composição (151).

A ANVISA, também inserida no âmbito do SUS, tem como finalidade proteger a saúde da população pelo controle sanitário da produção e consumo de produtos e serviços (152). Após, em 2018 o Ministério da Saúde ter anunciado um acordo voluntário com a indústria de alimentos para redução do açúcar na formulação de alimentos ultraprocessados no país (153), mesmo experiências mostrando que acordos voluntários podem não ser suficientes para impactar a saúde pública (154-157), a ANVISA aprovou em 2020 uma nova norma de rotulagem nutricional (158).

A nova norma de rotulagem nutricional, que vai ao encontro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de 2030 da Organização Mundial da Saúde (OMS) (159), inclui a aplicação do símbolo no formato de uma lupa na parte frontal do rótulo para identificar alimentos com alto teor de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio (158). O símbolo tem como objetivo auxiliar os consumidores a realizarem escolhas mais saudáveis, porém essa estratégia pode induzir reformulações nutricionais nos produtos embalados e comercializados no Brasil e, conseqüentemente, ao aumento indesejado da adição de edulcorantes de baixa caloria em substituição parcial ou total aos açúcares adicionados, e do consumo desses aditivos pela população.

Além disso, a ANVISA é também o órgão responsável pela aprovação e regulamentação técnica de aditivos alimentares no Brasil, que incluem os edulcorantes de baixa caloria (160).

#### **1.6.2.1.Regulamentação de edulcorantes de baixa caloria no Brasil**

Em 1999, foi sancionada a Lei no. 9782, em que os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia de fabricação ficaram submetidos ao controle e a fiscalização pela ANVISA (161). Até a década de 80, os edulcorantes de baixa caloria eram considerados produtos dietéticos e eram regulamentados como drogas (10), passando a ser registrados, em 1988, pela Divisão Nacional de Alimentação do Ministério da Saúde, que regulamenta o uso de alimentos para fins especiais e adoçantes de mesa (162).

Os edulcorantes de baixa caloria são classificados como aditivos alimentares por corresponderem a ingredientes adicionados intencionalmente aos alimentos, sem a finalidade de nutrir, com o objetivo de modificar características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais de um alimento (161).

O processo regulatório da ANVISA segue pareceres do “Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives” (Comitê Conjunto FAO/OMS de Especialistas em Aditivos Alimentares – JECFA) (163, 164), e inclui avaliação dos aditivos e dos limites de adição para as diferentes categorias de produtos (161), e a legislação está sujeita a atualização de acordo com o avanço das descobertas científicas, visando a segurança e saúde da população (161). Como dificuldades do processo, inclui-se a obtenção de dados de produtos químicos presentes no mercado, e a falta proteção suficiente contra conflitos de interesses (109).

Em todo o caso, as quantidades máximas de adição para cada tipo de edulcorante na formulação de alimentos e bebidas atuais estabelecidas pela ANVISA estão representadas na Tabela 1. Para a taumatina e todos os polióis, o limite máximo estipulado não possui um valor numérico, sendo considerado *quantis satis*, ou seja, o quanto for suficiente para a função especificada (26).

Importante notar que, entre os edulcorantes de baixa caloria que possuem valores numéricos estipulados, esses limites são individuais, isto é, os edulcorantes podem ser usados em combinação com outros. A combinação de diferentes tipos de edulcorantes é frequente (165), uma vez que a mistura não apenas atenua sabores residuais, como também potencializa a doçura dos componentes (166).

A ANVISA estabelece que os edulcorantes devem ser utilizados em alimentos e bebidas em que se faz necessário a substituição parcial ou total do açúcar, com informação nutricional complementar referente a redução de açúcares ou ainda referente a redução de energia, como “sem adição de açúcares”, “não contém açúcares”, “baixo em valor energético” ou “reduzido em valor energético” (26).

**Tabela 1:** Limite máximo de adição de edulcorantes de baixa caloria regulamentados para uso no Brasil em alimentos e bebidas.

<b>Edulcorante de baixa caloria</b>	<b>Alimento</b>	<b>Limite máximo (g/100g ou g/100mL)</b>
<b>Acessulfame potássio</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	0,035
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,035
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	0,035
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,035
	Com substituição parcial de açúcares	0,026
<b>Aspartame</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	0,075
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,075
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	0,075
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,075
	Com substituição parcial de açúcares	0,056
<b>Ciclamato de sódio</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	0,04
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,04
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	0,04
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,04
	Com substituição parcial de açúcares	0,03
<b>Sacarina</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	0,015
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,015
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	0,015
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,015
	Com substituição parcial de açúcares	0,01
<b>Sucralose</b>	Alimentos para controle de peso	0,04
	Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas para controle de peso	0,025
	Alimentos para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,04
	Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,025

	Alimentos para dietas com restrição de açúcares	0,04
	Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas para dietas com restrição de açúcares	0,025
	Alimentos com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,04
	Com substituição parcial de açúcares	0,03
	Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,025
	Com substituição parcial de açúcares	0,02
<b>Neotame</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	0,0033
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,0065
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	0,0065
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,0065
	Com substituição parcial de açúcares	0,0049
<b>Glicosídeos de esteviol</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	0,06
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,06
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	0,06
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	
	Com substituição total de açúcares	0,06
	Com substituição parcial de açúcares	0,045
<b>Taumatina</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
<b>Sorbitol</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
<b>Manitol</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
<b>Isomalt (Isomaltitol)</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
<b>Maltitol</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
<b>Lactitol</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis

	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
<b>Xilitol</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
<b>Eritritol</b>	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares	quantus satis
	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar	quantus satis
	Alimentos e bebidas para controle de peso	quantus satis

Fonte: ANVISA 2008 (26)

A informação da adição de edulcorantes de baixa caloria em alimentos e bebidas formulados e comercializados no Brasil é obrigatória na lista de ingredientes, no verso ou laterais da embalagens (37) podendo não ser clara aos consumidores no momento da compra (167).

Além do limite máximo de adição de edulcorantes de baixa caloria em alimentos e bebidas (26), para que a população não seja exposta a níveis elevados, e potencialmente tóxicos, de edulcorantes na dieta, órgãos reguladores estabeleceram pontos de corte ingestão diária aceitável (IDA) de edulcorantes (26). A IDA representa a quantidade estimada de substância presente nos alimentos que pode ser ingerida diariamente ao longo da vida, sem oferecer risco apreciável à saúde do consumidor, de acordo com estudos para alguns desfechos específicos em saúde (26). Esta quantidade é expressa em miligramas da substância por quilograma de peso corporal (26) (Tabela 2).

**Tabela 2:** Ingestão Diária Aceitável (IDA) de edulcorantes de baixa caloria regulamentados para uso no Brasil.

<b>Edulcorante de baixa caloria*</b>	<b>IDA (mg/kg)</b>
Aspartame	40

Acessulfame de potássio	15
Sucralose	15
Ciclamato de sódio	11
Sacarina	5
Estévia	4
Neotame	2

Abreviação: IDA: Ingestão diária aceitável

\*Os edulcorantes de baixa caloria não apresentados na tabela não possuem limite de ingestão diária estabelecido

Fonte: OMS 2021 (168)

No entanto, verificar se os grupos populacionais estão excedendo a IDA para edulcorantes é um desafio devido à falta de informações sobre a quantidade total de edulcorantes adicionados aos alimentos e bebidas nas embalagens da maioria dos países, incluindo no Brasil (37), bem como as incertezas em relação ao consumo desses produtos pelos indivíduos resultante dos métodos de avaliação de consumo alimentar disponíveis (169).

Por causa dessas incertezas, métodos recentes utilizados para monitorar a ingestão de edulcorantes levantam preocupações em relação às tendências de consumo de edulcorantes a nível populacional e o potencial aumento da exposição a esses aditivos, principalmente quando há esforços de reformulação para substituir parcial- ou totalmente os açúcares adicionados em alimentos e bebidas por edulcorantes (170).

### 1.7.Justificativa

As estratégias de redução de açúcar nos alimentos ultraprocessados devido aos problemas de saúde já estabelecidos provocados pelo consumo excessivo do açúcar tem induzido às indústrias a substituírem os açúcares por edulcorantes em diferentes categorias de alimentos, sem que isso seja evidente aos consumidores (150). O símbolo

de lupa adotado pela ANVISA, mesmo favorecendo escolhas alimentares mais saudáveis, pode contribuir para esse processo indesejado (125).

Faltam no Brasil dados que caracterizem a exposição da população aos edulcorantes de baixa caloria, desde sua adição nos alimentos e bebidas, até o consumo desses alimentos. Devido às evidências contraditórias dos efeitos dos edulcorantes na saúde a longo prazo (89, 90) este estudo propõe fornecer evidências para a literatura da área da Saúde Coletiva que auxiliem no monitoramento da adição e consumo dos edulcorantes de baixa caloria, principalmente num momento propício à reformulação de alimentos.

Ainda, os resultados podem colaborar com a discussão dos limitantes das normas de rotulagem nutricional em vigor ao redor do mundo, e contribuir com políticas públicas mais eficazes e abrangentes no tocante a disponibilização de informações mais claras sobre a adição de edulcorantes de baixa caloria nos rótulos de alimentos e bebidas.



## 2. OBJETIVOS

Essa dissertação de mestrado teve seus objetivos principais respondidos em cada um dos manuscritos. O objetivo principal 1 será respondido com o manuscrito 1 e o objetivo principal 2 com o manuscrito 2.

Objetivo 1: Avaliar a prevalência de edulcorantes adicionados a alimentos e bebidas embalados e comercializados no Brasil, incluindo entre produtos com publicidade direcionada a crianças, e verificar se esses produtos possuem alegações nutricionais relacionadas à adição dos edulcorantes na parte frontal do rótulo;

Objetivo 2: Estimar a prevalência de consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria e identificar quais os grupos de alimentos e bebidas com edulcorantes mais consumidos entre indivíduos de 10 anos ou mais de uma amostra de base populacional de Campinas; e verificar se esta população está exposta a altos níveis de edulcorantes considerando os níveis de ingestão diária aceitável para este aditivo.

### **3. MÉTODOS**

Os métodos de cada um dos dois manuscritos são detalhados a seguir.

#### **3.1. Manuscrito 1**

##### **3.1.1. Desenho do estudo**

Estudo transversal que utilizou informações coletadas em 2017 de alimentos e bebidas embalados comercializados nas redes de supermercados com as maiores participações no mercado varejista brasileiro.

##### **3.1.2. Processo amostral**

As cinco redes de supermercados com maior participação no mercado varejista brasileiro – que controlam 70,0% do mercado – foram identificadas utilizando as informações de vendas anuais de varejo de alimentos organizadas pela Euromonitor Internacional em 2016 (171, 172). A principal área de estudo escolhida foi o município de São Paulo, localizado na região Sudeste do país, por ser o maior município do Brasil. Como uma das cinco maiores redes de supermercados somente possuía lojas na região Nordeste, a coleta de dados para essa rede específica ocorreu em Salvador, maior município da região.

Os dados da localização de todas as lojas das redes selecionadas em São Paulo e Salvador foram coletados na página web de cada empresa ou pelo atendimento ao cliente. Os endereços foram geocodificados e a vizinhança de cada loja foi definida com um buffer de um quilômetro (distância euclidiana) ao redor da loja. Métricas semelhantes foram utilizadas em estudos prévios para definir a vizinhança imediata em torno de lojas de supermercado (173, 174).

Para determinar a renda média da vizinhança em torno de cada loja, utilizamos informações sobre a renda do indivíduo que apresentava maior salário no domicílio disponibilizada pelo Censo Brasileiro de 2010 (175). As lojas foram distribuídas em tercis de renda média na vizinhança de 1 km ao redor de cada loja, sendo selecionada a maior loja em metros quadrados de cada rede tanto no primeiro quanto no terceiro tercil de renda média da vizinhança. Em uma das redes amostradas, por exigência da mesma, a coleta de dados deu-se em seu centro de distribuição, onde todos os produtos vendidos nas lojas são encontrados. A permissão formal para coleta de dados foi obtida em todas as redes de supermercados do estudo.

### **3.2.2. Coleta dos dados**

Os dados foram coletados por pesquisadores de campo treinados entre abril e julho de 2017 seguindo método proposto por Kanter et al. (2017), que consiste em um protocolo padronizado de métodos fotográficos para avaliar e monitorar alimentos e bebidas embalados vendidos em supermercados (176). Todos os alimentos e bebidas embalados foram incluídos, e cerca de 13.000 itens únicos tiveram todos os lados de suas embalagens fotografados.

### **3.2.3. Codificação das variáveis**

As informações de composição foram inseridas na plataforma online Research Electronic Data Capture - RedCap, uma plataforma para coleta, gerenciamento e disseminação de dados de pesquisas (177), entre julho e novembro de 2017 por nutricionistas treinados e treinadas. Nesse estágio, as informações coletadas incluíram informações do produto, tamanho da embalagem, informações da tabela de informações nutricionais, lista de ingredientes e informações sobre reconstituição. Após a exclusão dos

itens disponíveis em mais de um tamanho de embalagem, produtos sem informação nutricional, embalagens com diversos itens, produtos sem lista de ingredientes e produtos com valores faltantes para o tamanho da porção e/ou calorias, 11.434 registros de alimentos e bebidas foram mantidos no banco de dados.

Categorizamos os alimentos e bebidas segundo grau de processamento de acordo com a classificação NOVA (178).

#### Alimentos com publicidade direcionada para crianças

Os alimentos e bebidas foram considerados como direcionados às crianças se o rótulo incluísse pelo menos uma das seguintes estratégias de publicidade: personagens de desenhos animados, atletas ou times amadores ou famosos, figuras de celebridades, vinculações de filmes, eventos ou festivais, palavras e frases como “para crianças” ou “ótimo para almoços escolares”, prêmios e eventos esportivos (179).

Para identificar uma tentativa de alertar os consumidores sobre a presença de edulcorantes no rótulo frontal, utilizamos a taxonomia desenvolvida pela International Network for Food and Obesity/NCDs Research, Monitoring and Action Support - INFORMAS, que consiste numa abordagem desenvolvida para avaliar a natureza e a extensão da rotulagem de alimentos relacionados à saúde em diferentes países (180). Assim, identificamos quais alimentos e bebidas apresentavam qualquer alegação nutricional na parte frontal do rótulo relacionada a adição de edulcorantes, como aqueles sinalizando a presença de adoçantes naturais e artificiais e aqueles anunciando redução de açúcares adicionados ou de conteúdo calórico (por exemplo ‘sem açúcar’, ‘light’, ‘diet’, ‘baixo teor de açúcar’, ‘redução de açúcar’, ‘baixo em calorias’, entre outros) (180). No

Brasil, a legislação exige apenas que sejam incluídas informações sobre a presença de edulcorantes de baixa caloria na lista de ingredientes (37).

Em uma subamostra aleatória de 30%, todas as informações sobre alegações de saúde e nutrição, além de publicidade direcionada às crianças foram codificadas. A subamostra aleatória de 30% foi retirada de cada uma das 128 categorias de alimentos, resultando em 3491 produtos. Não foram encontradas diferenças estatísticas na composição dos alimentos quando comparamos a amostra aleatória com a amostra total de embalagens de alimentos e bebidas fotografadas.

Das 128 categorias de produtos, agrupamos nossa amostra e subamostra de alimentos e bebidas em 22 categorias: produtos de panificação; cereais matinais e barras de granola; vegetais enlatados; comida de conveniência; doces e sobremesas; cereais, feijão e outros grãos; biscoitos; queijos; frutas em conserva; carnes, aves, frutos do mar e ovos; nozes e sementes; óleos e gorduras; frutas e vegetais embalados; carnes processadas; snacks salgados; molhos e temperos; bebidas com sabor de frutas (sucos industrializados, sucos em pó); sucos (sucos naturais); néctares (sucos de frutas com apenas 20,0-30,0% de polpa); refrigerantes (bebidas carbonatadas); bebidas lácteas adoçadas e não adoçadas (iogurte adoçado, bebidas fermentadas, leite, leite em pó); e outras bebidas (bebidas esportivas, bebidas de soja, etc.).

#### **3.2.4. Análises de confiabilidade**

Utilizamos o coeficiente kappa de Cohen para avaliar a confiabilidade inter- e intraavaliador dos dados. Os dados da subamostra (n = 3.491) referentes às alegações nutricionais e de saúde e publicidade de alimentos foram digitados duas vezes por digitadores diferentes e pelo mesmo digitador para verificar as confiabilidades inter e

intraavaliador, respectivamente. Utilizando o coeficiente kappa de Cohen para cada variável estudada, encontramos uma forte confiabilidade para alegações para redução de açúcares adicionados e conteúdo calórico reduzido (coeficientes kappa de Cohen = 0,93 e 0,92 para confiabilidade interavaliador e intra-avaliador, respectivamente). Para a publicidade dirigida a crianças, encontramos boa confiabilidade também coeficientes kappa de Cohen de 0,87 e 0,78 para confiabilidade interavaliador e intra-avaliador, respectivamente.

### **3.1.3 Variáveis de estudo**

Identificamos edulcorantes de baixa caloria e açúcares adicionados nos alimentos e bebidas com uma pesquisa baseada em palavras-chave nas listas de ingredientes. Classificamos os edulcorantes de baixa caloria aprovados pela ANVISA (26) em três tipos: edulcorantes de baixa caloria naturais (taumantina e glicosídeos de esteviol) edulcorantes de baixa caloria artificiais (acesulfame de potássio, aspartame, ciclamato, sacarina, sucralose e neotame) e polióis (sorbitol, manitol, isomalte, maltitol, lactitol, xilitol e eritritol). Consideramos açúcares adicionados: açúcar, mel, xaropes, melaço, maltodextrina, glicose, frutose, sucos concentrados de frutas e vegetais, e doces como chocolate e doce de leite.

### **3.1.4. Análises estatísticas**

Usamos estatística descritiva para avaliar a prevalência de edulcorantes de baixa caloria e açúcares adicionados. Primeiro, descrevemos a prevalência de edulcorantes de baixa caloria na amostra total de alimentos e bebidas embalados e comercializados no Brasil por tipo de edulcorante, e também entre produtos ultraprocessados – de acordo com

a classificação NOVA -,e entre alimentos e bebidas com açúcares adicionados. Em seguida, com média e intervalos de confiança (IC) de 95%, descrevemos a prevalência de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria ou com uma combinação de edulcorantes de baixa caloria e açúcares adicionados.

Usando a subamostra de produtos com publicidade direcionada a crianças, estimamos a prevalência desses alimentos e bebidas com e sem edulcorantes de baixa caloria. E comparamos a prevalência de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria na amostra total com a subamostra de produtos direcionados a crianças. Finalmente, verificamos se os produtos com edulcorantes de baixa caloria apresentavam alguma alegação na parte frontal do rótulo relacionada à adição de edulcorantes de baixa caloria. Todas as análises foram conduzidas com Stata/MP 16.1, College Station, TX: StataCorp LLC.

### **3.1.6. Procedimentos éticos**

Este estudo não atende aos critérios para pesquisa com seres humanos e, portanto, foi isento de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas.

## **2. Manuscrito 2**

### **3.2.1. Desenho do estudo**

Estudo transversal que utilizou dados do “Inquérito de Saúde do Município de Campinas (ISACamp)” e do “Inquérito de Consumo Alimentar e Estado Nutricional (ISACamp-Nutri)” conduzidos no período de 2014 a 2016. O ISACamp 2014/15 é um

inquérito de base populacional que teve como objetivo analisar as condições de vida e de saúde da população por meio de entrevistas domiciliares, tendo como suplemento o ISACamp-Nutri 2015/16, um inquérito de consumo alimentar e estado nutricional.

### 3.2.2. Processo amostral

Foram entrevistados indivíduos maiores de 10 anos de idade, residentes em domicílios particulares na área urbana do município de Campinas, São Paulo., que é o 14º município mais populoso do país e a sede da 10ª maior região metropolitana do país (181). A maioria da população no município é constituída por crianças e adolescentes (26,8%), seguida pelos adultos, (25,0%), e idosos (12,3%), porém há uma tendência de aumento na população idosa em razão do aumento da expectativa de vida (182).

A população foi dividida de acordo com a faixa etária: adolescentes (10 a 19 anos), adultos (20 a 59 anos) e idosos (60 anos ou mais) e o município foi estratificado em cinco regiões correspondentes aos Distritos de Saúde de Campinas: leste, noroeste, norte, sudoeste e sul.

Realizou-se um sorteio de amostras independentes e de tamanhos iguais a 1000 pessoas para adolescentes, 1400 para adultos e 1000 para idosos. Esse tamanho de amostras permitiu estimar uma proporção de 50% ( $p=0,50$ ) que corresponde à máxima variabilidade para frequência dos eventos estudados, com nível de confiança de 95% ( $z=1,96$ ), erro de amostragem entre 4 e 5 pontos percentuais e efeito de delineamento de 2. O tamanho da amostra foi determinado pela seguinte fórmula:

$$n = \frac{P(1 - P)}{\left(\frac{d}{Z}\right)^2} . deff$$



Onde:

P = proporção de indivíduos a ser estimada

Z= valor na curva normal reduzida, referente ao nível de confiança usado na determinação do IC

d= erro de amostragem

deff= efeito de delineamento.

O número de domicílios amostrados foi calculado pela média esperada de pessoas por domicílio (razão pessoas/domicílios) para cada domínio de idade utilizando dados do Censo Brasileiro de 2010 (175), dividindo-se os tamanhos da amostra desejada para cada grupo de idade e sexo, em cada distrito. Porém, para que esses tamanhos fossem alcançados na presença de não resposta, foi sorteado um número maior de domicílios.

A amostra do ISACamp 2014/15 e ISANutri 2017/18 foi obtida por procedimentos de amostragem probabilística, por conglomerados e em dois estágios: setor censitário e domicílio. No primeiro estágio, foram sorteados 70 setores censitários a partir da listagem de setores urbanos do Censo Brasileiro de 2010 (correspondentes a área urbanizada, não urbanizada e área urbanizada isolada), e tomados com probabilidade proporcional ao tamanho (número de domicílios). O sorteio dos setores foi estratificado e sistemático. Foram sorteados 14 setores de cada um dos cinco Distritos de Saúde do município, ordenados pela renda média dos chefes de domicílio, permitindo uma estratificação implícita por nível de renda.

Os questionários do ISACamp 2014/15 e ISACamp-Nutri 2015/16 foram aplicados por entrevistadores treinados e supervisionados com o uso de tablets, diretamente ao indivíduo selecionado. O ISACamp 2014/15 incluiu informações acerca de morbidade, uso de serviços de saúde, práticas preventivas, comportamentos relacionados à saúde, uso de medicamentos, características demográficas e socioeconômicas, entre outros, com a maior das questões sendo fechadas e com alternativas pré-definidas.

De forma complementar, o questionário do ISACamp-Nutri 2015/16 incluiu um recordatório de 24h, questionário de frequência alimentar, e outras questões sobre alimentação e estado nutricional. As entrevistas foram conduzidas em diferentes dias da semana, inclusive aos sábados e domingos, para detectar e incorporar variabilidade da dieta. Os instrumentos foram previamente testados em um estudo piloto.

O recordatório de 24h foi realizado utilizando o Método de múltiplos passos (Multiple Pass Method), uma técnica proposta pelo Departamento de Agricultura dos EUA, que visa estimular a memória do respondente e aumentar a precisão das informações (183), e com o apoio de um manual fotográfico. Os alimentos e preparações relatados foram registrados em unidades e medidas caseiras, quantificados em gramas ou mililitros, e foram imputados no software Nutrition Coordinating Center, University of Minnesota (NDS-R), versão 2015. Os dados foram inseridos duas vezes e, em seguida, verificados quanto à consistência.

### **3.2.3. Variáveis do estudo**

Identificação de edulcorantes de baixa caloria nos alimentos e bebidas consumidos

Estimar o consumo de edulcorantes de baixa caloria apresenta dois desafios que podem levar a incertezas importantes: i. identificar a concentração de edulcorantes em alimentos e bebidas (a quantidade de cada tipo de edulcorantes adicionada a alimentos e bebidas) na ausência de tais informações na embalagem de alimentos, e ii. medir de forma confiável o consumo desses alimentos e bebidas com edulcorantes (169). Para relatar de forma mais consistente o consumo de edulcorantes nesta amostra de base populacional, seguimos algumas etapas descritas abaixo.

Como o software NDS-R forneceu informações de uma tabela de composição nutricional compilada pelo Departamento de Agricultura dos EUA e, portanto, de alimentos vendidos nos EUA, a fim de refletir mais de perto a ingestão alimentar no contexto brasileiro e melhorar nossa capacidade de identificar alimentos e bebidas com edulcorantes vendidos no Brasil, atualizamos a composição nutricional de alimentos e bebidas embalados relatados nos recordatórios de 24h com informações das listas de ingredientes disponíveis no Banco de dados de rótulos de alimentos embalados brasileiros coletados em 2017 e descrito na sessão anterior. Esses dados foram coletados nas embalagens de mais de 11.000 alimentos e bebidas vendidos nos cinco maiores varejistas de alimentos do Brasil (12).

Consideramos um alimento ou bebida como tendo edulcorante se um dos seguintes ingredientes fosse encontrado na lista de ingredientes dos alimentos e bebidas embalados e comercializados no Brasil: adoçantes artificiais não nutritivos (acesulfame de potássio, sucralose, sacarina, aspartame e ciclamato de sódio); adoçantes naturais não nutritivos (glicosídeos de esteviol e taumatina); e polióis (isomalte, lactitol, maltitol, manitol, sorbitol, xilitol, eritritol e inositol) (184).

Devido à complexidade dos dados de consumo alimentar, especialmente em relação ao consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria (169), propusemos três cenários possíveis de consumo contendo edulcorantes de baixa caloria com base na metodologia desenvolvida por Marinho et al (2021) (185).

Para o cenário 1, consideramos apenas alimentos e bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria que tinham informações de marca e sabor disponíveis no recordatório de 24h e para os quais a presença de edulcorantes na lista de ingredientes foi confirmada usando dados do Banco de Dados de Rótulos Alimentares Brasileiro (184). Para aqueles alimentos ou bebidas embalados para os quais a marca foi relatada no recordatório de 24h, mas não estava disponível no Banco de Dados de Rótulos de Alimentos Brasileiros, pesquisamos a lista de ingredientes para aquele produto na página web da empresa de alimentos para verificar se o produto tinha qualquer edulcorante. Nesse cenário, também incluímos todos os adoçantes de mesa relatados.

Para o cenário 2, além dos alimentos e bebidas incluídos no cenário 1, adicionamos aqueles que não tinham informações disponíveis para marca e sabor no recordatório de 24 horas, mas que provavelmente continham edulcorantes: alimentos e bebidas relatados para ser “diet”, “light”, “zero”, “sem adição de açúcar (es)” ou “com adoçantes”. Como todos os refrescos em pó disponíveis para venda nas principais redes de supermercados brasileiros foram adoçados com edulcorantes (184), incluímos todas as bebidas desta categoria no cenário 2.

Para o cenário 3, além dos alimentos e bebidas com edulcorantes incluídos nos cenários 1 e 2, incluímos todos os outros alimentos e bebidas reportados pelos participantes que não tinham informações sobre a marca e sabor na tabela de composição do NDS-R,

mas que apresentaram edulcorantes de baixa caloria ao terem sua lista de ingredientes atualizada utilizando os dados primários disponíveis no Banco de Dados de Rótulos de Alimentos Brasileiros de 2017 considerando a marca com maior participação de mercado em 2016 para cada categoria de alimentos utilizando informações do Kantar-IBOPE (186).

O cenário 1 foi considerado o menos conservador e o cenário 3 o mais conservador, portanto, mais provável de capturar a subestimação do consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes. A escolha do cenário mais conservador ao lidar com estimativas com incertezas é aconselhada em estudos nos quais o avaliador acredita ser cientificamente justificado evitar a subestimação do risco (187).

#### Estimativas de ingestão de edulcorantes de baixa caloria

No Brasil, não é obrigatório pela legislação informar a quantidade de edulcorantes nos rótulos de alimentos e bebidas (37). Ainda considerando os desafios de estimar o consumo de edulcorantes da população, que inclui a identificação da concentração de edulcorantes em alimentos e bebidas, foram utilizados os valores limites máximos por 100 gramas do produto estabelecidos pela legislação brasileira para acesulfame de potássio, aspartame, ciclamato de sódio, sacarina, sucralose, neotame e glicosídeos de esteviol para estimar a exposição da população a altos níveis de edulcorantes (26).

A ANVISA estabelece os limites máximos de acordo com a finalidade do produto, como alimentos e bebidas com substituição total ou parcial de açúcares (26). Os alimentos e bebidas foram considerados como contendo edulcorante para substituição parcial de açúcares se apresentava açúcares adicionados em sua composição, e para substituição total de açúcares se não apresentava açúcares adicionados. A informação sobre a adição de

açúcar nos alimentos e bebidas estava disponível no Banco de Dados de Rótulos de Alimentos Brasileiros, sendo considerados os alimentos com adição de açúcares se contivessem pelo menos um dos seguintes ingredientes: açúcar, mel, xaropes, melaço, maltodextrina, glicose, frutose, sucos concentrados de frutas e vegetais, e doces como chocolate e doce de leite (184).

Além disso, como as informações de IDA se referem a glicosídeos de esteviol, convertemos os equivalentes de esteviol encontrados em alimentos e bebidas considerando uma mistura de 50% de esteviosídeo (fator de conversão = 0,4) e rebaudiosídeo A (fator de conversão = 0,3) como em estudos anteriores (185, 188).

No caso dos adoçantes de mesa, foram utilizados valores determinados por Noronha (2019) dos teores de edulcorantes em adoçantes de mesa comercializados no Brasil por 100 gramas do produto (189). Como não foi possível quantificar as gotas dos adoçantes de mesa líquidos e a quantidade de adoçantes em pó usados com as informações disponíveis nos recordatórios de 24h, consideramos uma média de 5 gotas para os adoçantes de mesa líquidos (190) (equivalente a 0,27 gramas de edulcorantes), e 1 sachê de adoçantes em pó (equivalente a 0,8 gramas de edulcorantes) (191).

O Quadro 1 ilustra os critérios de decisão dos valores de edulcorantes de baixa caloria para alimentos, bebidas e adoçantes de mesa para a estimativa da ingestão.

**Quadro 1:** Valores de edulcorantes de baixa caloria para alimentos, bebidas e adoçantes de mesa utilizados para estimar a ingestão.

Edulcorante de baixa caloria	Categoria de alimentos	Critério	Quantidade de edulcorante (g/100g ou g/100ml)
------------------------------	------------------------	----------	---

<b>Acessulfame de potássio</b>	Refrigerantes, outras bebidas adoçadas, doces e sobremesas, achocolatado, iogurtes e outras bebidas lácteas	Alimentos e bebidas para controle de peso Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição total de açúcares (26)	0,035
		Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição parcial de açúcares (26)	0,026
	Adoçantes de mesa (líquidos)	Determinação por Noronha (2019)	2,264
<b>Aspartame</b>	Refrigerantes, outras bebidas adoçadas, doces e sobremesas	Alimentos e bebidas para controle de peso Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição total de açúcares (26)	0,075
		Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição parcial de açúcares (26)	0,056
	Adoçantes de mesa (em pó)	Determinação por Noronha (2019)	2,163
<b>Ciclamato de sódio</b>	Refrigerantes, outras bebidas adoçadas, doces e sobremesas, iogurtes e outras bebidas lácteas	Alimentos e bebidas para controle de peso Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares	0,040

		Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição total de açúcares (26)	
		Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição parcial de açúcares (26)	0,030
	Adoçantes de mesa (líquidos)	Determinação por Noronha (2019)	7,570
<b>Sacarina</b>	Refrigerantes, outras bebidas adoçadas, doces e sobremesas, iogurtes e outras bebidas lácteas	Alimentos e bebidas para controle de peso Alimentos e bebidas para dietas com ingestão controlada de açúcares Alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição total de açúcares (26)	0,015
		Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição parcial de açúcares (26)	0,01
	Adoçantes de mesa (líquidos)	Determinação por Noronha (2019)	7,904
<b>Sucralose</b>	Refrigerantes, outras bebidas adoçadas, achocolatado	Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas para controle de peso Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas para dietas com ingestão controlada de açúcares Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas para	0,025



		dietas com restrição de açúcares (26)	
	Doces e sobremesas, condimentos e molhos para salada, cereais e barras de granola, iogurtes e outras bebidas lácteas	Alimentos para controle de peso Alimentos para dietas com ingestão controlada de açúcares Alimentos para dietas com restrição de açúcares Alimentos com informação nutricional complementar com substituição total de açúcares (26)	0,040
	Refrigerantes, outras bebidas adoçadas, achocolatado, doces e sobremesas, condimentos e molhos para salada, cereais e barras de granola, iogurtes e outras bebidas lácteas	Alimentos e bebidas com informação nutricional complementar com substituição parcial de açúcares (26)	0,030
	Adoçantes de mesa (líquidos)	Determinação por Noronha (2019)	2,181
<b>Neotame</b>	Não foram encontrados alimentos, bebidas e adoçantes de mesa com neotame na nossa amostra	-	-
<b>Glicosídeos de esteviol</b>	Não foram encontrados alimentos e bebidas com glicosídeos de esteviol na nossa amostra	-	-
	Adoçantes de mesa (líquidos)	Determinação por Noronha (2019)	8,146

Fonte: A autora 2021.

### Categorias de alimentos

Os alimentos e bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria foram agrupados nas seguintes categorias: produtos de panificação, doces e sobremesas, barras de cereais e granola, achocolatado, condimentos e molhos para salada, iogurte e outras bebidas lácteas, refrigerantes, outras bebidas adoçadas e adoçantes de mesa, conforme descrito no Suplementar 1.

## Variáveis individuais

Para verificar se o consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes se mostrava diferente entre os grupos de idade e nível socioeconômico, estimamos o consumo por idade (10-19, 20-39, 40-59 e mais de 60 anos), sexo, raça/cor (branco e não brancos, que incluiu participantes que se autodeclararam pretos pardos, amarelos e indígenas), renda familiar per capita em salários mínimos (SM) (<1, 1-3, 3 ou mais) e escolaridade e escolaridade dos cuidadores (<8, 8-11, 12 ou mais anos) para adolescentes. SM refere-se ao salário mínimo estabelecido em 2015 (R \$ 788,00) (192). Por fim, verificamos se o consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes era maior entre aqueles com 20 anos ou mais com obesidade medida diretamente ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) (193), e/ou diabetes autorreferida.

### 3.2.4. Análises estatísticas

Em primeiro lugar, estimamos a prevalência de consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes por categorias de alimentos usando os três cenários propostos. Depois utilizamos o cenário mais conservador para avaliar quais os alimentos e bebidas com edulcorantes mais consumidos pela população estudada e para estimar a prevalência de consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes segundo características de nível individual usando a média e IC de 95%. Em seguida, por meio de modelos de regressão de Poisson estratificados por grupos de idade, identificamos quais dessas características estavam associadas ao consumo de alimentos e bebidas contendo edulcorantes. O modelo de Poisson foi escolhido porque tínhamos um desfecho binário com uma prevalência maior de 20,0%. Nesse caso, a razão de chances obtida pela análise de regressão logística poderia

superestimar a magnitude da associação (194). Finalmente, estimamos a exposição dietética da população a altos níveis de edulcorantes expressos em miligramas por quilograma de peso corporal por dia (mg / kg / dia) por meio das fórmulas abaixo usando média, mediana e percentil 95. Comparamos os resultados com a IDA para cada edulcorante (195).

Alimentos e bebidas com edulcorantes:

$$\frac{\sum(\text{valor máximo de edulcorante por } 100 \text{ g do alimento ou bebida (g)} \times \text{quantidade consumida do alimento ou bebida (g)/100})}{\text{peso corporal do indivíduo (kg)}}$$

Adoçantes de mesa:

$$\frac{\sum(\text{quantidade de edulcorante determinada para adoçantes de mesa por } 100 \text{ g do produto (g)} \times \text{quantidade consumida do adoçante de mesa (g)/100})}{\text{peso corporal do indivíduo (kg)}}$$

Todas as análises foram conduzidas com auxílio do software Stata/MP 16.1, College Station, TX: StataCorp LLC, e o comando svy por conta da amostragem complexa.

### **3.2.5. Procedimentos éticos**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Campinas (certificado nº 22425019.3.0000.5404) (CAAE: 42779220.9.0000.5404). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os direitos de privacidade dos participantes foram garantidos.

## RESULTADOS

### a. **Manuscrito 1: “Prevalence of low-calorie sweeteners and related front-of-package claims in the Brazilian packaged food supply”**

Autores: Mariana Fagundes Grilo, Lindsey Smith Taillie, Camila Zancheta Ricardo, Laís Amaral Mais, Ana Paula Bortoletto Martins, Ana Clara Duran

Manuscrito submetido ao periódico Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics

#### **Abstract**

#### **Background**

Low-calorie sweeteners (LCS) are increasingly being used worldwide, including in foods and beverages commonly consumed by children.

#### **Objective**

To examine the prevalence of LCS in packaged foods and beverages sold in Brazil, whether LCS are added to products with advertising directed to children, and whether foods and beverages with LCS include front-of-package (FoP) LCS-related health and nutrition claims.

#### **Design**

Cross-sectional study

#### **Setting**

A sample (n = 11,434) of packaged foods and beverages sold by the top five largest Brazilian food retailers were examined to identify LCS and added sugars and a subsample (n = 3,491) and to determine the presence of advertising directed to children and FoP LCS-related claims in foods and beverages with LCS.

### **Main outcome and measures**

The prevalence of foods and beverages with different types of LCS in the Brazilian food supply, among ultra-processed foods and beverages and among foods and beverages with added sugars were measured. Foods and beverages with advertising directed to children were checked to see if they contained LCS, and how many of the products with LCS had FoP labels with LCS-related claims.

### **Statistical analyses**

Mean and 95% confidence intervals were used to determine the overall prevalence of foods and beverages with LCS and in the different assessed stratifications.

### **Results**

The prevalence of LCS was 9.3% (95% CI 8.8, 9.9) in Brazilian packaged foods and beverages, 14.6% (95% CI 13.8, 15.4) in ultra-processed foods alone, and 5.7% (95% CI 4.2, 7.7) in foods and beverages with advertising directed to children. About 83% of food and beverage with LCS also had added sugars. LCS were most frequently added to nonalcoholic sweetened beverages, breakfast cereals, and granola bars. Less than 60% of the assessed foods and beverages with LCS presented any FoP LCS-related health and nutrition claims.

### **Conclusion**

This study shows that LCS are present in 15% of ultra-processed foods and beverages, largely used in combination with added sugars, and are found in foods and beverages with advertising directed to children. Clearer FoP information regarding the presence of LCS, in particular in products with advertising directed to children, can help consumers make more informed choices regarding LCS consumption.

**Keywords:** low-calorie sweeteners; food marketing; children; claims; labeling; packages; advertising

## 1. Introduction

Low-calorie sweeteners (LCS) are substances that give foods a sweet taste. They can be classified into artificial or natural according to the origin of the molecule.<sup>1,2</sup> However, this classification is used only for comparative purposes. Both artificial and natural LCS are obtained through biotechnological processes on a commercial scale<sup>3</sup>. LCS often replace added sugars with the intention to reduce calorie and/or sugar content of foods or beverages.<sup>3</sup>

Despite their increased and widespread use,<sup>4-6</sup> whether LCS consumption is associated with better health outcomes is yet to be entirely understood.<sup>7,8</sup> Among children, some studies show no association between LCS consumption and health effects<sup>7</sup>, while others show that the consumption of foods and beverages with LCS may increase their risk of developing non-communicable diseases as adults.<sup>9</sup> During childhood, consuming foods and beverages with LCS can also shape taste preferences for sweetened foods that persist through adulthood.<sup>10</sup>

To help reduce obesity and other diet-related diseases, many governments, both local and federal, have implemented policies, such as sugar-sweetened beverage (SSB) taxes,<sup>11-13</sup> taxes on selected ultra-processed foods,<sup>14</sup> which are defined as formulated products that experience food processing such as fractioning of whole foods into substances, chemical modifications of these substances, and with a frequent use of cosmetic additives<sup>15</sup>, front-of-package (FoP) warning labels and marketing restrictions.<sup>16,17</sup>

These policies were associated with reductions in sales or consumption of SSB and/or product reformulation to decrease the amount of added sugars.<sup>18</sup> However, in Chile, where up to 68% of urban low-medium income preschoolers consume foods and beverages with LCS, and the US, where 21% of children aged 2-5 and 27% of children aged 6-11 reported consuming foods and beverages with LCS<sup>19</sup>, such potential reformulation practices can lead to an unwanted increased use of LCS.<sup>20</sup>

Found in packaged foods and beverages sold worldwide, LCS seem to be more frequently used in foods and beverages sold in low- and middle-income countries, such as Brazil,<sup>6</sup> Mexico,<sup>5</sup> and Chile.<sup>21</sup> Moreover, despite the little information available in the literature on the presence of LCS in foods and beverages directed to children, LCS can be found in products such as nectars and juice drinks, flavored milks, and dairy deserts<sup>21</sup> that are advertised to and consumed by children.<sup>22</sup>

Clear information on the nutrient content and ingredients of packaged foods and beverages can help consumers make more informed choices.<sup>23</sup> In Brazil, evidence shows the importance of regulating foods and beverages directed to children as industry self-regulation strategies have not resolved ethical transgressions on that matter.<sup>24</sup> Similar to US regulations,<sup>1</sup> in Brazil, the upper threshold levels are established for each LCS even though different types of LCS can be combined in the same product.<sup>2</sup>

In addition, the information on the presence of LCS in Brazil and many other countries is only mandatory in the list of ingredients, which is usually found in the back or the side of a package.<sup>25</sup> In the absence of effective FoP regulations, health and nutrition claims for reduced added sugars or calorie content can mislead consumers to believe the products are healthy.<sup>26</sup> These claims are found on foods and beverages with high contents

of added sugars, saturated fat, and sodium.<sup>26</sup>

Because LCS consumption is increasing in several countries, including among children,<sup>19,27</sup> along with the lack of an easy-to-understand FoP nutritional labeling for LCS that help consumers make more informed choices at the point of purchase<sup>28</sup>, a better understanding of the distribution of LCS in the food supply, particularly in foods and beverages with advertising directed to children, can inform policies that mitigate a potential increase in LCS use.

This study examined the prevalence of LCS in a large sample of packaged foods and beverages sold in Brazil, including in foods and beverages with advertising directed to children. The prevalence of FoP LCS-related health and nutrition claims on foods and beverages with LCS were also assessed.

## **2. Materials and methods**

### Database of Brazilian foods and beverages

This cross-sectional study used information available from the 2017 Brazilian Food Labels Database concerning 11,434 foods and beverages that the five largest food retailers in Brazil sold. Annual food retail sales were used to identify the five supermarket chains with the largest market shares.<sup>29</sup> The largest city in Brazil, São Paulo in the Southeast region of the country, were chosen as the primary study area. However, data was also collected in Salvador in the Northeast region, because it was the largest market of one of the top five retailers.

Information on the locations of all the stores of the selected retailers were collected from the companies' websites and/or customer service sites and geocoded the addresses.



The largest stores (in square meters) of each one of the top five retailers in the country were selected in the bottom and top tertiles of neighborhood income. For that, a one-kilometer buffer (Euclidean distance) was used to define the neighborhood of each store and the mean neighborhood income. To determine the mean neighborhood income, information from household top earner income from the 2010 Brazilian Population Census were used<sup>30</sup> and stores into tertiles of neighborhood income were combined. One of the retailers' chain only allowed data collection in its distribution center.

Between April and July 2017, trained field-workers collected data using the methods Kanter et al. (2017)<sup>31</sup> proposed. All packaged foods and beverages were included, except alcoholic beverages, nutrition supplements, and infant formulas or breast milk substitutes, yielding a total of around 13,000 items. The fieldworkers photographed all sides of the packages.

Between July and November 2017 trained nutritionists entered food composition information available in the nutrition facts panel, package size, list of ingredients, and instructions for reconstitution in the online platform website "Research Electronic Data Capture" (Redcap)<sup>32</sup> using a modified template based on the Chilean experience.<sup>31</sup> Items available in more than one package size, products without the nutrition facts panel, multipacks with different items, products without a list of ingredients, and products with missing values for portion sizes and/or calories were excluded, resulting in 11,434 foods and beverages in the database.

#### Low-calorie sweeteners and added sugars

Low-calorie sweeteners and added sugars in foods and beverages were identified

with a keywords-based search of the lists of ingredients and LCS that the US Food and Drug Administration and the Brazilian Health Regulatory Agency (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) had approved for consumption<sup>1,2</sup> were classified into three types<sup>1-3</sup>: natural nonnutritive sweeteners (NNS), artificial NNS, and sugar alcohols. Natural NNS included thaumatin and steviol. Artificial NNS included acesulfame potassium, aspartame, cyclamate, saccharin, sucralose, and neotame. Sugar alcohols, a class of polyols, included sorbitol, mannitol, isomalt, maltitol, lactitol, xylitol, and erythritol. Added sugar, honey, syrups, molasses, maltodextrin, glucose, fructose, and concentrated fruit and vegetable juices were considered added sugars along with sweets like chocolate and caramel or ‘dulce de leche’.

Advertising directed to children and front-of-package low-calorie sweeteners-related claims

Information on advertising directed to children and FoP LCS-related claims were gathered from a random subsample of approximately 30% of the 11,434 products. The subsample was proportionally drawn from each of the 128 food and beverage groups, yielding 3,491 products. No statistical difference was found for food composition when comparing the subsample from which advertising directed to children and FoP claims were gathered with the overall sample of foods and beverages.

Claims and packaging advertising taxonomy proposed by the International Network for Food and Obesity/Non-communicable Diseases Research, Monitoring, and Action Support (INFORMAS) were used to code the existence of advertising directed to children and FoP health and nutrition LCS-related claims. The INFORMAS framework

help researchers to monitor food environments in a standardized way over time and make cross-country comparisons.<sup>33</sup>

A food or beverage was considered as directed to children if the label included at least one of the following marketing strategies: cartoon characters, amateur or famous sportspersons or teams, celebrity figures, movie tie-ins, events or festivals, words and phrases such as “for kids” or “great for school lunches,” awards such as toys and prizes, and sports events.<sup>34</sup>

In Brazil information regarding the presence of LCS is only mandated in the list of ingredients,<sup>25</sup> which is usually located on the sides or the back of the package. Thus, it was identified which foods and beverages in the subsample had any FoP health and nutrition claims that could maybe help consumers recognize that a given product has LCS. These include claims signaling the presence of natural and artificial sweeteners and those announcing reduced added sugars or calorie content, such as ‘low sugar’, ‘sugar free’, ‘light’, ‘diet’, among others.<sup>33</sup> All information (text, number, and images) on the front label were coded as a nutrition claim except lists of ingredients and nutrition facts panels.<sup>33</sup>

#### Food and beverage categories

From the 128 food and beverage groups used to draw the subsample, products were classified into 22 categories: bakery products; breakfast cereals and granola bars; canned vegetables; convenience foods; candies and desserts; cereals, beans, and other grain products; cookies; cheeses; fruit preserves; meats, poultry, seafood, and eggs; nuts and seeds; oils and fats; packaged fruits and vegetables; processed meats; salty snacks; sauces and salad dressings; fruit-flavored drinks (industrialized juices, powdered juices); juices

(natural juices); nectars (fruit juices with 20–30% pulp); sodas (carbonated drinks); dairy beverages (sweetened yogurt, fermented drinks, milk, powdered milk); and other beverages (sports drinks, soy drinks, etc.).

### Reliability analysis

Information on 10% of the overall sample were entered twice for test-retest and inter-rater reliability analyses.<sup>35</sup> Data were double entered for the entire subsample (n = 3,491) and Cohen's kappa coefficient was used to assess inter-rater and test-retest reliability of FoP LCS-related claims and advertising directed to children information.<sup>36,37</sup> Strong reliability were found for claims for reduced added sugars and reduced calorie content (Cohen's kappa coefficient = 0.93 and 0.92 for inter-rater and test-retest reliability, respectively). For advertising directed to children inter-rater reliability was 0.87, and test-retest was 0.78.

### Analysis

Descriptive statistics with 95% confidence intervals (CIs) were used to assess the prevalence of LCS in the overall Brazilian packaged food and beverage supply sample by LCS type, among ultra-processed products, and among foods and beverages with added sugars. Then, the prevalence of foods and beverages with LCS or with a combination of LCS and added sugars were described in the total sample and in the subsample of products with advertising directed to children. Finally, still using the subsample, it was checked whether products with LCS had any LCS-related claims on the FoP. All analyses were conducted with Stata/MP 16.1, College Station, TX: StataCorp LLC.

## Ethics

This study does not meet the criteria for human subject research and is exempt from institutional review board review.

### 3. Results

In this sample of 11,434 packaged foods and beverages sold in Brazil, 9.3% (95% CI 8.8, 9.9) had at least one type of LCS (Table 1). Of the 7,309 ultra-processed products available (63.9% of the sample, 1,023 (14.6%; 95% CI 13.8, 15.4) had LCS. Added sugars were found in half of the sample (n=5,774). Of those, 847 (15.0%; 95% CI 14.1, 15.9) also had LCS (Table 2).

Nonnutritive sweeteners were found in 7.7% (95% CI 7.2, 8.2) and sugar alcohols in 3.4% (95% CI 3.1, 3.7) of the overall sample. Table 1 shows that the most prevalent type of LCS was sucralose (4.2%), followed by acesulfame potassium (4.0%).

Among the products with LCS, 15.3% (95% CI 13.2, 17.5) had a combination of artificial NNS and sugar alcohols, 4.3% (95% CI 3.2, 5.7) had a combination of natural NNS and sugar alcohols, 1.1% (95% CI 0.6, 2.0) had a combination of natural and artificial NNS, and 0.9% (95% CI 0.5, 1.7) had a combination of the three types of LCS.

Fifteen of food and beverage categories contained LCS or a combination of LCS and added sugars. The prevalence of LCS and the combination of LCS with added sugars in foods and beverages by food category are presented in Table 3. In the overall sample, LCS were found in 30.1% (95% CI 27.9, 32.3) of nonalcoholic beverages and 5.4% (95% CI 4.9, 5.8) of foods (Table 3). These numbers corresponded to 10.1% (95% CI 5.8, 16.9)

and 4.8% (95% CI 3.4, 7.0) among nonalcoholic beverages and foods, respectively, with advertising directed to children.

In the overall sample, almost 70.0% (95% CI 62.7, 74.8) of fruit-flavored drinks had LCS. LCS were also present in 44.3% (95% CI 35.2, 53.9) of sodas, 27.1% of dairy beverages (95% CI 23.3, 31.3), and 32.5% (95% CI 27.5, 37.9) of breakfast cereals and granola bars (Table 3). Among foods and beverages with advertising directed to children, 5.7% (95% CI 4.2, 7.7) had LCS. The prevalence of LCS in dairy beverages (13.8%, 95% CI 6.4, 27.8), candies and desserts (20.4%; 95% CI 13.6, 29.5), and bakery products (16.1%; 95% CI 6.9, 33.4) with advertising directed to children was similar to the prevalence rates found in the overall sample of products.

The combination of LCS and added sugars was found in 7.5% (95% CI 7.1, 8.1) of the overall sample and 5.3% (95% CI 3.8, 7.2) of the products available in the subsample of products in which information on advertising to children was coded (Table 3). In fact, of all the foods and beverages with LCS, 82.8% also had added sugars.

Figure 1 shows the prevalence of foods and beverages with advertising directed to children with LCS compared to those without LCS. Although most foods and beverages with advertising directed to children were not sweetened with LCS, the proportion of LCS is close to 30% in some categories as fruit-flavored drinks (28.6%; 95% CI 7.2, 67.4) and other beverages (26.7%; 95% CI 10.4, 53.4).

Of the products with LCS in the subsample ( $n = 310$ ), 56.8% (95% CI 51.2, 62.2) had a claim for the presence of natural or artificial sweeteners or a nutrition claims such as low sugar and/or calorie content. In addition, 78.3% of bakery products, 68.6% of dairy beverages, and 46.0% of fruit-flavored drinks did not have any FoP LCS-related claims

(Figure 2).

#### 4. Discussion

Using a large sample of packaged foods and beverages sold in Brazil top five largest food retailers, LCS were found in 9% of the total sample, and in 15% of ultra-processed foods. More than 80% of foods and beverages with LCS also had added sugars, and more than half of all foods and beverages with LCS contained FoP LCS-related claims, such as ‘presence of natural sweeteners’ or claims for reduced content of added sugars and/or calories. In addition, LCS were found in 6% of foods and beverages with advertising directed to children.

The results are consistent with those reported in Mexico where 11% of foods and beverages had LCS, but was greater than that reported in the US (4%), New Zealand (1%), and Australia (< 1%).<sup>5</sup> About 15% of foods and beverages with added sugars in Brazil had LCS. In Chile, 55% of foods likely to have a high content of total sugars contained LCS.<sup>21</sup> Additionally, Brazilian foods and beverages were found to have more than one type of LCS, which are combined to achieve a higher sweetness.<sup>3</sup> Sucralose and acesulfame potassium were the most prevalent LCS in the Brazilian food supply. A survey conducted in a single supermarket in Florianopolis in southern Brazil in 2013 showed that 13.0% of the 4,539 surveyed foods and beverages had one or more types of LCS<sup>38</sup>, with acesulfame potassium, sucralose, and aspartame most frequently used.<sup>38</sup> In Chile sucralose and steviol are more common.<sup>21</sup>

As observed elsewhere<sup>39,40</sup>, LCS were more frequently found in beverages (30%) than in foods (5%). Most Brazilian fruit-flavored drinks (69%), almost half of all sodas

(44%), and over a quarter of dairy beverages (27%) contained LCS. Among foods, breakfast cereals, granola bars, candies and desserts had the greatest proportions of LCS. It is noteworthy that beverages and candies are included in the food categories that account for more than 50% of the total energy consumption from ultra-processed foods among Brazilians.<sup>41</sup>

Although having originally been developed to replace added sugars in foods and beverages,<sup>42</sup> many of the assessed sweetened dairy and non-dairy beverages and breakfast cereals were sweetened with both LCS and added sugars, including in those items with advertising directed to children. In Mexico, 57% of SSBs with advertising directed to children were sweetened with LCS.<sup>43</sup> Advertising to children on food labels can lure adults and children<sup>44</sup> and is associated with the consumption of these foods.<sup>45</sup> Even though children's consumption of LCS is discouraged by experts<sup>10</sup> and parents agree that LCS may not be safe for children, parents are often unable to identify which foods and beverages are sweetened with LCS.<sup>46</sup>

Mandated information on the presence of LCS with technical terms<sup>25</sup> in the list of ingredients, usually found on the back or the side of a food or beverage package, may be inadequate to explicitly inform consumers LCS are one of the added additives. Due to the absence of specific mandated FoP information regarding LCS, it was assessed whether products with LCS had LCS-related nutrition and health claims. About 40% of foods and beverages with LCS in the Brazilian food supply do not present any information to help cue consumers to their presence.

Countries that are currently discussing or have recently approved changes to their nutrition labeling regulations could extend warning labels for LCS<sup>28</sup> following the recently



approved labeling regulation in Mexico.<sup>28</sup> Aware of the unintended increase in LCS use that can result from reformulating ultra-processed foods to replace or reduce added sugars,<sup>47</sup> Mexican authorities approved a FoP warning label that signal consumers that LCS have been added to a given product. In Chile, the implementation of FoP warning labels for total sugars and calories, but not for LCS, has been associated with a reduction in the added sugar content in labeled products,<sup>18</sup> and is likely to lead to increased consumption of LCS among groups that already consume: all Chilean children surveyed after the FoP warning labels law in 2016 consumed of some type of LCS through beverages, dairy products, or other ultra-processed products.<sup>47</sup>

Furthermore, adding a FoP warning label for the presence of LCS can contribute to the development of public policies targeting ultra-processed foods with LCS, such as regulation of health and nutrition claims that can misinform consumers,<sup>48</sup> ban on the sale of those products in schools and nurseries, and advertising restrictions.<sup>49</sup> Prioritizing policies that target children's food environments is supported by a recent body of evidence that show that LCS consumption is associated with adverse health outcomes in children<sup>50,51</sup> and that concentrations associated with changes in gut microbiota<sup>52</sup> may be lower for children than the recommended values enacted by regulatory bodies.

Findings of these study are also relevant to dietitians when providing nutrition education and helping clients become aware of the availability of LCS in foods and beverages that are not easily identified as 'light', 'diet' or 'with reduced sugar or caloric content' and sometimes marketed to children. The results highlight the need for dietitians and other health professionals to educate consumers on how to best use food labels to make informed choices at the point of purchase and advocate for clearer FoP LCS information.

This study has some limitations. First, the reported prevalence of LCS in foods was not weighed by the extent to which different food categories contribute to the overall dietary intake in Brazil. However, a sample of over 10,000 items from the five grocery retailers with the largest market share in the country allowed us to estimate the prevalence of LCS in the national packaged food supply.

Second, the prevalence of advertising directed to children and FoP LCS-related claims was assessed in a random subsample of products with similar nutritional composition and compared the prevalence of LCS in these foods and beverages with the prevalence of LCS found for the overall sample. Nonetheless, using this random subsample may have underestimated the proportion of foods and beverages with LCS that had advertising directed to children. Finally, the food companies are not required to report the quantity of LCS in packaged foods and beverages sold in Brazil and this information could not be assessed.

The strengths of this study include the sample which incorporated foods and beverages sold in the top-selling retailers of the country and located in low- and high-income neighborhoods. It is in fact the first study to examine such a large sample of packaged foods sold in Brazil. Last, by employing previously used methods to identify foods and beverages with advertising directed to children,<sup>29</sup> it was possible to estimate the prevalence of LCS in foods and beverages that children and adolescents are likely to consume.

## **5. Conclusion**

In conclusion, LCS were found in almost 10% of a large sample of packaged foods

and beverages sold in Brazilian top food retailers. Among ultra-processed products alone, 15% had LCS as one of their additives and many of them also had added sugars and/or advertising directed to children by the package. Moreover, 43% of these did not have any FoP LCS-related claims. Efforts to improve nutritional labeling across the world should require FoP information for LCS to help consumers make more informed decisions regarding their own as well as their children's LCS consumption. Such measures to prevent unintended long-term health consequences related to LCS consumption are particularly important for foods and beverages commonly consumed by and with advertising directed to children and adolescents.

## References

1. Food and Drug Administration. Additional Information about High-Intensity Sweeteners Permitted for Use in Food in the United States. 2020. Accessed April 26, 2020. <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/additional-information-about-high-intensity-sweeteners-permitted-use-food-united-states>.
2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008. Accessed April 26, 2020. <https://bvsms.saude.gov.br>
3. Rice T, Zannini E, Arendt EK, Coffey A. A review of polyols – biotechnological production, food applications, regulation, labeling and health effects. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2019;1-18. doi:10.1080/10408398.2019.1625859
4. Dunford EK, Miles DR, Ng SW, Popkin B. Types and Amounts of Nonnutritive Sweeteners Purchased by US Households: A Comparison of 2002 and 2018 Nielsen Homescan Purchases. *J Acad Nutr Diet.* 2020; doi:10.1016/j.jand.2020.04.022
5. Dunford EK, Taillie LS, Miles DR, Eyles H, Tolentino-Mayo L, Ng SW. Non-Nutritive Sweeteners in the Packaged Food Supply-An Assessment across 4 Countries. *Nutrients.* 2018;10(2)doi:10.3390/nu10020257
6. Duran AC, Ricardo CZ, Mais LA, Bortoletto Martins AP. Role of different nutrient profiling models in identifying targeted foods for front-of-package food labelling in Brazil. *Public Health Nutr.* 2020;1-12. doi:10.1017/s1368980019005056
7. Karalexi MA, Mitrogiorgou M, Georgantzi GG, Papaevangelou V, Fessatou S. Non-Nutritive Sweeteners and Metabolic Health Outcomes in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pediatr.* 2018;197:128-133.e2. doi:10.1016/j.jpeds.2018.01.081
8. Azad MB, Abou-Setta AM, Chauhan BF, et al. Nonnutritive sweeteners and

cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *CMAJ*. 2017;189(28):E929-e939. doi:10.1503/cmaj.161390

9. Ambrosini GL. Childhood dietary patterns and later obesity: a review of the evidence. *Proc Nutr Soc*. 2014;73(1):137-46. doi:10.1017/s0029665113003765

10. Swithers SE. Artificial sweeteners are not the answer to childhood obesity. *Appetite*. 2015;93:85-90. doi:10.1016/j.appet.2015.03.027

11. Cawley J, Frisvold D, Hill A, Jones D. The impact of the Philadelphia beverage tax on purchases and consumption by adults and children. *J. Health Econ*. 2019;67:102225-102225. doi:10.1016/j.jhealeco.2019.102225

12. Roberto CA, Lawman HG, LeVasseur MT, et al. Association of a Beverage Tax on Sugar-Sweetened and Artificially Sweetened Beverages With Changes in Beverage Prices and Sales at Chain Retailers in a Large Urban Setting. *JAMA*. 2019;321(18):1799-1810. doi:10.1001/jama.2019.4249

13. Colchero MA, Rivera-Dommarco J, Popkin BM, Ng SW. In Mexico, Evidence Of Sustained Consumer Response Two Years After Implementing A Sugar-Sweetened Beverage Tax. *Health Aff (Millwood)*. 2017;36(3):564-571. doi:10.1377/hlthaff.2016.1231

14. Hernandez FM, Batis C, Rivera JA, Colchero MA. Reduction in purchases of energy-dense nutrient-poor foods in Mexico associated with the introduction of a tax in 2014. *Prev Med*. 2019;118:16-22. doi:10.1016/j.ypmed.2018.09.019

15. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutr*. 2019;22(5):936-941.

doi:10.1017/s1368980018003762

16. Taillie LS, Reyes M, Colchero MA, Popkin B, Corvalán C. An evaluation of Chile's Law of Food Labeling and Advertising on sugar-sweetened beverage purchases from 2015 to 2017: A before-and-after study. *PLoS medicine*. 2020;17(2):e1003015-e1003015. doi:10.1371/journal.pmed.1003015

17. Pérez-Escamilla R, Vilar-Compte M, Rhodes E, et al. Implementation of childhood obesity prevention and control policies in the United States and Latin America: Lessons for cross-border research and practice. *Obes Rev*. 2021;22 Suppl 3:e13247. doi:10.1111/obr.13247

18. Reyes M, Smith Taillie L, Popkin B, Kanter R, Vandevijvere S, Corvalán C. Changes in the amount of nutrient of packaged foods and beverages after the initial implementation of the Chilean Law of Food Labelling and Advertising: A nonexperimental prospective study. *PLoS Med*. 2020;17(7):e1003220. doi:10.1371/journal.pmed.1003220

19. Sylvetsky AC, Jin Y, Clark EJ, Welsh JA, Rother KI, Talegawkar SA. Consumption of Low-Calorie Sweeteners among Children and Adults in the United States. *J Acad Nutr Diet*. 2017;117(3):441-448.e2. doi:10.1016/j.jand.2016.11.004

20. Putnik P, Bezuk I, Barba F, Lorenzo J, Polunić I, Kovačević Bursać D. Chapter 5 - Sugar reduction: Stevia rebaudiana Bertoni as a natural sweetener. In: Barba FJ, Putnik P, Kovačević DB, eds. *Agri-Food Industry Strategies for Healthy Diets and Sustainability*. Academic Press; 2020:123-152.

21. Sambra V, López-Arana S, Cáceres P, et al. Overuse of Non-caloric Sweeteners in Foods and Beverages in Chile: A Threat to Consumers' Free Choice? doi:10.3389/fnut.2020.00068. *Front. Nutr*. 2020;7:68.

22. Herrick KA, Fryar CD, Hamner HC, Park S, Ogden CL. Added Sugars Intake among US Infants and Toddlers. *J. Acad. Nutr. Diet.* 2020;120(1):23-32. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jand.2019.09.007>
23. Machín L, Aschemann-Witzel J, Curutchet MR, Giménez A, Ares G. Does front-of-pack nutrition information improve consumer ability to make healthful choices? Performance of warnings and the traffic light system in a simulated shopping experiment. *Appetite.* 2018;121:55-62. doi:<https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.10.037>
24. Kassahara A, Sarti FM. Marketing of food and beverage in Brazil: scientific literature review on regulation and self-regulation of advertisements. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação.* 2018;22:589-602.
25. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC N° 259, de 20 de setembro de 2002. 2002. Accessed May 29, 2020. <https://bvsms.saude.gov.br>
26. Duran AC, Ricardo CZ, Mais LA, Martins APB, Taillie LS. Conflicting Messages on Food and Beverage Packages: Front-of-Package Nutritional Labeling, Health and Nutrition Claims in Brazil. *Nutrients.* 2019;11(12)doi:10.3390/nu11122967
27. Sylvetsky AC, Rother KI. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. *Physiol. Behav.* 2016;164:446-450. doi:<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.03.030>
28. White M, Barquera S. Mexico Adopts Food Warning Labels, Why Now? *Health Syst Reform.* 2020;6(1):e1752063. doi:10.1080/23288604.2020.1752063
29. Planet Retail. Brazil: Retail Sales 2013–2022. 2020. Accessed May 29, 2020. <https://planetretail.com.au>
30. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Operação censitária. Censo 2010.

2020. Accessed May 29, 2020. <https://censo2010.ibge.gov.br>
31. Kanter R, Reyes M, Corvalán C. Photographic Methods for Measuring Packaged Food and Beverage Products in Supermarkets. *Curr Dev Nutr*. 2017;1(10):e001016. doi:10.3945/cdn.117.001016
32. REDCap. REDCap Brasil. 2021. Accessed May 10, 2020. <https://www.redcapbrasil.com.br/>
33. Rayner M, Vandevijvere S. INFORMAS Protocol: Food Labelling Module. *J.Contrib*. 2017. Accessed May 10, 2020. <https://www.informas.org>
34. Machado ML, Rodrigues VM, Nascimento ABd, Dean M, Fiates GMR. Nutritional Composition of Brazilian Food Products Marketed to Children. *Nutrients*. 2019;11(6):1214. doi:10.3390/nu11061214
35. Hallgren KA. Computing Inter-Rater Reliability for Observational Data: An Overview and Tutorial. *Tutor Quant Methods Psychol*. 2012;8(1):23-34. doi:10.20982/tqmp.08.1.p023
36. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb)*. 2012;22(3):276-82.
37. Gisev N, Bell JS, Chen TF. Interrater agreement and interrater reliability: key concepts, approaches, and applications. *Res Social Adm Pharm*. 2013;9(3):330-8. doi:10.1016/j.sapharm.2012.04.004
38. Figueiredo LDS, Scapin T, Fernandes AC, Proenca R. Where are the low-calorie sweeteners? An analysis of the presence and types of low-calorie sweeteners in packaged foods sold in Brazil from food labelling. *Public Health Nutr*. 2018;21(3):447-453. doi:10.1017/s136898001700283x



39. Samaniego-Vaesken ML, Ruiz E, Partearroyo T, et al. Added Sugars and Low- and No-Calorie Sweeteners in a Representative Sample of Food Products Consumed by the Spanish ANIBES Study Population. *Nutrients*. 2018;10(9)doi:10.3390/nu10091265
40. DellaValle DM, Malek AM, Hunt KJ, St Peter JV, Greenberg D, Marriott BP. Low-Calorie Sweeteners in Foods, Beverages, and Food and Beverage Additions: NHANES 2007-2012. *Current developments in nutrition*. 2018;2(12):nzy024. doi:10.1093/cdn/nzy024
41. Canhada SL, Luft VC, Giatti L, et al. Ultra-processed foods, incident overweight and obesity, and longitudinal changes in weight and waist circumference: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Public Health Nutr*. 2020;23(6):1076-1086. doi:10.1017/s1368980019002854
42. Chattopadhyay S, Raychaudhuri U, Chakraborty R. Artificial sweeteners – a review. *J. Food Sci. Technol*. 2014;51(4):611-621. doi:10.1007/s13197-011-0571-1
43. Cruz-Casarrubias C, Tolentino-Mayo L, Nieto C, Théodore FL, Monterrubio-Flores E. Use of advertising strategies to target children in sugar-sweetened beverages packaging in Mexico and the nutritional quality of those beverages. *Pediatric Obesity*. 2021;16(2):e12710. doi:https://doi.org/10.1111/ijpo.12710
44. McGale LS, Halford JCG, Harrold JA, Boyland EJ. The Influence of Brand Equity Characters on Children's Food Preferences and Choices. *J. Pediatr*. 2016;177:33-38. doi:https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.06.025
45. Boyland EJ, Nolan S, Kelly B, et al. Advertising as a cue to consume: a systematic review and meta-analysis of the effects of acute exposure to unhealthy food and nonalcoholic beverage advertising on intake in children and adults. *Am J Clin Nutr*.

2016;103(2):519-33. doi:10.3945/ajcn.115.120022

46. Sylvestry AC, Greenberg M, Zhao X, Rother KI. What Parents Think about Giving Nonnutritive Sweeteners to Their Children: A Pilot Study. *Int. J. Pediatr.* 2014;2014:819872-819872. doi:10.1155/2014/819872

47. Martínez X, Zapata Y, Pinto V, et al. Intake of Non-Nutritive Sweeteners in Chilean Children after Enforcement of a New Food Labeling Law that Regulates Added Sugar Content in Processed Foods. *Nutrients.* 2020;12(6)doi:10.3390/nu12061594

48. Cruz-Casarrubias C, Tolentino-Mayo L, Vandevijvere S, Barquera S. Estimated effects of the implementation of the Mexican Warning Labels regulation on the use of health and nutrition claims on packaged foods. *IJBNPA.* 2020;doi.org/10.1186/s12966-021-01148-1

49. Corvalán C, Reyes M, Garmendia ML, Uauy R. Structural responses to the obesity and non-communicable diseases epidemic: Update on the Chilean law of food labelling and advertising. *Obes Rev.* 2018;doi:10.1111/obr.12802

50. Young J, Conway EM, Rother KI, Sylvestry AC. Low-calorie sweetener use, weight, and metabolic health among children: A mini-review. *Pediatr Obes.* 2019;14(8):e12521. doi:10.1111/ijpo.12521

51. Archibald AJ, Dolinsky VW, Azad MB. Early-Life Exposure to Non-Nutritive Sweeteners and the Developmental Origins of Childhood Obesity: Global Evidence from Human and Rodent Studies. *Nutrients.* Feb 10 2018;10(2)doi:10.3390/nu10020194

52. Suez J, Korem T, Zeevi D, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature.* 2014;514(7521):181-186. doi:10.1038/nature13793

**Table 1.** Prevalence of low-calorie sweeteners (LCS) in Brazilian packaged foods and beverages (n = 11,434), 2017

LCS	N	%	95% CI	
<b>Natural NNS</b>	<b>82</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>	<b>0.9</b>
Steviol	70	0.6	0.5	0.8
Thaumatococin	12	0.1	0.1	0.2
<b>Artificial NNS</b>	<b>821</b>	<b>7.2</b>	<b>6.7</b>	<b>7.7</b>
Sucralose	484	4.2	3.9	4.6
Acesulfame potassium	455	4.0	3.6	4.4
Cyclamate	301	2.6	2.4	2.9
Aspartame	275	2.4	2.1	2.7
Saccharin	264	2.3	2.1	2.6
Neotame	10	0.1	0.1	0.2
<b>Sugar alcohols</b>	<b>386</b>	<b>3.4</b>	<b>3.1</b>	<b>3.7</b>
Sorbitol	282	2.5	2.2	2.8
Maltitol	138	1.2	1.0	1.4
Isomalt	17	0.2	0.1	0.2
Mannitol	12	0.1	0.1	0.2
Erythritol	10	0.1	0.1	0.2
Xylitol	9	0.1	0.0	0.2
Lactitol	3	0.0	0.0	0.1
<b>Total LCS</b>	<b>1,068</b>	<b>9.3</b>	<b>8.8</b>	<b>9.9</b>

Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners; CI, confidence interval; NNS, nonnutritive sweeteners.

**Table 2.** Prevalence of low-calorie sweeteners (LCS) in ultra-processed foods (n = 7,309) and in foods and beverages with added sugars (n = 5,774) sold in the largest Brazilian supermarket chains, 2017.

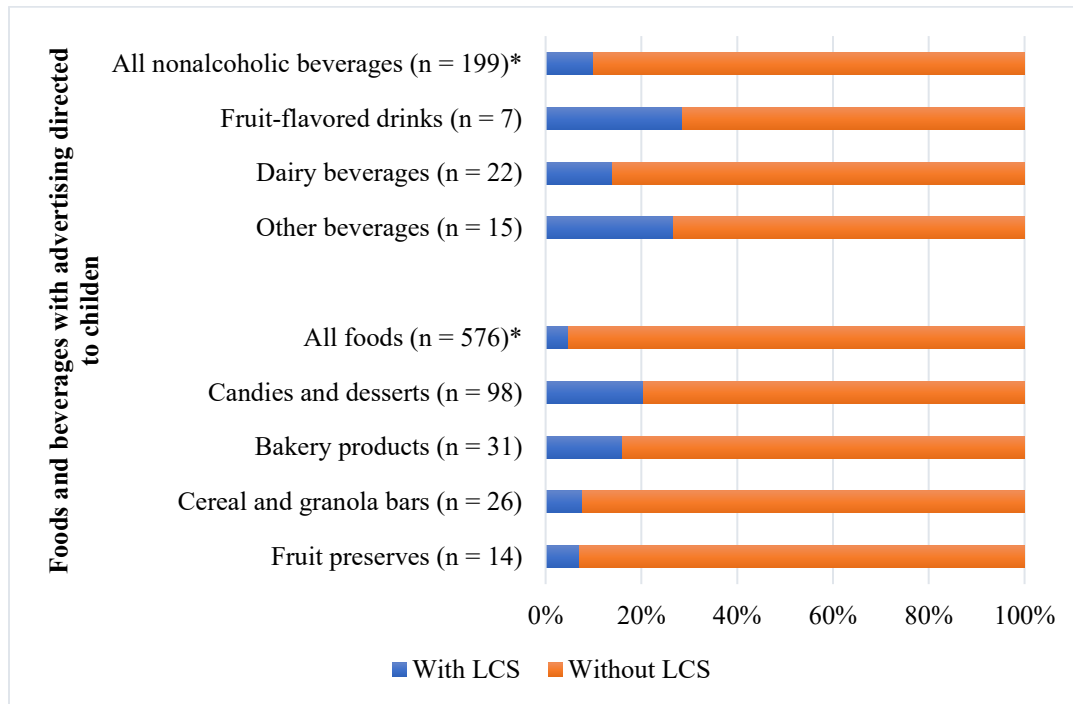
	Ultra-processed foods and beverages			Foods and beverages with added sugars		
	N (%)	95% CI		N (%)	95% CI	
<b>Nonalcoholic beverages</b>	505 (38.5)	36.0	41.2	415 (35.7)	33.0	38.5
Fruit-flavored drinks	152 (69.7)	63.3	75.5	152 (72.0)	65.6	77.7
Other beverages	138 (53.1)	47.0	59.1	101 (48.7)	42.1	55.6
Sodas	47 (44.8)	35.6	54.4	31 (36.4)	27.0	47.2
Dairy beverages	131 (27.5)	23.7	31.7	101 (22.3)	18.7	26.4
Nectars	37 (25.5)	19.1	33.2	30 (20.4)	14.7	27.7
<b>Foods</b>	518 (8.7)	8.0	9.5	432 (9.4)	8.6	10.3
Breakfast cereals and granola bars	100 (35.6)	30.2	41.4	97 (33.8)	28.6	39.5
Candies and desserts	226 (19.2)	17.1	21.6	182 (15.7)	13.7	17.9
Fruit preserve	43 (17.2)	13.0	22.4	20 (6.3)	4.1	9.6
Bakery products	77 (14.4)	11.7	17.7	74 (14.7)	11.9	18.1
Nuts and seeds	1 (6.2)	0.9	33.6	1 (6.7)	0.9	35.2
Cookies	41 (5.5)	4.2	7.6	36 (5.1)	3.7	7.0
Sauces and salad dressings	12 (2.0)	1.2	3.5	6 (1.2)	0.6	2.8
Processed meats	8 (1.3)	0.7	2.6	6 (1.3)	0.6	3.0
Convenience foods	8 (1.2)	0.6	2.3	8 (2.1)	1.1	4.2
Salty snacks	2 (0.6)	0.2	2.6	2 (1.1)	0.3	4.4
<b>Total</b>	1023 (14.61)	13.8	15.4	847 (15.0)	14.1	15.9

**Table 3.** Brazilian packaged foods and beverages with low-calorie sweeteners (LCS) or a combination of LCS and added sugars in the overall sample and in products with advertising directed to children, 2017

	Overall sample (n = 11,434)				Products with child-directed advertising (n = 699)			
	LCS		LCS + added sugars		LCS		LCS + added sugars	
	N (%)	95% CI	N (%)	95% CI	N (%)	95% CI	N (%)	95% CI
<b>Nonalcoholic beverages</b>	<b>505 (30.1)</b>	<b>(27.9, 32.3)</b>	<b>415 (24.7)</b>	<b>(22.7, 26.8)</b>	<b>12 (10.1)</b>	<b>(5.8, 16.9)</b>	<b>11 (9.2)</b>	<b>(5.2, 15.9)</b>
Fruit-flavored drinks	152 (69.1)	(62.7, 74.8)	152 (69.1)	(62.7, 74.8)	2 (28.6)	(7.2, 67.4)	2 (28.6)	(7.2, 67.4)
Sodas	47 (44.3)	(35.2, 53.9)	31 (29.2)	(21.4, 38.6)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Dairy beverages	131 (27.1)	(23.3, 31.3)	101 (20.9)	(17.5, 24.8)	6 (13.8)	(6.4, 27.8)	5 (11.6)	(4.9, 25.1)
Nectars	37 (23.1)	(17.2, 30.3)	30 (18.8)	(13.4, 25.6)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Other beverages	138 (48.3)	(42.5, 54.0)	101 (35.3)	(30.0, 41.0)	4 (26.7)	(10.1, 53.4)	4 (26.7)	(10.4, 53.4)
<b>Foods</b>	<b>518 (5.4)</b>	<b>(4.9, 5.8)</b>	<b>432 (4.5)</b>	<b>(4.1, 4.9)</b>	<b>28 (4.8)</b>	<b>(3.4, 7.0)</b>	<b>26 (4.5)</b>	<b>(3.1, 6.5)</b>
Breakfast cereals and granola bars	100 (32.5)	(27.5, 37.9)	97 (31.5)	(26.5, 36.9)	2 (7.7)	(1.9, 26.1)	2 (7.7)	(1.9, 26.1)
Candies and desserts	226 (18.5)	(16.4, 20.8)	182 (14.9)	(13.0, 17.0)	20 (20.4)	(13.6, 29.5)	20 (20.4)	(13.5, 29.5)
Bakery products	77 (12.9)	(10.5, 15.9)	74 (12.4)	(10.0, 15.3)	5 (16.1)	(6.9, 33.4)	4 (12.9)	(4.9, 29.8)
Cookies	41 (5.5)	(4.1, 7.4)	36 (4.8)	(3.5, 6.6)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Fruit preserves	43 (10.4)	(7.8, 13.7)	20 (4.8)	(3.1, 7.4)	1 (17.1)	(1.0, 37.1)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Nuts and seeds	1 (1.3)	(0.2, 8.3)	1 (1.3)	(0.2, 8.3)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Convenience foods	8 (1.0)	(0.5, 2.0)	8 (1.0)	(0.5, 2.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Processed meats	8 (1.0)	(0.5, 2.0)	6 (0.7)	(0.3, 1.6)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Sauces and salad dressings	12 (1.5)	(0.9, 2.6)	6 (0.7)	(0.3, 1.7)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
Salty snacks	2 (0.6)	(0.1, 2.2)	2 (0.6)	(0.1, 2.2)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)	0 (0.0)	(0.0, 0.0)
<b>Total</b>	<b>1,023 (9.3)</b>	<b>(8.8, 9.9)</b>	<b>847 (7.5)</b>	<b>(7.1, 8.1)</b>	<b>40 (5.7)</b>	<b>(4.2, 7.7)</b>	<b>37 (5.3)</b>	<b>(3.8, 7.2)</b>

Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners; CI, confidence interval.

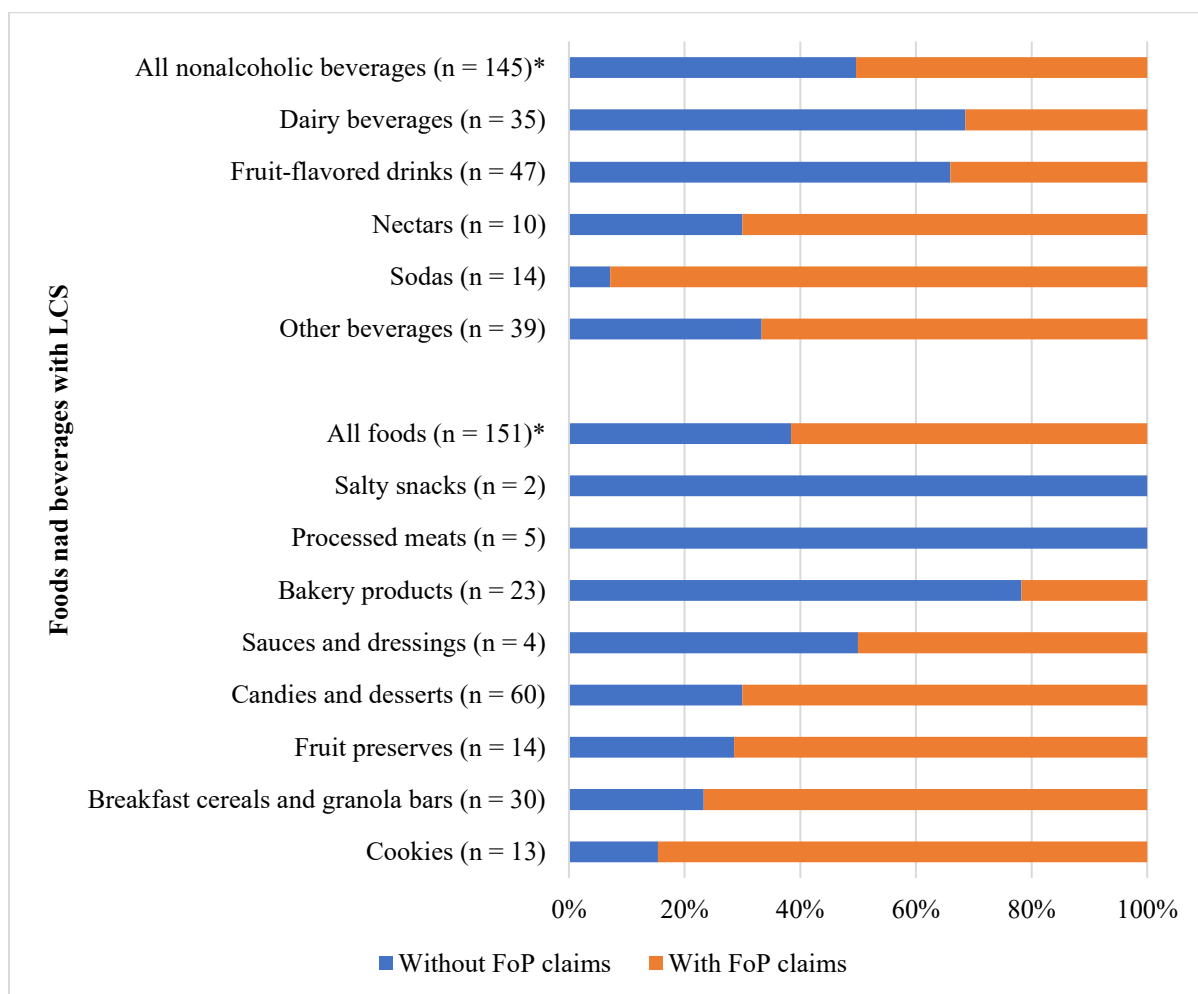
**Figure 1.** Prevalence of low-calorie sweeteners (LCS) in Brazilian packaged foods and beverages with advertising directed to children (n = 699), 2017



Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners.

\* Food and beverage categories with no products containing LCS are not included in the figure.

**Figure 2.** Prevalence of FoP low-calorie sweeteners (LCS)-related health and nutrition claims on Brazilian foods and beverages containing LCS in the subsample (n = 310), 2017



Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners; FoP, front-of-package.

\*Food and beverage categories with no products containing FoP claims are not included in the figure.

**b. Manuscrito 2: “Consumption of low-calorie sweeteners in Brazil”**

Autores: Mariana Fagundes Grilo, Larissa Marinho, Sandra Patrícia Crispim, Ana Clara Duran

**Abstract**

**Background:** Low-calorie sweeteners (LCS) can be used in ultra-processed foods, including in foods sweetened with sugar, sometimes without a clear information on the package. Whether LCS are associated with a lower risk of developing diet-related diseases is unclear, despite their growing consumption. In Brazil, information on LCS consumption is limited. Using a population-based sample from Campinas, this study aimed to estimate the prevalence of consumption of foods and beverages with LCS in individuals 10 years or older, and estimate the dietary exposure of the population to high levels of LCS using acceptable daily intake (ADI) levels.

**Methods:** We gathered data from the latest Campinas Health Survey (ISACamp 2014/15) and the Food Consumption and Nutritional Status Survey (ISACamp-Nutri 2015/16). We first estimated the prevalence of consumption of foods and beverages with LCS and identified which were the top sources of consumption of LCS. We then verified whether the prevalence of consumption of foods and beverages with LCS varied by individual-level characteristics and the presence obesity and diabetes. Finally, we estimated the population dietary exposure to high levels of LCS comparing to the acceptable daily intake (ADI) levels.

**Results:** Over 40.0% of this population reported consuming at least one food or beverage with LCS in the previous day. Sweetened beverages, tabletop sweeteners, and dairy beverages were the sources of consumption of LCS. Consumption of foods and beverages with LCS ranged from 35.0 to 55.0% of individuals of all ages, education, and income levels, being only slightly more prevalent among higher income 40-59-year-olds when compared with other income groups. The prevalence of consumption of foods and beverages with LCS was not higher among those with obesity or diabetes. Although dietary



exposure to LCS did not seem to exceed ADI levels in the studied population, we identified several limitations in our ability to measure exposure to high levels of LCS.

**Conclusion:** LCS are present in the diet of almost half of individuals of all ages – including adolescents - and socioeconomic background in this Brazilian population-based sample. The prevalence of consumption of foods and beverages with LCS was similar among individuals with or without conditions that could be associated to greater consumption, such as obesity or diabetes. Because of the challenges to estimate dietary exposure to high levels of LCS at the population level, and the unclear evidence that links LCS to better health outcomes, such frequent consumption of foods and beverages with LCS deserves to be more closely monitored.

**Keywords:** Sweeteners. Food intake. Food additives. Population-based. Brazil.

## **Introduction**

Several products have been used over the years to sweeten foods, such as honey (1) and sugar (2). Over the past decades, a number of synthetic substances with the primary function of replacing sugar providing sweetness is being developed (3). Different terms are used in the literature, but “low-calorie sweeteners” (LCS) covers all: artificial nonnutritive sweeteners, natural nonnutritive sweeteners and sugar alcohols (3). Natural nonnutritive sweeteners, despite the name that refers to the origin of the molecule, are synthetic and obtained through industrial processes, like the other ones (4).

When they were first created, LCS were mostly recommended and prescribed for people with conditions related to sugar intake such as diabetes (5). Not long after, they became popular with consumers seeking to control body weight (6). Nowadays, however, LCS are found in a selection of ultra-processed foods and beverages consumed by the entire population, including children and adolescents (7-12). In Brazil, LCS are found in around 10.0% of all packaged foods and beverages and in 14.6% of ultra-processed foods and beverages (9, 13). They can also be found in products with front-of-package (FoP) child-directed advertising, and, many times, with no available information on the FoP (13). The presence of LCS in Mexico and Chile follow similar or greater rates to those in Brazil, yet apparently lower than what has been reported for high-income countries (12).

Alongside, LCS consumption has increased over the last decades (14-17). Greater LCS consumption has been observed in people with highest body mass index, diabetes, and the elderly (15, 18, 19). Overall, almost 30.0% of the global population consumes foods and beverages with LCS (20), reaching more than 70.0% of the population in Latin America (21-24). In Brazil, the use of tabletop sweeteners increased from 7.6% to 8.5% between 2008 and 2018 (25).

Despite the upward consumption trend observed in many parts of the globe (26), a growing body of evidence show no beneficial effects of LCS on weight loss and glucose control (27, 28). For instance, saccharin and aspartame appear to be associated with an increased gut production of a bacteria associated with weight gain, and sucralose and saccharin may lead to inflammation and compromise the insulin response to sugar intake (29). Moreover, beverages sweetened with LCS may not be healthy alternatives to sugary drinks for the prevention of type 2 diabetes (30) or gestational diabetes (31). Children and adolescents, due to the limited knowledge of the long-term effects of LCS consumption (32), constitute a risk group. In addition, the consumption of sweetened products with LCS during childhood can modulate dietary preferences throughout life and contribute to latter overweight and obesity (33).

Regulatory bodies have established LCS acceptable daily intake (ADI) cutoffs so the population is not exposed to high – and potentially toxic – levels of LCS in the diet (34). Verifying whether population groups are exceeding ADI for LCS is challenging due to the lack of information on the total amount of LCS added to foods and beverages in the packages of most countries, including Brazil (35), as well as the difficulty in capturing sufficient details to identify LCS addition to foods and beverages in general consumption assessments that are not accurately applied to this (36). Because of these underlying uncertainties, monitoring LCS consumption trends at the population level and the potential increasing exposure to high levels of these additives are a challenge, but a necessity, particularly during changes in reformulation efforts to partially or fully replace added sugars in foods and beverages (37).

In Brazil, a recently approved FoP nutritional label with a magnifying glass to identify, among others, foods and beverages with a high content of added sugars, can contribute to healthier food choices (38) but may lead to an increased use of LCS in products sold in the country, as observed in countries that adopted regulatory policies to target foods with a high content of total sugars or sugar-sweetened beverages (39, 40).

Considering the limited evidence on LCS consumption levels in Brazil and the forthcoming incentives for the food industry to partially or fully replace added sugars in foods and beverages (41), we took advantage of available detailed data on LCS consumption in a population-based survey conducted in a large city in Brazil to estimate LCS consumption among individuals aged 10 or older, to verify which were the top sources of consumption of LCS, and whether consumption prevalence ratios were greater among individuals with conditions that are known to be associated with higher consumption of LCS (obesity and diabetes). Additionally, we attempted to estimate the dietary exposure of the studied population to high levels of LCS using acceptable daily intake (ADI) levels.

## **Methods**

### **Study design and population**

This cross-sectional study included information from participants aged  $\geq 10$  years old provided by the population-based surveys “Campinas Health Survey (ISACamp) 2014/15” and “Food Intake and Nutritional Status Survey (ISACamp-Nutri 2015/16)”, carried out in Campinas, Brazil. Campinas is a large city with an estimated population of 1.213.792 inhabitants in 2020 (42), with a domestic gross product above the country’s average (42). The sample included 2,570 participants.

ISACamp 2014/15 had a two-stage, stratified, probabilistic, cluster sampling. In the first stage, 70 census sectors were drawn with probability proportional to the size, given by the number of households. The census sectors were organized by the mean income of the heads of the household and 14 sectors were selected from each of the five health districts in the municipality. The number of participants was determined by considering a 50% proportion to ensure maximum variability, a sampling error of 4 to 5 percentage points,

and a design effect of 2. More detailed information on the sampling process can be found elsewhere (43).

The survey included information on comorbidities, use of health services, preventive practices, health-related behaviors, use of medications, demographic, and socioeconomic characteristics. Data collection was performed by trained interviewers, using a tablet. Participants signed an Informed Consent Form.

#### Food consumption

As part of the ISACamp 2014/15, trained interviewers with a tablet applied an one-day 24h-food recall using the Multiple-Pass Method, a technique that aims to stimulate the respondent's memory and increase the accuracy of the information (44), with the support of a photographic manual.

Reported foods, beverages and preparations were recorded in units and homemade measures, quantified in grams or milliliters, and were imputed in the NDS-R software, version 2015 (Nutrition Coordinating Center, University of Minnesota). Data were entered twice and then checked for consistency.

#### Identification of low-calorie sweeteners in consumed foods and beverages

Estimating LCS consumption poses two challenges that can lead to important uncertainties: i. identifying the concentration of LCS in foods and beverages (the amount of each LCS type added to foods and beverages) on the absence of such information on the food label, and ii. reliably measure the consumption of foods and beverages with LCS (36). To more consistently report the consumption of LCS in this population-based sample, we followed a few steps described below.

As the NDS-R software provided information from a nutritional composition table compiled by the US Department of Agriculture and therefore from foods sold in the US, in order to more closely reflect the dietary intake in the Brazilian context and to improve our ability to identify foods and beverages with LCS sold in Brazil, we updated the nutrition composition of packaged foods and beverages reported in the 24h-food recalls with information from the ingredient lists available in a large database of food labels collected

in 2017. These data were gathered from the packages of over 11,000 foods and beverages sold in the five largest food retailers in Brazil (8).

We considered a food or beverage to have LCS if one of the following ingredients was found in the list of ingredients from the foods and beverages packaged and marketed in Brazil: artificial nonnutritive sweeteners (acesulfame potassium, sucralose, saccharin, aspartame, and sodium cyclamate); natural nonnutritive sweeteners (steviol glycosides and thaumatin); and sugar alcohols (isomalt, lactitol, maltitol, mannitol, sorbitol, xylitol, erythritol and inositol) (13).

Because of the uncertainty in the estimates of consumption of foods and beverages with LCS, we proposed three possible scenarios of LCS consumption following the methodology developed by Marinho et al (2021) (45).

For scenario 1, we only considered as containing LCS foods and beverages that had information of brand and flavor available on the 24-h food recall and for which the presence of LCS in the list of ingredients was confirmed using data from the Brazilian Food Label Database (13). For packaged foods or beverages for which the brand was reported in the 24-h food recall but was not available on the Brazilian Food Label Database, we searched the list of ingredients for that product on the food company webpage to verify whether the product had any LCS. In this scenario, we also included all reported tabletop sweeteners.

For scenario 2, in addition to the foods and beverages included in scenario 1, we added those that did not have information available for brand and flavor in the 24-h food recall, but that were likely to contain LCS: foods and beverages reported to be “diet”, “light”, “zero”, “with no added sugar(s)” or “with sweeteners”. Because all fruit-flavored drink mixes that were available for sale in the top Brazilian supermarket chains were sweetened with LCS (13), we included all fruit-flavored drink mixes in scenario 2.

For scenario 3, in addition to the foods and beverages with LCS included in scenario 1 and 2, we included all other reported foods and beverages that did not have information on the brand and flavor in the NDS-R composition table, neither were likely to present LCS, but presented LCS when reclassifying with the Brazilian Food Label Data considering the brand with the largest market share in 2016 for each food category using information from Kantar-IBOPE (46).

Scenario 1 was considered the least conservative, and scenario 3 the most conservative, thus more likely to capture the underestimation of Consumption of foods and beverages with LCS. Choosing the most conservative scenario when dealing with uncertain estimates is advised in studies that the assessor believes that is scientifically justified to prevent the underestimation of the risk (47).

#### Estimating exposure to high levels of low-calorie sweeteners

In Brazil, it is not mandatory by the legislation to inform LCS amount on food and beverage labels (35). To estimate population dietary exposure to high levels of LCS, we used LCS maximum limit values per 100 grams of the product established by Brazilian legislation for potassium acesulfame, aspartame, sodium cyclamate, saccharin, sucralose, neotame and steviol glycosides by the categories defined in the legislation (34).

Foods and beverages were considered as containing LCS for partial replacement of sugars if they had added sugars in their composition and for total replacement of sugars if there were no added sugars. Information on added sugars was found in the Brazilian Food Labels Database that considered: sugar, honey, syrups, molasses, maltodextrin, glucose, fructose, concentrated fruit and vegetable juices, and sweets such as chocolate and candy milk (13).

Furthermore, as the ADI information refers to steviol glycosides, we converted the steviol equivalents found in foods and beverages considering a 50% mixture of stevioside (conversion factor = 0.4) and rebaudioside A (conversion factor = 0.3) as in previous studies (45, 48).

Regarding tabletop sweeteners, we used values determined by Noronha (2019) of LCS contents in tabletop sweeteners packaged and marketed in Brazil per 100 grams of the product (49). As we were unable to quantify the drops of liquid tabletop sweeteners and the amount of powdered sweeteners used, we considered an average of 5 drops for liquid tabletop sweeteners (6) (equivalent to 0.27 grams of LCS), and 1 sachet of powdered sweeteners (equivalent to 0.8 grams of LCS) (50).

### Food categories

Foods and beverages with LCS were classified into the following categories as used in previously studies (8, 13): bakery products, candies and desserts, breakfast cereals and granola bars, condiments and salad dressings, dairy beverages, sweetened beverages, and tabletop sweeteners, as described in Supplementary file 1.

### Individual-level characteristics

To verify whether the consumption of foods and beverages with LCS was different across age groups and socioeconomic status, we estimated consumption by age (10-19, 20-39, 40-59 and over 60 years old), gender, race/color (white and non-white, which included participants who self-reported to be black, brown, yellow, and indigenous), household per capita income in minimum wages (MW) (<1, 1-3, 3 or more), and education for  $\geq 20$  years old and caregivers' education for < 20 years old (<8, 8-11, 12 or more years). MW referred to the minimum wage established in 2015 (BRL 788.00) (51). Finally, we verified whether Consumption of foods and beverages with LCS was greater among those 20 years old or older with directly measured obesity ( $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) (52), and self-reported diabetes because of the known association between the presence of these conditions and LCS consumption (6, 19, 53).

### Statistical analyses

We first estimated the overall prevalence of consumption of foods and beverages with LCS in the studied population-based sample using the three proposed scenarios. After choosing to use the most conservative scenario to better capture the underestimation of consumption of foods and beverages with LCS, we used scenario 3 to assess which were the top sources of consumption of LCS, and to estimate the prevalence of consumption of foods and beverages with LCS by individual-level characteristics using mean and 95% confidence intervals (CI). Adjusted prevalence ratios of consumption of foods and beverages with LCS were estimated using Poisson regression models stratified by age. The Poisson model was chosen because of the high prevalence of the outcome variable as logit models are likely to overestimate odds ratios (54).

Finally, we estimated the population dietary exposure to high levels of LCS expressed in milligrams per kilogram of body weight per day (mg / kg / day) through the formulas below using mean, median, and 95th percentile. We compared the results with the ADI for each LCS (34).

Foods and beverages with LCS:

$$\frac{\sum(\text{LCSs limit value per 100 g of food (g)} \times \text{consumed amount of food (g)}/100)}{\text{individual body weight (kg)}}$$

Tabletop sweeteners:

$$\frac{\sum(\text{LCSs content determined for tabletop sweeteners per 100 g of product (g)} \times \text{consumed amount of product (g)}/100)}{\text{individual body weight (kg)}}$$

We used svy command to account for the multi-stage complex sampling in all analyses that were conducted with the help of Stata/MP 16.1, College Station, TX: StataCorp LLC.

## Results

Figure 1 shows the three proposed scenarios of consumption of foods and beverages with LCS. The prevalence of consumption of foods and beverages with LCS in the general population went from 17.1% (95% CI 14.7, 19.7) in scenario 1, to 36.8% (95% CI 33.8, 39.8) in scenario 2, and 44.5% (95% CI 41.2, 47.7) in scenario 3. Age-stratified analyses of consumption of foods and beverages with LCS using the three scenarios showed similar results (Supplementary file 2). Stratified estimates are reported for scenario 3 only – the most conservative and less likely to depict underestimated measures.

Artificial nonnutritive sweeteners were the most consumed LCS type in this population, followed by sugar alcohols and then natural nonnutritive sweeteners. Important to note that many of the reported foods and beverages had a combination of two or more LCS (Supplementary 3).



Figure 2 shows that LCS were found in seven food categories. The top sources of consumption of LCS among all the participants were sweetened beverages, tabletop sweeteners and dairy beverages. While tabletop sweeteners were the top sources of LCS among participants 40 years or older, sweetened beverages were the top sources among younger participants.

Consumption of foods and beverages with LCS ranged from 35.0 to 55.0% of individuals of all ages –including adolescents, education, and income levels (Supplementary file 2). Forty percent of the adolescents reported consuming at least one food or beverage with LCS and estimates were similar across all gender, age, race/color and socioeconomic strata, with the exception of adolescents with household per capita income between 1 and 3 MW that presented higher consumption compared with <1 MW (PR=1.2; 95% CI 1.0, 1.8) (Table 1).

Among participants 20 years or older, estimates were similar across all strata, and only more prevalent among 40-59-year-olds with some college (PR=1.4; 95% CI 1.1, 1.8) when compared with those with less than 8 years of education (Table 1). Prevalence of consumption of foods and beverages with LCS was not higher among those with obesity or diabetes (Figure 3, Supplementary 4).

Population dietary exposure to high levels of LCS did not exceed ADI threshold for each LCS in this study (Supplementary file 4), but helped us to identify several limitations in the ability to measure the exposure.

## **Discussion**

We found, in the most conservative scenario, that approximately 40.0% all participants aged 10 or older consumed at least one food or beverage with LCS in the reported day. According to the Brazilian Association of Food Industry for Similar Purposes, dietary products are present in 35.0% of Brazilian households (55). The prevalence of consumption of foods and beverages with LCS in our study was higher than in other countries such as Australia (18.0%) (19), the US (30.0%) (16), and Germany (36.0%) (56) – although, current consumption in Germany is likely higher due new

approved LCS available in the country (56) – but was lower than what have been reported in Central and other South American countries (23, 24). Approximately 80.0% of Latin American college students and more than 95.0% Chilean students reported weekly and daily consumption of foods and beverages with LCS, respectively (24).

While data is available for limited countries, existing studies suggest that LCS consumption is common worldwide (26). With the increase of ultra-processed food consumption (57), the use of food additives, that includes LCS (58), has also increased, and may be considered of public health concern as they can be widely marketed as health substitutes for sugar, but adverse effects associated with their frequent use is still inconsistent (55). While some studies show no association between LCS consumption and negative health effects as elevate blood glucose level (59), and weight gain among adults (60), others do not clearly support the intended benefits of LCS for weight management. Recent evidences even suggest that frequent LCS consumption may be associated with increased BMI and cardiometabolic risk (61), besides with change in the composition of the gut microbiota (62). Among children and adolescents, Consumption of foods and beverages with LCS was associated with higher energy intake (63), and increased BMI (64).

Initially, when LCS started to be developed, they were mostly used with medical prescriptions (5). Today, LCS are used in a wide range of packaged products not considered for special purposes, i.e. foods and beverages not entitled as “diet” or “light” (13, 65), representing a significant portion of the market of beverages, yogurts, and flavored waters (66). We were able to identify two different profiles of foods and beverages with LCS consumers. Sweetened beverages were the top sources of consumption of LCS among adolescents and younger adults. In Brazil, 70.0% of sweetened beverages and 27.0% of dairy beverages packaged and marketed in the country have LCS in their composition (13). And tabletop sweeteners were the top sources of consumption of LCS among older people. A population-based study in another municipality in Brazil showed that the use of tabletop sweeteners was almost four times higher in the elderly compared to individuals between 20 and 29 years old (67). Soft drinks, yogurts and tabletop sweeteners are the main dietary

sources of nonnutritive sweeteners in other countries diets, like Australia and the US (19, 68).

Artificial nonnutritive sweeteners were the most consumed LCS type by all age groups in our study. Sucralose and acesulfame potassium are some of the most frequently LCS added to foods and beverages in the Brazilian food supply (9, 13), while cyclamate and saccharin are the least expensive LCS to be added in foods and beverages and comprise the majority of LCS consumption worldwide (69).

LCS consumption has been associated in other populations with female gender, higher educational level and incomes, self-reported diabetes, obesity, and being on a weight-loss diet (6, 7, 16, 19). We only found a highest prevalence of consumption of foods and beverages with LCS among participants with 40–59 years old with higher level of education. Evidence suggests that the intention to limit sugar in the diet is associated with better education, among other variables, increasing the chance to choose foods and beverages with LCS (70). In our study, participants with diabetes or obesity did not show a higher prevalence of consumption of foods and beverages with LCS. Availability of LCS in products consumed by general population may contribute to the overall LCS consumption (13, 26).

Lastly, we estimated population dietary exposure to high levels of LCS. Baker-Smith et al (2019), when analyzing studies on LCS intake, concluded that, despite their increasing use to frequently consumed foods and beverages, less evidence on the population actual intake of LCS is available – even less for children and adolescents (71).

The assessment of population dietary exposure to high levels of LCS can be challenging, mainly due to the lack of information on the total amount of LCS added to foods and beverages in the labels (35) and the difficult to assess human consumption (36). The 24h-food recall is considered a golden standard for diet surveys, but Foods and beverages with LCS, specifically, may be neglected in dietary surveillance if the survey do not intend to assess this additive (18). When proposing three different scenarios for LCS consumption, we intended to improve uncertainties of the 24h-food recall information.

Similar to other findings in the Brazilian population (45, 72), population dietary exposure to high levels of LCS did not seem to exceed ADI levels for each LCS, but helped us to identify several limitations in our ability to measure the dietary exposure. More detailed assessments of LCS population exposure are found in European countries, probably due to a regulation that requires all member states to monitor population additive intake, encouraging a standardized approach with refined methods like probability of LCS occurrence, and accounting for the presence or market share in the exposure assessment calculations (73).

Moreover, it is important to discuss the established ADI levels. Several toxicological investigations are conducted to determine the limits of food additives use in foods and beverages. However, these investigations include a selected health outcomes and new techniques and research studies have indicated that some additives may still have health concerns (74). Yet, toxicity tests on individual additives do not take into account synergies with other additives and dietary components (75).

Thus, considering technological advances in LCS use, development of new LCS types and the ability to combine different LCS without exceeding the individual ADI levels (76), population exposure to LCS can increase (77, 78). In the case of substances with contradictory evidence, as LCS, the suggestion for public health purposes is to limit population exposure to that substance (79). Meanwhile, to guarantee that population is not exposed to high levels of LCS, more standardized approach to monitor changes in dietary exposure in combination with monitoring LCS levels in foods and beverages, LCS toxicity and LCS health effects (37), are important to public health, especially in the presence of sugar reduction strategies (37).

This study has some limitations in addition to the ones affecting the reliability of self-report methods (80). As discussed in the manuscript, there are important limitations in estimate LCS dietary exposure at the population level comparing LCS intake to ADIs levels regarding uncertainties about LCS concentration in food or beverages and about consumption data for these foods (36). First, we had to reclassify foods and beverages reported in the 24h-food recall using the best-selling brands as a proxy for consumption.

Secondly, we were unable to access the exact reported consumption amounts of tabletop sweeteners. As we used a previously collected database, we decided to use the average consumption of tabletop sweeteners accessed in another Brazilian study (6). Thirdly, Brazilian legislation does not require disclosure about LCS amounts in foods and beverages (35), therefore, we estimated LCS exposure of the population to high levels of LCS using the maximum limits permitted in foods and beverages (34) and concentration established in other study for tabletop sweeteners (49) and, even with the percentiles of the estimated population dietary exposure to high levels of LCS, there is a propensity for error, and this must be considered as a limitation.

But using this population-based sample, our study contributed to the literature by filling a gap on consumption of foods and beverages with LCS in Brazil when estimating the prevalence of LCS consumption and providing evidence of the top sources of consumption of LCS by different age groups. Our results reinforced the importance of improving LCS assessment methods to be able to monitor potential changes at population level, especially in the presence of sugar reduction strategies, in addition to showing that modifications to food labeling regulations to increase the accuracy of dietary exposure to LCS estimates are necessary.

### **Conclusion**

Prevalence of consumption of foods and beverages with LCS was frequent in all age groups of the studied population. Tabletop sweeteners were the top sources of LCS consumption by older participants (>40 years), while sweetened beverages were the top sources among the younger ones. Prevalence of consumption of foods and beverages with LCS did not vary by individual-level characteristics, except among 40-59 years old with some college who had a greater prevalence of consumption when compared with individuals with less than 8 years of education. Presence of conditions that could encourage greater prevalence of consumption of foods and beverages with LCS, such as obesity or diabetes, was not associated with greater prevalence of consumption. Because of our current limited capacity to estimate population dietary exposure to high levels of LCS, and

the unclear evidence about LCS in health outcomes, such frequent consumption of foods and beverages with LCS is concerning and deserves to be more closely monitored.

### **Ethics approval and consent to participate**

This study received approval from the Human Research Ethics Committee of the University of Campinas (certificate no. 22425019.3.0000.5404) and the National Ethics Committee (CEP/CONEP system) (42779220.9.0000.5404). All participants signed an Informed Consent Term before accepting to be interviewed.

### **Funding**

ISACamp 2014-2015 and ISACamp-Nutri 2014-2016 were funded by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). MFG received master's scholarship awarded by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## References

1. Erejuwa OO, Sulaiman SA, Wahab MSA. Honey--a novel antidiabetic agent. *International journal of biological sciences*. 2012;8(6):913-34.
2. Edwards CH, Rossi M, Corpe CP, Butterworth PJ, Ellis PR. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science & Technology*. 2016;56:158-66.
3. Hunter SR, Reister EJ, Cheon E, Mattes RD. Low Calorie Sweeteners Differ in Their Physiological Effects in Humans. *Nutrients*. 2019;11(11).
4. Philippe RN, De Mey M, Anderson J, Ajikumar PK. Biotechnological production of natural zero-calorie sweeteners. *Current Opinion in Biotechnology*. 2014;26:155-61.
5. Toledo MC, Ioshi SH. Potential intake of intense sweeteners in Brazil. *Food Addit Contam*. 1995;12(6):799-808.
6. Geraldo A, Pinto e Silva ME. Nonnutritive sweeteners in Brazil: Current use and associated factors. *Journal of Human Growth and Development*. 2016;26:297.
7. Sylvetsky AC, Jin Y, Clark EJ, Welsh JA, Rother KI, Talegawkar SA. Consumption of Low-Calorie Sweeteners among Children and Adults in the United States. *J Acad Nutr Diet*. 2017;117(3):441-8.e2.
8. Duran AC, Ricardo CZ, Mais LA, Bortoletto Martins AP. Role of different nutrient profiling models in identifying targeted foods for front-of-package food labelling in Brazil. *Public Health Nutr*. 2020:1-12.
9. Figueiredo LDS, Scapin T, Fernandes AC, Proenca R. Where are the low-calorie sweeteners? An analysis of the presence and types of low-calorie sweeteners in packaged foods sold in Brazil from food labelling. *Public Health Nutr*. 2018;21(3):447-53.
10. Samaniego-Vaesken ML, Ruiz E, Partearroyo T, Aranceta-Bartrina J, Gil A, Gonzalez-Gross M, et al. Added Sugars and Low- and No-Calorie Sweeteners in a Representative Sample of Food Products Consumed by the Spanish ANIBES Study Population. *Nutrients*. 2018;10(9).
11. Probst YC, Dengate A, Jacobs J, Louie JCY, Dunford EK. The major types of added sugars and non-nutritive sweeteners in a sample of Australian packaged foods. *Public Health Nutrition*. 2017;20(18):3228-33.
12. Dunford EK, Taillie LS, Miles DR, Eyles H, Tolentino-Mayo L, Ng SW. Non-Nutritive Sweeteners in the Packaged Food Supply-An Assessment across 4 Countries. *Nutrients*. 2018;10(2).
13. Grilo MF, Taillie LS, Ricardo CZ, Mais LA, Martins APB, Duran AC. Prevalence of low-calorie sweeteners and related front-of-package claims in the Brazilian packaged food supply. In review. 2021.
14. Mattes RD, Popkin BM. Nonnutritive sweetener consumption in humans: effects on appetite and food intake and their putative mechanisms. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(1):1-14.
15. Sylvetsky AC, Welsh JA, Brown RJ, Vos MB. Low-calorie sweetener consumption is increasing in the United States. *Am J Clin Nutr*. 2012;96(3):640-6.
16. Drewnowski A, Rehm CD. Socio-demographic correlates and trends in low-calorie sweetener use among adults in the United States from 1999 to 2008. *Eur J Clin Nutr*. 2015;69(9):1035-41.

17. Piernas C, Ng SW, Popkin B. Trends in purchases and intake of foods and beverages containing caloric and low-calorie sweeteners over the last decade in the United States. *Pediatr Obes*. 2013;8(4):294-306.
18. Malek AM, Hunt KJ, DellaValle DM, Greenberg D, St. Peter JV, Marriott BP. Reported Consumption of Low-Calorie Sweetener in Foods, Beverages, and Food and Beverage Additions by US Adults: NHANES 2007–2012. *Current Developments in Nutrition*. 2018;2(9).
19. Grech A, Kam CO, Gemming L, Rangan A. Diet-Quality and Socio-Demographic Factors Associated with Non-Nutritive Sweetener Use in the Australian Population. *Nutrients*. 2018;10(7).
20. Shankar P, Ahuja S, Sriram K. Non-nutritive sweeteners: Review and update. *Nutrition*. 2013;29(11):1293-9.
21. Duran Agüero S, Oñate G, Haro Rivera P. Consumption of non-nutritive sweeteners and nutritional status in 10-16 year old students. *Arch Argent Pediatr*. 2014;112(3):207-14.
22. Duran Agüero S, Vasquez Leiva A, Morales Illanes G, Schifferli Castro I, Sanhueza Espinoza C, Encina Vega C, et al. Association between stevia sweetener consumption and nutritional status in university students. *Nutr Hosp*. 2015;32(1):362-6.
23. Durán Agüero S, Blanco Batten E, Rodríguez Noel MdP, Córdón Arrivillaga K, Salazar de Ariza J, Record Cornwall J, et al. [Association between non-nutritive sweeteners and obesity risk among university students in Latin America]. *Revista medica de Chile*. 2015;143(3):367-73.
24. Durán Agüero S, Record Cornwall J, Encina Vega C, Salazar de Ariza J, Córdón Arrivillaga K, Cereceda Bujaico Mdel P, et al. [Consumption of carbonated beverages with nonnutritive sweeteners in Latin American university students]. *Nutr Hosp*. 2014;31(2):959-65.
25. Brasil. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-18. 2018. Available in: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html>
26. Sylvetsky AC, Rother KI. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. *Physiology & Behavior*. 2016;164:446-50.
27. Pang MD, Goossens GH, Blaak EE. The Impact of Artificial Sweeteners on Body Weight Control and Glucose Homeostasis. *Frontiers in nutrition*. 2021;7:598340-.
28. Laviada-Molina H, Molina-Segui F, Pérez-Gaxiola G, Cuello-García C, Arjona-Villicaña R, Espinosa-Marrón A, et al. Effects of nonnutritive sweeteners on body weight and BMI in diverse clinical contexts: Systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2020;21(7):e13020.
29. Cabral T, Pereira M, Falchione A, Sá D, Correa L, Fernandes D, et al. Artificial Sweeteners as a Cause of Obesity: Weight Gain Mechanisms and Current Evidence. *Health*. 2018;10:700-17.
30. Imamura F, O'Connor L, Ye Z, Mursu J, Hayashino Y, Bhupathiraju SN, et al. Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *Bmj*. 2015;351:h3576.



31. Hinkle SN, Rawal S, Bjerregaard AA, Halldorsson TI, Li M, Ley SH, et al. A prospective study of artificially sweetened beverage intake and cardiometabolic health among women at high risk. *Am J Clin Nutr*. 2019.
32. Newens KJ, Walton J. A review of sugar consumption from nationally representative dietary surveys across the world. *J Hum Nutr Diet*. 2016;29(2):225-40.
33. Ambrosini GL. Childhood dietary patterns and later obesity: a review of the evidence. *Proc Nutr Soc*. 2014;73(1):137-46.
34. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008.
35. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 259, de 20 de setembro de 2002.
36. Fitch SE, Payne LE, van de Ligt JLG, Doepker C, Handu D, Cohen SM, et al. Use of acceptable daily intake (ADI) as a health-based benchmark in nutrition research studies that consider the safety of low-calorie sweeteners (LCS): a systematic map. *BMC Public Health*. 2021;21(1):956.
37. Martyn D, Darch M, Roberts A, Lee HY, Yaqiong Tian T, Kaburagi N, et al. Low-/No-Calorie Sweeteners: A Review of Global Intakes. *Nutrients*. 2018;10(3).
38. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Anvisa aprova norma sobre rotulagem nutricional. 2020. Available in: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/aprovada-norma-sobre-rotulagem-nutricional>
39. Scarborough P, Adhikari V, Harrington RA, Elhussein A, Briggs A, Rayner M, et al. Impact of the announcement and implementation of the UK Soft Drinks Industry Levy on sugar content, price, product size and number of available soft drinks in the UK, 2015-19: A controlled interrupted time series analysis. *PLoS Med*. 2020;17(2):e1003025.
40. Afshin A, Peñalvo JL, Del Gobbo L, Silva J, Michaelson M, O'Flaherty M, et al. The prospective impact of food pricing on improving dietary consumption: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(3):e0172277.
41. Carniel Beltrami M, DÖRring T, De Dea Lindner J. Sweeteners and sweet taste enhancers in the food industry. *Food Science and Technology*. 2018;38:181-7.
42. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Campinas. 2021. Available in: <https://cidades.ibge.gov.br/>
43. Centro Colaborador em Análise de Situação de Saúde. ISACamp - Plano de amostragem. Faculdade de Ciências Médicas, Unicamp. 2020. Available in: <https://www.fcm.unicamp.br/fcm/ccas-centro-colaborador-em-analise-de-situacao-de-saude/isacamp>
44. Steinfeldt L, Anand J, Murayi T. Food Reporting Patterns in the USDA Automated Multiple-Pass Method. *Procedia Food Science*. 2013;2:145-56.
45. Marinho L, Rodrigues S, Mary, Almeida CCB, Duran ACdFL, Grilo MF, et al. Avaliação da exposição dietética a edulcorantes em grupo de gestantes brasileiras. In review. 2021.
46. Kantar Worldpanel. The Brand Footprint Global Ranking Top 50. 2016. Available in: <http://kantarworldpanel.com>
47. National Research Council (US) Committee on Risk Assessment of Hazardous Air Pollutants. Science and Judgment in Risk Assessment. Washington (DC): National Academies Press (US)1994. Available in: <https://www.nap.edu/catalog/2125/science-and-judgment-in-risk-assessment>

48. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal*. 2010;8(4):1537.
49. Noronha IFPC. Determinação de edulcorantes e constituintes inorgânicos em adoçantes de mesa. Dissertação Mestrado em Química- Química Analítica - Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2019.
50. Andrade GRG, Marchioni DML. Manual para avaliação do consumo alimentar em estudos epidemiológicos com o software GloboDiet. 2020. Available in: <http://colecoes.sibi.usp.br/fsp/items/show/3616#?c=0&m=0&s=0&cv=0>
51. Brasil. Decreto nº 8.381, de 29 de dezembro 2014.
52. World Obesity Federation. Obesity classification. 2021. Available in: <https://www.worldobesity.org/about/about-obesity/obesity-classification>
53. Castro AGPd, Franco LJ. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2002;46:280-7.
54. Barros AJD, Hirakata VN. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Medical Research Methodology*. 2003;3(1):21.
55. Gibney MJ, Lambe J. Estimation of food additive intake: methodology overview. *Food Addit Contam*. 1996;13(4):405-10.
56. Bär A, Biermann C. Intake of intense sweeteners in Germany. *Z Ernährungswiss*. 1992;31(1):25-39.
57. Martins AP, Levy RB, Claro RM, Moubarac JC, Monteiro CA. Increased contribution of ultra-processed food products in the Brazilian diet (1987-2009). *Rev Saude Publica*. 2013;47(4):656-65.
58. Nunn R, Young L, Ni Mhurchu C. Prevalence and Types of Non-Nutritive Sweeteners in the New Zealand Food Supply, 2013 and 2019. *Nutrients*. 2021;13(9).
59. Nichol AD, Holle MJ, An R. Glycemic impact of non-nutritive sweeteners: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2018;72(6):796-804.
60. Laviada-Molina H, Molina-Segui F, Pérez-Gaxiola G, Cuello-García C, Arjona-Villicaña R, Espinosa-Marrón A, et al. Effects of nonnutritive sweeteners on body weight and BMI in diverse clinical contexts: Systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2020;21(7):e13020.
61. Azad MB, Abou-Setta AM, Chauhan BF, Rabbani R, Lys J, Copstein L, et al. Nonnutritive sweeteners and cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *Cmaj*. 2017;189(28):E929-e39.
62. Ruiz-Ojeda FJ, Plaza-Díaz J, Sáez-Lara MJ, Gil A. Effects of Sweeteners on the Gut Microbiota: A Review of Experimental Studies and Clinical Trials. *Advances in Nutrition*. 2019;10(suppl\_1):S31-S48.
63. Sylvetsky AC, Chandran A, Talegawkar SA, Welsh JA, Drews K, El ghormli L. Consumption of Beverages Containing Low-Calorie Sweeteners, Diet, and Cardiometabolic Health in Youth With Type 2 Diabetes. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2020;120(8):1348-58.e6.

64. Karalexi MA, Mitrogiorgou M, Georgantzi GG, Papaevangelou V, Fessatou S. Non-Nutritive Sweeteners and Metabolic Health Outcomes in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pediatr*. 2018;197:128-33.e2.
65. O BY, Coyle DH, Dunford EK, Wu JHY, Louie JC. The Use of Non-Nutritive and Low-Calorie Sweeteners in 19,915 Local and Imported Pre-Packaged Foods in Hong Kong. *Nutrients*. 2021;13(6).
66. Ng SW, Slining MM, Popkin BM. Use of caloric and noncaloric sweeteners in US consumer packaged foods, 2005-2009. *J Acad Nutr Diet*. 2012;112(11):1828-34.e1-6.
67. Zanini Rde V, Araújo CL, Martínez-Mesa J. [Use of diet sweeteners by adults in Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil: a population-based study]. *Cad Saude Publica*. 2011;27(5):924-34.
68. Hedrick VE, Passaro EM, Davy BM, You W, Zoellner JM. Characterization of Non-Nutritive Sweetener Intake in Rural Southwest Virginian Adults Living in a Health-Disparate Region. *Nutrients*. 2017;9(7).
69. Hackett M, Bland A, Ma X, Yokose K. Chemical Economics Handbook Report: High-Intensity Sweeteners. 2014.
70. Pielak M, Czarniecka-Skubina E, Trafiałek J, Głuchowski A. Contemporary Trends and Habits in the Consumption of Sugar and Sweeteners—A Questionnaire Survey among Poles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(7).
71. Baker-Smith CM, de Ferranti SD, Cochran WJ. The Use of Nonnutritive Sweeteners in Children. *Pediatrics*. 2019;144(5):e20192765.
72. Barraj L, Scrafford C, Bi X, Tran N. Intake of low and no-calorie sweeteners (LNCS) by the Brazilian population. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2021;38(2):181-94.
73. EC. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives (L354). *J. Eur. Union*2008. p. 16–33. .
74. Gultekin F, Oner ME, Savas HB, Dogan B. Food additives and microbiota. *Northern clinics of Istanbul*. 2019;7(2):192-200.
75. Mephram B. Food additives: an ethical evaluation. *British Medical Bulletin*. 2011;99(1):7-23.
76. Bakal AI. Mixed Sweetener Functionality. Chapter 26. *Food Science and Technology* ; Marcel Dekker: New York, NY, USA 2001. p. 463–80.
77. Fry JC. 3 - Natural low-calorie sweeteners. In: Baines D, Seal R, editors. *Natural Food Additives, Ingredients and Flavourings*: Woodhead Publishing; 2012. p. 41-75.
78. Ghosh S, Sudha ML. A review on polyols: new frontiers for health-based bakery products. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2012;63(3):372-9.
79. Peres J. Por que faz sentido avisar sobre presença de adoçantes nos alimentos. *O joio e o trigo*2018.
80. Archer E, Hand GA, Blair SN. Validity of U.S. nutritional surveillance:National Health and Nutrition Examination Survey caloric energy intake data, 1971-2010. *PLoS One*. 2013;8(10):e76632.

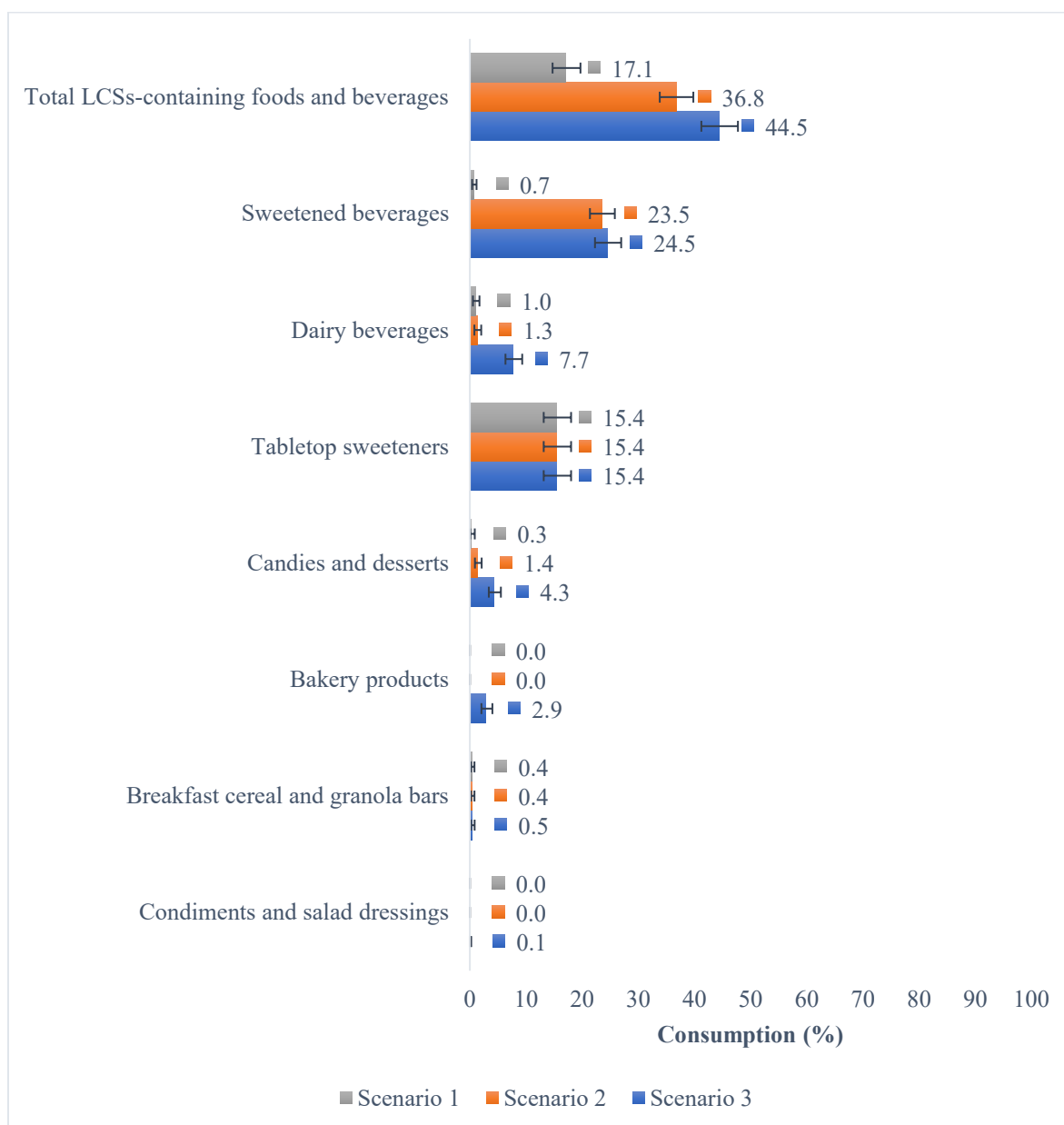
**Table 1.** Consumption of foods and beverages with low-calorie sweeteners by age groups.  
Campinas, SP, 2015/16.

	Population		Consumption of foods and beverages with LCS			
	(%)	95% CI	Crude estimates (%)	95% CI	Adjusted PR	95% CI
10-19 years old						
<b>Age (years)</b>						
10 - 14	47.4	43.7 ; 51.2	43.0	36.46 ; 49.78	Ref	
15 - 19	52.6	48.8 ; 56.3	42.5	37.41 ; 47.77	1.0	0.8 ; 1.2
<b>Gender</b>						
Male	48.9	45.5 ; 52.2	43.8	37.27 ; 50.5	Ref	
Female	51.2	47.8 ; 54.5	41.7	36.13 ; 47.58	0.9	0.8 ; 1.2
<b>Skin color</b>						
Nonwhite	44.2	38.8 ; 49.8	42.1	36.7 ; 47.64	Ref	
White	55.8	50.2 ; 61.2	43.2	37.48 ; 49.18	1.0	0.9 ; 1.2
<b>Caregiver education (years)</b>						
< 8	37.3	31.5 ; 43.5	43.4	37.51 ; 49.44	Ref	
8-11	44.5	40.1 ; 49.0	42.8	36.64 ; 49.21	1.0	0.8 ; 1.1
> 12	18.2	14.2 ; 23.1	41.0	31.46 ; 51.18	0.9	0.7 ; 1.2
<b>Household per capita income (minimum wages)</b>						
< 1	59.4	52.1 ; 66.4	40.6	35.0 ; 46.32	Ref	
≥ 1 ≤3	38.7	32.1 ; 45.7	46.0	39.7 ; 52.53	1.2	1.0 ; 1.4
> 3	1.9	1.1 ; 3.2	46.4	25.7 ; 68.38	1.2	0.7 ; 2.1
20-39 years old						
<b>Gender</b>						
Male	53.3	49.4 ; 57.2	44.0	36.4 ; 52.0	Ref	
Female	46.7	42.8 ; 50.6	42.6	34.9 ; 50.7	1.0	0.8 ; 1.2
<b>Skin color</b>						
Nonwhite	38.4	32.3 ; 44.8	44.1	37.5 ; 50.9	Ref	
White	61.6	55.2 ; 67.7	42.9	34.7 ; 51.5	0.9	0.7 ; 1.2
<b>Education level (years)</b>						
< 8	13.8	9.1 ; 20.2	40.0	27.9 ; 53.5	Ref	
8 - 11	45.1	39.2 ; 51.2	39.2	32.9 ; 45.9	1.0	0.7 ; 1.4
> 12	41.1	33.3 ; 49.4	49.1	37.6 ; 60.6	1.2	0.8 ; 1.8
<b>Household per capita income (minimum wage)</b>						
< 1	41.4	32.8 ; 50.6	41.9	34.1 ; 50.2	Ref	
≥ 1 ≤3	45.3	37.6 ; 53.3	42.7	34.1 ; 51.7	1.0	0.7 ; 1.2
> 3	13.3	8.1 ; 21.0	50.5	31.6 ; 69.3	1.1	0.6 ; 1.7
40-59 years old						
<b>Gender</b>						
Male	54.2	49.6 ; 58.7	43.4	36.8 ; 50.1	Ref	
Female	45.8	41.3 ; 50.4	49.1	41.5 ; 56.8	1.2	0.9 ; 1.5

<b>Skin color</b>						
Nonwhite	30.5	24.5 ; 37.2	46.0	38.5 ; 53.8	Ref	
White	69.5	62.8 ; 75.5	46.0	39.9 ; 52.2	1.0	0.8 ; 1.2
<b>Education level (years)</b>						
< 8	35.2	29.4 ; 41.4	43.0	34.9 ; 51.5	Ref	
8 - 11	38.4	32.7 ; 44.4	44.7	36.7 ; 53.0	1.1	0.8 ; 1.4
> 12	26.4	20.5 ; 33.3	52.4	42.8 ; 62.0	1.4	1.1 ; 1.8
<b>Household per capita income (minimum wage)</b>						
< 1	32.1	25.7 ; 39.3	47.9	38.9 ; 57.0	Ref	
≥ 1 ≤ 3	52.9	46.3 ; 59.4	47.8	41.0 ; 54.6	0.9	0.7 ; 1.2
> 3	15.0	10.4 ; 21.1	35.9	23.3 ; 50.8	0.6	0.4 ; 1.0
≥ 60 years old						
<b>Gender</b>						
Male	56.7	53.7 ; 59.8	46.3	41.3 ; 51.4	Ref	
Female	43.3	40.2 ; 46.3	44.8	38.6 ; 51.2	1.0	0.8 ; 1.1
<b>Skin color</b>						
Nonwhite	30.9	25.3 ; 37.1	43.8	37.3 ; 50.5	Ref	
White	69.1	62.9 ; 74.7	46.5	41.9 ; 51.2	1.0	0.9 ; 1.2
<b>Education level (years)</b>						
< 8	68.1	63.1 ; 72.8	44.3	39.6 ; 49.1	Ref	
8 - 11	18.5	15.1 ; 22.3	47.9	37.8 ; 58.2	1.0	0.8 ; 1.3
> 12	13.4	9.8 ; 18.1	49.5	38.0 ; 61.1	1.0	0.8 ; 1.3
<b>Household per capita income (minimum wage)</b>						
< 1	29.0	24.0 ; 34.4	44.0	37.4 ; 50.9	Ref	
≥ 1 ≤ 3	55.6	50.3 ; 60.8	43.9	37.7 ; 50.4	1.0	0.8 ; 1.2
> 3	15.4	11.4 ; 20.5	56.0	46.8 ; 64.8	1.2	0.9 ; 1.6

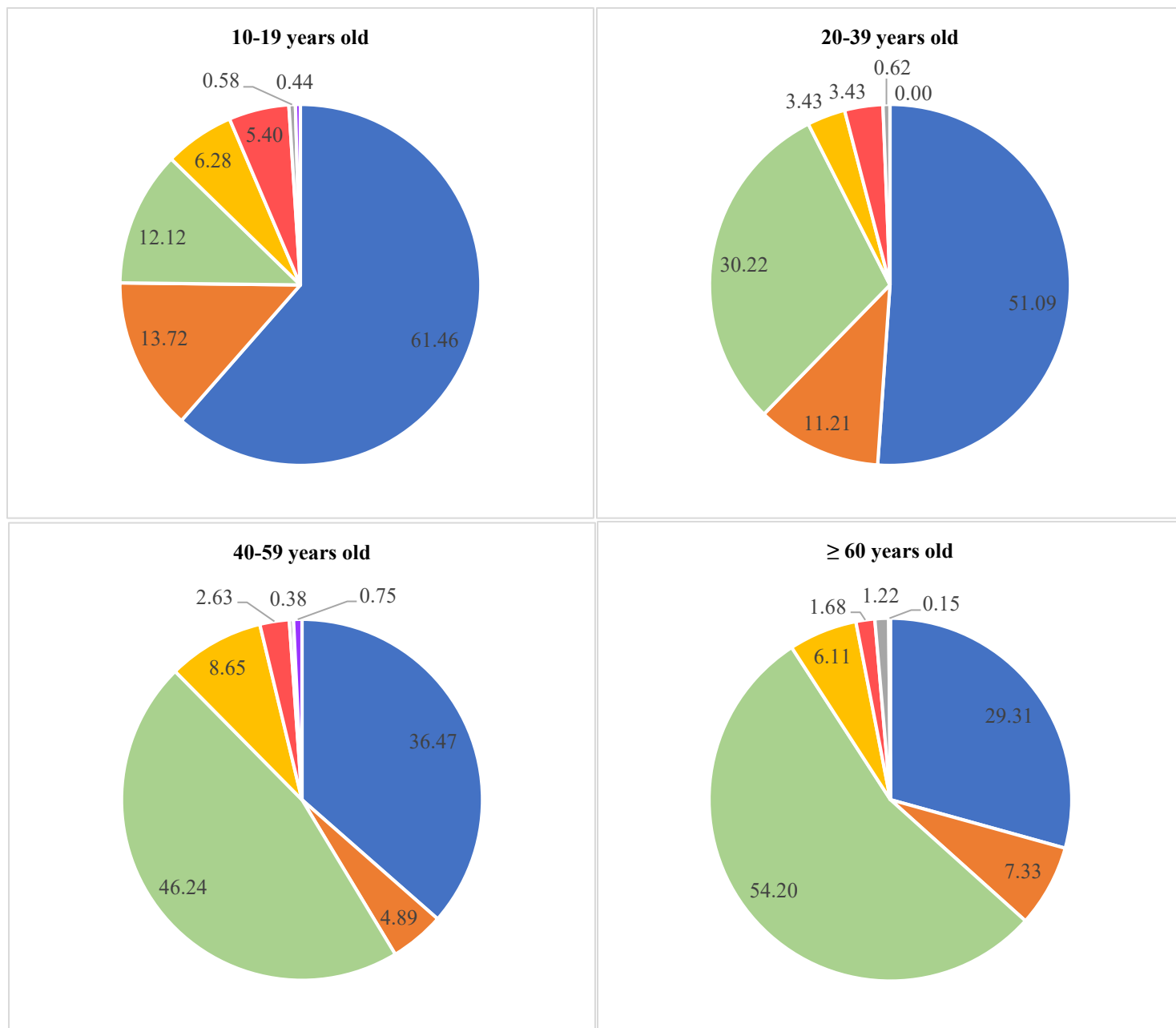
Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners. CI, confidence interval; PR, prevalence ratio.

**Figure 1:** Consumption of foods and beverages with low-calorie sweeteners using three different estimation scenarios. Campinas, SP, 2015/16.



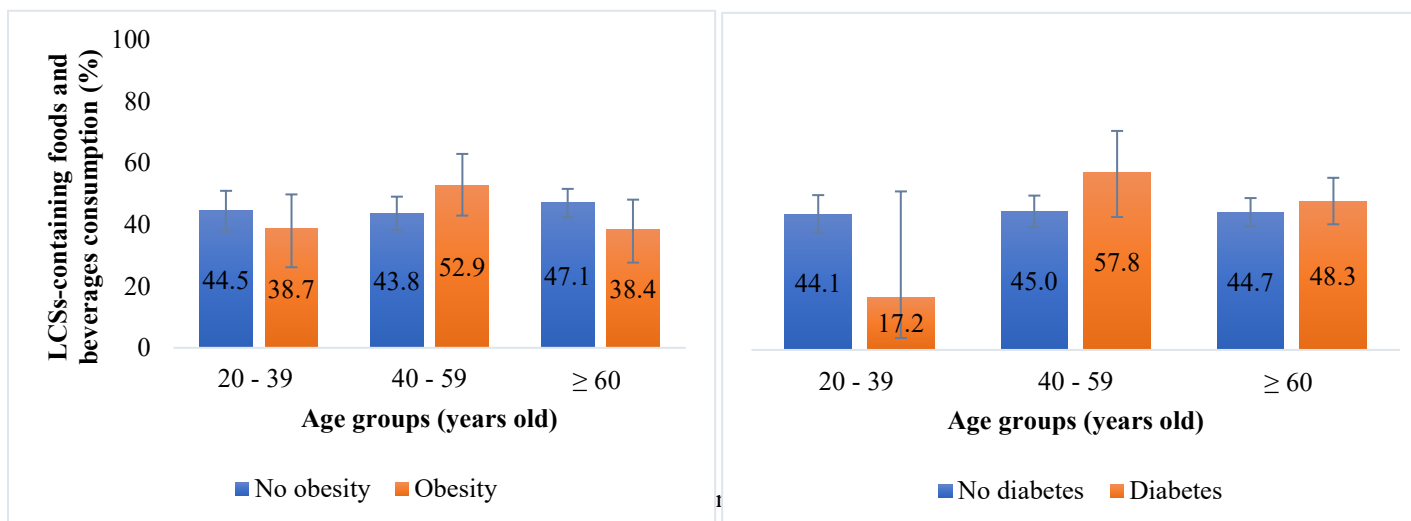
Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners. **Scenario 1:** Foods and beverages with LCS identified by brand in the 24h food recall (24h-food recall) + tabletop sweeteners; **Scenario 2:** scenario 1 + Foods and beverages with LCS without brand in the 24h-food recall likely to have LCS (diet, light, reduced sugars) + fruit-flavored drink mixes; **Scenario 3:** scenario 1 + scenario 2 + Foods and beverages with LCS without brand but with LCS according to the list of ingredients of foods and beverages reclassification using the Brazilian Label database

**Figure 2.** Most consumed foods and beverages with low-calorie sweeteners categories by age group. Campinas, SP, 2015/16.



- Sweetened beverages
- Dairy beverages
- Tabletop sweeteners
- Candies and desserts
- Bakery products
- Breakfast cereal and granola bars
- Condiments and salad dressings

**Figure 3:** Consumption of foods and beverages with low-calorie sweeteners among participants 20 years or older with and without obesity or diabetes. Campinas, SP, 2015/16.



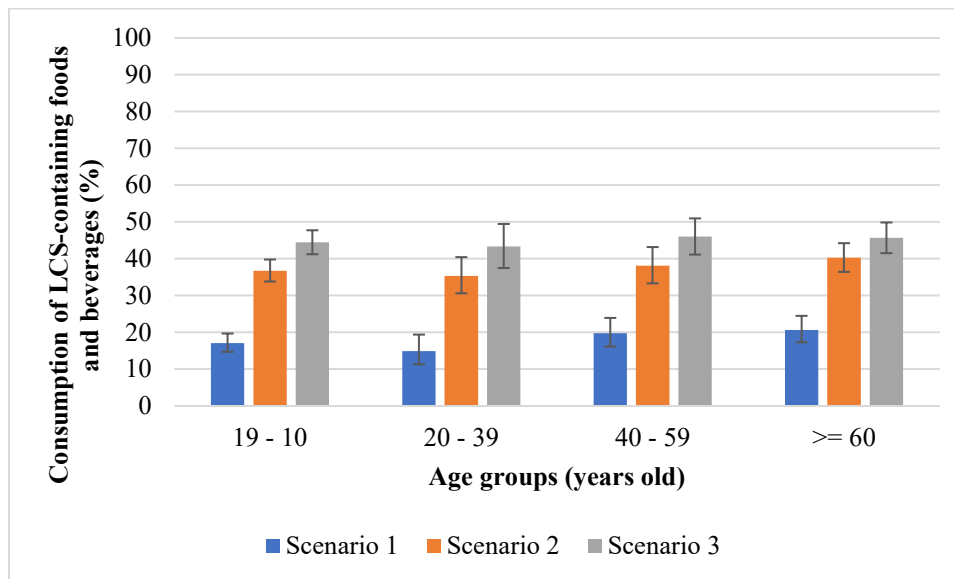
### Supplementary material

**Supplementary file 1.** Description of foods and beverages with low-calorie sweeteners categories.

Food Category	Products
Bakery products	Ready-to-eat bread sweet rolls, ready-to-eat carrot cake chocolate cake, fudge cake
Candies and desserts	Gums, jams, gelatin powder, chocolates and ice creams
Cereal and granola bars	Breakfast cereals and granola bars
Condiments and salad dressings	Ready-to-eat salad dressings
Dairy beverages	Chocolate dry mix and ready-to-drink chocolate milk, Greek yogurt, fruited yogurt, other flavor yogurt, fruited petit suisse
Sweetened beverages	Cola-based soft drinks, fruit flavored soft drinks, low-calorie toned water, fruit-flavored drink mixes, low-calorie fruit-flavored drink mixes, powder for shakes, soy beverages, nectars, industrialized teas, hydro-electrolytic beverages
Tabletop sweetener	Artificial sweeteners: liquid saccharin, powdered saccharin, liquid sucralose, powdered aspartame, steviol glycosides

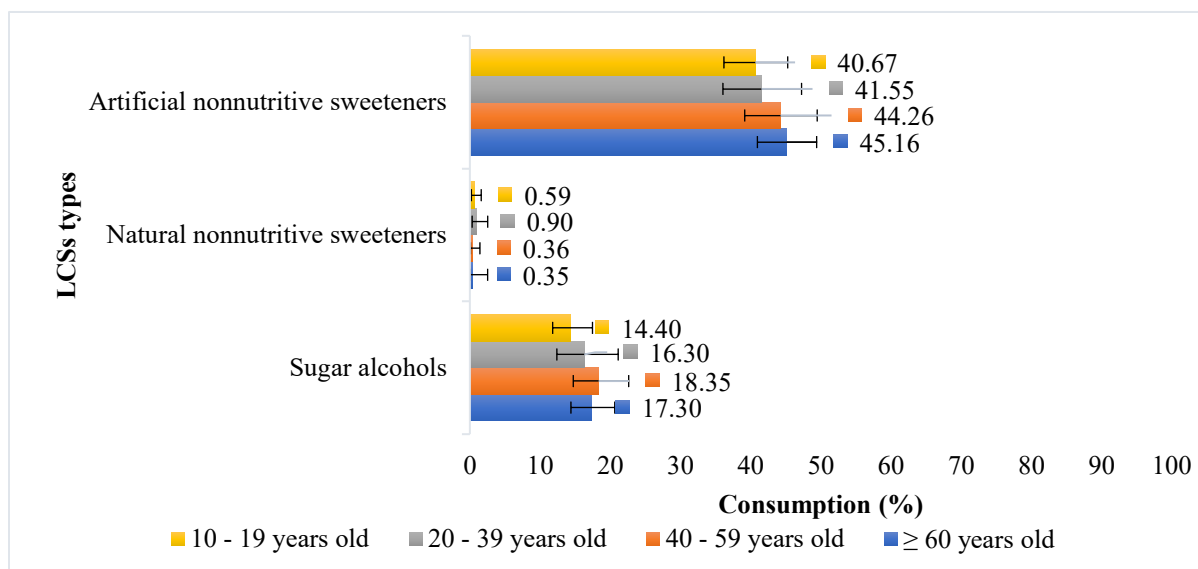


**Supplementary file 2.** Consumption of foods and beverages with low-calorie sweeteners using three different scenarios. Campinas, SP, 2015/16.



Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners. Bars: 95% confidence intervals.  
**Scenario 1:** Foods and beverages with LCS identified by brand in the 24h food recall (24h-food recall) + tabletop sweeteners; **Scenario 2:** scenario 1 + Foods and beverages with LCS without brand in the 24h-food recall likely to have LCS (diet, light, reduced sugars) + fruit-flavored drink mixes; **Scenario 3:** scenario 1 + scenario 2 + Foods and beverages with LCS without brand but with LCS according to the list of ingredients of foods and beverages reclassification using the Brazilian Label database

**Supplementary file 3.** Consumption of different types of low-calorie sweeteners: estimates using scenario 3. Campinas, SP, 2015/16.



Abbreviations: LCS, low-calorie sweeteners. Bars: 95% confidence intervals.

**Supplementary file 4.** Estimates of exposure to high levels of low-calorie sweetener using acceptable daily intake (ADI) at population level. Campinas, SP, 2015/16.

	Age groups (years old)												ADI
	10 - 19			20 - 39			40 - 59			≥ 60			
	Mean	P50	P95	Mean	P50	P95	Mean	P50	P95	Mean	P50	P95	
	(mg/weight body kg)												
Potassium acesulfame	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,7	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,7	15,0
Aspartame	0,2	0,1	0,7	0,2	0,1	0,5	0,1	0,0	0,5	0,2	0,0	0,6	40,0
Sodium cyclamate	0,2	0,1	1,1	0,2	0,1	1,2	0,3	0,1	0,9	0,3	0,1	1,4	11,0
Sacharin	0,2	0,0	0,8	0,1	0,0	0,8	0,2	0,0	0,7	0,2	0,0	0,9	5,0
Sucralose	0,2	0,0	1,3	0,1	0,0	0,9	0,2	0,0	0,8	0,2	0,0	1,1	15,0
Neotame	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Steviol glycosides	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0

Abbreviations: P50, percentile 50. P95, percentile 95. ADI, acceptable daily intake. Mg, milligrams. Kg, kilograms

## 5. DISCUSSÃO GERAL

Com uma amostra com mais de 11.000 alimentos e bebidas embalados e comercializados no Brasil, e com uma amostra de base populacional com indivíduos com 10 anos ou mais do município de Campinas, São Paulo, essa pesquisa descreveu a adição a alimentos e bebidas e o consumo de edulcorantes de baixa caloria. Os resultados colaboram com o campo de Saúde Coletiva do país e com a literatura internacional da área ao prover dados acerca da extensão da presença de edulcorantes de baixa caloria na formulação de alimentos e bebidas comercializados no Brasil, inclusive entre alimentos direcionados para crianças; além de prover evidências de que o consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes é presente em cerca de 40% da população de uma metrópole brasileira, em todas as faixas etárias, na maioria dos diferentes grupos socioeconômicos, e entre indivíduos com e sem diabetes ou obesidade. Encontramos diferentes limitações para estimar a exposição da população de estudo a altos níveis de edulcorantes de baixa caloria que nos impediram de afirmar com maior clareza que a ingestão de edulcorantes dessa população não parece exceder os níveis das IDAs.

Nos supermercados brasileiros analisados, os edulcorantes de baixa caloria foram encontrados em aproximadamente 10% dos alimentos e bebidas da amostra geral, similar ao encontrado em supermercado em Florianópolis (13). Esse valor é maior que o valor encontrado nos alimentos e bebidas comercializados nos EUA (4,0%) (16). Além disso, dentre os alimentos e bebidas ultraprocessados, 14,6% tinham edulcorantes e mais de 85,0% dos alimentos e bebidas contendo edulcorantes de baixa caloria apresentaram também açúcares adicionados. Cerca de 15,0% dos alimentos e bebidas embalados e

comercializados no Brasil apresentaram uma combinação de edulcorantes não nutritivos artificiais e polióis.

Entre os alimentos e bebidas com publicidade direcionada às crianças, 5,7% apresentaram edulcorantes em sua composição e mais de 40,0% dos produtos brasileiros com edulcorantes de baixa caloria não apresentaram alegações nutricionais relacionadas a redução/isenção de calorias ou açúcar que talvez ajudem o consumidor a identificar a presença de edulcorantes de baixa caloria entre os ingredientes do produto selecionado. Entre eles estão produtos de panificação, iogurtes e bebidas lácteas e outras bebidas adoçadas.

A informação sobre a adição de edulcorantes de baixa caloria nos alimentos e bebidas embalados e comercializados no Brasil é obrigatória apenas na lista de ingredientes, no verso ou nas laterais dos produtos, muitas vezes em letras pequenas e utilizando termos técnicos (37). Para os produtos com publicidade direcionada às crianças, a falta de informação clara na parte frontal do rótulo é ainda mais preocupante.

Enquanto a maioria dos pais e responsáveis concordam que os edulcorantes de baixa caloria não são seguros para seus filhos (81, 196), muitos não identificam os edulcorantes pelos seus nomes técnicos, assim, desconhecem que edulcorantes foram adicionados aos alimentos e bebidas consumidos por seus filhos (81). No caso das crianças e adolescentes, que estão desenvolvendo hábitos alimentares, se mostra ainda mais importante que as autoridades de saúde concentrem os esforços em reduzir o dulçor dos alimentos e bebidas ao invés de substituir o açúcar por outros aditivos com igual ou maior poder de dulçor (150).

Por oferecerem uma intensidade muito maior de doçura por unidade de peso em comparação com a sacarose, e pelo baixo custo para utilização em produtos alimentícios os edulcorantes de baixa caloria têm sido muito utilizados em diferentes tipos de alimentos e bebidas, como substitutos, por exemplo, da sacarose e do xarope de milho rico em frutose (11). As categorias de alimentos com edulcorantes de baixa caloria presentes nos supermercados brasileiros analisados se assemelham aos encontrados em outros países como Chile e Espanha (197, 198). Os sucos adoçados, refrigerantes, iogurtes e bebidas lácteas, doces e sobremesas, cereais e barras de granola são os grupos de alimentos com maior proporção de alimentos e bebidas com edulcorantes. Tanto no Brasil como no México, Estados Unidos, Nova Zelândia, Austrália e Espanha (16, 197), a maior prevalência de edulcorantes de baixa caloria foi observada entre bebidas em comparação aos alimentos.

Quanto ao consumo de edulcorantes de baixa caloria, enquanto a prevalência de consumo diário nos EUA de um ou mais produtos contendo edulcorantes de baixa caloria correspondeu a 25,0% dos adolescentes e 41,0% dos adultos em 2012 (11, 71), encontramos em Campinas um consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes em cerca de 40,0% da população, inclusive entre os adolescentes. Logue et al. observaram entre adultos europeus que o consumo de edulcorantes de baixa caloria foi maior que o consumo autorrelatado deste aditivo. Enquanto 6% dos indivíduos relataram consumir alimentos e bebidas contendo edulcorantes, biomarcadores para a ingestão dos aditivos foram encontrados em 92,0% dos participantes (199), mostrando que esses aditivos podem ser consumidos inadvertidamente. Encontramos que os edulcorantes não nutritivos artificiais e polióis foram as classes de edulcorantes mais presentes nos alimentos e bebidas

comercializados no Brasil. Analisando o consumo da população de Campinas, estas classes de edulcorantes também foram as mais consumidas. Nossos dados apontam para uma possível relação entre a frequência de uso de edulcorantes nos alimentos e bebidas e a prevalência de seu consumo pela população brasileira (198).

As bebidas adoçadas, adoçantes de mesa e bebidas lácteas foram as categorias de alimentos que mais contribuíram com o consumo de edulcorantes em Campinas. As bebidas adoçadas foram a categoria de alimentos com edulcorantes de baixa caloria mais consumida entre os mais jovens (<40 anos), enquanto os adoçantes de mesa são a principal fonte de edulcorantes de baixa caloria na dieta dos mais velhos (>40 anos).

Ao mesmo tempo encontramos que a prevalência de consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria foi homogênea em toda a população de Campinas. Achados anteriores mostram que os consumidores de edulcorantes de baixa caloria tendem a ter níveis mais altos de educação (200-202) e renda (200, 201), e são mais propensos a estarem envolvidos em dieta (200, 203). Na cidade de Campinas, no entanto, encontramos diferenças no consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes por nível socioeconômico somente entre adultos – com maior prevalência entre aqueles com nível superior quando comparados aos adultos com menos do ensino médio completo.

A presença de diabetes ou obesidade foi associada em outros estudos a um maior consumo de edulcorantes de baixa caloria (76-78). Em Campinas, no entanto, esses indivíduos apresentaram consumo similar ao restante da população. A crescente adição de edulcorantes de baixa caloria a produtos considerados “regulares” e não para fins especiais como os light e diet, é uma das possíveis explicações para o aumento do consumo de

edulcorantes na população em geral (71, 184). Por outro lado, a publicidade de alimentos leva os consumidores a crerem que produtos para fins especiais contendo edulcorantes de baixa caloria são mais saudáveis do que as versões regulares (204). As opções de edulcorantes de baixa caloria categorizados como naturais pela origem da molécula reforçam ainda mais a ideia de saudabilidade dos produtos contendo edulcorantes, mesmo esses sendo obtidos de forma industrial como os edulcorantes artificiais (27, 44).

Por fim, ao estimar a exposição da população a altos níveis de edulcorantes na dieta, encontramos importantes limitações resultantes da ausência de informações nos rótulos de alimentos acerca da concentração ou quantidade adicionada de cada edulcorante ao produto combinadas à dificuldade de avaliar o consumo populacional de edulcorantes de baixa caloria com os métodos padronizados de avaliação do consumo alimentar comumente utilizados (169).

A falta de informação nas embalagens de alimentos e bebidas em relação às quantidades de edulcorantes adicionados em diversos países, como no Brasil (37), evidencia uma lacuna da legislação que dificulta a fiscalização e monitoramento do consumo seguro pela população. A utilização de dados das concentrações de edulcorante, quando é possível o acesso a essas informações, apresenta um efeito de refinamento maior na exposição em comparação com os dados de ocorrência (205).

No geral, os métodos mais comumente usados na União Europeia para estimativa de ingestão de aditivos, incluindo edulcorantes, seguem uma abordagem conservadora, levando em consideração indicadores de participação de mercado e fidelidade à marca. Resultados mostraram que o comportamento do consumidor em relação às marcas pode

impactar as avaliações de exposição (206). Nosso estudo também reforçou dificuldades de estimar a exposição a altos níveis de edulcorantes a nível populacional referentes às incertezas da informação reportada de consumo (205). Os diferentes cenários no nosso estudo foram projetados para adotar uma abordagem conservadora como sugerido por outros autores, em cenários de risco à saúde (185, 187).

Embora encontramos que a exposição dietética da população a altos níveis de edulcorantes de baixa caloria não excedeu a IDA estabelecida para cada um dos diferentes edulcorantes consumidos pela população, semelhante a outros achados na população brasileira (185, 207), as limitações acima citadas não nos permite afirmar que a população estudada – em especial os adolescentes – estão livres de riscos de toxicidade ao consumir alimentos e bebidas com edulcorantes. O lançamento frequente de novos edulcorantes no mercado combinada à possibilidade de produtores de alimentos utilizarem mais de um tipo de edulcorante nos alimentos e bebidas (208) sem ultrapassar os limites individuais para cada um deles estabelecidos pela ANVISA contribuem para o aumento da exposição da população a esses aditivos, e conseqüente risco de toxicidade.

Ainda, é importante discutir os níveis de IDA estabelecidos. Diversas investigações toxicológicas são conduzidas para determinar os limites do uso de aditivos alimentares em alimentos e bebidas. No entanto, essas investigações incluem apenas alguns desfechos de saúde, principalmente câncer. Evidências recentes apontam para a relação inversa entre o consumo de alguns aditivos e condições de saúde (56). Também, os testes de toxicidade de aditivos realizados individualmente não levam em consideração as sinergias com outros aditivos e componentes dietéticos (209).



Esses pontos, em conjunto com a escassez de evidências que apoiem a segurança do seu consumo a longo prazo (34) - em parte pela dificuldade de ampliar os estudos realizados em animais para seres humanos -, apontam para a necessidade de uma interpretação mais conservadora dos resultados de avaliações de exposição dietética a edulcorantes (210).

Os métodos de avaliação de consumo alimentar e exposição a edulcorantes de baixa caloria, para serem mais sensíveis a essas substâncias, devem incluir informações detalhadas sobre a marca e demais características dos alimentos e bebidas consumidos, como alegações para redução de açúcares e calorias e, sempre que possível, coincidir com os dados de concentração de edulcorantes no nível da marca, que devem estar disponíveis para consulta e monitoramento de exposição a altos níveis de concentração de edulcorantes (211). Além disso, também se mostra importante incluir nas estimativas de exposição informações sobre a participação no mercado das marcas dos produtos consumidos (211).

A falta de clareza em relação aos benefícios do consumo de edulcorantes (148), que já foram associados a alteração na microbiota intestinal, ganho de peso e diminuição da homeostase da glicose (212), levanta a necessidade de discussão nas áreas científica e regulatória acerca da adição crescente destes aditivos em alimentos e bebidas, inclusive naqueles com publicidade direcionada para crianças, como encontramos em nosso estudo. Ressaltamos ainda possível presença de conflitos de interesse financeiros em estudos patrocinados pela indústria de edulcorantes de baixa caloria que pode levar a vieses na disponibilidade de resultados, como já mostrado para as relações entre consumo de bebidas adoçadas com açúcar e desfecho de saúde (213).

Importante notar que os alimentos e bebidas contendo edulcorantes são classificados como ultraprocessados pela classificação NOVA (178) que, segundo o Guia Alimentar da População Brasileira do Ministério da Saúde (145), não devem ser a base da alimentação. Recente experimento aleatório controlado mostrou que o consumo de ultraprocessados, independente da sua composição nutricional e quantidade de calorias, levou a um ganho de peso maior entre os participantes expostos a uma dieta com maior proporção de ultraprocessados (214). Mesmo com a necessidade de mais estudos sobre a eficácia do uso de edulcorantes de baixa caloria para controle de peso, glicemia sanguínea e outros desfechos (111, 215, 216), considerando as evidências existentes até o momento, alimentos in natura e minimamente processados, portanto sem edulcorantes de baixa caloria, devem ser priorizados para substituírem alimentos processados e ultraprocessados com adição de açúcar (145).

Para promover um ambiente alimentar mais saudável e reduzir o consumo de ultraprocessados, México, Chile, África do Sul e diversas cidades norte-americanas implementaram tributos em bebidas açucaradas (122) e o Reino Unido, impostos sobre açúcar (123). Além disso, países da América Latina vêm incorporando políticas fiscais como impostos sobre alimentos de alta densidade energética, como no México (124), e de rotulagem nutricional frontal com alertas para alto teor de nutrientes críticos, como no Chile, Peru, Uruguai e México (125-127). Entretanto, essas políticas, principalmente pela intenção de reduzir açúcares adicionados dos alimentos, podem levar ao indesejado aumento de adição de edulcorantes de baixa caloria (217).

Assim, no México, além da adição de açúcares, sódio e gordura, é obrigatória uma advertência também para a presença de edulcorantes de baixa caloria nos alimentos

ultraprocessados (144). No Brasil, a ANVISA aprovou uma nova norma de rotulagem nutricional (218). Segundo a nova norma, os rótulos deverão vir com uma lupa ilustrando as embalagens de produtos com alto teor de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio. Porém, sem informação na parte frontal do rótulo para edulcorantes (218). O objetivo das novas normas de rotulagem nutricional frontal é melhor informar os consumidores da presença de nutrientes considerados críticos (218), mas também incentivar a reformulação de produtos para melhorar o perfil nutricional dos alimentos e bebidas (219). Porém, para a reformulação ter impactos na saúde coletiva e na reestruturação dos sistemas alimentares, uma mudança significativa na composição dos ultraprocessados é necessária.

Um alimento ou bebida não se tornará necessariamente mais saudável pela troca dos açúcares adicionados por aditivos como os edulcorantes de baixa caloria. Na verdade, ele continuará categorizado como um ultraprocessado. A produção de alimentos processados – fabricados com adição de sal ou açúcar ou outro ingrediente culinário a um alimento in natura (145) – em substituição à produção de ultraprocessados poderia ser uma alternativa às indústrias. Por esse motivo, a reformulação é limitada como estratégia de promoção de uma alimentação adequada e saudável. A indústria de alimentos não deve estar envolvida nas esferas de tomada de decisão acerca da formulação de políticas públicas (220), mas tem um papel importante na implementação das mesmas (221).

A crescente procura do público por produtos com “clean labels” (ou rótulo limpo em tradução literal) e a estimativa de um mercado multibilionário para estes produtos nos próximos anos pode exatamente ser atendida pela reformulação de ultraprocessados em processados (222, 223). Embora não haja uma definição clara para “clean labels”,

eles são reconhecidos por conter poucos ingredientes e sem nomes complicados na lista de ingredientes (225).

## 6. CONCLUSÃO

Edulcorantes de baixa caloria são encontrados em aproximadamente 10% dos alimentos e bebidas embalados vendidos nas maiores redes de supermercados brasileiras, em 15% dos ultraprocessados e inclusive em produtos com publicidade direcionada a crianças e naqueles sem quaisquer informações na parte frontal do rótulo que poderiam sinalizar sua adição. Conjuntamente, estudando uma base populacional de Campinas com indivíduos com 10 anos ou mais, encontramos um consumo igualmente frequente (cerca de 40%) de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria entre diferentes estratos socioeconômicos, de gênero, raça/cor e idade. Em oposição ao mostrado em outros países, a prevalência de consumo de alimentos e bebidas com edulcorantes de baixa caloria tampouco foi maior entre os adultos e idosos com obesidade ou diabetes.

Considerando as evidências pouco claras que ligam edulcorantes a melhores condições de saúde, os esforços para melhorar a rotulagem nutricional devem, junto com outras políticas de alimentação e nutrição, considerar a inclusão de informações mais objetivas sobre a adição de edulcorantes de baixa caloria na parte frontal do rótulo, como recentemente aprovado pelo congresso mexicano e, que, portanto ainda será monitorada e avaliada em sua capacidade de levar a mudança de comportamento da indústria de alimentos e dos consumidores.

Por fim, o constante monitoramento da adição pela indústria de alimentos de edulcorantes de baixa caloria aos alimentos mais consumidos pela população, e o

aprimoramento das técnicas de mensuração do consumo alimentar são práticas necessárias antes e após a implementação de políticas públicas direta ou indiretamente relacionadas à restrição ou melhor informação acerca da presença destes aditivos nos alimentos e bebidas, devendo estas estarem nas agendas de políticas públicas, advocacy e pesquisa.

## 7. REFERÊNCIAS

1. Machado FdBP. Brasil, a doce terra - História do Setor. 2003. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>
2. Morini M, Silva O, Zambon V, Nocelli R. Cultura de cana-de-açúcar no Brasil: manejo, impactos econômicos, sociais e ambientais. 2017. p. 31-50.
3. Miranda E. O país adoça o mundo. Com alta tecnologia e sustentabilidade, a cultura da cana-de-açúcar assegura seu papel estratégico na economia nacional. 2021. Disponível em: <http://www.canaonline.com.br/conteudo/o-pais-adoça-o-mundo.html>
4. Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de açúcar do Brasil atingirá recorde de 41 milhões em 2020/21. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>
5. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Doce demais. Revista do Idec. 2015. Disponível em: <https://idec.org.br/em-acao/revista/qual-sera-a-proxima/materia/doce-demaiss-2015>
6. Panchuk I. The Origins, Uses, and Evolution of Artificial Sweeteners. 2021. Disponível em: <https://www.sutori.com/iryna-panchuk>
7. Natividade, DP. Uso de adoçantes dietéticos: orientações para profissionais de saúde e de ensino. Dissertação de Mestrado Programa de Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, Fundação Oswaldo Aranha. 2011.
8. Scrinis G. Nutritionism: The Science and Politics of Dietary Advice. Press CU, editor 2013.
9. de la Peña C. Artificial sweetener as a historical window to culturally situated health. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010;1190(1):159-65.
10. Toledo MC, Ioshi SH. Potential intake of intense sweeteners in Brazil. *Food Addit Contam*. 1995;12(6):799-808.
11. Sylvetsky AC, Jin Y, Clark EJ, Welsh JA, Rother KI, Talegawkar SA. Consumption of Low-Calorie Sweeteners among Children and Adults in the United States. *J Acad Nutr Diet*. 2017;117(3):441-8.e2.
12. Duran AC, Ricardo CZ, Mais LA, Bortoletto Martins AP. Role of different nutrient profiling models in identifying targeted foods for front-of-package food labelling in Brazil. *Public Health Nutr*. 2020;1-12.
13. Figueiredo LDS, Scapin T, Fernandes AC, Proença R. Where are the low-calorie sweeteners? An analysis of the presence and types of low-calorie sweeteners in packaged foods sold in Brazil from food labelling. *Public Health Nutr*. 2018;21(3):447-53.
14. Samaniego-Vaesken ML, Ruiz E, Partearroyo T, Aranceta-Bartrina J, Gil A, Gonzalez-Gross M, et al. Added Sugars and Low- and No-Calorie Sweeteners in a Representative Sample of Food Products Consumed by the Spanish ANIBES Study Population. *Nutrients*. 2018;10(9).
15. Probst YC, Dengate A, Jacobs J, Louie JCY, Dunford EK. The major types of added sugars and non-nutritive sweeteners in a sample of Australian packaged foods. *Public Health Nutrition*. 2017;20(18):3228-33.
16. Dunford EK, Taillie LS, Miles DR, Eyles H, Tolentino-Mayo L, Ng SW. Non-Nutritive Sweeteners in the Packaged Food Supply-An Assessment across 4 Countries. *Nutrients*. 2018;10(2).
17. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac JC, Louzada ML, Rauber F, et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutr*. 2019;22(5):936-41.
18. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr*. 2018;21(1):5-17.
19. Borges MC, Louzada ML, de Sá TH, Lavery AA, Parra DC, Garzillo JMF, et al. Artificially Sweetened Beverages and the Response to the Global Obesity Crisis. *PLOS Medicine*. 2017;14(1):e1002195.

20. Ghosh S, Sudha ML. A review on polyols: new frontiers for health-based bakery products. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2012;63(3):372-9.
21. Pinheiro MVS, Oliveira MN, Penna ALB, Tamime AY. The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts — a review. *International Journal of Dairy Technology*. 2005;58(4):193-9.
22. Keating KR, White CH. Effect of Alternative Sweeteners in Plain and Fruit-Flavored Yogurts 1, 2, 3. *Journal of Dairy Science*. 1990;73(1):54-62.
23. Louzada MLdC, Martins APB, Canella DS, Baraldi LG, Levy RB, Claro RM, et al. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Revista de Saúde Pública*. 2015;49.
24. Carocho M, Morales P, Ferreira I. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food Chem Toxicol*. 2017;107(Pt A):302-17.
25. Shwida-Slavin C, Swift C, Ross T. Nonnutritive Sweeteners: Where Are We Today? *Diabetes Spectrum*. 2012;25(2):104.
26. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008.
27. Philippe RN, De Mey M, Anderson J, Ajikumar PK. Biotechnological production of natural zero-calorie sweeteners. *Current Opinion in Biotechnology*. 2014;26:155-61.
28. Adoçantes quais os tipos disponíveis? Disponível em: [https://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201604/2016040125478001461937016.pdf](https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201604/2016040125478001461937016.pdf).
29. Whitehouse CR, Boullata J, McCauley LA. The Potential Toxicity of Artificial Sweeteners. *AAOHN Journal*. 2008;56(6):251-61.
30. Ahmed FE, Thomas DB. Assessment of the Carcinogenicity of the Nonnutritive Sweetener Cyclamate. *Critical Reviews in Toxicology*. 1992;22(2):81-118.
31. Winnig M, Kuhn C, Frank O, Bufe B, Behrens M, Hofmann T, et al. Saccharin: Artificial Sweetener, Bitter Tastant, and Sweet Taste Inhibitor. *ACS Symposium Series*. 2008;979:230-40.
32. Artificial sweeteners: No calories...sweet! 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17243285/>
33. Fitch C, Keim KS. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2012;112(5):739-58.
34. Liauchonak I, Qorri B, Dawoud F, Riat Y, Szewczuk MR. Non-Nutritive Sweeteners and Their Implications on the Development of Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 2019;11(3).
35. Fatibello-Filho O, Vieira I, Gouveia S, Calafatti S, Guaritá-Santos A. Artificial sweeteners. *Química Nova* 1996. p. 248 - 60.
36. Tandel KR. Sugar substitutes: Health controversy over perceived benefits. *Journal of pharmacology & pharmacotherapeutics*. 2011;2(4):236-43.
37. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 259, de 20 de setembro de 2002. 2002.
38. Canada. Health Canada. Questions and answers: Saccharin. 2007. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/food-safety/food-additives/sugar-substitutes/questions-answers-saccharin-artificial-sweeteners.html>
39. Fougère P. Diabète et cyclamates. *Revue des Deux Mondes (1829-1971)*. 1970:701-5.
40. Laviada-Molina HA, Molina-Seguí F, Arjona-Villicana RD, Morales-Gual M, Cuello-García CA, Pérez-Gaxiola G. Non-nutritive sweeteners for the prevention or treatment of being overweight or obesity. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2019;2019(4):CD012298.
41. Cyclamate Information Center. International Regulatory Status. 2021. Disponível em: <https://www.cyclamate.org/regulatorystatus.html>
42. Gladwell M. Washington Post U.S. Expected to Lift Ban on Cyclamates May 16, 1989. 1989.
43. Amos C, Pentina I, Hawkins T, Davis N. “Natural” labeling and consumers’ sentimental pastoral notion. *Journal of Product & Brand Management*. 2014;23:268-81.
44. Hackett M, Bland A, Ma X, Yokose K. Chemical Economics Handbook Report: High-Intensity Sweeteners. 2014.

45. Francisco F, Pereira G, Machado M, Kanis L, Deschamps C. Characterization of *Stevia rebaudiana* Bertoni Accessions Cultivated in Southern Brazil. *Journal of Agricultural Science*. 2018;10:353.
46. Ribeiro T, Pirolla N, Nascimento-Junior N. Artificial and Natural Sweeteners: Chemical and Biological Properties, Production Processes and Potential Harmful Effects. *Rev. Virtual Quim*2020.
47. Prakash I, Markosyan A, Bunders C. Development of Next Generation Stevia Sweetener: Rebaudioside M. *Foods*. 2014;3(1):162-75.
48. Albakry BSS, Artik N, Ayed M, Abdulaziz O. Some alternative sweeteners (xylitol, sorbitol, sucralose and stevia): Review. *Karaelmas Science and Engineering Journal*. 2014;4:63-70.
49. Goyal SK, Samsher, Goyal RK. Stevia (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. *Int J Food Sci Nutr*. 2010;61(1):1-10.
50. García-Almeida JM, Cornejo-Pareja IM, Muñoz-Garach A, Gómez-Pérez A, García-Alemán J. Sweeteners: Regulatory Aspects. In: Mérellon J-M, Ramawat KG, editors. *Sweeteners: Pharmacology, Biotechnology, and Applications*. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 613-42.
51. Joseph JA, Akkermans S, Nimmegeers P, Van Impe JFM. Bioproduction of the Recombinant Sweet Protein Thaumatin: Current State of the Art and Perspectives. *Frontiers in Microbiology*. 2019;10:695.
52. Kant R. Sweet proteins--potential replacement for artificial low calorie sweeteners. *Nutr J*. 2005;4:5.
53. Fry JC. 3 - Natural low-calorie sweeteners. In: Baines D, Seal R, editors. *Natural Food Additives, Ingredients and Flavourings*: Woodhead Publishing; 2012. p. 41-75.
54. Ulbricht C, Isaac R, Milkin T, Poole EA, Rusie E, Grimes Serrano JM, et al. An evidence-based systematic review of stevia by the Natural Standard Research Collaboration. *Cardiovasc Hematol Agents Med Chem*. 2010;8(2):113-27.
55. Cândido L, Campos A. *Alimentos para fins especiais - Dietéticos*. Livraria Varela, São Paulo1996. p. 26.
56. Gultekin F, Oner ME, Savas HB, Dogan B. Food additives and microbiota. *Northern clinics of Istanbul*. 2019;7(2):192-200.
57. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. *J Am Diet Assoc*. 2004;104(2):255-75.
58. Grembecka M. Natural sweeteners in a human diet. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*. 2015;66:195-202.
59. Alonso S, Setser C. Functional replacements for sugars in foods. *Trends in Food Science & Technology*. 1994;5(5):139-46.
60. Godwsill AC. Sugar alcohols: chemistry, production, health concerns and nutritional importance of mannitol, sorbitol, xylitol and erythritol. *International Journal of Advanced Academic Research*2017.
61. Dossiê Edulcorantes. Food ingredients. 2013. Disponível em: <https://revista-fi.com.br>
62. Market Research Future. Low-Calorie Sweeteners Market Global Research Report - Forecast till 2027. 2021. Disponível em: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/low-calorie-sweeteners-market-4547>
63. Future Market Insights. Low Calorie Sweeteners Market - Global Industry Analysis 2015 - 2019 and opportunity assessment 2020 - 2030. 2021. Disponível em: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/low-calorie-sweeteners-market>
64. Ribeiro VE. *Alimentos dietéticos e alternativos*. 2000. Disponível em: [https://books.google.com.br/books/about/Alimentos\\_diet%C3%A9ticos\\_e\\_alternativos.html?id=skGGwAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Alimentos_diet%C3%A9ticos_e_alternativos.html?id=skGGwAACAAJ&redir_esc=y)



65. Vieira ACPC, Régia A. Produtos light e diet: o direito de informação ao consumidor. 2007. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/6066/produtos-light-e-diet>
66. American Diabetes Association. Low-Calorie Sweeteners. 2014. Disponível em: <https://www.diabetes.org/>
67. Bes-Rastrollo M, Schulze MB, Ruiz-Canela M, Martinez-Gonzalez MA. Financial conflicts of interest and reporting bias regarding the association between sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review of systematic reviews. *PLoS Med.* 2013;10(12):e1001578; discussion e.
68. Ruprecht W. The historical development of the consumption of sweeteners - A learning approach. *Journal of Evolutionary Economics.* 2005;15:247-72.
69. Viaene J. Consumer behaviour towards light products in Belgium. *British Food Journal.* 1997;99(3):105-13.
70. Castro AGPd, Franco LJ. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia.* 2002;46:280-7.
71. Sylvetsky AC, Rother KI. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. *Physiology & Behavior.* 2016;164:446-50.
72. Piernas C, Ng SW, Popkin B. Trends in purchases and intake of foods and beverages containing caloric and low-calorie sweeteners over the last decade in the United States. *Pediatr Obes.* 2013;8(4):294-306.
73. Yarmolinsky J, Duncan BB, Chambless LE, Bensenor IM, Barreto SM, Goulart AC, et al. Artificially Sweetened Beverage Consumption Is Positively Associated with Newly Diagnosed Diabetes in Normal-Weight but Not in Overweight or Obese Brazilian Adults. *J Nutr.* 2016;146(2):290-7.
74. Piernas C, Mendez MA, Ng SW, Gordon-Larsen P, Popkin BM. Low-calorie- and calorie-sweetened beverages: diet quality, food intake, and purchase patterns of US household consumers. *Am J Clin Nutr.* 2014;99(3):567-77.
75. Piernas C, Ng SW, Mendez MA, Gordon-Larsen P, Popkin BM. A dynamic panel model of the associations of sweetened beverage purchases with dietary quality and food-purchasing patterns. *Am J Epidemiol.* 2015;181(9):661-71.
76. Malek AM, Hunt KJ, DellaValle DM, Greenberg D, St. Peter JV, Marriott BP. Reported Consumption of Low-Calorie Sweetener in Foods, Beverages, and Food and Beverage Additions by US Adults: NHANES 2007–2012. *Current Developments in Nutrition.* 2018;2(9).
77. Grech A, Kam CO, Gemming L, Rangan A. Diet-Quality and Socio-Demographic Factors Associated with Non-Nutritive Sweetener Use in the Australian Population. *Nutrients.* 2018;10(7).
78. Sylvetsky AC, Welsh JA, Brown RJ, Vos MB. Low-calorie sweetener consumption is increasing in the United States. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(3):640-6.
79. Mattes RD, Popkin BM. Nonnutritive sweetener consumption in humans: effects on appetite and food intake and their putative mechanisms. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(1):1-14.
80. Durán Agüero S, Blanco Batten E, Rodríguez Noel MdP, Córdón Arrivillaga K, Salazar de Ariza J, Record Cornwall J, et al. [Association between non-nutritive sweeteners and obesity risk among university students in Latin America]. *Revista medica de Chile.* 2015;143(3):367-73.
81. Sylvetsky AC, Greenberg M, Zhao X, Rother KI. What Parents Think about Giving Nonnutritive Sweeteners to Their Children: A Pilot Study. *International journal of pediatrics.* 2014;2014:819872-.
82. Benton D. Can artificial sweeteners help control body weight and prevent obesity? *Nutrition Research Reviews.* 2005;18(1):63-76.
83. Pagliai G, Dinu M, Madarena MP, Bonaccio M, Iacoviello L, Sofi F. Consumption of ultra-processed foods and health status: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition.* 2021;125(3):308-18.

84. Zhong G-C, Gu H-T, Peng Y, Wang K, Wu Y-Q-L, Hu T-Y, et al. Association of ultra-processed food consumption with cardiovascular mortality in the US population: long-term results from a large prospective multicenter study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2021;18(1):21.
85. Louzada ML, Baraldi LG, Steele EM, Martins AP, Canella DS, Moubarac JC, et al. Consumption of ultra-processed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults. *Prev Med*. 2015;81:9-15.
86. Juul F, Hemmingsson E. Trends in consumption of ultra-processed foods and obesity in Sweden between 1960 and 2010. *Public Health Nutr*. 2015;18(17):3096-107.
87. Costa de Miranda R, Rauber F, Levy RB. Impact of ultra-processed food consumption on metabolic health. *Current Opinion in Lipidology*. 2021;32(1).
88. Costa de Miranda R, Rauber F, de Moraes MM, Afonso C, Santos C, Rodrigues S, et al. Consumption of ultra-processed foods and non-communicable disease-related nutrient profile in Portuguese adults and elderly (2015-2016): the UPPER project. *Br J Nutr*. 2020:1-11.
89. Pepin A, Imbeault P. [The controversial effects of low-calorie sweeteners]. *Med Sci (Paris)*. 2020;36(5):472-8.
90. Moriconi E, Feraco A, Marzolla V, Infante M, Lombardo M, Fabbri A, et al. Neuroendocrine and Metabolic Effects of Low-Calorie and Non-Calorie Sweeteners. *Frontiers in Endocrinology*. 2020;11:444.
91. Laviada-Molina H, Molina-Segui F, Janssen-Aguilar R. Chapter 23 - Artificial Sweeteners: Implications for Weight Loss in Obesity. In: Watson RR, editor. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity (Second Edition)*: Academic Press; 2019. p. 317-28.
92. Anton SD, Martin CK, Han H, Coulon S, Cefalu WT, Geiselman P, et al. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite*. 2010;55(1):37-43.
93. Zhan L. Rebalancing the Caries Microbiome Dysbiosis: Targeted Treatment and Sugar Alcohols. *Adv Dent Res*. 2018;29(1):110-6.
94. Phillips Melissa L. Gut Reaction: Environmental Effects on the Human Microbiota. *Environmental Health Perspectives*. 2009;117(5):A198-A205.
95. Khan TA, Ayoub-Charette S, Sievenpiper JL, Comelli EM. Non-Nutritive Sweeteners and their Effects on Human Health and the Gut Microbiome. In: Kuipers EJ, editor. *Encyclopedia of Gastroenterology (Second Edition)*. Oxford: Academic Press; 2020. p. 676-84.
96. Santos NC, de Araujo LM, De Luca Canto G, Guerra ENS, Coelho MS, Borin MF. Metabolic effects of aspartame in adulthood: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2018;58(12):2068-81.
97. Anker CC, Rafiq S, Jeppesen PB. Effect of Steviol Glycosides on Human Health with Emphasis on Type 2 Diabetic Biomarkers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. 2019;11(9).
98. Wolever T, Piekarz A, Hollands M, Younker K. Sugar Alcohols and Diabetes: A Review. *Can J Diabetes*. 2002;26:356-62.
99. Pfeiffer M, Ziesenitz SC, Siebert G, Acesulfame K, cyclamate and saccharin inhibit the anaerobic fermentation of glucose by intestinal bacteria. *Z Ernährungswiss*. 1985;24(4):231-5.
100. Anderson RL, Kirkland JJ. The effect of sodium saccharin in the diet on caecal microflora. *Food and Cosmetics Toxicology*. 1980;18(4):353-5.
101. Suez J, Korem T, Zeevi D, Zilberman-Schapira G, Thaiss CA, Maza O, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*. 2014;514(7521):181-6.
102. Wang QP, Lin YQ, Zhang L, Wilson YA, Oyston LJ, Cotterell J, et al. Sucralose Promotes Food Intake through NPY and a Neuronal Fasting Response. *Cell Metab*. 2016;24(1):75-90.
103. Swithers SE. Artificial sweeteners produce the counterintuitive effect of inducing metabolic derangements. *Trends Endocrinol Metab*. 2013;24(9):431-41.

104. Mace OJ, Affleck J, Patel N, Kellett GL. Sweet taste receptors in rat small intestine stimulate glucose absorption through apical GLUT2. *J Physiol*. 2007;582(Pt 1):379-92.
105. Pepino MY, Tiemann CD, Patterson BW, Wice BM, Klein S. Sucralose affects glycemic and hormonal responses to an oral glucose load. *Diabetes Care*. 2013;36(9):2530-5.
106. Dalenberg JR, Patel BP, Denis R, Veldhuizen MG, Nakamura Y, Vinke PC, et al. Short-Term Consumption of Sucralose with, but Not without, Carbohydrate Impairs Neural and Metabolic Sensitivity to Sugar in Humans. *Cell Metab*. 2020;31(3):493-502.e7.
107. Rosado EL, Monteiro JBR. Obesidade e a substituição de macronutrientes da dieta. *Revista de Nutrição*. 2001;14:145-52.
108. Hert KA, Fisk PS, 2nd, Rhee YS, Brunt AR. Decreased consumption of sugar-sweetened beverages improved selected biomarkers of chronic disease risk among US adults: 1999 to 2010. *Nutr Res*. 2014;34(1):58-65.
109. Trasande L, Shaffer RM, Sathyanarayana S, Council On Environmental H. Food Additives and Child Health. *Pediatrics*. 2018;142(2):e20181408.
110. Brown RJ, de Banate MA, Rother KI. Artificial sweeteners: a systematic review of metabolic effects in youth. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5(4):305-12.
111. Archibald AJ, Dolinsky VW, Azad MB. Early-Life Exposure to Non-Nutritive Sweeteners and the Developmental Origins of Childhood Obesity: Global Evidence from Human and Rodent Studies. *Nutrients*. 2018;10(2).
112. Aluckal E, Ankola A. Effectiveness of xylitol and polyol chewing gum on salivary streptococcus mutans in children: A randomized controlled trial. *Indian Journal of Dental Research*. 2018;29:445.
113. Sylvetsky AC, Gardner AL, Bauman V, Blau JE, Garraffo HM, Walter PJ, et al. Nonnutritive Sweeteners in Breast Milk. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2015;78(16):1029-32.
114. Azad MB, Archibald A, Tomczyk MM, Head A, Cheung KG, de Souza RJ, et al. Nonnutritive sweetener consumption during pregnancy, adiposity, and adipocyte differentiation in offspring: evidence from humans, mice, and cells. *International Journal of Obesity*. 2020.
115. Swithers SE. Artificial sweeteners are not the answer to childhood obesity. *Appetite*. 2015;93:85-90.
116. Chen M-L, Liu S-S, Zhang G-H, Quan Y, Zhan Y-H, Gu T-Y, et al. Effects of Early Intraoral Acesulfame-K Stimulation to Mice on the Adult's Sweet Preference and the Expression of  $\alpha$ -Gustducin in Fungiform Papilla. *Chemical Senses*. 2013;38(5):447-55.
117. Zhang G-H, Chen M-L, Liu S-S, Zhan Y-H, Quan Y, Qin Y-M, et al. Effects of Mother's Dietary Exposure to Acesulfame-K in Pregnancy or Lactation on the Adult Offspring's Sweet Preference. *Chemical Senses*. 2011;36(9):763-70.
118. Birch LL, Anzman-Frasca S. Learning to prefer the familiar in obesogenic environments. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program*. 2011;68:187-96; discussion 96-9.
119. Palmnäs MS, Cowan TE, Bomhof MR, Su J, Reimer RA, Vogel HJ, et al. Low-dose aspartame consumption differentially affects gut microbiota-host metabolic interactions in the diet-induced obese rat. *PLoS One*. 2014;9(10):e109841.
120. Abou-Donia MB, El-Masry EM, Abdel-Rahman AA, McLendon RE, Schiffman SS. Splenda alters gut microflora and increases intestinal p-glycoprotein and cytochrome p-450 in male rats. *J Toxicol Environ Health A*. 2008;71(21):1415-29.
121. Nicholson JK, Holmes E, Kinross J, Burcelin R, Gibson G, Jia W, et al. Host-gut microbiota metabolic interactions. *Science*. 2012;336(6086):1262-7.
122. Afshin A, Peñalvo JL, Del Gobbo L, Silva J, Michaelson M, O'Flaherty M, et al. The prospective impact of food pricing on improving dietary consumption: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(3):e0172277.
123. Scarborough P, Adhikari V, Harrington RA, Elhussein A, Briggs A, Rayner M, et al. Impact of the announcement and implementation of the UK Soft Drinks Industry Levy on sugar

content, price, product size and number of available soft drinks in the UK, 2015-19: A controlled interrupted time series analysis. *PLoS Med.* 2020;17(2):e1003025.

124. Hernandez FM, Batis C, Rivera JA, Colchero MA. Reduction in purchases of energy-dense nutrient-poor foods in Mexico associated with the introduction of a tax in 2014. *Prev Med.* 2019;118:16-22.

125. Reyes M, Smith Taillie L, Popkin B, Kanter R, Vandevijvere S, Corvalán C. Changes in the amount of nutrient of packaged foods and beverages after the initial implementation of the Chilean Law of Food Labelling and Advertising: A nonexperimental prospective study. *PLoS Med.* 2020;17(7):e1003220.

126. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. México. Análisis de regulaciones y prácticas para el etiquetado de alimentos y bebidas para niños y adolescentes en algunos países de América Latina (Argentina, Chile, Costa Rica y México) y recomendaciones para facilitar la información al consumidor. 2016. Disponible em: <https://www.unicef.org/lac/informes/an%C3%A1lisis-de-regulaciones-y-pr%C3%A1cticas-para-el-etiquetado-de-alimentos-y-bebidas>

127. Uruguay. Ministerio de Salud Pública de Uruguay. Decreto N°272/18. Montevideo: Ministerio de Salud Pública. 2018.

128. Colchero MA, Rivera-Dommarco J, Popkin BM, Ng SW. In Mexico, Evidence Of Sustained Consumer Response Two Years After Implementing A Sugar-Sweetened Beverage Tax. *Health Affairs.* 2017;36(3):564-71.

129. Falbe J, Thompson HR, Becker CM, Rojas N, McCulloch CE, Madsen KA. Impact of the Berkeley Excise Tax on Sugar-Sweetened Beverage Consumption. *Am J Public Health.* 2016;106(10):1865-71.

130. Stacey N, Mudara C, Ng SW, van Walbeek C, Hofman K, Edoke I. Sugar-based beverage taxes and beverage prices: Evidence from South Africa's Health Promotion Levy. *Soc Sci Med.* 2019;238:112465.

131. Roberto CA, Lawman HG, LeVasseur MT, Mitra N, Peterhans A, Herring B, et al. Association of a Beverage Tax on Sugar-Sweetened and Artificially Sweetened Beverages With Changes in Beverage Prices and Sales at Chain Retailers in a Large Urban Setting. *Jama.* 2019;321(18):1799-810.

132. Cawley J, Frisvold D, Hill A, Jones D. The impact of the Philadelphia beverage tax on purchases and consumption by adults and children. *J Health Econ.* 2019;67:102225.

133. Pedraza LS, Popkin BM, Batis C, Adair L, Robinson WR, Guilkey DK, et al. The caloric and sugar content of beverages purchased at different store-types changed after the sugary drinks taxation in Mexico. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity.* 2019;16(1):103.

134. Torres-Álvarez R, Barrán-Zubaran R, Canto-Osorio F, Sánchez-Romero LM, Camacho-García-Formentí D, Popkin BM, et al. Body weight impact of the sugar-sweetened beverages tax in Mexican children: A modeling study. *Pediatr Obes.* 2020;15(8):e12636.

135. Basto-Abreu A, Braverman-Bronstein A, Camacho-García-Formentí D, Zepeda-Tello R, Popkin BM, Rivera-Dommarco J, et al. Expected changes in obesity after reformulation to reduce added sugars in beverages: A modeling study. *PLoS Med.* 2018;15(10):e1002664.

136. Illescas-Zárate D, Batis C, Ramírez-Silva I, Torres-Álvarez R, Rivera JA, Barrientos-Gutiérrez T. Potential Impact of the Nonessential Energy-Dense Foods Tax on the Prevalence of Overweight and Obesity in Children: A Modeling Study. *Front Public Health.* 2020;8:591696.

137. Overcoming obesity: An initial economic analysis. McKinsey Global Institute, London. 2014. Disponible em: <https://www.mckinsey.com>

138. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. ONU apoia modelo de rotulagem frontal de advertência nos alimentos. 2021. Disponible em: <https://idec.org.br>

139. Quintiliano Scarpelli D, Pinheiro Fernandes AC, Rodriguez Osiac L, Pizarro Quevedo T. Changes in Nutrient Declaration after the Food Labeling and Advertising Law in Chile: A Longitudinal Approach. *Nutrients*. 2020;12(8).
140. Scrinis G, Monteiro CA. Ultra-processed foods and the limits of product reformulation. *Public Health Nutrition*. 2018;21(1):247-52.
141. Gressier M, Swinburn B, Frost G, Segal AB, Sassi F. What is the impact of food reformulation on individuals' behaviour, nutrient intakes and health status? A systematic review of empirical evidence. *Obesity Reviews*. 2021;22(2):e13139.
142. Niblett P, Coyle N, Little E. Sugar Reduction: Report on Progress between 2015 and 2018. 2019.
143. Contreras-Manzano A, Jáuregui A, Velasco-Bernal A, Vargas-Meza J, Rivera JA, Tolentino-Mayo L, et al. Comparative Analysis of the Classification of Food Products in the Mexican Market According to Seven Different Nutrient Profiling Systems. *Nutrients*. 2018;10(6).
144. Cruz-Casarrubias C, Tolentino-Mayo L, Vandevijvere S, Barquera S. Estimated effects of the implementation of the Mexican Warning Labels regulation on the use of health and nutrition claims on packaged foods 2020.
145. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia Alimentar para a População Brasileira. 2ª edição. 2014. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br>
146. Brasil. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). FNDE atualiza normas do Programa Nacional de Alimentação Escolar. 2020. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br>
147. Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. 1988.
148. Karalexi MA, Mitrogiorgou M, Georgantzi GG, Papaevangelou V, Fessatou S. Non-Nutritive Sweeteners and Metabolic Health Outcomes in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pediatr*. 2018;197:128-33.e2.
149. Azad MB, Abou-Setta AM, Chauhan BF, Rabbani R, Lys J, Copstein L, et al. Nonnutritive sweeteners and cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *Cmaj*. 2017;189(28):E929-e39.
150. Peres J. Por que faz sentido avisar sobre presença de adoçantes nos alimentos. O joio e o trigo 2018.
151. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto 4680 de 24 de abril de 2003. 2003.
152. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/orgaos/agencia-nacional-de-vigilancia-sanitaria>
153. Brasil. Ministério da Saúde. Brasil assume meta para reduzir 144 mil toneladas de açúcar até 2022. 2018. Disponível em: <https://aps.saude.gov.br>
154. Erzse A, Christofides N, Stacey N, Lebard K, Foley L, Hofman K. Availability and advertising of sugar sweetened beverages in South African public primary schools following a voluntary pledge by a major beverage company: a mixed methods study. *Glob Health Action*. 2021;14(1):1898130.
155. Zupanič N, Hribar M, Fidler Mis N, Pravst I. Free Sugar Content in Pre-Packaged Products: Does Voluntary Product Reformulation Work in Practice? *Nutrients*. 2019;11(11).
156. Vergeer L, Vanderlee L, Sacks G, Robinson E, Mackay S, Young L, et al. The Development and Application of a Tool for Quantifying the Strength of Voluntary Actions and Commitments of Major Canadian Food Companies to Improve the Nutritional Quality of Their Products. *Current Developments in Nutrition*. 2020;4(10).
157. Ricardo CZ, Andrade GC, Salvador BC, Mais LA, Duran AC, Martins APB. Adesão aos acordos voluntários de redução de sódio no Brasil. 2021.
158. Brasil. Anvisa aprova norma sobre rotulagem nutricional. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/aprovada-norma-sobre-rotulagem-nutricional>

159. Organização Pan Americana de Saúde. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: [www.ods.cnm.org.br](http://www.ods.cnm.org.br)
160. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC N° 239, de 26 de julho de 2018. 2018.
161. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aditivos Alimentares. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/aditivos-alimentares>
162. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 38, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Adoçantes de Mesa, constante do anexodesta Portaria. In: Saúde Md, ed.: D.O.U. - Diário Oficial da União 1998. 1998.
163. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Chemical risks and JECFA. Disponível em: <http://www.fao.org/food-safety/scientific-advice/jecfa/en/>
164. Associação Brasileira de Nutrição. Anvisa autoriza novos edulcorantes em alimentos. 2008. Disponível em: <https://www.asbran.org.br/>
165. Zhao L, Tepper BJ. Perception and acceptance of selected high-intensity sweeteners and blends in model soft drinks by propylthiouracil (PROP) non-tasters and super-tasters. *Food Quality and Preference*. 2007;18(3):531-40.
166. Furia T. CRC Handbook of Food Additives CRC Press , Boca Raton, FL, USA1980.
167. Shankar P, Ahuja S, Sriram K. Non-nutritive sweeteners: Review and update. *Nutrition*. 2013;29(11):1293-9.
168. Organização Mundial da Saúde. Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). List of chemicals in functional class sweetener. 2021. Disponível em: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/search.aspx?fc=66>
169. Fitch SE, Payne LE, van de Ligt JLG, Doepker C, Handu D, Cohen SM, et al. Use of acceptable daily intake (ADI) as a health-based benchmark in nutrition research studies that consider the safety of low-calorie sweeteners (LCS): a systematic map. *BMC Public Health*. 2021;21(1):956.
170. Martyn D, Darch M, Roberts A, Lee HY, Yaqiong Tian T, Kaburagi N, et al. Low-/No-Calorie Sweeteners: A Review of Global Intakes. *Nutrients*. 2018;10(3).
171. Euromonitor International. Grocery Retailers in Brazil. 2016. Disponível em: <https://euromonitor.com>
172. Planet Retail. Brazil: Retail Sales 2013–2022. 2020. Disponível em: <https://tradingeconomics.com/brazil/retail-sales-annual>
173. Duran AC, Diez Roux AV, Latorre MdRDO, Jaime PC. Neighborhood socioeconomic characteristics and differences in the availability of healthy food stores and restaurants in Sao Paulo, Brazil. *Health & Place*. 2013;23:39-47.
174. Moore LV, Diez Roux AV, Nettleton JA, Jacobs DR, Franco M. Fast-Food Consumption, Diet Quality, and Neighborhood Exposure to Fast Food: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American Journal of Epidemiology*. 2009;170(1):29-36.
175. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Operação censitária. Censo 2010. 2020. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>
176. Kanter R, Reyes M, Corvalán C. Photographic Methods for Measuring Packaged Food and Beverage Products in Supermarkets. *Curr Dev Nutr*. 2017;1(10):e001016.
177. REDCap. REDCap Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.redcapbrasil.com.br/>
178. Monteiro CA, Cannon G, Levy R, Moubarac J-C, Jaime P, Martins AP, et al. NOVA. The star shines bright. 2016.
179. Machado ML, Rodrigues VM, Nascimento ABd, Dean M, Fiates GMR. Nutritional Composition of Brazilian Food Products Marketed to Children. *Nutrients*. 2019;11(6):1214.
180. Rayner M, Vandevijvere S. INFORMAS Protocol: Food Labelling Module. *J.Contrib*. 2017.

181. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Campinas. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>
182. Brasil. Vigilância socioassistencial. Campinas. Relatório de Informações Sociais do Município de Campinas. 2016. Disponível em: <https://smcais-vis.campinas.sp.gov.br/relatorios/relatorio-de-informacoes-sociais-do-municipio-de-campinas>
183. Steinfeldt L, Anand J, Murayi T. Food Reporting Patterns in the USDA Automated Multiple-Pass Method. *Procedia Food Science*. 2013;2:145-56.
184. Grilo MF, Taillie LS, Ricardo CZ, Mais LA, Martins APB, Duran AC. Prevalence of low-calorie sweeteners and related front-of-package claims in the Brazilian packaged food supply. 2021. In review.
185. Marinho L, Rodrigues S, Mary, Almeida CCB, Duran ACdFL, Grilo MF, et al. Avaliação da exposição dietética a edulcorantes em grupo de gestantes brasileiras. 2021. In review.
186. Kantar Worldpanel. The Brand Footprint Global Ranking Top 50. 2016. Disponível em: <http://kantarworldpanel.com>
187. National Research Council (US) Committee on Risk Assessment of Hazardous Air Pollutants. Science and Judgment in Risk Assessment. Washington (DC): National Academies Press (US)1994. Disponível em: <https://www.nap.edu/catalog/2125/science-and-judgment-in-risk-assessment>
188. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal*. 2010;8(4):1537.
189. Noronha IFPC. Determinação de edulcorantes e constituintes inorgânicos em adoçantes de mesa. Dissertação Mestrado em Química- Química Analítica - Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2019.
190. Geraldo A, Pinto e Silva ME. Nonnutritive sweeteners in Brazil: Current use and associated factors. *Journal of Human Growth and Development*. 2016;26:297.
191. Andrade GRG, Marchioni DML. Manual para avaliação do consumo alimentar em estudos epidemiológicos com o software GloboDiet. 2020.
192. Brasil. Decreto nº 8.381, de 29 de dezembro 2014.
193. World Obesity Federation. Obesity classification. 2021. Available in: <https://www.worldobesity.org/about/about-obesity/obesity-classification>
194. Barros AJD, Hirakata VN. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Medical Research Methodology*. 2003;3(1):21.
195. World Health Organization. Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. Geneva. 2009. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241572408>
196. Munsell CR, Harris JL, Sarda V, Schwartz MB. Parents' beliefs about the healthfulness of sugary drink options: opportunities to address misperceptions. *Public Health Nutrition*. 2016;19(1):46-54.
197. Samaniego-Vaesken MdL, Partearroyo T, Cano A, Urrialde R, Varela-Moreiras G. Novel database of declared low- and no-calorie sweeteners from foods and beverages available in Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2019;82:103234.
198. Martínez X, Zapata Y, Pinto V, Cornejo C, Elbers M, van der Graaf M, et al. Intake of Non-Nutritive Sweeteners in Chilean Children after Enforcement of a New Food Labeling Law that Regulates Added Sugar Content in Processed Foods. *Nutrients*. 2020;12(6).

199. Logue C, Dowey LRC, Verhagen H, Strain JJ, O'Mahony M, Kapsokefalou M, et al. A Novel Urinary Biomarker Approach Reveals Widespread Exposure to Multiple Low-Calorie Sweeteners in Adults. *The Journal of Nutrition*. 2020;150(9):2435-41.
200. Fowler SP, Williams K, Resendez RG, Hunt KJ, Hazuda HP, Stern MP. Fueling the obesity epidemic? Artificially sweetened beverage use and long-term weight gain. *Obesity (Silver Spring)*. 2008;16(8):1894-900.
201. Fowler SP, Williams K, Hazuda HP. Diet soda intake is associated with long-term increases in waist circumference in a biethnic cohort of older adults: the San Antonio Longitudinal Study of Aging. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63(4):708-15.
202. Duffey KJ, Steffen LM, Van Horn L, Jacobs DR, Jr., Popkin BM. Dietary patterns matter: diet beverages and cardiometabolic risks in the longitudinal Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study. *The American journal of clinical nutrition*. 2012;95(4):909-15.
203. de Koning L, Malik VS, Rimm EB, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened and artificially sweetened beverage consumption and risk of type 2 diabetes in men. *The American journal of clinical nutrition*. 2011;93(6):1321-7.
204. Pielak M, Czarniecka-Skubina E, Trafiałek J, Głuchowski A. Contemporary Trends and Habits in the Consumption of Sugar and Sweeteners—A Questionnaire Survey among Poles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(7).
205. Martyn DM, Nugent AP, McNulty BA, O'Reilly E, Tlustos C, Walton J, et al. Dietary intake of four artificial sweeteners by Irish pre-school children. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2016;33(4):592-602.
206. Arcella D, Soggiu ME, Leclercq C. Probabilistic modelling of human exposure to intense sweeteners in Italian teenagers: validation and sensitivity analysis of a probabilistic model including indicators of market share and brand loyalty. *Food Addit Contam*. 2003;20 Suppl 1:S73-86.
207. Barraj L, Scrafford C, Bi X, Tran N. Intake of low and no-calorie sweeteners (LNCS) by the Brazilian population. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2021;38(2):181-94.
208. Bakal AI. Mixed Sweetener Functionality. Chapter 26. *Food Science and Technology* ; Marcel Dekker: New York, NY, USA 2001. p. 463–80.
209. Mephram B. Food additives: an ethical evaluation. *British Medical Bulletin*. 2011;99(1):7-23.
210. Fowler S. Low-calorie sweetener use and energy balance: Results from experimental studies in animals, and large-scale prospective studies in humans. *Physiology & behavior*. 2016;164.
211. Leclercq C, Arcella D, Le Donne C, Piccinelli R, Sette S, Soggiu ME. Stochastic modelling of human exposure to food chemicals and nutrients within the "Montecarlo" project: an exploration of the influence of brand loyalty and market share on intake estimates of intense sweeteners from sugar-free soft drinks. *Toxicol Lett*. 2003;140-141:443-57.
212. Turner A, Veysey M, Keely S, Scarlett CJ, Lucock M, Beckett EL. Intense Sweeteners, Taste Receptors and the Gut Microbiome: A Metabolic Health Perspective. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(11).
213. Mandrioli D, Kearns CE, Bero LA. Relationship between Research Outcomes and Risk of Bias, Study Sponsorship, and Author Financial Conflicts of Interest in Reviews of the Effects of Artificially Sweetened Beverages on Weight Outcomes: A Systematic Review of Reviews. *PLoS One*. 2016;11(9):e0162198.
214. Hall KD, Ayuketah A, Brychta R, Cai H, Cassimatis T, Chen KY, et al. Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. *Cell Metab*. 2019;30(1):67-77.e3.
215. Daher MI, Matta JM, Abdel Nour AM. Non-nutritive sweeteners and type 2 diabetes: Should we ring the bell? *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;155:107786.



216. Maluly HDB, Johnston C, Giglio ND, Schreiner LL, Roberts A, Abegaz EG. Low- and No- Calorie Sweeteners (LNCS): critical evaluation of their safety and health risks. *Food Science and Technology*. 2020;40:1-10.
217. Samba V, López-Arana S, Cáceres P, Abrigo K, Collinao J, Espinoza A, et al. Overuse of Non-caloric Sweeteners in Foods and Beverages in Chile: A Threat to Consumers' Free Choice? *Frontiers in Nutrition*. 2020;7:68.
218. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Anvisa aprova norma sobre rotulagem nutricional. 2020.
219. Ares G, Aschemann-Witzel J, Curutchet MR, Antúnez L, Machín L, Vidal L, et al. Product reformulation in the context of nutritional warning labels: Exploration of consumer preferences towards food concepts in three food categories. *Food Res Int*. 2018;107:669-74.
220. Baker P, Machado P, Santos T, Sievert K, Backholer K, Hadjidakou M, et al. Ultra-processed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. *Obesity Reviews*. 2020;21(12):e13126.
221. Sanford D. Can we Trust Industry to Reformulate Food for Health? 2021. Disponível em: <https://wfpc.sanford.duke.edu/podcasts/can-we-trust-industry-reformulate-food-health>
222. Bowen J. Controlling contaminants: the new facet of 'clean label'. 2019. Disponível em: <https://www.newfoodmagazine.com/article/91202/controlling-contaminants-the-new-facet-of-clean-label/>
223. Shoup ME. How to define clean label? 'There isn't any one singular definition,' says Hartman Group. 2019. Disponível em: <https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2019/02/28/How-to-define-clean-label-There-isn-t-any-one-singular-definition>
224. Pinheiro C. Clean label: o que quer dizer e como saber se o produto é mesmo 'limpo'. 2019. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2019/12/11/clean-label-o-que-quer-dizer-e-como-saber-se-o-produto-e-mesmo-limpo.htm>

**ANEXO**

**Aprovação da Pesquisa de Consumo Alimentar e Estado Nutricional (ISACamp-Nutri 2015/16) pelo Comitê de Ética.**

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Projeto: ISACamp-Nutri 2014.

**Pesquisador:** Antonio de Azevedo Barros Filho

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 26068214.8.0000.5404

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP

**Patrocinador Principal:** FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 637.229

**Data da Relatoria:** 15/05/2014

#### Apresentação do Projeto:

Este projeto visa a realização de um inquérito do consumo alimentar e de estado nutricional de adolescentes, adultos e idosos, visando monitorar a tendência temporal e as desigualdades sociais prevalentes no padrão alimentar desses segmentos etários da população do município de Campinas, SP. A realização deste projeto se dará de forma acoplada ao inquérito de saúde de base populacional de Campinas ISACamp 2013/14, o que permitirá que os indicadores de nutrição e alimentação obtidos possam ser analisados em relação a todas as dimensões de saúde avaliadas naquela pesquisa, e que incluem: variáveis socioeconômicas e demográficas, morbidades e deficiências, comportamentos saudáveis, estilo de vida, qualidade de vida em saúde, uso de serviços de saúde e práticas preventivas. A comparação dos dados do ISACamp-Nutri 2014

com as avaliações alimentares feitas nos dois primeiros inquéritos ISA em Campinas possibilitará as análises de tendência temporal e de detecção de mudanças no perfil de ingestão de alimentos pelos diferentes segmentos etários e sociais.

#### Objetivo da Pesquisa:

- Avaliar em adolescentes, adultos e idosos do município de Campinas as desigualdades demográficas e socioeconômicas e a tendência temporal do perfil de ingestão alimentar, incluindo: qualidade da dieta, marcadores de alimentação saudável e não saudável, composição global da dieta em termos de grupos de alimentos e de macro e micronutrientes, composição da dieta em

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
**Bairro:** Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887  
**UF:** SP **Município:** CAMPINAS  
**Telefone:** (19)3521-8938 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)



Continuação do Parecer: 637.229

relação a alimentos ou nutrientes específicos e auto percepção sobre a qualidade da dieta.

- Avaliar em adolescentes, adultos e idosos do município de Campinas as desigualdades demográficas e socioeconômicas e a tendência temporal do perfil nutricional em relação a: - estado nutricional, considerando peso e altura referidos e os resultados do estudo de validação dessas medidas referidas.
- gordura abdominal, por meio da medida da circunferência da cintura.
- auto percepção da imagem corporal.
- Análise do padrão alimentar e do estado nutricional segundo: estilo de vida, morbidades, deficiência física, qualidade de vida em saúde, práticas preventivas, uso de serviços de saúde e de medicamentos.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Por se tratar de inquérito nutricional de base populacional, não haverá benefício direto ao voluntário, mas à população em geral à medida em que, a partir dos resultados obtidos será possível monitorar as condições de alimentação e nutrição da população e prover informações para a gestão e planejamento dos serviços de saúde de Campinas.

TCLE indica que não haverá riscos previsíveis para os participantes, tampouco benefícios diretos aos mesmos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto relevante para a saúde pública (ISACamp 2013/14-Processo Fapesp nº 2012/23324-3), que é parte de um inquérito de saúde iniciado em 2001/2002. Os participantes serão entrevistados individualmente, em sua residência, por pessoal especialmente treinado. Os entrevistadores serão identificados com crachás e coletes com o logotipo da pesquisa e comprometidos a guardar sigilo das informações obtidas. Para participantes vulneráveis, incluindo menores de 18 anos e portadores de doenças e/ou deficiências graves, será solicitada a presença do Representante Legal ou cuidador no momento da leitura do TCLE, assim como sua assinatura. o projeto esclarece, em sua forma atual, que "No caso de pessoas impossibilitadas, não será realizada a aferição das mediadas de peso, altura e circunferência da cintura".

Não haverá ressarcimento para participação na pesquisa.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta os termos obrigatórios com folha de rosto devidamente preenchida e assinada, projeto detalhado contendo introdução, metodologia, critérios de inclusão e exclusão, riscos e benefícios, cronograma e orçamento.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887  
UF: SP Município: CAMPINAS  
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br

FACULDADE DE CIENCIAS  
MEDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)



Continuação do Parecer: 637.229

Apresenta ainda formulário gerado pela plataforma Brasil e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) reformulado, o qual está adequado na apresentação atual.

**Recomendações:**

---

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado sem restrições, após resolução de pendências.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Cabe ao pesquisador desenvolver o projeto conforme apresentado nesta plataforma, elaborar e apresentar os relatórios parciais e final, bem como encaminhar os resultados para publicação com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto (Resolução 466/2012 CNS/MS).

CAMPINAS, 06 de Maio de 2014

---

Assinador por:  
Fátima Aparecida Bottcher Luiz  
(Coordenador)

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887  
UF: SP Município: CAMPINAS  
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br