

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Faculdade de Farmácia**  
**Programa De Pós-Graduação em Ciência De Alimentos**

**NATÁLIA CRISTINA DE FARIA**

**IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA ROTULAGEM NUTRICIONAL  
FRONTAL NO CONSUMO DE BEBIDAS AÇUCARADAS, OBESIDADE E NOS  
CUSTOS DIRETOS RELACIONADOS À OBESIDADE NO BRASIL: um estudo  
de modelagem**

Belo Horizonte  
2023

Natália Cristina de Faria

**IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA ROTULAGEM NUTRICIONAL  
FRONTAL NO CONSUMO DE BEBIDAS AÇUCARADAS, OBESIDADE E NOS  
CUSTOS DIRETOS RELACIONADOS À OBESIDADE NO BRASIL: um estudo  
de modelagem**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutora em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Lucilene Rezende Anastácio

Belo Horizonte  
2023

F224i Faria, Natália Cristina de.  
Impacto da implementação da rotulagem nutricional frontal no consumo de bebidas açucaradas, obesidade e nos custos diretos relacionados à obesidade no Brasil [recurso eletrônico] : um estudo de modelagem / Natália Cristina de Faria. – 2023.  
1 recurso eletrônico (136 f. : il.) : pdf.

Orientadora: Lucilene Rezende Anastácio.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Rotulagem de alimentos – Teses. 2. Modelagem – Teses. 3. Bebidas adoçadas com açúcar – Teses. 4. Obesidade – Teses. 5. Custo econômico – Teses. 6. Políticas públicas – Teses. 7. Peso corporal – Teses. 8. Doenças não transmissíveis – Teses. I. Anastácio, Lucilene Rezende. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Farmácia. III. Título.

CDD: 664.092



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA ROTULAGEM NUTRICIONAL FRONTAL NO CONSUMO DE BEBIDAS AÇUCARADAS, OBESIDADE E CUSTOS DIRETOS RELACIONADOS À OBESIDADE NO BRASIL: UM ESTUDO DE MODELAGEM

**NATÁLIA CRISTINA DE FARIA**

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, área de concentração CIÊNCIA DE ALIMENTOS.

Aprovada em 04 de setembro de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Profa. Dra. Lucilene Rezende Anastácio (Orientadora e Presidente da Comissão) - UFMG  
Profa. Dra. Bruna Vieira de Lima Costa - UFMG  
Profa. Dra. Ilka Afonso Reis - UFMG  
Profa. Dra. Kenya Valeria Micaela de Souza Noronha - UFMG  
Profa. Dra. Larissa Loures Mendes - UFMG

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Bruna Vieira de Lima Costa, Professora do Magistério Superior**, em 05/09/2023, às 13:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ilka Afonso Reis, Professora do Magistério Superior**, em 05/09/2023, às 14:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Kenya Valeria Micaela de Souza Noronha, Professora do Magistério Superior**, em 05/09/2023, às 14:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lucilene Rezende Anastacio, Professora do Magistério Superior**, em 05/09/2023, às 14:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Larissa Loures Mendes, Professora do Magistério Superior**, em 12/09/2023, às 14:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2594558** e o código CRC **49F0DB86**.

---

Referência: Processo nº 23072.237200/2020-20

SEI nº 2594558

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e por todas as maravilhas que Ele realiza em nossas vidas, toda honra e toda Glória sejam dadas a Ele.

À minha querida orientadora, Profa. Lucilene Rezende Anastácio, por confiar em mim desde o mestrado, mesmo sem me conhecer pessoalmente, recebendo-me em seu grupo de pesquisa e por nos proporcionar tanto aprendizado e oportunidades. Lu, você marcou para sempre a minha vida, muito obrigada por tanto.

Ao Gabriel Machado Andrade (UFRJ), por ser tão solícito, pelas várias reuniões que tivemos para analisar os dados e por tantas conversas enriquecedoras. Agradeço à Profa. Cristina Ruas (UFMG), ao Prof. Rafael Claro (UFMG/USP), ao Prof. Eduardo Nilson (USP/Fiocruz) por toda atenção e pela parceria no desenvolvimento deste estudo. À Profa. Neha Khandpur (USP/Wageningen University/Harvard University) e Profa. Charline Dassow (UFMT) pelas importantes considerações que recebi em meu Exame de Qualificação. Agradeço pelas considerações e pela disponibilidade das Professoras Larissa Loures (UFMG), Ilka Reis (UFMG), Bruna Costa (UFMG) e Kenya Noronha (UFMG), que integraram a banca dessa Defesa de Tese.

Agradeço à minha família, meu pai Dirceu e minha mãe Carminha (mesmo não estando presente fisicamente, sei que vibra comigo). Aos meus irmãos, Ana Paula, Vinícius, Enrico e Estela, amo vocês. Agradeço especialmente à Ana Paula, por todo o incentivo e por estar comigo nesta e tantas outras fases importantes da minha vida!

Agradeço ao meu marido, Tiago Alaor, por tudo! Em especial, por todo apoio em meus projetos e por seu grande incentivo. Aos meus filhos, Pedro e Marcos, por serem tanto em minha vida e serem minha maior fonte de energia. Vocês são os meus amores. Agradeço à minha querida cunhada Rafaela e seu marido Marcelo, pelo apoio recebido.

Aos meus amigos do grupo Pecan, pela importante rede de apoio durante todo o mestrado e doutorado. Vocês são demais! Tive a oportunidade de aprender muito com todos, “É no junto do que sabe bem, que a gente aprende o melhor” (Guimarães Rosa). À Ana Paula Soares e Crislei Gonçalves pela parceria e amizade. Agradeço à UFMG por realizar meu sonho de estudar aqui. Agradeço também às agências que financiaram as pesquisas, CNPq/MS (442990/2019-7), FAPEMIG (APQ-00341-21) e Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG e à CAPES, pela concessão da bolsa de pesquisa. O meu muito obrigada a todos que estiveram comigo durante toda essa trajetória.

*“Tu, Senhor, guardarás em perfeita paz  
aquele cujo propósito está firme, porque  
em ti confia.” Isaías 26:3*

## RESUMO

A rotulagem nutricional frontal (RNF) vem sendo implementada em diversos países, conforme recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS) e Organização Pan Americana de Saúde (OPAS), sendo considerada política pública na contenção do avanço global da carga de doenças crônicas não transmissíveis, dentre elas a obesidade. Espera-se que a RNF facilite compreensão do consumidor em relação ao conteúdo nutricional do produto alimentício e melhore suas escolhas alimentares. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou, em 2020, a Resolução Colegiada Diretoria – RDC nº429 e a Instrução Normativa nº75, que orientam sobre as mudanças na rotulagem nutricional de alimentos, com implementação da RNF. As legislações entraram em vigor em outubro de 2022, no entanto, ainda são desconhecidos estudos que estimaram os possíveis impactos da RNF na população brasileira por meio de estudo de modelagem. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estimar, por meio de modelagem, potenciais efeitos da RNF sobre prevalência de excesso de peso/obesidade na população brasileira consumidora de bebidas açucaradas e custos diretos associados, por cinco anos. A base populacional utilizada refere-se ao ano de 2019 do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas Por Inquérito Telefônico (VIGITEL), realizada nas capitais brasileiras / Distrito Federal, desde 2006. Incluíram-se indivíduos com idade entre 20-59 anos, consumidores de bebidas açucaradas e que sabiam a quantidade consumida, não gestantes. Excluíram-se indivíduos com índice de massa corporal (IMC) extremos e aqueles que não sabiam relatar o seu consumo de bebidas açucaradas. Para cenário base (pessimista), calculou-se a tendência de consumo de bebidas açucaradas por meio de regressão linear, baseada nos resultados da pesquisa VIGITEL entre os anos 2007 e 2019, exceto 2017, ajustados conforme critérios de inclusão e exclusão. O cenário 1 (mediano) foi composto pelo cenário base associado às mudanças observadas na compra do conteúdo energético de bebidas após a primeira fase da lei chilena de rotulagem (com redução energética equivalente a -9,9%). No cenário 2 (otimista), associou-se o cenário 1 à reformulação dos produtos alimentícios (bebidas) observada no Chile no período anterior a primeira fase de implementação da norma de RNF (redução energética de -1,6%). O impacto da mudança da ingestão energética sobre peso corporal foi modelado a partir do Modelo Dinâmico da Mudança de Peso de Hall *et al.* (2011) por horizonte temporal de cinco anos. Mudanças no estado nutricional (excesso de peso:  $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ; obesidade:  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) foram estimadas nos cenários 1 e 2 e extrapoladas para população brasileira consumidora de bebidas açucaradas (usando estimativas do Instituto de Geografia e Estatística - IBGE. Ainda, considerou-se a tendência de aumento na prevalência de excesso de peso e de obesidade por ano, calculada por meio de regressão linear (baseada nos mesmos ajustes de dados da VIGITEL). As diferenças calculadas nos cenários 1 e 2, foram obtidas deduzindo-se os resultados obtidos no cenário base. Os potenciais impactos nos custos diretos de saúde foram previstos a partir de estudo brasileiro que estimou custos diretos com obesidade no sistema público de saúde brasileiro, atualizados para 2019. Espera-se que o consumo de energia proveniente das bebidas açucaradas seja reduzido em aproximadamente 28 kcal/dia (IC 95% -30, -27) considerando-se a implementação da RNF no Brasil no cenário 1 e 29 kcal/dia (IC 95%, -31 a -28) considerando-se o cenário 2. Prevê-se, nos cenários 1 e 2, que prevalência de obesidade/excesso de peso seja de 25,3%/25,2% e 64,4%/64,2%, respectivamente, em cinco anos. Extrapolando-se resultados para toda população brasileira, estima-se que

implementação da RNF poderá apresentar potencial para reduzir prevalência de obesidade em -0,32pp e -0,35pp (cenários 1 e 2, respectivamente) e de excesso de peso, em -0,42pp e -0,48pp (cenários 1 e 2, respectivamente). Espera-se que seja possível economizar aproximadamente US\$ 5,5 milhões (IC 95% 4,7, 8,8) – cenário 1, com potencial de redução de US\$ 6,1 milhões (IC 95% 5,3, 9,8) no cenário 2. Com base nos resultados deste estudo de modelagem, conclui-se que RNF poderá reduzir casos de excesso de peso e obesidade e reforça seu papel como política pública estratégica para redução do aumento dos casos de obesidade.

Palavras-chave: rotulagem de alimentos; modelagem; bebidas adoçadas com açúcar; obesidade; custo econômico; política públicas; peso corporal; doenças não transmissíveis.

## ABSTRACT

Front-of-package nutrition labeling (FOPNL) has been implemented in several countries, as recommended by the World Health Organization (WHO) and the Pan American Health Organization (PAHO). It is considered a public policy to contain the global advance of the burden of non-communicable chronic diseases, transmissible diseases, including obesity. It is expected that the FOPNL will facilitate the consumer's understanding of the nutritional content of the food product and improve their food choices. In Brazil, the National Health Surveillance Agency (ANVISA) published 2020 the Collegiate Board Resolution – RDC n°429 and the Normative Instruction n°75, which guide changes in the nutritional labeling of foods with the implementation of the FOPNL. The laws came into force in October 2022; however, studies that estimated the possible effects of FOPNL in the Brazilian population through a modeling study are still unknown. In this context, this work aimed to estimate, through modeling, the potential effects of NFR on the prevalence of excess body weight/obesity in the Brazilian population that consumes sugary drinks and associated direct costs for five years. Population base refers to the year 2019 of the Surveillance System of Risk and Protective Factors for Chronic Diseases by Telephone Survey (VIGITEL), carried out in Brazilian capitals/Federal District since 2006. Individuals aged between 20 -59 years were included, consumers of sugary drinks and who knew the amount consumed, and non-pregnant women. Individuals with extreme body mass index (BMI) and those who could not report their consumption of sugary drinks were excluded. For the base (pessimistic) scenario, the consumption trend of sugary drinks was calculated using linear regression based on the results of the VIGITEL survey between 2007 and 2019, except for 2017, adjusted according to inclusion and exclusion criteria. Scenario 1 (median) was composed of the baseline scenario associated with changes observed in the purchase of energy content in beverages after the first phase of the Chilean labeling law (with an energy reduction equivalent to -9.9%). In scenario 2 (optimistic), scenario 1 was associated with the reformulation of food products (beverages) observed in Chile in the period before the first phase of implementation of the RNF standard (energy reduction of -1.6%). The impact of changing energy intake on body weight was modeled using Hall et al.'s Dynamic Model of Weight Change (2011) for five years. Changes in nutritional status (overweight: BMI  $\geq 25\text{kg/m}^2$ ; obesity: BMI  $\geq 30\text{kg/m}^2$ ) were estimated in scenarios 1 and 2 and extrapolated to the Brazilian population consuming sugary drinks (using estimates from the Institute of Geography and Statistics - IBGE). Also, the trend towards an increase in the prevalence of overweight and obesity per year was considered, calculated using linear regression (based on the same VIGITEL data adjustments). Were obtained by deducing the results obtained in the baseline scenario. Potential impacts on direct health costs were predicted from a Brazilian study that estimated direct costs with obesity in the Brazilian public health system, updated to 2019. of energy from sugary drinks is reduced by approximately 28 kcal/day (95% CI -30, -27), considering the implementation of NFR in Brazil in scenario 1. In scenarios 1 and 2, it is expected that the prevalence of obesity/excess body weight is 25.3%/25.2% and 64.4%/64.2%, respectively, in five years. Extrapolating results to the entire Brazilian population, it is estimated that the implementation of the NFR may have the potential to reduce the prevalence of obesity by -0.32 pp and -0.35 pp (scenarios 1 and 2, respectively) and overweight, at -0.42 pp and -0.48 pp (scenarios 1 and 2, respectively). It is expected that it will be possible to save approximately US\$ 5.5 million (95% CI 4.7, 8.8) – in scenario 1, with a potential reduction of US\$ 6.1 million (95% CI

5.3, 9,8) in scenario 2. Based on the results of this modeling study, it is concluded that RNF can reduce cases of overweight and obesity and reinforces its role as a strategic public policy to reduce the increase in cases of obesity.

Keywords: nutritional labeling; modeling; beverages sweetened with sugar; obesity; economic cost; public policy; body weight; non-communicable diseases.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

## CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1 – Mecanismos biológicos envolvidos na ingestão de bebidas açucaradas e desenvolvimento de obesidade e doenças crônicas relacionadas. .... 29
- Figura 2 – Países que implementaram a rotulagem nutricional frontal de forma voluntária e mandatória, no mundo, até fevereiro de 2023.... 33
- Figura 3 – Exemplo de rotulagem nutricional frontal modelo de advertência formato octógono.... 34
- Figura 4 – Produto alimentício com rotulagem nutricional frontal conforme critérios propostos pela Organização Pan Americana de Saúde e descrito por Crosbie *et al.* (2023) ..... 35
- Figura 5 – Exemplos de alguns dos designs possíveis para a rotulagem nutricional frontal em *design lupa* adotado no Brasil..... 38

## CAPÍTULO II – ARTIGO

- Figura 1. Proporção de brasileiros que residiam nas capitais brasileiras e consumiram bebidas açucaradas entre os anos de 2007 e 2019 (exceto 2017) e sua projeção até 2024. .... 90
- Figura 2 – Consumo médio de energia proveniente de bebidas açucaradas por brasileiros residentes nas capitais brasileiras e consumiram tais bebidas entre os anos de 2007 a 2019 (exceto 2017) e sua projeção até 2024..... 90
- Figura 3 – Consumo médio de sódio de bebidas açucaradas por brasileiros residentes nas capitais brasileiras e consumiram tais bebidas entre os anos de 2007 a 2019 (exceto 2017) e sua projeção até 2024..... 91
- Figura 4 – Proporção de brasileiros que consomem bebidas açucaradas e têm excesso de peso corporal residentes nas capitais brasileiras entre os anos de 2007 e 2019 (exceto 2017) e sua projeção até o ano de 2024.....93
- Figura 5 - Proporção de brasileiros que consomem bebidas açucaradas e estão com obesidade, residentes nas capitais brasileiras entre os anos de 2007 e 2019 (exceto 2017) e sua projeção até o ano de 2024 .....93
- Figura 6. Estimativa da variação percentual da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal ao longo de cinco anos entre adultos brasileiros, de 20 a 59 anos, consumidores de bebidas açucaradas, estratificada por sexo, nos diferentes cenários de estudo.....95

Figura 7. Custos diretos relacionados à obesidade em adultos brasileiros consumidores de bebidas açucaradas, com idade entre 20 e 59 anos, e os custos que podem ser evitados cinco anos após a implementação da rotulagem nutricional frontal.....100

Figura S1 – Rotulagem nutricional frontal com design de lupa preta adotado pela legislação brasileira, conforme Instrução Normativa nº 75 de 2020. Afirmções "alto em" da esquerda para a direita: açúcar adicionado; sódio; gordura saturada; açúcar adicionado, gordura saturada e sódio no mesmo produto.....114

Figura S2 – Rotulagem nutricional frontal em modelo de advertência e design octógono preto adotado pela legislação chilena número 20.606. Da esquerda para a direita: alto em açúcares, alto em gorduras saturadas, alto em sódio, alto em calorias.....117

Figura S3 – Modelo design de rotulagem nutricional frontal da embalagem em círculo de alerta vermelho utilizado no estudo experimental de mercado de Acton et al. (2019)..... 118

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

- Tabela 1 – Estudos experimentais controlados randomizados que avaliaram o desempenho da lupa como design de rotulagem nutricional frontal. .... 39
- Tabela 2 – Sistemas de rotulagem nutricional frontal adotados na legislação brasileira e chilena..... 42
- Tabela 3 – Estudos experimentais que avaliaram o desempenho de diferentes designs rotulagem nutricional frontal sobre a compra de alimentos e bebidas, em energia... 45
- Tabela 4 – Estudos que simularam efeito da rotulagem nutricional em desfechos de saúde e econômicos em alguns países por meio de diferentes métodos de modelagem. .... 51

### CAPÍTULO II – ARTIGO 1

- Tabela 1 – Variáveis adquiridas do banco de dados da pesquisa VIGITEL e utilizadas no estudo..... 75
- Tabela 2 – Bebidas incluídas no estudo de Taillie et al. (2021). ..... 79
- Tabela 3 – Diferenças médias na compra de bebidas, em energia e sódio, antes e após a implementação das políticas implementadas no Chile, observadas por Taillie et al. (2021). ..... 80
- Tabela 4 – Composição nutricional das bebidas (mediana, intervalo interquartil e variação percentual média) quanto aos teores de energia e sódio durante o período de pré-implantação da legislação chilena, observada por Kanter et al. (2019)..... 81
- Tabela 5 - Estimativas dos brasileiros que consomem bebidas açucaradas e a prevalência de excesso de peso corporal e obesidade até 2024 com base nas tendências temporais e projeções, analisadas segundo a pesquisa VIGITEL. .... 85
- Tabela 6 – Compra de bebidas observada no estudo de mercado experimental de Acton et al. (2019), variação média calórica e de sódio e média percentual entre os grupos intervenção e controle..... 88
- Tabela 7 – Estimativas dos custos diretos com obesidade de acordo com o descrito por Nilson et al., para a população brasileira total e para a faixa etária de 20 a 59 anos 88
- Tabela 8. Mudança estimada no consumo de bebidas açucaradas ao longo de cinco anos, em calorias, por dia, por pessoa, entre adultos brasileiros de 20 a 59 anos, após a implementação da rotulagem nutricional frontal no Brasil ..... 92

Tabela 9 – Parâmetros iniciais e mudança estimada no peso corporal e índice de massa corporal de adultos brasileiros, de 20 a 59 anos, após cinco anos da implementação da rotulagem nutricional frontal no Brasil. .... 94

Tabela 10 – Estimativas da prevalência de excesso de peso corporal e obesidade em consumidores brasileiros de bebidas açucaradas após a implementação da rotulagem na frente da embalagem até 2024 e análise de sensibilidade.. .... 98

Tabela 11 – Estimativas da redução da prevalência de excesso de peso corporal e obesidade na população brasileira atribuídas à implementação da frente de pacote até 2024, e análise de sensibilidade..... 99

Tabela S1 – Perfil de nutrientes e seus limites para alimentos líquidos adotados pela legislação brasileira.... .... 117

Tabela S2 – Perfil de nutrientes e seus limites para alimentos líquidos adotados pela legislação chilena de acordo com cada fase de implementação.... .... 118

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMP: adenosina monofosfato

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

DALY: anos de vida ajustados por incapacidade

DCNT: doença crônica não transmissível

FAFAR: Faculdade de Farmácia da UFMG

FUNED: Fundação Ezequiel Dias

GBD: Global Burden of Disease

GDA: *guideline daily amounts*

GT: Grupo de Trabalho

HALY: anos de vida ajustados pela saúde

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC: intervalo de confiança

IMP: inosina monofosfato

kcal: calorias

MTL: *multiple traffic lights*

OMS: Organização Mundial de Saúde

OPAS: Organização Pan Americana de Saúde

PNS: Pesquisa Nacional de Saúde

POF: Pesquisa de Orçamento Familiar

PP: pontos percentuais

PRIME: *Preventable Risk Integrated Model*

RDC: Resolução Colegiada Diretoria

RNF: rotulagem nutricional frontal

TLL: *traffic light labelling*

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

VET: valor energético total

VIGITEL: Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

XMRF: xarope de milho rico em frutose

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	20
2.1 Objetivos Gerais .....	20
2.2 Objetivos Específicos .....	20
<b>3 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	21
3.1 Doenças crônicas não transmissíveis e a obesidade no mundo e no Brasil .....	21
3.2 Fatores que interferem no desenvolvimento das doenças crônicas não transmissíveis/obesidade .....	22
3.2.1 Consumo alimentar .....	22
3.2.2 Sistemas alimentares e ambiente alimentar .....	23
3.3 Política Nacional de Alimentação e Nutrição .....	25
3.4 Bebidas açucaradas .....	26
3.4.1 Definições de bebidas açucaradas e recomendação de consumo de açúcares livres .....	26
3.4.2 Consumo de bebidas açucaradas em adultos no mundo e no Brasil..	27
3.4.3 Efeitos na saúde atribuídos ao consumo de bebidas açucaradas e estratégias para redução no seu consumo .....	28
3.5 Impacto econômico atribuído ao consumo de bebidas açucaradas e índice de massa corporal elevado.....	30
3.6 Rotulagem de alimentos e rotulagem nutricional frontal.....	32
3.6.1 Rotulagem nutricional frontal de advertência e perfil nutricional .....	34
3.7 Rotulagem nutricional frontal no Brasil – breve histórico e escopo de evidências sobre a lupa.....	37
3.8 Sistema brasileiro e chileno de rotulagem nutricional frontal .....	42
3.9 Efeito da rotulagem nutricional frontal nas compras de alimentos e bebidas.....	44
3.10 Reformulação de alimentos e bebidas após rotulagem nutricional frontal .....	48

3.11 Estudos de modelagem: importância, tipos de modelagem e estudos simulando o efeito da rotulagem nutricional frontal sobre prevalência de obesidade em adultos e adolescentes .....	50
<b>4 CAPÍTULO II – ARTIGO</b> .....	70
4.1 Título .....	70
4.2 Introdução.....	71
4.3 Método.....	74
4.3.1 Desenho do estudo .....	74
4.3.2 Base de dados utilizada, população do estudo, amostragem e aspectos éticos.....	75
4.3.3 Avaliação do consumo de bebidas açucaradas pela população brasileira .....	77
4.3.4 Estimativa de redução no consumo energético .....	79
4.3.5 Estimativa de redução de peso corporal, índice de massa corporal e prevalência de obesidade e excesso de peso corporal.....	83
4.3.6 Redução da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal....	85
4.3.7 Análise de dados e análise de sensibilidade .....	87
4.3.8 Estimativa de custo.....	89
4.4 Resultados .....	90
4.4.1 Impacto no consumo de bebidas açucaradas.....	90
4.4.2 Impacto na redução do peso corporal e prevalência de obesidade e excesso de peso corporal.....	93
4.4.3 Impacto nos custos diretos .....	100
4.5 Discussão.....	103
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	108
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	110
<b>ANEXOS</b> .....	117

## 1 INTRODUÇÃO

A obesidade é uma condição crônica que constitui um significativo fator de risco para diversas comorbidades (ALEMÁN *et al.*, 2023) e pode provocar morte prematura ou incapacidade em decorrência do aumento das DCNTs (doenças crônicas não transmissíveis) (WHO, 2018). No mundo, milhões de pessoas apresentam obesidade (WHO, 2021) e há tendência de crescimento para a próxima década caso se tenha ausência de intervenções significativas que contenham esse aumento (RODRIGUEZ-MARTINEZ *et al.*, 2020).

Embora a obesidade possa ser determinada por múltiplos fatores, dentre eles fisiológicos, sociopolíticos, relacionados ao ambiente, ao comportamento, as variáveis de estilo de vida modificáveis, como a dieta, contribuem para manutenção do peso saudável (HRUBY *et al.*, 2016). Considerando-se as taxas elevadas de morbidade e mortalidade atribuíveis às DCNTs relacionadas à dieta, autoridades em saúde incentivam políticas públicas para promoção de dietas saudáveis (EGNELL *et al.*, 2019).

Além do efeito na saúde, o impacto econômico atribuído à obesidade pode representar, anualmente, cerca de US\$ 2 trilhões, o que corresponde a 2,8% do produto interno bruto global, semelhante ao impacto global do tabagismo, por exemplo (DOBBS *et al.*, 2014). Dentre os custos envolvidos com a doença, há as despesas relacionadas à saúde, redução da qualidade de vida e perda da produtividade (INSTITUTO CORDIAL, 2023). Desta forma, para reduzir a carga nos sistemas de saúde e econômico, a diminuição do consumo de produtos alimentícios ultraprocessados, dentre eles bebidas açucaradas, além da promoção do consumo de frutas e hortaliças tem se tornado prioridade (LIU *et al.*, 2022).

O maior consumo de produtos alimentícios ultraprocessados, bebidas açucaradas e adoçadas artificialmente, carne processada associou-se ao aumento na mortalidade por todas as causas comparado ao baixo consumo, em metanálise e revisão sistemática recentemente publicada (TANERI *et al.*, 2022). Assim, recomendações de órgãos de saúde e as políticas públicas devem encorajar o consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados (BRASIL, 2014; PAHO, 2015; MINISTER OF HEALTH,

2019; WHO, 2020; PNNS - MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ, 2020).

O elevado consumo de açúcares livres é considerado uma preocupação em saúde pública, particularmente na forma de bebidas açucaradas. Bebidas açucaradas são aquelas que contêm qualquer tipo de açúcar, incluindo açúcar mascavo, xarope de milho, dextrose, frutose, glicose, xarope de milho com alto teor de frutose, mel, lactose, xarope de malte, maltose, melaço, açúcar comum e sacarose (OPAS; ACT, 2021). Além do aumento da ingestão de açúcares livres, as bebidas açucaradas aumentam a ingestão energética total em detrimento da ingestão de alimentos com melhor qualidade nutricional e favorece o ganho de peso e desenvolvimento de DCNTs (WHO, 2015). O aumento no consumo de bebidas açucaradas vem sendo associado ao maior risco de desenvolvimento de obesidade, diabetes melitus tipo 2, doenças cardiovasculares e mortalidade (IMAMURA *et al.*, 2015; MALIK; HU, 2022; QIN *et al.*, 2020). Além disso, o maior consumo de bebidas ultraprocessadas é associada ao maior risco de mortalidade por todas as causas comparado ao menor consumo de bebidas ultraprocessadas (VELLINGA *et al.*, 2023).

Embora a redução no consumo de bebidas açucaradas tenha sido observada nos últimos anos no Brasil (FIGUEIREDO *et al.*, 2018), esse ainda representa 20,6% da frequência do consumo alimentar de adultos brasileiros, segundo resultados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF-2017-2018) (IBGE, 2020a). Há uma parcela significativa da população adulta brasileira que consome bebidas açucaradas quase diariamente, o que representa importante fonte de açúcares livres na dieta (FIGUEIREDO *et al.*, 2018). Ao analisar a compra de bebidas conforme o grau de processamento, é possível observar que a compra de bebidas ultraprocessadas aumentou, enquanto de bebidas minimamente processadas reduziu (OLIVEIRA e CANELLA, 2022). Considerando os efeitos prejudiciais à saúde associados ao consumo de bebidas açucaradas e ultraprocessadas já expostos, ações que conscientizem o consumidor de suas escolhas são importantes.

Dentre as recomendações propostas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) na “*Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*” está a implementação de rotulagem nutricional frontal (RNF) de alimentos e bebidas. Espera-se que, com tal implementação, o consumidor realize escolhas alimentares mais conscientes e saudáveis, pois a RNF visa facilitar compreensão dos rótulos de produtos alimentícios e, desta forma, prevenir o desenvolvimento de DCNTs (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004).

Ainda, a presença de RNF em produtos alimentícios pode melhorar a qualidade nutricional das compras dos alimentos (GRUMMON; HALL, 2020) e, assim, associar-se à redução de DCNT por melhorar qualidade da dieta (EGNELL *et al.*, 2019). Espera-se também que a implementação da RNF possa melhorar o perfil nutricional dos produtos alimentícios por incentivar a indústria de alimentos a reformular seus produtos, como já observado em outros países (KANTER *et al.*, 2019; MHURCHU; EYLES; CHOI, 2017; SCARPELLI *et al.*, 2020). A RNF não tem o intuito de explicar todas as informações do produto alimentício no painel frontal dos alimentos, mas sim simplificar as informações, sendo comumente destacado os nutrientes/ingredientes: gordura saturada, açúcar, sódio/sal (TEMPLE, 2020). Autoridades em saúde recomendam que os formuladores de políticas públicas explorem instrumentos regulatórios como a RNF para a promoção de ambientes alimentares que promovam a alimentação saudável (WHO, 2020). Nesse contexto, investigar as melhores opções políticas para cumprir, proteger e respeitar os direitos dos consumidores, assim como garantir o direito a saúde é fundamental (GOMES *et al.*, 2023).

Estudos realizados por meio de mercados experimentais mostraram que a presença da RNF pode desencorajar consumidores a comprarem produtos com altos teores de açúcares, sódio ou gorduras comparados aos produtos com ausência de RNF, assim reduzir a percepção de saudabilidade de produtos com RNF (ACTON *et al.*, 2019; ACTON; KIRKPATRICK; HAMMOND, 2022; HOCK *et al.*, 2021; MANSFIELD *et al.*, 2020). Vários países da América Latina adotaram RNF em modelo de advertência, de forma diretiva, com os dizeres “alto em” como no Chile (MINISTERIO DE SALUD CHILE, 2012), Peru (MINISTERIO DE SALUD PERU, 2017), Colômbia (MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL COLOMBIA, 2021), Venezuela (MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD VENEZUELA, 2022); “excesso” no Uruguai (MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA URUGUAY, 2018), México (SECRETARIA DE GOBERNACIÓN, 2020) e Argentina (PODER EJECUTIVO NACIONAL ARGENTINA, 2022). No Chile, um ano após implementação de pacote de ações, que incluem a RNF, observou-se que a compra de bebidas que apresentavam os dizeres “alto em” foi reduzida em 22,8 mL/per capita/dia, assim como houve aumento na compra de bebidas (nas sub categorias refrigerantes; bebidas de frutas; laticínios; águas – saborizadas, mineral com ou sem gás, adicionados de açúcar ou não;

cafés e chás; suco integral de frutas ou vegetais; bebidas esportivas e energéticas) que não apresentavam nenhum tipo de RNF (TAILLIE *et al.*, 2020).

No Brasil, em 2020, foram aprovadas as legislações que regulamentam a inclusão de RNF com *design* de lupa com os dizeres “alto em” nos produtos alimentícios que ultrapassem os teores dos nutrientes açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio. Essas legislações, Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 429 e Instrução Normativa - IN nº75, entraram em vigor em 9 de outubro de 2022 (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b). Embora alguns estudos tenham se destinado a investigar e comparar o efeito da RNF brasileira sobre entendimento, julgamento e percepções do sistema por consumidores (PRATES *et al.*, 2022; SILVA; MHURCHU; ANASTÁCIO, 2022), até onde é de nosso conhecimento, estudos sobre a simulação do potencial impacto que a implementação da RNF em bebidas açucaradas teria sobre consumo alimentar e seus desdobramentos sobre a prevalência do excesso de peso e obesidade, além dos custos diretos em saúde que poderiam ser economizados, em um horizonte temporal, na população brasileira ainda são desconhecidos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos Gerais**

- Estimar o potencial impacto da RNF no consumo energético e possíveis desdobramentos na prevalência de excesso de peso e de obesidade na população adulta brasileira e custos diretos em saúde pública que poderiam ser economizados no tratamento de adultos com obesidade, em horizonte temporal de cinco anos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Modelar o potencial impacto que a implementação da RNF tem sobre o consumo energético oriundo de bebidas açucaradas por adultos brasileiros consumidores de tais bebidas, em horizonte temporal de cinco anos, sob diferentes cenários;
- Analisar a tendência temporal do consumo de bebidas açucaradas por brasileiros, além de analisar a tendência temporal da prevalência da obesidade e excesso de peso nessa população;
- Simular diferentes cenários em que a redução na compra de bebidas açucaradas, em energia, apresenta potencial para se desdobrar em alteração de peso corporal e conseqüentemente na prevalência de obesidade e excesso de peso corporal de adultos brasileiros consumidores de bebidas açucaradas;
- Prever a potencial economia que a RNF, enquanto política pública, poderia promover para o Brasil atribuída à redução no número de casos de obesidade no país.

### 3 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Doenças crônicas não transmissíveis e a obesidade no mundo e no Brasil

O desenvolvimento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) está entre os principais problemas de saúde pública presentes no mundo e no Brasil. Em 2019, sete das principais causas de morte em todo o mundo foram atribuíveis as DCNTs, que juntas, representaram 74% das mortes (WHO, 2020). Já no Brasil, as DCNTs foram responsáveis por 41,8% das mortes ocorridas de forma prematura, ou seja, em indivíduos na faixa etária entre 30 e 69 anos (BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE, 2023; WHO, 2020b).

O excesso de gordura corporal, típico da obesidade, associa-se ao aumento no risco de mais de 30 DCNTs em diferentes graus (FERRARI *et al.*, 2022). Desta forma, a obesidade é caracterizada não somente como uma DCNT, mas também por ser um fator de risco para o desenvolvimento de várias outras DCNTs (SINGH *et al.*, 2013). Além disso, a obesidade está relacionada a impactos sociais, de saúde e econômicos, tanto a curto quanto a longo prazo (GORTMAKER *et al.*, 2011).

No mundo, a prevalência da obesidade está aumentando em países de baixa, média e alta renda (GORTMAKER *et al.*, 2011). Em 2016, existiam mais de 650 milhões de adultos com obesidade, equivalente a aproximadamente 16% da população adulta (NCD-RISC, 2017). Estima-se que, em 2035, 23% dos homens e 27% das mulheres com 20 anos ou mais apresentem obesidade em todo o mundo, o que corresponde a aproximadamente 1.532 bilhões de adultos (WORLD OBESITY FEDERATION, 2023).

No Brasil, os dados da Pesquisa VIGITEL (Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico) de 2021 revelaram que a prevalência de obesidade entre adultos com 18 anos ou mais foi de 22,4% (IC 95%: 21,1% a 23,6%). Entre os homens, a prevalência de obesidade foi de 22,0% (IC 95%: 20,0% a 24,0%), e entre as mulheres, 22,6% (IC 95%: 21,1% a 24,2%). No mesmo ano, a proporção de indivíduos com excesso de peso foi de 57,2% (IC 95%: 55,7% a 58,8%), com 59,9% (IC 95%: 57,6% a 62,2%) para homens e 55,0% (IC 95%: 53,0% a 57,0%) para mulheres (BRASIL, 2022). A pesquisa VIGITEL é realizada anualmente, com

adultos, por meio de ligação telefônica, em todas as capitais do Brasil e no Distrito Federal (BRASIL, 2022a).

De acordo com as previsões sobre a tendência da obesidade, 41% dos adultos brasileiros deverão estar obesos em 2035 (WORLD OBESITY FEDERATION, 2023). Além disso, projeta-se que até 2030, a obesidade será mais prevalente entre mulheres, pessoas negras, adultos com escolaridade de até sete anos e residentes das capitais nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil (ESTIVALETI *et al.*, 2022).

Frequentemente, os países possuem sistemas de saúde incapazes de atender toda população (WORLD OBESITY FEDERATION, 2022). Tal fato reforça a necessidade da implementação de políticas públicas para prevenção e redução da obesidade, assim como da carga de DCNTs no mundo (ESTIVALETI *et al.*, 2022; WORLD OBESITY FEDERATION, 2022).

### **3.2 Fatores que interferem no desenvolvimento das DCNTs/obesidade**

Fatores como a inatividade física, tabagismo, consumo abusivo de bebidas alcoólicas e o consumo alimentar inadequado estão entre os principais para aumento no risco para o desenvolvimento da carga de DCNTs e pela mortalidade atribuída a elas (BRASIL *et al.*, 2022a; WHO, 2014). Nos tópicos seguintes, serão discutidos fatores relacionados ao padrão e ao ambiente alimentar.

#### *3.2.1 Consumo alimentar*

O consumo alimentar caracterizado pelo excesso de produtos alimentícios ultraprocessados em detrimento de alimentos não processados vêm sendo relacionado ao ganho de peso excessivo, desenvolvimento de obesidade e DCNTs (HALL *et al.*, 2019; MONTEIRO *et al.*, 2010; POPKIN; CORVALAN; GRUMMER-STRAWN, 2020). Os produtos alimentícios ultraprocessados são produzidos a partir de substâncias oriundas de alimentos, que geralmente sofreram modificações químicas e apresentam uso frequente de aditivos cosméticos. Além disso são acessíveis, hiperpalatáveis e ricos em energia

(MONTEIRO *et al.*, 2019). Incluem-se nesta categoria os produtos alimentícios cárneos reconstituídos, pratos congelados, bebidas adoçadas como refrigerantes, entre outros (MONTEIRO *et al.*, 2019b). Os produtos alimentícios ultraprocessados apresentam altos teores de açúcares, gorduras e sódio (LOUZADA *et al.*, 2017) e foram associados ao aumento da ingestão energética, de carboidratos, de gorduras totais e ao menor consumo de alimentos que requerem preparo como feijão, tubérculos, hortaliças e frutas (COSTA *et al.*, 2023). No mundo, há uma expansão substancial nos tipos de produtos alimentícios ultraprocessados, além da quantidade vendida desses (BAKER *et al.*, 2020).

No Brasil, o consumo de alimentos ultraprocessados entre adultos representou 19,5% do total de calorias consumidas, segundo informações da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018 (IBGE, 2020a). Segundo o Guia Alimentar Para População Brasileira, esta categoria de alimentos deveria ser evitada, no entanto, representa quase um quinto das calorias consumidas por adultos brasileiros (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE., 2014b; IBGE, 2020a).

### 3.2.2 *Sistemas alimentares e ambiente alimentar*

A Sindemia Global, provocada pela interação complexa das pandemias de desnutrição, obesidade e mudanças climáticas, compartilham fatores e afetam a maioria das pessoas do mundo (SWINBURN *et al.*, 2019). A obesidade e a desnutrição provocam problemas de saúde em todo o mundo, assim como as alterações climáticas, que também afetam os sistemas naturais nos quais dependemos (SWINBURN *et al.*, 2019). Essas pandemias ocorrem no mesmo tempo e espaço, interagem entre si, podem causar sequelas e dividem fatores sociais em comum (SWINBURN *et al.*, 2019). Assim, a Sindemia Global cria a necessidade de reformulação mundial de diferentes sistemas (IDEC, 2019), incluindo alterações nos sistemas alimentares, dado seu impacto sobre a obesidade (BURGAZ *et al.*, 2023).

As rápidas mudanças ocorridas nos sistemas alimentares, como o aumento na disponibilidade de alimentos ultraprocessados, que apresentam baixo custo, são fatores que favorecem o desenvolvimento do excesso de peso (POPKIN; CORVALAN; GRUMMER-STRAWN, 2020). Além do mais, os sistemas alimentares podem contribuir para desigualdades relacionadas à nutrição, pois grupos socioeconômicos menos

favorecidos têm maiores dificuldades para atenderem as recomendações dietéticas e, com isso, são mais propensos ao desenvolvimento do excesso de peso ou obesidade (LØVHAUG *et al.*, 2022; SWINBURN *et al.*, 2019).

Dentre os componentes dos sistemas alimentares está o ambiente alimentar, que pode ser um mediador entre a produção de alimentos, o abastecimento e as práticas alimentares (MENDES *et al.*, 2023). A abrangência e a disponibilidade de alimentos, assim como o acesso e suas dimensões (físico e econômico, por exemplo), o desejo pelo alimento e a conveniência estão entre os fatores que influenciam o ambiente alimentar (DOWNS *et al.*, 2020). Neste contexto, o ambiente alimentar pode ser analisado sob diferentes dimensões. O ambiente alimentar de comunidade refere-se a análise da localização, quantidade e acesso a estoques de alimentos, entre outros parâmetros. Já o ambiente alimentar do consumidor refere-se a quantidade e qualidade dos alimentos que se encontram nas lojas, assim como a qualidade, o preço, as promoções, entre outros (GLANZ *et al.*, 2005).

Autores mostraram que ambientes alimentares com alta densidade de comércios que vendem principalmente produtos alimentícios ultraprocessados estão associados ao maior consumo de bebidas ultraprocessadas pela população (OR 2,34 IC 95% 1,04, 5,29) (MENEZES *et al.*, 2022). De forma semelhante, os ambientes alimentares com baixa disponibilidade e acesso as frutas e hortaliças associaram-se ao maior consumo de bebidas ultraprocessados pela população (OR 0,49 IC 95% 0,25, 0,96. Estes resultados foram encontrados em estudo epidemiológico desenvolvido com uma população residente em região metropolitana, no Brasil, de contexto urbano e com uma parcela da população economicamente vulnerável (MENEZES *et al.*, 2022).

Os ambientes alimentares obesogênicos podem ser ambientes físicos, econômicos, políticos e socioculturais coletivos, com oportunidades que podem promover a obesidade (SWINBURN *et al.*, 2013) e influenciar o comportamento individual (SWINBURN *et al.*, 2019). A decisão de compra pelo consumidor é influenciada por diferentes fatores, dentre eles fatores descritos como internos e externos (GIDLOF *et al.*, 2017). Fatores internos relacionam-se aos objetivos e interesses do consumidor, como preferências de marcas, preço, inclinações alimentares (GIDLOF *et al.*, 2017). Já os fatores externos são relacionados a saliência visual, posição da embalagem, local de exposição para venda (GIDLOF *et al.*, 2017). Estratégias de

*marketing* também apresentam influencia na decisão de compra do consumidor, instigando o consumidor a determinado padrão (ELSEY; HARRIS, 2017).

Assim, a adoção de políticas públicas que incentivem a promoção de padrões alimentares saudáveis, com mudanças no ambiente alimentar de comunidade e na dimensão do consumidor mostram-se importantes (MENEZES *et al.*, 2022). A rotulagem nutricional de alimentos está entre as políticas públicas do sistema alimentar para promoção de práticas alimentares saudáveis que mostra potencial de dupla função (é informativa para o consumidor, assim como incentiva a reformulação voluntária dos produtos alimentícios pela indústria) (BURGAZ *et al.*, 2023). Entretanto, é provável que a reformulação possa ocorrer por meio da adição de aditivos, como foi observado no Chile com o aumento no uso de edulcorantes (RICARDO *et al.*, 2021), o que leva a legitimação do consumo de alimentos ultraprocessados (SCRINIS E MONTEIRO, 2017).

### **3.3 Política Nacional de Alimentação e Nutrição**

A alimentação é um direito reconhecido institucionalmente no Brasil, é um determinante de saúde e deve ser garantido a população por meio de políticas públicas (BRASIL, 1990). Assim, em 1999, foi aprovada no Brasil a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), que tem o intuito de respeitar, promover, proteger além de prover os direitos humanos relacionados a à alimentação e saúde (BRASIL *et al.*, 2013). As ações desenvolvidas nestas duas décadas de PNAN foram conforme cenário epidemiológico brasileiro, com enfoque na fome, desnutrição e carências de micronutrientes na sua primeira década. Entretanto, após 2006, a ênfase das ações foi direcionada à prevenção e cuidados com indivíduos com obesidade e DCNTs, assim como a Promoção da Alimentação Adequada e Saudável (BORTOLINI *et al.*, 2021).

Para a Promoção da Alimentação Adequada e Saudável, são articuladas diferentes estratégias que incentivem aos indivíduos, assim como as coletividades, a realizarem práticas alimentares conforme diferentes aspectos (biológicos, socioculturais, sustentáveis ao meio ambiente). Neste contexto, a regulação de alimentos está entre tais estratégias, representada por meio de várias ações, dentre elas a rotulagem de alimentos e a melhoria do perfil nutricional de alimentos (BRASIL *et al.*, 2013). Especialmente a rotulagem de alimentos, que representa um instrumento para o aperfeiçoamento e do

direito a informação pelo consumidor, à proteção do consumidor, aos direitos humanos a saúde e alimentação adequada, entre outros direitos (GOMES *et al.*, 2023). Para o consumidor, ter acesso à informação melhora a capacidade para analisar e decidir sobre a sua escolha alimentar, por isso a rotulagem de alimentos deve ser precisa e eficiente para que possa promover escolhas alimentares saudáveis (BRASIL *et al.*, 2013).

Dentre as políticas de rotulagem de alimentos, destaca-se a implementação da rotulagem nutricional frontal (RNF), que pode ser uma importante política pública para melhorar as escolhas alimentares do consumidor, conforme sistemas e critérios adotados na regulamentação (GOMES *et al.*, 2023). Diretrizes brasileiras incentivam que as escolhas alimentares sejam por alimentos *in natura* e alimentos minimamente processados, alimentos e preparações culinárias que estejam em conformidade com a sociobiodiversidade presente no país. As diretrizes brasileiras também recomendam que produtos alimentícios ultraprocessados sejam evitados (BRASIL, 2014b), fato esse que mostra a importância das políticas públicas que regulamentam a rotulagem de alimentos de forma efetiva nestes produtos (GOMES *et al.*, 2023).

### **3.4 Bebidas açucaradas**

#### *3.4.1 Definições de bebidas açucaradas e recomendação de consumo de açúcares livres*

A Organização Pan Americana de Saúde (OPAS) define as bebidas açucaradas como aquelas em que se acrescenta qualquer tipo de açúcar, como açúcar mascavo, xarope de milho, dextrose, frutose, glicose, xarope de milho rico em frutose (XMRF), mel, lactose, xarope de malte, maltose, melaço, açúcar e sacarose (OPAS; ACT, 2021). Consideram-se bebidas adoçadas aquelas que contêm adição de açúcar ou adição de adoçantes com teores baixos ou nenhum de caloria (edulcorantes), como refrigerantes, refrescos, néctares, chás prontos para consumo, bebidas energéticas, bebidas esportivas, bebidas lácteas (OPAS; ACT, 2021). Geralmente, a definição mais aceita em pesquisas é considerar qualquer bebida como açucarada se esta contiver adoçantes calóricos (como XMRF, sacarose, concentrado de sucos de frutas, entre outros), que são adicionados por fabricantes, indivíduos ou estabelecimento de preparo (MALIK; HU, 2022).

A OMS recomenda que a ingestão diária de açúcares livres (açúcares adicionados acrescidos de açúcares naturalmente presentes em sucos de frutas ou mel/xaropes) não exceda 10% do total do valor energético do indivíduo, sendo que se a redução for inferior a 5% haverá maiores benefícios para a saúde (WHO, 2015). Uma lata de refrigerante com 355mL contém entre 30-37g de açúcar, correspondendo cerca de 130kcal (MALIK; HU, 2022). Assim, se o indivíduo necessita de 2000kcal, essa única lata de refrigerante corresponderia a 6,5% da recomendação diária proposta pela OMS de açúcares livres.

#### 3.4.2 Consumo de bebidas açucaradas em adultos no mundo e no Brasil

Em pesquisa que analisou o consumo de bebidas açucaradas por adultos, com idade superior a 20 anos, de 185 países entre os anos 1990 - 2018 mostrou aumento de 16% no consumo de bebidas açucaradas, sendo que homens realizam maior consumo de tais bebidas comparadas às mulheres (LARA-CASTOR *et al.*, 2023). Também mostrou maior consumo de bebidas açucaradas naqueles indivíduos mais jovens comparados aos mais velhos, com menor escolaridade comparados aqueles com maior escolaridade, e que vivem em ambientes urbanos quando comparados aos que vivem em ambiente rural (LARA-CASTOR *et al.*, 2023). Entre os 25 países mais populosos do mundo, verificou-se maior ingestão de bebidas açucaradas no México (8,9 porções/semana) seguido de Etiópia (7,1 porções/semana), Estados Unidos (4,9 porções/semana), Nigéria (4,9 porções/semana). Já os menores consumos de bebidas açucaradas foram encontrados na Índia, China e Bangladesh (0,2 porção/semana). A porção se refere a qualquer bebida com açúcar adicionado e que apresente valor energético maior ou igual a 50 kcal (LARA-CASTOR *et al.*, 2023). Os dados analisados são oriundos de países de baixa e média renda. Em 2010, aumentos mais acentuados no consumo de bebidas açucaradas foram observados nos países da América do Sul e Central, além de alguns países do sul e norte da África (SINGH *et al.*, 2015).

Segundo os últimos dados da POF, no Brasil, o consumo alimentar médio per capita de refrigerante por adultos (20-59 anos) foi 69,8g/dia e de refrescos/sucos industrializados foi de 17,2g/dia (IBGE, 2020a). Anualmente, brasileiros consomem 61L de bebidas açucaradas, sendo que refrigerantes representam 65% deste total (ALCARAZ *et al.*, 2020). Embora alguns autores demonstrem tendência de redução no consumo

regular e diário de bebidas açucaradas (refrigerantes e bebidas à base de frutas industrializadas) por adultos no Brasil entre os anos de 2007 a 2016 (FIGUEIREDO *et al.*, 2018), um estudo recente com dados das três últimas edições da POF (2002-2003; 2008-2009 e 2017-2018) revelou estabilidade no consumo de bebidas ultraprocessadas (refrigerantes e bebidas à base de fruta industrializadas com ou sem adição de açúcares) de maneira geral (OLIVEIRA e CANELLA, 2022).

A avaliação da tendência temporal de consumo de refrigerantes açucarados de 21 países da Europa, entre 2002 e 2018 realizada com adolescentes mostrou redução da frequência de consumo diário de refrigerantes (CHATELAN *et al.*, 2022) A implementação de programas de educação nutricional nas escolas, assim como o acesso reduzido a bebidas açucaradas, implementação de RNF e tributação de bebidas açucaradas estão entre as hipóteses para a redução no consumo de bebidas açucaradas na Europa (CHATELAN *et al.*, 2022).

### *3.4.3 Efeitos na saúde atribuídos ao consumo de bebidas açucaradas e estratégias para redução no seu consumo*

O consumo de bebidas açucaradas está associado ao desenvolvimento de sobrepeso / obesidade e outros efeitos deletérios a saúde como cáries dentária, desenvolvimento de DCNTs e maior risco de morte (ALCARAZ *et al.*, 2020; MALIK *et al.*, 2013; MALIK; HU, 2022; POPKIN; HAWKES, 2016). Os principais açúcares adicionados utilizados na dieta ocidental são sacarose e XMRF – xarope de milho rico em frutose (SUNDBORN *et al.*, 2019), que estão presentes nas bebidas açucaradas (MALIK; HU, 2022). Como a ingestão isolada de frutose é rara, considera-se a principal fonte de frutose oriunda da dieta, especialmente em bebidas açucaradas (MALIK; HU, 2015). Os XMRF mais comuns são aqueles com 42% e 55% de frutose, sendo que o XMRF com 55% de frutose frequentemente é utilizado para adoçar refrigerantes carbonatados nos EUA devido a baixos custos (MALIK; HU, 2015). No Brasil, o XMRF raramente é utilizado, sendo mais comum o uso de açúcar de cana, que contém sacarose, dissacarídeo formado por um monômero de glicose e um de frutose (SIQUEIRA *et al.*, 2018).

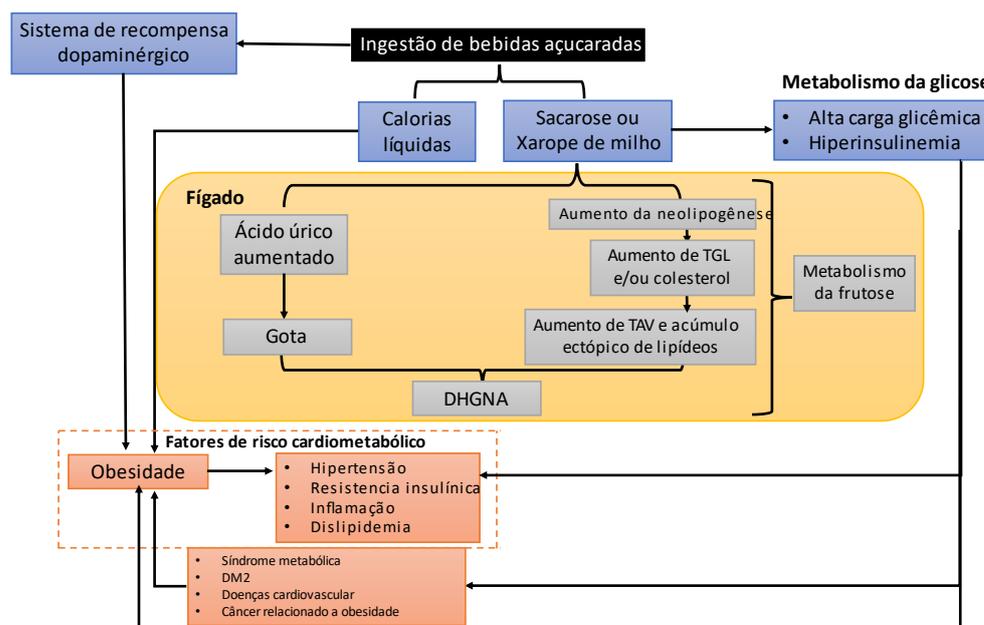
Os efeitos potenciais da frutose e glicose ou efeitos metabólicos únicos da frutose estão entre as justificativas na relação entre consumo de bebidas açucaradas e doenças cardiometabólicas (MALIK; HU, 2015). As bebidas açucaradas frequentemente costumam ser ingeridas rapidamente, o que favorece a rápida absorção de glicose e frutose (SUNDBORN *et al.*, 2019). Além disso, a glicose apresenta capacidade de acelerar a absorção da frutose, aumentando ainda mais a velocidade de absorção de ambos (SUNDBORN *et al.*, 2019). Dentro da célula, a frutose é metabolizada pela frutoquinase C, fosforilando frutose rapidamente. Há ativação da via de degradação de nucleotídeos não calórica, com conversão de AMP (adenosina monofosfato) em IMP (inosina monofosfato) pela AMP desaminase, produzindo ácido úrico e reduzindo níveis de fosfato intracelular (MALIK; HU, 2015; SUNDBORN *et al.*, 2019). Assim, a degradação de nucleotídeos pode ser responsável pelos efeitos metabólicos da frutose, dentre eles aumento do ácido úrico, resistência à leptina, lipogênese *de novo*, com acúmulo de adiposidade visceral, gordura ectópica, aumentando o risco de diabetes e doenças cardiovasculares (MALIK; HU, 2015; SUNDBORN *et al.*, 2019).

Quanto maior a quantidade de frutose na célula e mais rápida a sua absorção, maiores são os efeitos da frutose no indivíduo, como risco de desenvolvimento da obesidade e síndrome metabólica (SUNDBORN *et al.*, 2019). Foi possível observar aumentos lineares nos triglicerídeos pós-prandiais por participantes de estudo de intervenção duplo mascarado conduzido por duas semanas que avaliou o consumo de bebidas adoçadas com XMRF (10 a 25% da necessidade energética total diária) (STANHOPE *et al.*, 2015). Por meio desses achados, há possível relação entre a dose-resposta e o consumo de frutose com aumento nos triglicerídeos (STANHOPE *et al.*, 2015).

Outra hipótese para que bebidas açucaradas promovam maior ganho de peso vem do aumento de calorias adicionais à dieta sem promoção de saciação/saciedade. A hiperinsulinemia provocada por absorção rápida da glicose também é possível justificativa, assim como a ativação do sistema de recompensa dopaminérgico provocado pela ingestão das bebidas açucaradas (MALIK; HU, 2022). Além do mais, o consumo energético na forma de bebidas líquidas pode não promover saciedade e ser incapaz de suprimir a ingestão energética da próxima refeição, favorecendo desequilíbrio energético

(MALIK; HU, 2022). A Figura 1 resume os mecanismos fisiológicos que podem ser provocados pela ingestão de bebidas açucaradas.

**Figura 1 - Mecanismos biológicos envolvidos na ingestão de bebidas açucaradas e desenvolvimento de obesidade e doenças crônicas relacionadas**



**DM2: Diabetes Mellitus tipo 2; TAV: Tecido Adiposo Visceral; DHGNA – Doença hepática gordurosa não alcoólica; TGL: Triglicerídeos. Fonte: Adaptado de MALIK; HU (2022).**

O consumo das bebidas açucaradas representou, na população brasileira, 2,8% das calorias totais consumidas por adultos (IBGE, 2020a). Além disso, há outras fontes de açúcares livres além dessas bebidas descritas, como doces, sobremesas industrializadas, biscoitos doces, entre outros (IBGE, 2020a). Neste contexto, a redução do consumo das bebidas açucaradas representa importante ação para melhora da qualidade da dieta e saúde cardiometabólica da população (MALIK; HU, 2022). Há diferentes estratégias políticas/regulatórias que podem ser adotadas no intuito de limitar ingestão de bebidas açucaradas em indivíduos e população (MALIK; HU, 2022; MUTH *et al.*, 2019; POPKIN; HAWKES, 2016).

### 3.5 Impacto econômico atribuído ao consumo de bebidas açucaradas e índice de massa corporal elevado

Em 2017, foram atribuídos a fatores de risco dietéticos 11 milhões de mortes (IC 95% 10, 12 milhões) e 255 milhões de DALYs (anos de vida ajustados por incapacidade) (IC 95% 234, 274 milhões) no mundo (AFSHIN *et al.*, 2019). Dentre os fatores dietéticos, destacou-se o alto consumo de sódio (provocou 3 milhões de mortes [1,5] e 70 milhões [34–118] DALYs) baixo consumo de grãos integrais (provocou 3 milhões de mortes [2,4] e 82 milhões [59–109] DALYs) e baixa ingestão de frutas (provocou 2 milhões de mortes [1,4] e 65 milhões [41–92] DALYs) (AFSHIN *et al.*, 2019). Naquele ano, o consumo mundial de bebidas açucaradas foi cerca de 49 g/dia (AFSHIN *et al.*, 2019) e representou o 12º e 11º lugar na classificação da mortalidade e DALYs atribuídos aos fatores de risco relacionados à dieta, respectivamente, em 2017, no mundo (ASHKAN *et al.*, 2019). Observou-se maior consumo de bebidas açucaradas entre adultos jovens, com tendência decrescente conforme idade (AFSHIN *et al.*, 2019). Ocorreram mais mortes por inadequação na dieta do que outros fatores de risco, como tabagismo, por exemplo (GBD 2013 RISK FACTORS COLLABORATORS, 2015).

Com relação ao IMC elevado, mais que dobrou o número de mortes e DALYs no período entre 1990 à 2017 (DAI *et al.*, 2020). Os resultados do estudo no qual 195 países foram avaliados com método GBD (*Global Burden of Disease*) mostraram que, em 2017, o IMC elevado provocou 2,4 milhões de mortes (IC 95% 1,6, 3,4 milhões) e 70,7 milhões de DALYs (IC 95% 49,1, 94,9 milhões) em mulheres. Em homens, foram 2,3 milhões de óbitos (IC 95% 1,4, 3,4 milhões) e 77,0 milhões de DALYs (IC 95% 49,7, 108,2 milhões) (DAI *et al.*, 2020). A principal causa de DALY relacionada ao IMC elevado foi a doença cardiovascular, seguido de diabetes, doenças renais e neoplasias (juntos, estes representaram 89,3% de todos os DALYs atribuíveis ao IMC elevado), com resultados semelhantes para mortalidade (DAI *et al.*, 2020). No mundo, DCNTs representam 73% das mortes (ROTH *et al.*, 2018) e 62% dos DALYs (KYU *et al.*, 2018), o que provoca grande impacto econômico e nos sistemas públicos de saúde (MUKA *et al.*, 2015).

No Brasil, o IMC elevado foi responsável por 12,3% (IC 95% 8,8, 16,1%) e 8,4% (IC 95% 6,3, 10,7%) das mortes e do total de DALYs para DCNT, respectivamente, em 2017 (FELISBINO-MENDES *et al.*, 2020). As DCNTs foram responsáveis por seis das dez principais causas de DALY no Brasil, para ambos os sexos e de todas as idades (WHO, 2020a). Todos os estados brasileiros aumentaram a prevalência de obesidade entre os anos de 1990 e 2017, o que representa importante fator na carga de diabetes,

doenças cardiovasculares e todas as causas de mortalidade (FELISBINO-MENDES *et al.*, 2020).

O aumento na prevalência da obesidade no mundo provocou efeitos na saúde e seus custos diretos nos sistemas de saúde dos países. Em 2011, estimou-se que de 0,7% a 2,8% dos custos totais em saúde de um país seja atribuído a obesidade. Custos médicos com indivíduo com obesidade são cerca de 30% superiores que custos de um indivíduo que apresenta peso normal (WITHROW; ALTER, 2011). Custos diretos atribuíveis às DCNTs relacionadas ao IMC elevado no sistema público de saúde do Brasil, em 2019, foram aproximadamente US\$ 654 milhões (IC 95% US\$ 418,4, US\$ 893,2) (FERRARI *et al.*, 2022). Assim, políticas públicas que objetivem promoção de peso corporal saudável podem apresentar benefícios econômicos para o país (FERRARI *et al.*, 2022).

### **3.6 Rotulagem de alimentos e rotulagem nutricional frontal**

A rotulagem nutricional em embalagens de alimentos foi iniciada de forma voluntária pela indústria de alimentos desde início do século XX. Os rótulos nutricionais contêm informações referentes ao teor de nutrientes para que possam auxiliar o consumidor em suas escolhas (FETEIRA-SANTOS *et al.*, 2020). Usualmente, produtos alimentícios embalados apresentam tabelas com as informações nutricionais em formato padronizado, localizado na parte posterior ou lateral dos produtos, contendo informações de nutrientes/energética por porção, assim como valor proporcional da recomendação da ingestão de determinados nutrientes (OLLBERDING; WOLF; CONTENTO, 2010).

Comumente, consumidores apresentam dúvidas na identificação da qualidade nutricional de produtos embalados, tanto pela complexidade de tabelas nutricionais quanto pela presença de diferentes alegações de saúde (CHANTAL *et al.*, 2021). Evidências já mostraram que o consumidor apresenta dificuldade na interpretação de tabelas de informações nutricionais, o que prejudica identificação do quão saudável ou não são determinados alimentos (TEMPLE, 2020; VAN DER HORST *et al.*, 2019). Neste contexto, os sistemas de RNF devem ser planejados de forma eficiente, baseando-se em perfis de nutrientes que mostram a distinção entre produtos com quantidades excessivas dos nutrientes em interesse de saúde pública (DESCHASAUX *et al.*, 2018; EGNELL *et al.*, 2021).

O alto consumo de alimentos densos em nutrientes como açúcar, gorduras saturadas/*trans* e sódio caracterizam dietas não saudáveis, que provocam riscos globais na saúde (WHO, 2020). A elevada ingestão de produtos alimentícios densos nesses nutrientes são de interesse em saúde pública por estarem associados ao maior risco de desenvolvimento de obesidade e DCNTs (PAHO, 2019; PŪRAS, 2020). Os alimentos ultraprocessados frequentemente apresentam altos teores desses nutrientes críticos, assim como vêm sendo relacionado com o desenvolvimento das DCNTs em estudos de metanálise e revisões sistemáticas (DELPINO *et al.*, 2022; MONTEIRO *et al.*, 2019; TANERI *et al.*, 2022; WANG, MEI *et al.*, 2022). Ademais, doenças relacionadas à dieta representam um dos principais contribuintes para morbidade e mortalidade no mundo e está entre os fatores de risco que são modificáveis (MURRAY *et al.*, 2020). Atualmente, grande proporção dos alimentos consumidos pela população em geral, em muitos países, são densos nos nutrientes citados (MONTEIRO *et al.*, 2017).

Em 2004, a OMS recomendou pela primeira vez a implementação de RNF no intuito de melhorar a dieta por meio dessa política pública (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004). Além da OMS, o uso de RNF em produtos alimentícios é indicado pela OPAS, no intuito de facilitar a escolha do consumidor por alimentos saudáveis (PAHO, 2019; WHO, 2020). No Brasil, a RDC nº 429 de 2020 define a RNF como “declaração padronizada simplificada do alto conteúdo de nutrientes específicos no painel principal do rótulo do alimento” (BRASIL, 2020b).

Um sistema de RNF é constituído por seu *design* da RNF, além dos dizeres, tamanho e localização em um rótulo, perfil nutricional, dentre outros itens descritos em uma dada legislação que regulamenta a implementação da RNF de um país (COTTER *et al.*, 2020; WHO, 2020). Assim, existem diferentes sistemas de RNF, que variam conforme apresentação (cores, formatos), tipo de mensagem nutricional de interesse em saúde pública (como indireto, direto ou ambos) ou com abordagem em nutrientes (comumente sódio, gorduras saturadas e trans, açúcares totais) (KANTER; VANDERLEE; VANDEVIJVERE, 2018).

A RNF também pode indicar presença de edulcorantes e cafeína, assim como destacar se o produto alimentício apresenta alto conteúdo energético, como é o caso da legislação mexicana e argentina (PODER EJECUTIVO NACIONAL ARGENTINA, 2022; SECRETARÍA DE ECONOMÍA; GOBIERNO DE MÉXICO, 2020). Alguns

modelos de RNF são simplesmente informativos, como o GDA – *Guideline Daily Amounts* - reproduzindo informação contida no verso da embalagem sem interpretação adicional (WHO, 2020). Outros modelos de RNF podem trazer esquemas interpretativos, informando sobre nutrientes ou resumindo a qualidade nutricional do alimento (WHO, 2020).

Atualmente, diversos tipos de RNF já foram desenvolvidos, planejados para se destacarem nas embalagens de alimentos, fornecerem informações nutricionais simplificadas e complementarem lista de ingredientes / informações nutricionais do produto (WARTELLA; LICHTENSTEIN; BOON, 2010). Vários países já implementaram RNF de forma mandatária ou voluntária, conforme está representado Figura 2 (GLOBAL FOOD RESEARCH PROGRAM, 2023).

**Figura 2 – Países que implementaram a rotulagem nutricional frontal de forma voluntária e mandatária, no mundo, até fevereiro de 2023.**



Fonte: Adaptado de Global Food Research Program at UNC-Chapel Hil (2023, p.1).

### 3.6.1 Rotulagem nutricional frontal de advertência e perfil nutricional

A RNF de advertência identifica produtos alimentícios que contêm quantidades excessivas de nutrientes prejudiciais por meio de selos que transmitem ideia de alerta,

como símbolos de octógono (PAHO, 2020), além de triângulos e círculos. O octógono preto é atualmente o símbolo de advertência mais utilizado na América Latina, de forma obrigatória, nos países Chile, México, Uruguai, Peru (KHANDPUR; MAIS; MARTINS, 2022; MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA URUGUAY, 2018; UNC, 2021) e mais recentemente, Argentina, Colômbia e Venezuela (MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL COLOMBIA, 2021; MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD VENEZUELA, 2022; PODER EJECUTIVO NACIONAL ARGENTINA, 2022).

RNF de advertência também apresenta declaração com texto simples destacando um determinado nutriente de interesse que contém no produto alimentício em quantidade excessiva (TEMPLE, 2020). Argentina, México e Uruguai apresentam texto “excesso de”, enquanto Chile e Peru utilizam “alto em”, como modelo proposto no Canadá (UNC, 2021). A utilização do termo “excesso” melhorou a eficácia dos sistemas de RNF comparado ao termo “alto em” segundo alguns autores (CROSBIE *et al.*, 2023).

O Chile foi pioneiro ao incluir política nacional de forma obrigatória de RNF, em 2016, para gorduras, sódio, açúcar ou energia (CORVALÁN *et al.*, 2018). Em 2012, o país aprovou a Lei 20.606 sobre rotulagem de alimentos e publicidade no intuito de reduzir consumo de alimentos não saudáveis entre chilenos e, após discussões, o decreto final foi publicado em 2015, com implementação da primeira fase em junho de 2016 (CORVALÁN *et al.*, 2013; MINISTERIO DE SALUD CHILE, 2012). As fases dois e três da implementação da RNF ocorreram em junho de 2018 e junho de 2019, respectivamente (CORVALÁN *et al.*, 2018). O *design* implementado no sistema de rotulagem chileno foi octógono com os dizeres “alto em” (MINISTERIO DE SALUD CHILE *et al.*, 2019), conforme consta na Figura 3.

**Figura 3 – Exemplo de rotulagem nutricional frontal modelo de advertência formato octógono.**



**Fonte:** Adaptado de Ministerio de Salud, Gobierno de Chile, Manual de etiquetado nutricional de alimentos (2019, p.15).

Em 2016, a OPAS recomendou um modelo de perfil nutricional para produtos alimentícios e estabeleceu como critério: teor excessivo de sódio quando a quantidade for maior ou igual a 1 mg/1 kcal, açúcares livres em quantidade maior ou igual a 10% do valor energético total (VET), gorduras saturadas em quantidade igual ou superior a 10% do VET (OPAS, 2016). Além desses nutrientes, a OPAS recomenda inserir RNF para alimentos com quantidades excessivas de gorduras totais (quantidade igual ou superior a 30% VET) e *trans* (quantidade igual ou superior a 1% VET), além da presença de edulcorantes em qualquer quantidade (OPAS, 2016). A Figura 4 mostra um produto alimentício com RNF conforme os padrões recomendados pela OPAS.

**Figura 4 – Produto alimentício com rotulagem nutricional frontal conforme critérios propostos pela Organização Pan Americana de Saúde e descrito por Crosbie *et al.* (2023).**



**Fonte: Adaptado de Crosbie *et al.*, (2023, p.3). Exemplo das características gráficas: advertências em texto, formato octogonal, fundo preto com fontes maiúsculas de cor e bordas brancas, colocadas dentro de uma caixa branca (contrastante), com tamanho de ocupação de pelo menos 30% da superfície do painel principal de exibição do rótulo, localizado na margem superior do painel principal de exibição do rótulo.**

Nosso grupo de pesquisa recentemente comparou o perfil nutricional adotado nos sistemas de RNF implementados no Brasil e México, simulando a aplicação da RNF em 3.335 produtos alimentícios coletados em 2021 em um supermercado brasileiro (TOMÁZ *et al.*, 2022). Observou-se que 56,7% (IC 95% 54,9, 58,5%) dos produtos apresentavam algum nutriente crítico em excesso segundo legislação brasileira, enquanto que 96,8% (IC 95% 96,1 97,4%) dos mesmos produtos apresentavam algum nutriente crítico em

excesso ou aditivo (caféina e/ou edulcorantes) segundo legislação mexicana (TOMAZ *et al.*, 2022).

Estudo conduzido no México, com avaliação de 38.872 produtos alimentícios coletados entre 2016-2017 e aplicação de perfis nutricionais dos sistemas de rotulagem mexicano e brasileiro, revelou que o perfil nutricional brasileiro foi um dos perfis com mais alimentos sendo classificados como saudáveis (47,1%) e com a menor concordância com o modelo recomendado pela OPAS (2016) (69,3%) (CONTRERAS-MANZANO *et al.*, 2022). Conforme sistema de RNF adotado no México, o percentual de alimentos classificados como saudáveis, segundo o perfil nutricional, foi de apenas 19,4% e a concordância com modelo recomendado pela OPAS (2016) foi superior a 91,9%, mostrando forte correlação (CONTRERAS-MANZANO *et al.*, 2022).

Ainda comparando diferentes sistemas de rotulagem por meio de aplicativo para *smartphone*, dois estudos experimentais randomizados controlados (estudo piloto: n=230 participantes, corredor de produtos lácteos; estudo original: n=1.881 escaneamentos de qualquer produto em situação real de compra) de avaliação dos sistemas de RNF mexicano e brasileiro (açúcares, gordura saturada e sódio) foram recentemente conduzidos por nosso grupo de pesquisa (SILVA, 2022; SILVA; MHURCHU; ANASTÁCIO, 2022). Os resultados dos estudos mostraram, considerando todos os escaneamentos realizados, a superioridade do sistema de RNF mexicano na identificação de produtos com alto teor de nutrientes críticos e a redução da percepção de saudabilidade e intenções de compra (SILVA, 2022; SILVA; MHURCHU; ANASTÁCIO, 2022). Quando apenas produtos escaneados que receberiam RNF foram considerados nas análises, o sistema de RNF brasileiro teve resultados similares ao sistema de RNF mexicano, o que indicou, neste trabalho, que o principal entrave para efetividade do sistema de RNF brasileiro possa ser o perfil nutricional (SILVA, 2022; SILVA; MHURCHU; ANASTÁCIO, 2022).

### **3.7 Rotulagem nutricional frontal no Brasil – breve histórico e escopo de evidências sobre a lupa**

Ao longo dos últimos anos, várias discussões foram realizadas até que a legislação de rotulagem nutricional de alimentos fosse atualizada e a RNF implementada no Brasil.

Em 2014, por meio da Portaria 949/2014, instituiu-se o Grupo de Trabalho (GT) Rotulagem Nutricional no Brasil, que iniciou a identificação do problema regulatório sobre rotulagem de alimentos. Em meados de 2017, o GT apresentou relatório com propostas para auxiliar resolver problemas que dificultavam a efetividade da rotulagem nutricional, incluindo diferentes propostas de modelos de RNF. Em 2018, foi realizada Tomada Pública de Subsídios nº1/2018 (ANVISA, 2018) e, em 2019, as Consultas Públicas 707 e 708, que receberam mais de 20 mil participantes e mais de 80 mil contribuições, sinalizavam a escolha de modelo de RNF em formato de lupa preta, baseado em modelo canadense, e dois perfis nutricionais (ANVISA, 2020).

Em 2020, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) publicou Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº429 (que dispõe sobre a rotulagem nutricional de alimentos embalados) (BRASIL, 2020b) e Instrução Normativa nº75 (que estabelece requisitos técnicos para declaração de rotulagem nutricional de alimentos embalados) (BRASIL, 2020c). O sistema de RNF escolhido foi em formato de lupa preta com *design* próprio, diferente do modelo canadense, com os dizeres “alto em” no painel frontal do produto alimentício quando existir excesso de açúcares adicionados, gordura saturada e/ou sódio (Figura 5) (BRASIL, 2020b, BRASIL, 2020c). Alguns poucos estudos se destinaram a investigar o desempenho da RNF em diferentes formatos de lupa (baseada no modelo canadense e baseadas nos modelos sugeridos pela ANVISA – descrito nas Consulta Pública nº708/2019 e na Instrução Normativa nº75/2020) (ANVISA, 2020; BRASIL, 2020a), estes estão apresentados na Tabela 1. Entretanto, nem todos os estudos utilizaram o mesmo *design* de lupa, além do percentual de aplicação nos rótulos tal qual ficou estabelecido nas legislações.

O início da vigência da RDC nº429 e Instrução Normativa nº75 ocorreu em 9 de outubro de 2022 (BRASIL, 2020b; BRASIL, 2020c), com prazo de implementação variável segundo a categoria de alimentos, que finalizará em 2025. Essas legislações trouxeram muitas mudanças à rotulagem nutricional de alimentos no Brasil e a maior delas é relativa à implementação da RNF. No Brasil, recebem/receberão RNF produtos alimentícios sólidos/semi sólidos que apresentarem açúcares adicionados em quantidade igual ou superior a 15g/100g do alimento e/ou gordura saturada em quantidade igual ou superior a 6g/100g alimento e/ou sódio em quantidade igual ou superior de 600mg/100g alimento (BRASIL, 2020b). Com relação aos produtos alimentícios líquidos, recebem

RNF aqueles que apresentarem açúcares adicionados em quantidade igual ou superior a 7,5g/100mL e/ou gordura saturada em quantidade igual ou superior a 3g/100mL e/ou sódio em quantidade igual ou superior a 300mg/100mL de alimento (BRASIL, 2020b).

**Figura 5 – Exemplos de alguns *designs* possíveis para a rotulagem nutricional frontal em *design* lupa adotado no Brasil, modelos com altos teores de um, dois ou três nutrientes.**

**a) Modelos com alto teor de um nutriente**



**b) Modelos com alto teor de dois nutrientes**

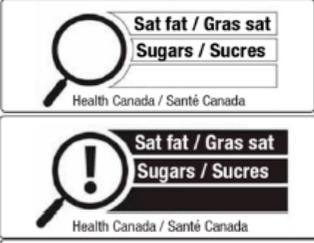


**c) Modelos com alto teor de três nutrientes**



Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Vigilância Sanitária, disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/perguntas-e-respostas-rotulagem-nutricional>

**Tabela 1 – Estudos experimentais controlados randomizados que avaliaram o desempenho da lupa como *design* de rotulagem nutricional frontal.**

Autores	n	Faixa etária	Local do estudo	Condições avaliadas	Design de lupa testado(s)	Resultados
GOODMAN <i>et al.</i> , (2018)	11.617	18 a 64 anos	Canadá, Estados Unidos, Reino Unido e Austrália	Condições RNF: círculo vermelho, octógono vermelho, lupa <sup>1</sup> , lupa junto com ponto de exclamação, triângulo com ponto de exclamação. Desempenho da informação de elevados níveis de nutrientes de interesse de saúde pública em produtos alimentícios.		Todos os modelos de RNF apresentaram melhor desempenho comparados à condição controle. A lupa foi símbolo com maior eficácia dentre modelos RNF.
MANSFIELD <i>et al.</i> , (2020)	625	Acima de 16 anos	Canadá	Condições de RNF: lupa <sup>1</sup> , ponto de exclamação, “alto em” cor preto, “alto em” cor vermelho e controle sem RNF. Eficácia da RNF como instrumento rápido e fácil para escolhas alimentares.		RNF auxiliou consumidores identificarem alimentos ricos em nutrientes preocupantes em ↓ tempo, sem diferenças entre modelos de RNF utilizados, comparado ao controle.
DELIZA <i>et al.</i> , (2020)	62 e 1.932	Acima de 18 anos	Brasil	Condições de RNF: octógono preto, círculo vermelho, triângulo preto, lupa <sup>2</sup> preta e vermelha, controle modelo <i>Guideline Daily Amounts</i> . Percepção de saudabilidade e identificação de nutrientes em excesso.		Avaliação da capacidade de identificar produto mais saudável: RNF interfere de forma significativa, sendo que lupa vermelha tendeu a ter > proporção de acertos e advertências > proporção de acertos (círculo vermelho, triângulo e octógono preto). RNF auxiliou na identificação de nutrientes em excesso (advertências apresentaram n° de respostas corretas > controle).
BANDEIRA <i>et al.</i> , (2021)	2.400	Acima 18 anos	Brasil	Condições de RNF: octógono, triângulo, círculo, lupa <sup>2</sup> , semáforo, controle sem RNF. Entendimento da composição do alimento, percepção de saudabilidade, intenção de compra.		Entendimento do conteúdo nutricional: lupa > controle. RNF ↓ percepção da saudabilidade: percepção de saudabilidade em três dos nove alimentos apresentados. Todos os modelos ↓ intenção de compra do consumidor comparado ao controle. Lupa desempenhou resultados com < consistência que advertências.

KHANDPUR; MAIS; MARTINS, (2022)	1.384	18 a 55 anos	Brasil	Condições de RNF: lupa <sup>2</sup> ou triângulo. Eficácia nos parâmetros entendimento, percepção e intenção de compra dos consumidores.		Capacidade em identificar nutrientes em excesso: semelhante entre os grupos. Capacidade de identificar alimentos mais saudáveis: triângulo > lupa. Intenção de compra: grupo triângulo foi mais propenso a comprar alimento/bebida quando comparado ao grupo lupa.
SILVA; MHURCHU; ANASTÁCIO, (2022)	230	Acima 18 anos	Brasil	RNF por meio de aplicativo para <i>smartphone</i> . Condições de RNF: sistemas adotados na legislação brasileira <sup>3</sup> e mexicana. Parâmetros: decisão de compra, decisão rápida de compra, saudabilidade percebida, identificação de nutrientes excessivos.		Decisão de compra e decisão rápida de compra: sistema mexicano desempenhou resultado > sistema brasileiro. Identificação de excesso de açúcares adicionados: sistema mexicano apresentou desempenho > comparado sistema brasileiro. Saudabilidade percebida: sistemas brasileiro e mexicano não diferiram.
PRATES <i>et al.</i> , (2022)	720	Acima 18 anos	Brasil	Condições de RNF: lupa <sup>3</sup> , triângulo, octógono, controle sem RNF, cada condição na presença e ausência de alegações nutricionais. Parâmetros: identificação de nutrientes críticos, saudabilidade e intenção de compra.		RNF ↑ identificação de nutrientes em excesso e ↓ a intenção de compra em todas as condições, comparado ao controle. Advertências > lupa > controle para os desfechos de percepção de saudabilidade e intenção de compra.
SCAPIN <i>et al.</i> , (2022)	1.277	Acima 18 anos	Brasil	Condições de RNF e rotulagem: lupa <sup>2</sup> , teor de açúcar total/adicionado exibido na tabela de informação nutricional, octógono, um texto de aviso “rico em açúcar” embutido no na tabela de informação nutricional, controle sem RNF. Parâmetros: compreensão e escolha do alimento.		Todas as condições diferiram do controle com relação a compreensão, sem diferença entre os grupos. Não houve diferenças significativas entre as condições de rotulagem entre os grupos.
WHITE-BARROW <i>et al.</i> , (2023)	1.206	Acima 18 anos	Jamaica	Condições de RNF: lupa <sup>2</sup> , octógono, semáforo, controle com informações nutricionais na frente da embalagem. Parâmetros: compreensão objetiva e intenção de compra.		Compreensão objetiva: apenas octógono diferiu do grupo controle. Intenção de compra: apenas octógono diferiu do grupo controle. Octógono > lupa > semáforo para intenções de compra, apenas octógono diferiu do controle.

Goodman *et al.* (2018): pesquisa on-line. Mansfield *et al.* (2020): laboratório de alimentos de varejo personalizado para replicar uma experiência real compra, por meio de *eye-tracking*. Deliza *et al.* (2020): duas tarefas – participantes visualizaram telas numa delas e a outra foi realizada por meio de pesquisa on-line. Bandeira *et al.*, (2021): pesquisas on-line. Khandpur; Mais; Martins (2022): procedimento experimental conduzido por entrevistadores, realizado por meio de *tablet*. Silva; Murchu e Anastácio (2022): conduzido com consumidores por meio de aplicativo para *smartphone* que disparava RNF ao escanear código de barra de produtos lácteos em supermercado. Prates *et al.* (2022): pesquisa on-line. Scapin *et al.*, (2022): pesquisa on-line. White-Barrow *et al.*, (2023): conduzido com os consumidores por meio de imagens impressas em em livretos com tamanho A3. RNF: rotulagem nutricional frontal; Modelo de lupa utilizado: <sup>1</sup>conforme modelo canadense, <sup>2</sup>modelo publicado na Consulta Pública n°708/2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), <sup>3</sup>modelo publicado na RDC n°429/2020. Sistema de rotulagem: formado por perfil nutricional, local RNF (*design*, dizeres, local, tamanho padronizado) e demais particularidades que regulamentam a implementação da RNF em cada país.

### 3.8 Sistema brasileiro e chileno de rotulagem nutricional frontal

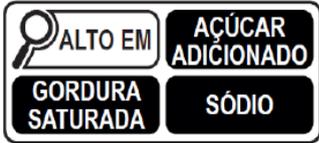
O Chile foi o primeiro país das Américas a adotar RNF de advertências, em formato octogonal. No Chile, a RNF está integrada a outras políticas públicas que incluem restrições de *marketing* direcionado a crianças, taxações, e regulação do ambiente alimentar escolar (CROSBIE *et al.*, 2023; MINISTERIO DE SALUD CHILE, 2012). Com relação a taxação, as bebidas que apresentem a adição de açúcares em quantidades superiores a 6,25g/100mL são taxadas em 18% de impostos. Já aquelas bebidas com teores de açúcares adicionados em quantidades inferiores a 6,25g/100mL (incluindo bebidas em pó, com edulcorantes, corantes, aromatizantes) recebem alíquota de imposto referente a 10%. Bebidas como leite (puro ou bebidas a base de leite), sucos produzidos com 100% de fruta ou água, são isentas de impostos (CARO *et al.*, 2018).

Além disso, produtos alimentícios que recebem RNF não podem conter elementos persuasivos, voltados para o público infantil, como personagens ou desenhos animados (MINISTERIO DE SALUD CHILE, 2012). A abrangente legislação chilena restringe todo o *marketing* direcionado ao público com idade inferior a 14 anos, assim como regulamenta o ambiente alimentar nos níveis do ensino infantil, fundamental e médio. Neste contexto, produtos alimentícios que apresentam RNF não são vendidos e/ou promovidos nas escolas, quiosques escolares, lanchonetes, eventos escolares (FRETES *et al.*, 2023).

A legislação chilena foi publicada antes da publicação do Modelo de Perfil Nutricional proposto pela OPAS (2016), tendo o Chile desenvolvido seu próprio critério para o perfil nutricional (CROSBIE *et al.*, 2023). A legislação chilena que regulamenta a RNF se encontra em vigor no Chile desde 2016 e a sua implementação ocorreu em três fases, de forma progressiva (MINISTERIO DE SALUD CHILE *et al.*, 2019; MINISTERIO DE SALUD CHILE, 2012). O sistema chileno de rotulagem considera a quantidade de açúcares totais presentes no produto alimentício (MINISTERIO DE SALUD CHILE; SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA, 2012). A redução na venda de produtos alimentícios que apresentavam RNF para energia, açúcares totais, gorduras saturadas e sódio (que compõem o perfil nutricional chileno) já foi evidenciada no Chile (MINISTERIO DE SALUB, 2018; TAILLIE *et al.*, 2020, TAILLIE *et al.*, 2021).

Em outubro de 2022 iniciou-se no Brasil a implementação da RNF. O *design* adotado foi em lupa e o perfil nutricional escolhido foi o perfil mais flexível apresentado nas Consultas Públicas nº707 e 708 (ANVISA, 2020). A implementação da RNF no Brasil será única, sendo outubro de 2023 o prazo final para implementação da maior parte dos produtos alimentícios. Ainda, a RNF no país ainda não está articulada a outras políticas públicas como a chilena, sendo permitida a veiculação de elementos persuasivos e até alegações nutricionais em produtos “alto em” (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b). No sistema brasileiro de RNF, os nutrientes alvo da RNF são açúcares adicionados, gordura saturada e sódio. Detalhes sobre os sistemas de rotulagem brasileiro e chileno estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2 – Sistemas de rotulagem nutricional frontal adotados na legislação brasileira e chilena.**

Nutriente/parâmetro	Legislação brasileira	Legislação chilena (fase 3 – em vigor)
Sólidos (100g)		
Açúcares	≥15g (açúcares adicionados)	>10 g (açúcares totais)
Gorduras saturadas	≥6g	>4 g
Sódio	≥ 600mg	>400 mg
Energia	-	>275 kcal
Líquidos (100mL)		
Açúcares	≥7,5g (açúcares adicionados)	>5 g
Gorduras saturadas	≥3g	>3 g
Sódio	≥ 300mg	100 mg
Energia	-	70 kcal
Formato adotado de RNF		
Cor	100% preta num fundo branco	Preta no fundo branco
Dizeres adotados	“alto em”	“alto em”
Número de selos nos produtos	1 único selo com todos os nutrientes em excesso	1 selo para cada nutriente em excesso

Localização da RNF	Metade superior do painel principal, em uma única superfície contínua	Face principal do rótulo do produto
Mensagem precaução	-	Tamanho de cada rótulo de advertência octogonal se a face principal do rótulo do produto medir:
Percentual de ocupação da RNF	Embalagens de área de painel principal entre 35 e 100cm <sup>2</sup> :	<30cm <sup>2</sup> : Rótulo de advertência na embalagem maior que contém o produto
	Embalagens com área de painel principal superior a 100cm <sup>2</sup>	30-<60cm <sup>2</sup> : 1,5 x 1,5 cm
	2 blocos: 3,5%	60-<100cm <sup>2</sup> : 2,0 x 2,0 cm
	3 blocos: 5,25%	100-<200cm <sup>2</sup> : 2,5 x 2,5 cm
	4 blocos: 7%	200- <300cm <sup>2</sup> : 3,0 x 3,0 cm
	2 blocos: 2%	≥300cm <sup>2</sup> : 3,5 x 3,5 cm
	3 blocos: 3%	
	4 blocos: 4%	

Fonte: legislação brasileira adaptado de BRASIL (2020a, p.43-46, 49-50); legislação chilena (MINISTERIO DE SALUD CHILE *et al.*, 2019). VET: valor energético total; RNF: rotulagem nutricional frontal.

### 3.9 Efeito da rotulagem nutricional frontal nas compras de alimentos e bebidas

O escopo de evidências sobre a eficácia de sistemas de RNF em períodos pré e pós-implementação das legislações nos países que adotaram a medida ainda é pequeno, sendo estudos experimentais randomizados controlados importantes para complementar as informações disponíveis (ACTON *et al.*, 2023). O resultado de uma metanálise com três estudos experimentais (idade superior a 13 anos) identificou redução na compra de bebidas açucaradas com diferentes *designs* de RNF (incluindo advertências) (GRUMMON; HALL, 2020). Observou-se redução na compra em calorias (diferença padronizada corrigida = -0,16; IC95%: -0,24, -0,07; n=2.338; p=0,010) e quantidade de açúcar (gramas) (diferença padronizada corrigida = -0,11, IC95%: -0,21, -0,01, n=1.938, p<0,001), quando comparada às condições de controle (GRUMMON; HALL, 2020). Croker *et al.* (2020) também avaliaram a compra de alimentos/bebidas (em açúcar, energia e sódio) por meio de metanálise com estudos experimentais (n=4.696, idade superior a 13 anos). Observou-se que a compra de alimentos e bebidas reduziu significativamente quando utilizada RNF com dizeres “altos em” comparado a condição sem RNF (-0,67g de açúcar/100g<sup>-1</sup>, IC95% -1,1, -0,3, p<0,010; -4,43kcal/100g<sup>-1</sup>, IC95% -8,7, -0,1, p<0,050; -33,8mg/100g<sup>-1</sup>, IC95% -59,4, -8,2, p=0,010) (CROKER *et al.*, 2020). Na Tabela 3 estão descritos estudos experimentais que avaliaram o efeito da RNF sobre a compra de alimentos e bebidas.

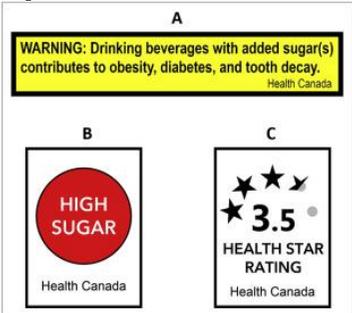
A compra de alimentos e bebidas também foi avaliada no Chile por meio de estudo longitudinal com 2.381 famílias entre janeiro de 2015 (antes da implementação de

conjunto de políticas públicas de saúde, dentre as quais a RNF) e dezembro de 2017, após implementação da fase um da legislação chilena da RNF (TAILLIE *et al.*, 2021). Os resultados evidenciaram que as calorias totais compradas reduziram significativamente ( $p=0,003$ ) em 16,4kcal/capita/dia (IC95% -27,3 - -5,6; equivalente a 3,5%). Também houve redução significativa ( $p<0,001$ ) na compra de açúcar total em 11,5kcal/capita/dia (IC95% -14,6 - -8,4; equivalente a 10,2%), assim como houve redução significativa ( $p=0,001$ ) na compra de gordura saturada em 2,2kcal/capita/dia (IC95% -3,8 - -0,5; equivalente a 3,9%). O teor de sódio adquirido também reduziu significativamente ( $p=0,003$ ) em 27,7mg/capita/dia (IC95% -46,3 - -9,1; equivalente a 4,7%) (TAILLIE *et al.*, 2021).

Ressalta-se que, a partir da implementação das políticas públicas que englobaram a RNF no Chile, houve redução nas compras de alimentos e bebidas que receberam RNF para calorias, açúcar, gordura saturada e sódio, com parcial compensação nos alimentos sem RNF. Como a política envolveu outras ações que não só a RNF, esse conjunto de ações pode ter potencializado a redução nas compras desses alimentos quando comparado a países em que houve apenas uma ação política implementada (TAILLIE *et al.*, 2021).

A compra de bebidas analisada (refrigerantes, bebidas de frutas, bebidas lácteas, águas saborizadas, café e chás, suco integral de fruta, bebidas energéticas e esportivas) por meio de estudo observacional realizado em período pré e pós-implementação da fase um da legislação chilena também foi avaliada no estudo de Taillie e Reyes (2020). Os resultados revelaram que a compra de bebidas com RNF “alto em” reduziu significativamente (-22,8 IC95% -22,9 a -22,7mL/capita/dia,  $p<0,001$ ; equivalente a 23,7% IC95% -23,8 a -23,7%) entre os dois períodos. Além disto, houve aumento nas calorias compradas de bebidas sem RNF (5,7% IC95% 5,7-5,7kcal/capita/dia, equivalente a 10,8 IC95% 10,8 - 10,8%). Ao todo, as calorias compradas provenientes das bebidas avaliadas reduziram significativamente em 7,4kcal/capita/dia (IC95% -7,4 a -7,3%,  $p < 0,001$ , equivalente a 7,5% IC95% -7,6 a -7,5%) (TAILLIE *et al.*, 2020).

**Tabela 3 – Estudos experimentais que avaliaram o desempenho de diferentes *designs* rotulagem nutricional frontal sobre a compra de alimentos e bebidas, em energia.**

Autores/ano de estudo	n	Faixa etária dos participantes	Local do estudo	<i>Design</i> de RNF	Condições avaliadas	Resultados (diferença média da condição controle com RNF)
ACTON; HAMMOND, (2018b)	675	Acima de 16 anos	Canadá	Quatro condições de RNF: sem RNF (controle); HSR; símbolo de alto teor de açúcar; advertência de saúde 	Compra de bebida açucarada (calorias) em mercado experimental	Não houve diferenças significativas nas calorias compradas entre a condição de controle e a condição de símbolo de alto teor de açúcar (8,7kcal; IC95% -29,08, 11,78kcal; p=0,41), a condição de alerta de texto de saúde (1,9kcal; IC95% -22,04, 18,26kcal; p=0,85) ou a condição HSR (-6,7kcal; IC 95% -13,42, 26,83kcal; p=0,51)
GRUMMON; TAILLIE; <i>et al.</i> , (2019)	400	Acima de 18 anos	EUA	Duas condições de rotulagem: sem RNF (controle); advertência de saúde 	Compra de bebida açucarada (calorias) em shopping center	Houve diferença significativa nas calorias compradas entre a condição controle e a condição de advertência de saúde (31,4kcal; IC95% -57,9, -5,0kcal; p=0,020)
ACTON <i>et al.</i> , (2019)	3.584	Acima de 13 anos	Canadá	Cinco condições de RNF: sem RNF (controle); aviso de 'alto teor'; semáforo múltiplo; HSR; tabela nutricional)	Compra de bebida não alcoólica (calorias) em shopping center	Houve diferença significativa nas calorias compradas entre a condição controle a condição alto em (-12,6kcal; IC95% 4,7, 20,6kcal; p<0,050), sem diferença significativa entre demais rótulos



com condição controle ( $p > 0,050$ )  
 - controle e semáforo: 7,4kcal (IC95% -0,62, 15,34kcal);  
 controle e HSR: 7,0kcal (IC95% -0,93, 14,98kcal); controle e tabela nutricional: 5,2kcal (IC95% -2,80, 13,12kcal)

JÁUREGUI *et al.*, (2020)

2.194

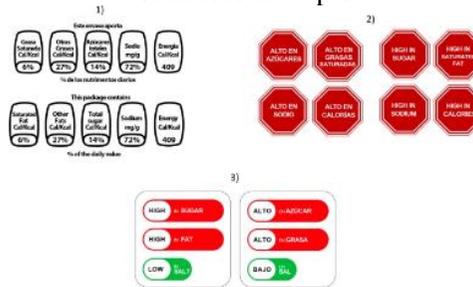
Acima de 18 anos

México

Três condições de RNF: GDA (controle), etiquetas vermelhas de advertência, semáforo múltiplo

Compra de alimentos e bebidas em mercado experimental on-line

Houve diferença significativa nas calorias compradas entre a condição controle 202,3kcal/100g ou 100mL ( $\pm 65,7$ ) e etiquetas vermelhas de advertências 192,4kcal ( $\pm 66,6$ )/100g ou 100mL ( $p < 0,050$ ) e semáforo múltiplo 194,6kcal ( $\pm 68,4$ )/100g ou 100mL ( $p < 0,050$ )



HSR: Health Star Rating; GDA: Guideline Daily Amounts; IC: intervalo de confiança; RNF: rotulagem nutricional frontal.

### 3.10 Reformulação de alimentos e bebidas após rotulagem nutricional frontal

A implementação dos sistemas de RNF visa, além da informação ao consumidor, incentivar a indústria de alimentos e bebidas a reformularem seus produtos (ACTON *et al.*, 2023). Antes da implementação da Lei 20.606, no Chile, autores observaram que uma quantidade inferior a 2% dos produtos alimentícios passaram por reformulação entre 2015 e 2016, o que evitou pelo menos um rótulo de advertência em seus produtos (KANTER *et al.*, 2019).

Após implementação da primeira fase da legislação chilena (entre 2015-2017) foi possível observar uma redução significativa nos teores de açúcares (nas categorias de bebidas adoçadas, leites e produtos à base de leite, cereais matinais, produtos doces de panificação, pastas doces/salgadas) e sódio (nas categorias pastas salgadas, queijos, refeições prontas, salsichas, sopas) (REYES *et al.*, 2020). A quantidade de alimentos e bebidas consideradas com altos teores de energia, açúcares, gorduras saturadas ou sódio reduziu significativamente de 51% (IC95% 49–52) para 44% (IC95% 42–45) (REYES *et al.*, 2020).

Na Nova Zelândia, também foi possível observar reformulação dos produtos após endosso da RNF, que é voluntária no país. Foi observada maior reformulação de produtos com RNF comparados aos produtos sem RNF no mesmo período (energia: -1,5% com RNF e -0,4% sem RNF; sódio: - 4,6% com RNF e +3,1% sem RNF). Desta forma, acredita-se que a adoção da RNF impulsionou a reformulação de produtos, melhorando perfil nutricional (MHURCHU; EYLES; CHOI, 2017). Autores indicam que se a RNF na Nova Zelândia fosse obrigatória, mais produtos alimentícios passariam por reformulação, beneficiando a dieta da população (MHURCHU; EYLES; CHOI, 2017).

Embora os perfis nutricionais proponham limite para quantidades aceitáveis de nutrientes críticos como açúcares, gorduras e sódio com base em evidências científicas, para produtos processados e ultraprocessados (PAHO, 2016) e a reformulação de produtos seja desejável, há de se considerar que um lado negativo da reformulação seja o aumento no uso de aditivos, já evidenciado em estudos chilenos (SAMBRA *et al.*, 2020; RICARDO *et al.*, 2021).

Aditivos cosméticos, assim definidos, apresentam o intuito de deixar um produto alimentício mais palatável e atraente (MONTEIRO *et al.*, 2019). Comumente, produtos alimentícios ultraprocessados que apresentam altos teores de nutrientes críticos, conforme

o Modelo de Perfil Nutricional proposto pela OPAS, apresentam algum tipo de aditivo cosmético (CANELLA *et al.*, 2023). Uma estratégia implementada pela indústria alimentícia é a utilização de edulcorantes para substituir o açúcar (ASHWELL *et al.*, 2020), o que parece já estar acontecendo no mercado brasileiro, especialmente em bebidas não alcoólicas (TOMAZ *et al.*, 2022; TOMAZ, 2022). O aumento do consumo involuntário de edulcorantes é uma preocupação (BELTRÁ *et al.*, 2022) e embora a segurança dos aditivos seja avaliada internacionalmente pelo *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)* (WHO, 2022) não há consenso na literatura a respeito dos desfechos do consumo de edulcorantes (DUNFORD *et al.*, 2018; RUSSELL *et al.*, 2020; WHO, 2022b). Além disso, a OMS desaconselha o uso de edulcorantes no intuito de evitar o ganho de peso (WHO, 2023).

Cabe ressaltar que a reformulação de alimentos e bebidas já estava acordada no Brasil. Em 2018, o Ministério da Saúde juntamente com o setor produtivo de alimentos, firmaram acordos voluntários com o incentivo à reformulação de alimentos e bebidas, com metas bianuais para redução de sódio e açúcar (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018b). O Termo de Compromisso foi assinado em 26/11/2018 por representantes do Ministério da Saúde, ANVISA e o setor produtivo (Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação – Abia –, Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas – Abir –, Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados – Abimapi – e da Associação Brasileira de Laticínios – Viva Lácteos) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018a).

Neste Termo de Compromisso, foi pactuado o que o setor industrial pudesse desenvolver estratégias para redução do teor de açúcares em categorias prioritárias de alimentos industrializados para contribuição da redução do consumo de açúcares pela população brasileira (para menos de 10% do total das calorias diárias) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018a). O Plano de Redução de Açúcares em Alimentos Industrializados teve como objetivo a orientação da construção e acompanhamento dos acordos voluntários para redução do teor de açúcares em diferentes categorias de alimentos (achocolatados em pó, bebidas adoçadas, biscoitos, bolos prontos, mistura para bolo e produtos lácteos) (BRASIL, 2018). O planejamento das metas foi pactuado para o período de quatro anos, com previsão de reduções graduais neste período (BRASIL, 2018). Vale ressaltar que a reformulação não previa a substituição de açúcares por edulcorantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018a). Ainda são desconhecidos os reais impactos desse

tipo de autorregulação, assim como o seu monitoramento. A autorregulação do setor publicitário mostrou uma falta de melhorias significativas na qualidade nutricional de produtos alimentícios comercializados pela indústria de alimentos, revelando a importância da regulamentação governamental em complemento a autorregulação (KUNKEL *et al.*, 2015; KASSAHARA E SARTI, 2023).

### 3.11 Estudos de modelagem: importância, tipos de modelagem e estudos simulando o efeito da rotulagem nutricional frontal sobre prevalência de obesidade em adultos e adolescentes

O uso de modelagem pode fornecer relevantes informações sobre o impacto de mudanças na ingestão alimentar e / ou atividade física em modificações no peso corporal (GORTMAKER *et al.*, 2011). Assim, a modelagem de simulação é amplamente usada para prever o potencial de políticas econômicas de base populacional. Ademais, a modelagem de simulação é útil para aumentar relevância de potenciais efeitos econômicos atribuídos as políticas, além dos potenciais efeitos de saúde, por isso estudos de modelagem merecem ser considerados para formuladores de políticas (EMMERT-FEES *et al.*, 2021). Neste contexto, projeções por meio de modelos de simulação podem auxiliar importantes decisões em políticas públicas na ausência de evidências observacionais / experimentais diretas (EMMERT-FEES *et al.*, 2021).

Existe uma variedade de modelos que estimam potencial impacto econômico e na saúde oriundas das ações em saúde pública (DÖTSCH-KLERK *et al.*, 2022). Há diferentes métodos de modelagem econômica para simular efeitos de políticas públicas, como comparações de risco, coorte de Markov e modelos de microssimulação, que estimam efeitos de saúde / econômicos em curto / longo prazo em diferentes cenários (BRIGGS *et al.*, 2016). Como os custos de implementação de políticas públicas ocorrem em curto prazo e os resultados dessas políticas nas DCNTs ocorrem em longo prazo, os estudos de modelagem podem prever importantes estimativas do custo-benefício da implementação das políticas públicas (EMMERT-FEES *et al.*, 2021).

Além dos modelos econômicos, há também estudos de modelagem que preveem a mudança de peso corporal em adultos em determinado tempo, como proposto por Hall *et al.* (2011). Neste modelo, são consideradas as mudanças no líquido extracelular,

glicogênio, tecido adiposo e magro provocadas por alterações na ingestão alimentar, mantendo-se a atividade física constante (HALL *et al.*, 2011). O potencial impacto de políticas públicas na mortalidade provocada por DCNTs pode ser estimado meio de estudo de macrossimulação PRIME (*Preventable Risk Integrated Model*). A modelagem PRIME prevê número de mortes em diferentes cenários, sendo que número de óbitos evitados ou retardados previstos devido às DCNTs é estimado pela diferença do número de óbitos entre os diferentes cenários (SCARBOROUGH *et al.*, 2014).

Estudos de modelagem vêm demonstrando que a implementação da RNF apresenta potencial para melhorar a qualidade nutricional das compras de adultos, melhorar o perfil nutricional de alimentos e bebidas por meio da reformulação. Com isso, a implementação da RNF tem potencial para provocar redução na ingestão alimentar da população, tal como está descrito na Tabela 4. Estimada-se que a redução energética possa reduzir mortalidade por doenças não transmissíveis relacionadas a dieta, aumentar HALYs (anos de vida ajustados pela saúde), reduzir peso corporal e prevalência da obesidade e custos diretos / indiretos do seu tratamento (BASTO-ABREU *et al.*, 2020; EGNELL *et al.*, 2019; GRUMMON *et al.*, 2019; HERRERA *et al.*, 2018; LABONTÉ *et al.*, 2019).

Portanto, simular diferentes cenários que alterem a ingestão alimentar é de grande interesse em saúde pública por possibilitarem a previsão do impacto potencial das políticas públicas na saúde da população, assim como estimar impacto potencial econômico. Desta forma, investigar potencial benefício em saúde pública que pode ser obtido por meio de intervenções que pretendem moldar o comportamento alimentar, como implementação de RNF, são de grande relevância (JULIA *et al.*, 2021).

**Tabela 4 – Estudos que simularam efeito da rotulagem nutricional em desfechos de saúde e econômicos em alguns países por meio de diferentes métodos de modelagem.**

Autores/ano de estudo	Tipo de modelagem	Faixa etária dos participantes	País	Condições simuladas	Horizonte temporal	Resultados
HERRERA <i>et al.</i> , (2018)	Modelo proporcional de tabela de vida multiestado de Markov; Modelo dinâmico de mudança de peso para adultos e crianças (Hall <i>et al.</i> , 2011, 2013)	2 a 100 anos	Austrália	Mudança na ingestão energética provocada pela reformulação de produtos após início RNF modelo HSR, mudança de peso corporal, ganho de HALYs em diferentes cenários (HSR voluntária ou obrigatória)	Até idade de 100 anos dos participantes do estudo	Mudanças na ingestão energética (voluntária: -0,98kJ/dia; obrigatória: -11,81kJ/dia). Mudança no peso corporal [voluntário: -0,01 kg (IC 95% -0,012, -0,006); obrigatório: -0,11 kg (IC 95% -0,14, -0,07)] e ganho de HALYs [voluntário: 4.207 HALYs ganhos (IC 95% 2.438, 6.081); obrigatório: 49.949 HALYs ganhos (IC 95% 29.291, 72.153)]
LEE <i>et al.</i> , (2018)	Modelo dinâmico de mudança de peso para crianças (Hall <i>et al.</i> , 2013)	11 a 18 anos	3 cidades dos EUA (Baltimore, Filadélfia, e São Francisco)	Mudança na ingestão de bebidas açucaradas após implementação de rótulos com frases de advertência. Estimar prevalência de sobrepeso e obesidade em adolescentes, em diferentes cenários.	7 anos	Mudança na prevalência de obesidade: Baltimore: -1,69% (IC 95% -2,7, -0,97%); São Francisco: -4,08% (IC 95% -5,96, -2,2%); Filadélfia: -2,17% (IC 95% -3,07, -1,42%). Mudança na prevalência de sobrepeso: Baltimore - 1,39% (IC 95% 0,49, 3,59%); São Francisco -3,1% (IC 95% 0,97, 5,2%); Filadélfia -0,36% (IC 95% -1,39, 0,83%)
EGNELL <i>et al.</i> , (2019)	Estudo de macrossimulação usando o modelo PRIME	Acima 18 anos	França	Mudança na qualidade nutricional das compras provocadas por cinco diferentes condições de RNF (Nutri-Score, HSR, Multiple Traffic semáforos, ingestão de referência e SENS). Mudanças na mortalidade por DNTs relacionadas à dieta.		Redução da mortalidade por condição de RNF avaliado: Nutri-Score (3,4%), HSR (2,8%), Reference Intakes (1,9%), Multiple Traffic Lights (1,6%) e SENS (1,1%)

GRUMMON; SMITH; <i>et al.</i> , (2019)	Estudo de modelo de microssimulação estocástica; Modelo dinâmico de mudança de peso para adultos (Hall <i>et al.</i> , 2011)	18 a 65 anos	EUA	Impacto de uma política nacional de alerta de saúde em bebidas açucaradas, na ingestão de bebidas açucaradas, IMC e obesidade	5 anos	Mudança na ingestão energética: -25,3 kcal (IC 95% -27,0, -23,6 kcal). Mudança de - IMC: -0,64kg/m <sup>2</sup> (IC 95% -0,67, -0,62 kg/m <sup>2</sup> ), prevalência de obesidade - 3,1pp (-3,3, -2,8pp)
LABONTÉ <i>et al.</i> , (2019)	Estudo de simulação usando o modelo PRIME	Acima 19 anos	Canadá	Simular número de mortes evitáveis relacionadas a DCNTs devido a mudança na ingestão de nutrientes provocada pela TLL prevista em outro estudo		Número de mortes que podem ser evitadas relacionadas as DCNTs: 11.715 mortes (IC 95% 10.500, 12.865), aproximadamente 13% por ano devido a DCNTs relacionadas à dieta (72% relacionadas a doenças cardiovasculares)
BASTO-ABREU <i>et al.</i> , (2020)	Modelo dinâmico de mudança de peso para adultos (Hall <i>et al.</i> , 2011)	20-59 anos	México	Mudança na ingestão energética de bebidas açucaradas e snacks provocada por RNF de advertência, mudança de: peso corporal, prevalência de obesidade e custos no tratamento da obesidade	5 anos	Mudança na ingestão energética: -36,8kcal (IC 95% -38,3, -35,3kcal). Mudança de - peso corporal: -1,7kg (IC 95% -1,7, -1,6kg), prevalência de obesidade -4,98 pp (IC 95% -6,03, -3,93pp), custos diretos e indiretos no tratamento da obesidade: US\$ -1,842 (milhões)
(FLEXNER <i>et al.</i> , 2023)	Estudo de simulação usando o modelo PRIME	Acima 18 anos	Canadá	Estimar potencial impacto dietético da implementação da RNF obrigatório entre adultos canadenses e o número de mortes por DCNT relacionadas à dieta que poderiam ser evitadas ou retardadas devido a essas mudanças dietéticas estimadas		Reduções dietéticas médias estimadas: entre 31-212mg/dia de sódio, 2,3-8,7g/dia de açúcares totais, 0,8-3,7g/dia de gorduras saturadas, 16-59kcal/dia. Entre 2.183 (IC95% 2.008, 2.361) e 8.907 (IC95% 8.095,9.667) mortes devido a DCNTs relacionadas à dieta poderiam ser evitadas (equivalente a 2,4-9,6% do número total de mortes por DCNT relacionadas à dieta no Canadá).

RNF: rotulagem nutricional frontal; IC: intervalo de confiança; DCNT: doenças crônicas não transmissíveis; PRIME: *Preventable Risk Integrated Model*; SENS: *Système d'Etiquetage Nutritionnel Simplifié*; HSR: *Health Star Rating*; pp: pontos percentuais; IMC: índice de massa corporal; HALY: anos de vida ajustados pela saúde, TLL: *traffic light labelling*

## REFERÊNCIAS

- ACTON, RB *et al.* Awareness, use and understanding of nutrition labels among adults from five countries: Findings from the 2018 – 2020 International Food Policy Study. **Appetite**, v. 180, n. 180, p. 1–10, 2023. Doi.10.1016/j.appet.2022.106311
- ACTON, RB *et al.* Taxes and front-of-package labels improve the healthiness of beverage and snack purchases: a randomized experimental marketplace. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 16, n. 46, p. 1–15, 2019. doi.org/10.1186/s12966-019-0799-0
- ACTON, RB; HAMMOND, D. The impact of price and nutrition labelling on sugary drink purchases: Results from an experimental marketplace study. **Appetite**, v. 121, p. 129–137, 2018. Disponível em: doi.org/10.1016/j.appet.2017.11.089
- ACTON, RB; KIRKPATRICK, SI; HAMMOND, D. Comparing the Effects of Four Front-of-Package Nutrition Labels on Consumer Purchases of Five Common Beverages and Snack Foods: Results from a Randomized Trial. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 122, n. 1, p. 38- 48.e9, 2022. Disponível em: doi.org/10.1016/j.jand.2021.07.014
- AFSHIN, A *et al.* Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 393, n. 10184, p. 1958–1972, 2019. doi.org/10.1016/ S0140-6736(19)30041-8
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Rotulagem Nutricional de Alimentos** - Propostas de RDC e IN. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>.
- ALCARAZ, A *et al.* O lado oculto das bebidas açucaradas no Brasil. **Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria**, p. 6, 2020. Disponível em: <https://actbr.org.br/uploads/arquivos/IECS-e-Infografias-bebidas-azucaradas-Brasil.pdf>. Acesso em: 27 set. 2022.
- ALEMÁN, JO *et al.* Obesity among Latinx people in the United States: A review. **Obesity**, v. 31, n. 2, p. 329–337, 2023. doi: 10.1002/oby.23638
- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório Preliminar de Análise de Impacto Regulatório sobre Rotulagem Nutricional**. p. 249, 2018. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/219201/219401/Análise+de+Impacto+Regulatório+sobre+Rotulagem+Nutricional.pdf/c63f2471-4343-481d-80cb-00f4b2f72118>.
- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Gerência-Geral De Alimentos. **Relatório de consolidação das Consultas Públicas nº 707 e 708** / 2019. Brasil, 2020. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/Relat%C3%B3rio+de+An%C3%A1lise+das+Contribui%C3%A7%C3%B5es+%28RAC%29+-+CP++707+e+708/9097e99f-4090-4196-8f3a-77d12c0830ad>

ASHWELL, M *et al.* Expert consensus on low-calorie sweeteners: Facts, research gaps and suggested actions. **Nutrition Research Reviews**, v. 33, n. 1, p. 145–154, 2020. doi.org/10.1017/S0954422419000283

BAKER, P *et al.* Ultra-processed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. **Obesity Reviews**, n. February, p. 1–22, 2020. doi.org/10.1111/obr.13126

BANDEIRA, LM *et al.* Desempenho e percepção sobre modelos de rotulagem nutricional frontal no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 55, p. 19, 2021. Doi.10.11606/s1518-8787.2021055002395

BASTO-ABREU, A *et al.* Predicting obesity reduction after implementing warning labels in Mexico: A modeling study. **PLoS Medicine**, v. 17, n. 7, p. 1–14, 2020. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003221

BELTRÁ, M *et al.* Nutritional Description of Foods with Low-and No-Calorie Sweeteners in Spain: The BADALI Project. **Nutrients**, v. 14, n. 13, p. 1–16, 2022. Doi. 0.3390/nu14132686

BORTOLINI, GA *et al.* Evolution of nutrition actions in primary health care along the 20-year history of the Brazilian National Food and Nutrition Policy. **Reports in Public Health**, v. 37, n. 1, p. 1–18, 2021. doi: 10.1590/0102-311X00152620

BRASIL. **Lei no 8.080**, de 19 setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasil. 1990.

BRASIL *et al.* **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Brasília-DF, 2013.

Disponível em:

<[https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_alimentacao\\_nutricao.pdf](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf)>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAUDE. **Guia Alimentar Para a População Brasileira**. 2014. Disponível em:

<[https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira\\_2ed.pdf](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf)>

BRASIL. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA. COORDENAÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. **Plano de redução de açúcares em alimentos industrializados**, 2018.

BRASILa. MINISTÉRIO DA SAUDE. **Instrução Normativa no75**, de 8 de outubro de 2020, 2020. Disponível em: <

<http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/434474>>

BRASILb. MINISTÉRIO DA SAUDE. Resolução da Diretoria Colegiada - **RDC no 429**, de 8 de outubro de 2020. 2020b. Disponível em:

<<http://antigo.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/434473>>

BRASILa *et al.* **Vigitel Brasil 2006-2021**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica do estado nutricional e consumo alimentar nas capitais dos 26 estados Brasil. Brasília-DF. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigitel/vigitel-brasil-2006-2021-estimativas-sobre-frequencia-e-distribuicao-sociodemografica-do-estado-nutricional-e-consumo-alimentar-nas-capitais-dos-26-estados-brasileiros-e-no-distrito-federal/view>>.

BRASILb; MINISTÉRIO DA SAÚDE; SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE DEPARTAMENTO DE ANÁLISE EM SAÚDE VIGILÂNCIA DE DOENÇAS NÃO TRANSMISSÍVEIS. **Vigitel Brasil 2021**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados. Brasília. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/vigitel/vigitel-brasil-2021-estimativas-sobre-frequencia-e-distribuicao-sociodemografica-de-fatores-de-risco-e-protecao-para-doencas-cronicas/>>.

BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE. **Cenário das doenças crônicas não transmissíveis**. Brasília-DF. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigitel/fact-sheet-cenario-das-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-vigitel/view>>

BRIGGS, ADM *et al.* Choosing an epidemiological model structure for the economic evaluation of non-communicable disease public health interventions. *Population Health Metrics*, v. 14, n. 17, p. 1–12, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1186/s12963-016-0085-1>>.

BURGAZ, C *et al.* The effectiveness of food system policies to improve nutrition, nutrition - related inequalities and environmental sustainability: a scoping review. **Food Security**, p. 1–32, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12571-023-01385-1>>.

CANELA, DS *et al.* Food additives and PAHO's nutrient profile model as contributors' elements to the identification of ultra-processed food products. **Scientific Report**, v. 13, p. 1-7, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40650-3>

CARO, JC *et al.* Chile's 2014 sugar-sweetened beverage tax and changes in prices and purchases of sugar-sweetened beverages: An observational study in an urban environment. **PLoS Medicine**, v. 15, n. 7, p. 1–19, 2018. Doi.10.1371/journal.pmed.1002597

CHANTAL, J *et al.* Are foods 'healthy' or 'healthier'? Front-of-pack labelling and the concept of healthiness applied to foods. **British Journal of Nutrition**, v. 127, n. 6, p. 948–952, 2021. doi.org/10.1017/S0007114521001458

CHATELAN, A *et al.* Long-term trends in the consumption of sugary and diet soft drinks among adolescents: a cross - national survey in 21 European countries.

**European Journal of Nutrition**, v. 61, p. 2799–2813, 2022. doi.org/10.1007/s00394-022-02851-w

CONTRERAS-MANZANO, A *et al.* Evaluation of the Mexican warning label nutrient profile on food products marketed in Mexico in 2016 and 2017: A cross-sectional analysis. **PLOS Medicine**, v. 19, n. 4, p. 1–20, 2022. Doi.10.1371/journal.pmed.1003968

CORVALÁN, C *et al.* Structural responses to the obesity and non-communicable diseases epidemic: Update on the Chilean law of food labelling and advertising. **Obesity Reviews**, v. 20, n. 3, p. 367–374, 2018. Doi.10.1111/obr.12802

COSTA, RM *et al.* Quantitative and Qualitative Changes in Diet Associated with the Consumption of Ultra-Processed Foods: A Survey on a Representative Sample of Manufacturing Workers in Brazil. **Nutrients**, v. 15, n. 3009, 2023. doi.org/10.3390/nu15133009

COTTER, T *et al.* What's in Our Food? A guide to introducing effective front-of-package nutrient labels. **Vital Strategies and University of North Carolina at Chapel Hill**, 2020. Disponível em: < <https://www.vitalstrategies.org/wp-content/uploads/Whats-in-Our-Food-guide-to-introducing-front-of-package-labels.pdf>>

CROKER, H *et al.* Front of pack nutritional labelling schemes: a systematic review and meta-analysis of recent evidence relating to objectively measured consumption and purchasing. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 33, p. 518–537, 2020. Doi.10.1111/jhn.12758

CROSBIE, E *et al.* Health Policy A policy study on front-of-pack nutrition labeling in the Americas: emerging developments and outcomes. **The Lancet Regional Health - Americas**, v. 18, p. 100400, 2023. doi.org/10.1016/j.lana.2022.100400>

DAI, H *et al.* The global burden of disease attributable to high body mass index in 195 countries and territories, 1990–2017: An analysis of the Global Burden of Disease Study. **PLoS Medicine**, v. 17, n. 7, p. 1–19, 2020. Doi.10.1371/journal.pmed.1003198

DELIZA, R *et al.* How do different warning signs compare with the guideline daily amount and traffic-light system? **Food Quality and Preference**, v. 80, n. 103821, p. 1–12, 1 mar. 2020. Doi.10.1016/J.FOODQUAL.2019.103821

DELPINO, FM *et al.* Ultra-processed food and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. **International Journal of Epidemiology**, v. 51, n. 4, p. 1120–1141, 2022. Doi.org/10.1093/ije/dyab247

DESCHASAUX, M *et al.* Nutritional quality of food as represented by the FSAm-NPS nutrient profiling system underlying the Nutri-Score label and cancer risk in Europe: Results from the EPIC prospective cohort study. **PLoS Medicine**, v. 15, n. 9, p. 1–21, 2018. doi.org/10.1371/journal.pmed.1002651 September

DOBBS, *et al.* **Overcoming obesity: An initial economic analysis**. McKinsey Global Institute, 2014. Disponível em:

<<https://www.sportanddev.org/en/article/publication/overcoming-obesity-initial-economic-analysis>>.

DÖTSCH-KLERK, M *et al.* Modelling health and economic impact of nutrition interventions: a systematic review. **European Journal of Clinical Nutrition**, p. 1–14, 2022. Doi.10.1038/s41430-022-01199-y

DOWNS, SM *et al.* Food Environment Typology: Advancing an Expanded Definition, Framework, and Methodological Approach for Improved Characterization of Wild, Cultivated, and Built Food Environments toward Sustainable Diets. **Foods**, v. 9, n. 532, p. 1–32, 2023. doi.org/10.3390/foods9040532

DUNFORD, EK. *et al.* Non-nutritive sweeteners in the packaged food supply—an assessment across 4 countries. **Nutrients**, v. 10, n. 2, p. 1–13, 2018. Doi.10.3390/nu10020257

EGNELL, M *et al.* Modelling the impact of different front-of-package nutrition labels on mortality from non-communicable chronic disease. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 16, n. 1, p. 1–11, 2019. Doi.10.1186/s12966-019-0817-2

EGNELL, M *et al.* Prospective associations of the original Food Standards Agency nutrient profiling system and three variants with weight gain, overweight and obesity risk: results from the French NutriNet-Santé cohort. **British Journal of Nutrition**, v. 125, p. 902–914, 2021. Doi.10.1017/S0007114520003384

ELSEY, JWB; HARRIS, JL. Trends in food and beverage television brand appearances viewed by children and adolescents from 2009 to 2014 in the USA. **Public Health Nutrition**, v. 19, n. 11, p. 1928–1933, 2017. Doi:10.1017/S1368980015003274

EMMERT-FEES, KMF *et al.* Simulation Modeling for the Economic Evaluation of Population-Based Dietary Policies: A Systematic Scoping Review. **Advances in Nutrition**, p. 1–39, 2021. Doi.org/10.1093/advances/nmab028

ESTIVALETI, JM *et al.* Time trends and projected obesity epidemic in Brazilian adults between 2006 and 2030. **Scientific Reports**, v. 12, n. 12699, p. 1–8, 2022. Doi.org/10.1038/s41598-022-16934-5

FELISBINO-MENDES, MS *et al.* The burden of non-communicable diseases attributable to high BMI in Brazil, 1990-2017: Findings from the Global Burden of Disease Study. **Population Health Metrics**, v. 18, n. Suppl 1, p. 1–13, 2020. doi.org/10.1186/s12963-020-00219-y

FERRARI, G *et al.* The economic burden of overweight and obesity in Brazil: perspectives for the Brazilian Unified Health System. **Public Health**, v. 207, p. 82–87, 2022. Doi.org/10.1016/j.puhe.2022.03.015

FETEIRA-SANTOS, R *et al.* Effectiveness of interpretive front-of-pack nutritional labelling schemes on the promotion of healthier food choices: a systematic review. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 18, n. 1, p. 24–37, 2020. Doi.97/XEB.0000000000000214

FIGUEIREDO, N *et al.* Trends in sweetened beverages consumption among adults in the Brazilian capitals, 2007-2016. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 18, p. 3307–3317, 2018. Doi.10.1017/S1368980018002161

FLEXNER, N *et al.* Estimating the dietary and health impact of implementing front-of-pack nutrition labeling in Canada: A macrosimulation modeling study. **Frontiers in Nutrition**, v. 10, n. March, 2023. Doi.10.3389/fnut.2023.1098231

FRETES, G *et al.* Changes in children's and adolescents' dietary intake after the implementation of Chile's law of food labeling, advertising and sales in schools: a longitudinal study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 20, n. 40, p. 1–10, 2023. doi.org/10.1186/s12966-023-01445-x

GBD 2013 RISK FACTORS COLLABORATORS *et al.* Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **Lancet** (London, England), v. 386, n. 10010, p. 2287, 2015. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00128-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00128-2)

GBD 2017 DIET COLLABORATORS. Supplementary appendix: Health Effects of Dietary Risks in 195 Countries: Findings from the Global Burden of Diseases Study 2017. **The Lancet**, v. 6736, n. 19, p. 1990–2017, 2019. Doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30041-8

GIDLOF, K; ANIKIN, A; LINGONBLAD, M; WALLIN, A. Looking is buying. How visual attention and choice are affected by consumer preferences and properties of the supermarket shelf. **Appetite**, v. 116, p. 29–38, 2017. Doi.org/10.1016/j.appet.2017.04.020

GLANZ, K *et al.* Healthy nutrition environments: concepts and measures. **Am. J. Health Promot.**, v. 19, n. 5, p. 330–333, 2005. Doi.10.4278/0890-1171-19.5.330

GLOBAL FOOD RESEARCH PROGRAM AT UNC-CHAPEL HIL. **Front-of-package labels around the world Front-of-package labels**. Disponível em: <[https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2023/02/GFRP-UNC\\_FOPL\\_maps\\_2023\\_02.pdf](https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2023/02/GFRP-UNC_FOPL_maps_2023_02.pdf)>.

GOMES, FDS *et al.* Editorial: Strengthening food labeling policies in Brazil. **Frontiers in Nutrition**, v. 10, n. 1196243, p. 1–2, 2023. Doi.10.1016/j.lana.2022.100400

GOODMAN, S *et al.* The Impact of Front-of-Package Label Design on Consumer Understanding of Nutrient Amounts. **Nutrients**, v. 10, n. 1624, p. 1–12, 2018. Doi.10.3390/nu10111624

GORTMAKER, SL. *et al.* Changing the future of obesity: Science, policy, and action. **The Lancet**, v. 378, n. 9793, p. 838–847, 2011. Doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60815-5

GRUMMON, AH *et al.* Health Warnings on Sugar-Sweetened Beverages: Simulation of Impacts on Diet and Obesity Among U.S. Adults. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 57, n. 6, p. 765–774, 2019. Doi.org/10.1016/j.amepre.2019.06.022

GRUMMON, AH; TAILLIE, LS; *et al.* Sugar-Sweetened Beverage Health Warnings and Purchases: A Randomized Controlled Trial. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 57, n. 5, p. 601–610, 2019. Doi.10.1016/j.amepre.2019.06.019

GRUMMON, AH; HALL, MG. Sugary drink warnings: A meta-analysis of experimental studies. **PLoS Medicine**, v. 17, n. 5, p. 1–21, 2020. Doi.org/10.1371/journal.pmed.1003120

HALL, KD *et al.* Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake. **Cell Metabolism**, v. 30, n. 1, p. 67- 77.e3, 2019. doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.008

HALL, KD *et al.* Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. **Lancet**, v. 378, n. 9793, p. 1–23, 2011. Doi.10.1016/S0140-6736(11)60812-X.Quantification

HERRERA, AMM *et al.* Cost-Effectiveness of Product Reformulation in Response to the Health Star Rating Food Labelling System in Australia. **Nutrients**, v. 10, n. 614, p. 1–16, 2018. Doi.10.3390/nu10050614

HOCK, K *et al.* Experimental study of front-of-package nutrition labels' efficacy on perceived healthfulness of sugar-sweetened beverages among youth in six countries. **Preventive Medicine Reports**, v. 24, n. 101577, p. 1–8, 2021. Doi.10.1016/j.pmedr.2021.101577

HRUBY, A *et al.* Determinants and Consequences of Obesity. **Am J Public Health**, v. 106, n. 9, p. 1656–1662, 2016. Doi.10.2105/AJPH.2016.303326

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Pesquisa+de+Orçamentos+Familiares#0>>.

IMAMURA, F *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 Global Health**, v. 351, p. 1–12, 2015. Doi.10.1136/bmj.h3576

INKPEN, A; RAMASWAMY, K. **Global Strategy on diet, physical activity and health** Genova. Disponível em: <[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43035/9241592222\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43035/9241592222_eng.pdf?sequence=1)>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **A Sindemia Global da Obesidade, Desnutrição e Mudanças Climáticas: tradução do relatório da Comissão The Lancet. 2019**. Disponível em: <<https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/biblioteca/a-sindemia-global-da-obesidade-desnutricao-e-mudancas-climaticas/#:~:text=%3Chttps%3A//alimentandopoliticas.org.br>>.

- INSTITUTO CORDIAL. **Custos econômicos da obesidade no Brasil: aspectos metodológicos**. Painel Bra ed. São Paulo. 2023. Disponível em: <<https://lp2.institutocordial.com.br/pbo-185-wp-custos>>.
- JÁUREGUI, A *et al.* Impact of front-of-pack nutrition labels on consumer purchasing intentions: a randomized experiment in low- and middle-income Mexican adults. **BMC Public Health**, v. 40, n. 463, p. 1–13, 2020. Doi.org/10.1186/s12889-020-08549-0
- JULIA, C *et al.* Public health potential of guidelines-based dietary scores for non-communicable diseases mortality prevention: Simulation study using the PRIME model. **Public Health Nutrition**, v. 24, n. 16, p. 5539–5549, 2021. Doi.10.1017/S1368980021002871
- KANTER, R *et al.* Anticipatory effects of the implementation of the Chilean Law of Food Labeling and Advertising on food and beverage product reformulation. **Obesity Reviews**, v. 20, n. S2, p. 129–140, 2019. Doi.10.1111/obr.12870
- KANTER, R; VANDERLEE, L; VANDEVIJVERE, S. Front-of-package nutrition labelling policy: global progress and future directions. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 8, p. 1399–1408, 2018. Doi.10.1017/S1368980018000010
- KASSAHARA, A e SARTI, FM. Marketing of food and beverage in Brazil: scientific literature review on regulation and self-regulation of advertisements. **Interface**. 2018, v. 22, n. 65, p. 589-602, 2018. DOI: 10.1590/1807-57622016.0630.
- KHANDPUR, N; MAIS, AL; MARTINS, APB. A comparative assessment of two different front-of-package nutrition label designs: A randomized experiment in Brazil. **PLoS Medicine**, v. 17, n. 4, p. 1–12, 2022. Doi.10.1371/journal.pone.0265990
- KYU, HH *et al.* Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, p. 1859–922, 2018. Doi.10.1016/S0140-6736(18)32335-3
- KUNKEL, DL *et al.*, Evaluating Industry Self-Regulation of Food Marketing to Children. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 49, n. 2, p. 181-187, 2015. dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2015.01.027
- LABONTÉ, ME *et al.* Traffic light labelling could prevent mortality from noncommunicable diseases in Canada: A scenario modelling study. **PLoS ONE**, v. 14, n. 12, p. 1–13, 2019. Doi.10.1371/journal.pone.0226975
- LARA-CASTOR, L *et al.*, Sugar-sweetened beverage intakes among adults between 1990 and 2018 in 185 countries. **Nature Communications**, v. 14, p. 1-7, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41269-8>
- LEE, BY *et al.* Simulating the Impact of Sugar-Sweetened Beverage Warning Labels in Three Cities. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 54, n. 2, p. 197–204, 2018. Doi.org/10.1016/j.amepre.2017.11.003

LIU, S *et al.* Modelling the health and economic impact of sugary sweetened beverage tax in Canada. **Plos One**, v. 17, n. 11, p. 1–16, 2022.

Doi.org/10.1371/journal.pone.0277306

LOUZADA, MLDC *et al.* The share of ultra-processed foods determines the overall nutritional quality of diets in Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 94–102, 2017. Doi.10.1017/S1368980017001434

LØVHAUG, AL *et al.* The potential of food environment policies to reduce socioeconomic inequalities in diets and to improve healthy diets among lower socioeconomic groups: An umbrella review. **BMC Public Health**, v. 22, n. 1, p. 433, 2022. Doi.org/10.1186/s12889-022-12827-4

MALIK, VS *et al.* Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: A systematic review and meta-analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 98, n. 4, p. 1084–1102, 2013. Doi.10.3945/ajcn.113.058362

MALIK, VS; HU, FB. Fructose and Cardiometabolic Health What the Evidence from Sugar-Sweetened Beverages Tells Us. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 66, n. 14, p. 1615–1624, 2015. Doi.10.1016/j.jacc.2015.08.025

MALIK, VS; HU, FB. The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 18, n. 4, p. 205–218, 2022. Doi.10.1038/s41574-021-00627-6

MANSFIELD, ED *et al.* Efficacy of “High in” Nutrient Specific Front of Package Labels — A Retail Experiment with Canadians of Varying Health Literacy Levels. **Nutrients**, v. 12, n. 3199, p. 1–17, 2020. doi:10.3390/nu12103199

MENDES, LL *et al.* Scientific research on food environments in Brazil: a scoping review. **Public Health Nutrition**, p. 1–10, 2023. doi:10.3390/nu12103199

MENEZES, RCED *et al.* Health and Place Influence of food environment on ultra-processed drinks consumption among an economically vulnerable population in a metropolitan area in Brazil: A multilevel analysis. **Health and Place**, v. 77, n. 102869, p. 1–10, 2022. Doi.org/10.1016/j.healthplace.2022.102869

MHURCHU, CN; EYLES, H; CHOI, YH. Effects of a Voluntary Front-of-Pack Nutrition Labelling System on Packaged Food Reformulation: The Health Star Rating System in New Zealand. **Nutrients**, v. 9, n. 918, p. 1–16, 2017. Doi.10.3390/nu9080918

MINISTER OF HEALTH. **Canada’s food guide**. Canada, 2019. Disponível em: <Canada.ca/FoodGuide>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Extrato de Compromisso**. Diário Oficial da União. Brasília, 2018a. p. 105. Disponível em: <http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/promocao/extrato\_da\_publicacao.pdf>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Promoção da Saúde e da Alimentação Adequada e Saudável - **Redução de Sódio, Açúcar e Gordura Trans**. Disponível em: <<https://aps.saude.gov.br/ape/promocaoSAUDE/reducao>>. Acesso em: 3 dez. 2022b.

MINISTERIO DE SALUB, Chile. **Informe de Evaluación de La Implementación de La Ley Sobre Composición Nutricional de Los Alimentos y Su Publicidad**, 2018. Disponível em: <<https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/05/Informe-Implementaci%C3%B3n-Ley-20606-junio-2017-PDF.pdf>>

MINISTERIO DE SALUD CHILE *et al.* **Manual de etiquetado nutricional de alimentos**. 2a Edición ed. Santiago, 2019. Disponível em: <[www.minsal.cl](http://www.minsal.cl)>.

MINISTERIO DE SALUD CHILE; SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA. **Ley número 20.606 sobre composición nutricional de los alimentos y su publicidad**. Chile, 2012 Disponível em: <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1041570>>

MINISTERIO DE SALUD PERU. **Decreto Supremo no 017-2017-SA que aprueba el reglamento de la Ley no30021, lei de promoción de la alimentación saludable**. Peru, 2017. Disponível em: <[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/189851/189343\\_DS\\_017-2017-SA.PDF20180823-24725-1gajie4.PDF?v=1535064154](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/189851/189343_DS_017-2017-SA.PDF20180823-24725-1gajie4.PDF?v=1535064154)>

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA URUGUAY. **Decreto número 272/018 Modificación del reglamento bromatológico, relativo al rotulado de alimentos**. Uruguay, 2018. Disponível em: <[https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/sites/ministerio-salud-publica/files/documentos/noticias/Decreto No 272-018 y Anexos %28Etiquetado de Alimentos%29.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/sites/ministerio-salud-publica/files/documentos/noticias/Decreto%20No%20272-018%20y%20Anexos%20Etiquetado%20de%20Alimentos.pdf)>

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL COLOMBIA. **Resolución 810 Etiquetado nutricional y frontal de alimentos empacados**. Colombia, 2021. Disponível em: <[https://minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resolución No. 810de 2021.pdf](https://minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución%20No.%20810de2021.pdf)>

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD VENEZUELA. **Resolución no 137, para regular el etiquetado de alimentos manufacturados con alto contenido de azúcar, grasas saturadas y grasas trans**. Venezuela, 2022. Disponível em: <[https://www.moore-venezuela.com/MediaLibsAndFiles/media/venezuelaweb.moorestephens.com2020/Images/2021\\_Diciembre\\_g-o\\_42-271.pdf](https://www.moore-venezuela.com/MediaLibsAndFiles/media/venezuelaweb.moorestephens.com2020/Images/2021_Diciembre_g-o_42-271.pdf)>

MONTEIRO, CA *et al.* Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. **Public Health Nutrition**, v. 22, n. 5, p. 936–941, 2019. Doi.10.1017/S1368980018003762

MONTEIRO, CA *et al.* Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 14, n. 1, p. 5–13, 2010. Doi.10.1017/S1368980010003241

MONTEIRO, CA *et al.* The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 5–17, 2017. Doi.10.1017/S1368980017000234

MONTEIRO, CA *et al.* **Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system.** Rome: FAO, 2019. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/ca5644en/ca5644en.pdf>>

MUKA, T *et al.* The global impact of non-communicable diseases on healthcare spending and national income: a systematic review. **Eur J Epidemiol**, v. 30, p. 251–277, 2015. Doi.10.1007/s10654-014-9984-2

MURRAY, CJL *et al.* Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990 – 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. **The Lancet**, v. 396, n. 10258, p. 1223–1249, 2020. Doi.10.1016/S0140-6736(20)30752-2

MUTH, ND *et al.* Public Policies to Reduce Sugary Drink Consumption in Children and Adolescents. **Pediatrics**, v. 143, n. 4, 2019. Doi.org/10.1542/peds.2019-0282

NCD-RISC. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128,9 million children, adolescents, and adults. **Lancet**, v. 390, n. 16, p. 2627–2642, 2017. Doi.10.1016/S0140-6736(17)32129-3

OLLBERDING, NJ; WOLF, RL; CONTENTO, I. Food Label Use and Its Relation to Dietary Intake among US Adults. *Journal of the American Dietetic Association*, v. 110, n. 8, p. 1233–1237, 2010. Doi.org/10.1016/j.jada.2010.05.007

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE, OPAS; ACT PROMOÇÃO DA SAÚDE. **Tributação das Bebidas Adoçadas no Brasil.** São Paulo, 2021. Disponível em: <[actbr.org.br](http://actbr.org.br)>.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. **Ultra-processed food and drink products in Latin America: Trends, impact on obesity, policy implications.** Washington, 2015. Disponível em: <[http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/7699/9789275118641\\_eng.pdf](http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/7699/9789275118641_eng.pdf)>.

PAHO, Pan American Health Organization. **Ultra-processed Food and Drink Products in Latin America: Sales, Sources, Nutrient Profiles and Policy Implications.** Washington: 2019. Disponível em: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/51094?locale-attribute=en>>.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. **Front-of-Package Labeling as a policy tool for the prevention of noncommunicable diseases in the Americas.** Washington, 2020. Disponível em: <[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52740/PAHONMHRF200033\\_eng.pdf?sequence=6](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52740/PAHONMHRF200033_eng.pdf?sequence=6)>.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. **Pan American Health Organization Nutrient Profile Model**. Washington, 2016. Disponível em: <[www.paho.org/publications/copyright-forms](http://www.paho.org/publications/copyright-forms)>

PNNS - MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ. **Programme National Nutrition Santé 2019–2023**. France, 2020. Disponível em: <[https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4\\_2019-2023.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf)>

PODER EJECUTIVO NACIONAL ARGENTINA. **Decreto 151/2022 DCTO-2022-151-APN-PTE - Apruébase la Reglamentación de la Ley n°27.642**. Argentina, 2022. Disponível em: <[argentina.gob.ar](http://argentina.gob.ar)>

POPKIN, BM; CORVALAN, C; GRUMMER-STRAWN, LM. Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. **The Lancet**, v. 395, n. 10217, p. 65–74, 2020. Doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32497-3

POPKIN, BM; HAWKES, C. The sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends and policy responses for diabetes prevention. **Lancet Diabetes Endocrinol.**, v. 4, n. 2, p. 174–186, 2016. Doi.10.1016/S2213-8587(15)00419-2

PRATES, SM *et al.* Influence of nutrition claims on different models of front-of-package nutritional labeling in supposedly healthy foods: impact on the understanding of nutritional information, healthfulness perception and purchase intention of Brazilian consumers. **Frontiers in Nutrition**, 2022. Doi.org/10.3389/fnut.2022.921065

PŪRAS, D. **Statement by the UN Special Rapporteur on the right to health on the adoption of front-of-package warning labelling to tackle NCDs**. Disponível em: <<https://www.ohchr.org/en/statements/2020/07/statement-un-special-rapporteur-right-health-adoption-front-package-warning>>. Acesso em: 24 ago. 2022.

QIN, P *et al.* Sugar and artificially sweetened beverages and risk of obesity, type 2 diabetes mellitus, hypertension, and all - cause mortality: a dose – response meta - analysis of prospective cohort studies. **European Journal of Epidemiology**, v. 35, n. 7, p. 655–671, 2020. Doi.org/10.1007/s10654-020-00655-y

REYES, M *et al.* 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 Medicine**, v.17, n.7, p. 1-37, 2020. Doi.10.1371/journal.pmed.1003220

RODRIGUEZ-MARTINEZ, A *et al.* Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants. **The Lancet**, v. 396, n. 10261, p. 1511–1524, 2020. Doi.10.1016/S0140-6736(20)31859-6

ROTH, GA *et al.* Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, p. 1736–88, 2018. Doi.10.1016/S0140-6736(18)32203-7

RUSSELL, C *et al.* The drivers, trends and dietary impacts of non-nutritive sweeteners in the food supply: a narrative review. **Nutrition Research Reviews**, v. 34, n. 2, p. 185–208, 2020. Doi.org/10.1017/S0954422420000268

SAMBRA, V *et al.* Overuse of Non-caloric Sweeteners in Foods and Beverages in Chile: A Threat to Consumers' Free Choice? **Frontiers in Nutrition**, v. 7, n. June, p. 1–8, 2020. Doi.10.3389/fnut.2020.00068

SCAPIN, T *et al.* Consumers' Response to Sugar Label Formats in Packaged Foods: A Multi-Methods Study in Brazil. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, n. June, p. 1–14, 2022. Doi.10.3389/fnut.2022.896784

SCARBOROUGH, P *et al.* The Preventable Risk Integrated Model and Its Use to Estimate the Health Impact of Public Health Policy Scenarios. *Scientifica*, p. 1–21, 2014. Doi.10.1155/2014/748750

SCARPELLI, DQ *et al.* Labeling and Advertising Law in Chile: A Longitudinal Approach **Nutrients**, v. 12, p. 1–13, 2020. Doi.org/10.3390/nu12082371

SECRETARÍA DE ECONOMÍA; GOBIERNO DE MÉXICO. **MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010.** México, 2020. Disponible em: <[https://www.dof.gob.mx/2020/SEECO/NOM\\_051.pdf](https://www.dof.gob.mx/2020/SEECO/NOM_051.pdf)>

SILVA, ARCS. **Efeitos dos sistemas de rotulagem nutricional frontal mexicano e brasileiro no entendimento, percepção de saudabilidade e intenção de compra a partir do uso de aplicativo para smartphone – um estudo randomizado controlado.** 2022. 152 f. Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.

SILVA, ARCS; MHURCHU, CN; ANASTÁCIO, LR. Corrigendum: Comparison of two front-of-pack nutrition labels for Brazilian consumers using a smartphone app in a real-world grocery store: A pilot randomized controlled study. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, n. 898021, p. 1–12, 2022. Doi.org/10.3389/fnut.2022.1040011

SINGH, GM *et al.* Global, Regional, and National Consumption of Sugar-Sweetened Beverages, Fruit Juices, and Milk: A Systematic Assessment of Beverage Intake in 187 Countries. **Plos One**, v. 14, n. 3, p. 1–20, 2015. Doi.10.1371/journal.pone.0124845

SINGH, GM *et al.* The Age-Specific Quantitative Effects of Metabolic Risk Factors on Cardiovascular Diseases and Diabetes: A Pooled Analysis. **Plos One**, v. 8, n. 7, p. 1–10, 2013. Doi.10.1371/journal.pone.0065174

SIQUEIRA, JH *et al.* Sugar-sweetened soft drinks and fructose consumption are associated with hyperuricemia: Cross-sectional analysis from the Brazilian longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). **Nutrients**, v. 10, n. 8, p. 1–15, 2018. Doi.10.3390/nu10080981

STANHOPE, KL *et al.* A dose-response study of consuming high-fructose corn syrup-sweetened beverages on lipid/lipoprotein risk factors for cardiovascular disease in

young adults. **Am J Clin Nutr**, v. 101, p. 1144–1154, 2015.

Doi.10.3945/ajcn.114.100461.1144

SUNDBORN, G *et al.* Are Liquid Sugars Different from Solid Sugar in Their Ability to Cause Metabolic Syndrome? **Obesity**, v. 27, n. 6, p. 879–887, 2019.

Doi.10.1002/oby.22472

SWINBURN, B *et al.* INFORMAS (International Network for Food and Obesity / non-communicable diseases Research, Monitoring and Action Support): overview and key principles. **Obesity Reviews**, v. 14, n. November 2012, p. 1–12, 2013.

Doi.10.1111/obr.12087

SWINBURN, BA *et al.* The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. **The Lancet**, v. 393, n. 10173, p. 791–846, 2019. Doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32822-8

TAILLIE, LS *et al.* 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**, v. 17, n. 2, p. 1–22, 2020. Doi.org/10.1371/journal.pmed.1003015

TAILLIE, L S *et al.* Changes in food purchases after the Chilean policies on food labelling, marketing, and sales in schools: a before and after study. **The Lancet Planetary Health**, v. 5, n. e, p. 526–533, 2021. Doi.10.1016/S2542-5196(21)00172-8

TANERI, PE *et al.* Association Between Ultra-Processed Food Intake and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. **American Journal of Epidemiology**, v. 191, n. 7, p. 1323–1335, 2022. Doi.org/10.1093/aje/kwac039

TANERI, PE *et al.* Association Between Ultra-Processed Food Intake and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. **American Journal of Epidemiology**, v. 191, n. 7, p. 1323–1335, 2022. Doi.org/10.1093/aje/kwac039

TEMPLE, NJ Front-of-package food labels: A narrative review. **Appetite**, v. 144, p. 104485, 2020. Doi.10.1016/j.appet.2019.104485

TOMAZ, LA *et al.* From the most to the least flexible nutritional profile: Classification of foods marketed in Brazil according to the Mexican and Brazilian models. **Frontiers in Nutrition**, 2022. Doi.10.3389/fnut.2022.919582

TOMAZ, LA. **Uso de edulcorantes na produção de alimentos e bebidas: frequência e utilização segundo a RDC no18/2008, no cenário de pré-implementação da nova norma brasileira de rotulagem nutricional.** 2022. Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.

UNC, Global Food Research Program. **World Policy Maps, Front-of-Package Labeling**, 2021.

VAN DER HORST, K *et al.* Interpretation of Serving Size Information on Food Labels: A Scoping Review. **Nutrients**, v. 11, n. 2189, p. 1–20, 2019. Doi:10.3390/nu11092189

VELLINGA, RE *et al.*, Different Levels of Ultraprocessed Food and Beverage Consumption and Associations with Environmental Sustainability and All-cause Mortality in EPIC-NL. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 118, p. 103–113, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2023.05.021>

WANG, M *et al.* Ultra-Processed Foods Consumption Increases the Risk of Hypertension in Adults: A Systematic Review and. **American Journal of Hypertension**, v. 35, n. 10, p. 892–901, 2022. doi.org/10.1093/ajh/hpac069

WARTELLA, EA; LICHTENSTEIN, AH; BOON, CS. **Front-of-package Nutrition Rating Systems and Symbols: Phase I Report**. Washington: The National Academies Press, 2010. Disponível em: <<http://nap.nationalacademies.org/12957>>

WHITE-BARROW, V *et al.* Effects of front-of-package nutrition labelling systems on understanding and purchase intention in Jamaica: results from a multiarm randomised controlled trial. **BMJ Open**, v. 13, p. 1–11, 2023. Doi.10.1136/bmjopen-2022-065620

WHO REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. **Manual to develop and implement front-of-pack nutrition labelling**. Copenhagen, Denmark, 2020. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/336988/WHO-EURO-2020-1569-41320-56234-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

WHO, World Health Organization. **Guideline: Sugars intake for adults and children**. Geneva, Switzerland, 2015. v. 59. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>>

WHO, World Health Organization. **Healthy diet**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

WHO, World Health Organization. **Global Health Estimates 2020: Disease burden by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2019**. Disponível em: <<https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/global-health-estimates-leading-causes-of-dalys>>

WHO, World Health Organization. **Global status report on noncommunicable diseases 2014**. Switzerland, 2014. Disponível em: <[www.who.int/about/licensing/copyright\\_form/en/index.html](http://www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html)>

WHO, World Health Organization. **Information note about intake of sugars recommended in the WHO guideline for adults and children**. Geneva, Switzerland, 2015. Disponível em: <[www.who.int](http://www.who.int)>

WHO, World Health Organization. **The top 10 causes of death**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>>

WHO, World Health Organization. **World Health Statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals**. Geneva, Switzerland, 2018. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272596/9789241565585-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

WHO, World Health Organization. **Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)**. Geneva, 2022a.

WHO, World Health Organization. **Health effects of the use of non-sugar sweeteners: A systematic review and meta-analysis**, 2022b.

WHO, World Health Organization. **Use of non-sugar sweeteners: guideline**. Geneva, 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

WITHROW, D; ALTER, DA. The economic burden of obesity worldwide: A systematic review of the direct costs of obesity. **Obesity Reviews**, v. 12, n. 2, p. 131–141, 2011. Doi.10.1111/j.1467-789X.2009.00712.x

WORLD OBESITY FEDERATION. **World Obesity Atlas 2022**. London, 2022. Disponível em: <<http://www.worldobesity.org/>>

WORLD OBESITY FEDERATION. **World Obesity Atlas 2023**. London, 2023. Disponível em: <<https://www.worldobesity.org/resources/resource-library/world-obesity-atlas-2023>>

ZANCHETA RICARDO, C *et al.* Changes in the Use of Non-nutritive Sweeteners in the Chilean Food and Beverage Supply After the Implementation of the Food Labeling and Advertising Law. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, n. November, p. 1–10, 2021. Doi.10.3389/fnut.2021.773450

## 4 CAPÍTULO II – ARTIGO

### 4.1 Título:

Impacto da implementação da rotulagem nutricional frontal no consumo de bebidas açucaradas e conseqüentemente na prevalência de excesso de peso corporal e obesidade e nos custos diretos relacionados no Brasil: uma estimativa por meio de um estudo de modelagem

### Resumo

Justificativa: A ingestão de bebidas açucaradas tem sido associada à obesidade e às doenças crônicas não transmissíveis, aumentando assim os custos diretos de saúde relacionados a essas doenças. A rotulagem nutricional na frente da embalagem (RNF) visa ajudar os consumidores a entender a composição dos alimentos, melhorando, desse modo, as escolhas alimentares e prevenindo o desenvolvimento de tais doenças. Objetivo: Estimar, em cinco anos, o impacto da implantação da RNF no Brasil sobre a prevalência de excesso de peso corporal e de obesidade em adultos consumidores de bebidas açucaradas e os custos diretos relacionados a tais problemas. Métodos: Estudo de simulação foi realizado para estimar o efeito da implementação do RNF na prevalência de excesso de peso corporal e de obesidade. A base de dados de pesquisa VIGITEL (Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico), publicada no relatório de 2020, foi utilizada neste estudo (amostra final foi composta por 12.471 pontos de dados que representam 14.380.032 brasileiros). Os cenários considerados foram: base (tendência de consumo de bebidas açucaradas); 1 [cenário base associado às mudanças no conteúdo energético das bebidas compradas observadas após a primeira fase da lei chilena de rotulagem (-9,9%)]; e 2 (cenário 1 associado à reformulação de bebidas, redução total de energia de -1,6%). As mudanças no peso corporal foram estimadas usando o modelo de simulação de Hall *et al.* (2011) ao longo de cinco anos. Considerou-se a tendência linear na prevalência de obesidade e de excesso de peso corporal na população brasileira ao simular o impacto da prevalência de dessas duas variáveis no índice de massa corporal. Além disso, foram estimados os custos diretos de saúde relacionados à obesidade. Resultados: Espera-se que o consumo energético proveniente de bebidas açucaradas, após a implementação da RNF, seja

reduzido em aproximadamente 28 kcal/dia (IC 95% -30, -27), considerando o cenário 1. Estimou-se, em um período de cinco anos, os dois cenários analisados. No cenário 1, a prevalência da obesidade foi projetada em 25,3% e o excesso de peso em 64,4%. Já no cenário 2, estima-se que a prevalência da obesidade seja de 25,2% e de excesso de peso em 64,2%. Extrapolando os resultados para toda a população brasileira, estima-se que a implementação da RNF apresenta potencial para reduzir a prevalência de obesidade em -0,32 pontos percentuais e -0,35 pontos percentuais (cenários 1 e 2, respectivamente) e o excesso de peso corporal em -0,42 pontos percentuais e -0,48 pontos percentuais (cenários 1 e 2, respectivamente), em cinco anos. Com isso, estima-se que seja possível economizar aproximadamente US\$ 5,5 milhões (IC 95% 4,7, 8,8) no cenário 1 e aproximadamente US\$ 6,1 milhões (IC 95% 5,3, 9,8) no cenário 2. Conclusão: Os resultados deste estudo de modelagem indicam que a política pública de RNF pode reduzir a prevalência de excesso de peso corporal e obesidade, representando, pois, uma estratégia para a prevenção da obesidade.

#### 4.2 Introdução

Bebidas açucaradas, como refrigerantes e bebidas à base de frutas, são bem reconhecidas por seus efeitos deletérios à saúde (MALIK; HU, 2015). Elas contêm altos níveis de açúcares livres (ACTON *et al.*, 2017) e representam a maior fonte de consumo de açúcar (NIKPARTOW *et al.*, 2012; STERN *et al.*, 2014). Além disso, essas bebidas, preparadas à base de uma mistura de água, alguns tipos de açúcar e um xarope aromatizante, apresentam baixa densidade nutricional e comprometem a qualidade da dieta (MOSHAGHIAN *et al.*, 2016). Assim, tais bebidas estão fortemente associadas ao ganho excessivo de peso, à obesidade (MALIK; HU, 2022) e a doenças crônicas, como diabetes mellitus tipo 2 (MALIK; HU, 2015).

Embora o consumo de bebidas açucaradas tenha diminuído no Brasil entre os anos 2007 e 2016, uma parcela significativa da população ainda consome essas bebidas todos os dias (FIGUEIREDO *et al.*, 2018). A publicação do Guia Alimentar Para a População Brasileira, ocorrida em 2014, recomenda que o consumo de produtos alimentícios ultraprocessados, que inclui as bebidas açucaradas, devam ser evitadas (BRASIL, 2014). Ainda assim, um em cada seis adultos das capitais brasileiras e no Distrito Federal

consome essas bebidas todos os dias, o que justifica intervenções para manter essa redução em níveis ainda mais baixos (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Em 2018, a obesidade e seus impactos na saúde geraram um custo anual estimado de R\$ 1,42 bilhão (IC 95%: R\$ 0,98 a R\$ 1,87) para o Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil (NILSON *et al.*, 2020). Os custos abrangiam internações, procedimentos ambulatoriais e medicamentos fornecidos pelo SUS para o tratamento dessas condições, excluindo os gastos com saúde suplementar no país, além dos custos econômicos e sociais associados ao adoecimento e à mortalidade devido a essas doenças (NILSON *et al.*, 2020). Custos diretos são aqueles pagos pelos serviços de saúde relacionados às despesas imediatas e incluem mão de obra, exames e medicamentos (RASMUSSEN; SWEENEY; SHEEHAN, 2015).

Nesse contexto, a implementação da rotulagem nutricional frontal (RNF) tem sido proposta como uma política pública para reduzir o consumo de alimentos não saudáveis (ACTON; HAMMOND, 2018; PARAJE *et al.*, 2021). A partir da RNF, os consumidores podem facilmente identificar alimentos e bebidas que são densos em calorias, que contêm açúcares adicionados e ainda os que têm valor nutricional reduzido. Consequentemente, com a redução do consumo de alimentos e bebidas não saudáveis, a incidência de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à dieta pode ser reduzida (CORVALÁN; REYES; GARMENDIA *et al.*, 2013). Uma metanálise identificou que a RNF foi útil na redução da compra de bebidas, em energia (diferença padronizada corrigida = -0,16; IC 95% -0,24, -0,07; n = 2.338; p = 0,010) e aquisição de açúcar (g) (diferença padronizada corrigida = -0,11; IC 95% -0,21, 0,01; n = 1.938; p < 0,001), quando comparado ao controle (indivíduos canadenses e americanos foram incluídos na análise) (GRUMMON; HALL, 2020).

No Chile, a indústria alimentícia reformulou alimentos e bebidas após a implementação da RNF e outras políticas de saúde pública, com redução dos açúcares adicionados em bebidas açucaradas e introdução de adoçantes não nutritivos (KANTER *et al.*, 2019; ZANCHETA RICARDO *et al.*, 2021). Kanter *et al.* encontraram redução no teor de açúcares adicionados em bebidas entre 2015 e 2016 [redução mediana 7,5 g/100 mL, intervalo interquartil (IQR): 2,3–10,0 em 2015 para 6,0 g/100 mL, IQR: 2,2–10 em 2016], no Chile, referindo-se à reformulação (KANTER *et al.*, 2019).

Alguns países, como Brasil (Anexo 1), Chile (Anexo 2), México, Canadá, e outros países do mundo já implementaram ou estão implementando tais políticas (BRASIL,

2020a; BRASIL, 2020b; GLOBAL FOOD RESEARCH PROGRAM UNC, 2022; HEALTH CANADA, 2016; MINISTERIO DE SALUD CHILE, 2012; SECRETARÍA DE ECONOMÍA; GOBIERNO DE MÉXICO, 2020). Em 2016, o Chile implementou as Leis nº 20.606 e nº 20.869 sobre Rotulagem e Publicidade de Alimentos, respectivamente (CORVALÁN; REYES; GARMENDIA *et al.*, 2013). Além disso, os produtos que apresentavam RNF não podiam ser comercializados em escolas para menores de 14 anos e promovidos a esse público, conforme descreve a legislação chilena (CORVALÁN *et al.*, 2018). Ademais, o Chile implementou legislação tributária sobre bebidas açucaradas. Assim, aquelas bebidas adoçadas com açúcar (como refrigerantes e sucos industrializados) que apresentarem quantidade superior a 15 g de açúcar por 240 mL recebem taxa de imposto de 18%, com o objetivo de reduzir seu consumo (CARO *et al.*, 2018). Dessa forma, vários fatores podem influenciar o comportamento do consumidor nas políticas chilenas (CARO *et al.*, 2017).

Após a implementação da legislação chilena, iniciada em 2016, foi relatada diminuição de 23,7% (IC 95% -23,8, -23,7%) na compra de bebidas açucaradas com RNF que apresentam os dizeres “alto teor” (TAILLIE; REYES; *et al.*, 2020). Um estudo de modelagem, realizado no México, estimou que a implementação da RNF pode promover uma redução de 23,2 kcal/dia (IC 95% -24,5, -21,9), associada ao consumo de bebidas açucaradas e 13,6 kcal/dia (IC 95% -14,1, - 13,1) aos lanches, com potencial de promover uma redução de 4,98 pontos percentuais na prevalência da obesidade no país (BASTO-ABREU; TORRES-ALVAREZ; REYES-SÁNCHEZ; *et al.*, 2020). Diante desse contexto, a implementação da RNF pode ser uma estratégia útil para reduzir o consumo de bebidas açucaradas, entre outros produtos alimentícios, bem como uma das estratégias de prevenção da obesidade.

Em outubro de 2020, o Brasil aprovou legislação que determina o uso da RNF em formato de lupa, em alimentos que excederem os limites para os nutrientes críticos açúcares de adição, gorduras saturadas e sódio (BRASIL, 2020a, BRASIL, 2020b). Embora o impacto da implementação da RNF sobre as intenções de compra de alimentos da população brasileira tenha sido investigado (KHANDPUR; MAIS; MARTINS, 2022; PRATES *et al.*, 2022; SILVA; MHURCHU; ANASTÁCIO, 2022), mais estudos são necessários.

Além disso, são necessárias investigações para entender o comportamento do consumidor em decorrência da implementação da RNF, como possíveis mudanças nos

padrões de compra, consequentes alterações no consumo de alimentos, que podem provocar alterações no estado nutricional. Até onde sabemos, nenhum estudo simulou o efeito que a implementação da RNF pode apresentar na prevalência de excesso de peso corporal e na obesidade no Brasil.

Assim, o objetivo deste estudo foi estimar, em cinco anos, a redução da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal entre adultos brasileiros e os custos diretos em saúde no sistema público relacionados a tais problemas após a implementação da RNF no Brasil.

### 4.3 Método

#### 4.3.1 Desenho do estudo

Trata-se de estudo de avaliação de impacto econômico, realizado sob a perspectiva do sistema público de saúde brasileiro. Um modelo de simulação foi usado para estimar os impactos futuros na prevalência de obesidade e de excesso de peso corporal, assim como os custos diretos da obesidade que poderiam ser reduzidos com a implementação da RNF.

Três cenários foram considerados ao longo de cinco anos: i. cenário base: foi feita a avaliação da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal e dos custos diretos da obesidade na ausência de qualquer política de saúde, usando a tendência temporal da prevalência de obesidade; ii. cenário 1: estimou-se a prevalência de obesidade e excesso de peso corporal e os custos diretos da obesidade após a implementação da RNF, com base na mudança na compra de bebidas açucaradas observada após a primeira fase da lei chilena de rotulagem (TAILLIE *et al.*, 2021), associada ao cenário base; iii. cenário 2: estimou-se a prevalência de obesidade e excesso de peso corporal e os custos diretos da obesidade no cenário 1 associado à reformulação de bebidas no Chile conforme observado por Kanter *et al.* (2019).

Para os cenários 1 e 2, estimou-se a possível redução em energia proveniente do consumo de bebidas açucaradas, após a implementação da RNF. Além disso, o impacto da redução da ingestão calórica no peso corporal e no índice de massa corporal (IMC) e, posteriormente, na prevalência de obesidade e excesso de peso corporal foi estimado, ao longo de cinco anos.

#### 4.3.2 Base de dados utilizada, população do estudo, amostragem e aspectos éticos

O VIGITEL Brasil 2019 (Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico) (BRASIL, 2020c) foi utilizado neste estudo com o objetivo de modelar os diferentes cenários. O VIGITEL é feito anualmente, pelo Ministério da Saúde, para investigar os fatores de risco e proteção para doenças crônicas não transmissíveis, desde 2006. Esse levantamento é realizado nas 26 capitais estaduais e no Distrito Federal, utilizando uma amostra probabilística da população adulta residente em domicílios com telefone fixo. Informações adicionais sobre o processo de amostragem e de coleta de dados do VIGITEL estão disponíveis em publicação específica referente ao Relatório de 2019 (BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020c).

Embora existam outros estudos de base populacional realizados regularmente no Brasil (IBGE, 2020a; IBGE, 2020c) nenhum deles é anual como o VIGITEL. Outros estudos avaliam o consumo alimentar por meio do recordatório de 24 horas, que é um método que requer vários dias de avaliação para estimar o consumo habitual do participante e depende do entrevistador (MORIMOTO *et al.*, 2011). Nesse contexto, o recordatório de 24 horas poderia subestimar o consumo de bebidas açucaradas, se realizado em apenas um dia.

Por outro lado, o VIGITEL enfoca o consumo habitual, o que favoreceu a escolha dessa base de dados. Além disso, pretendia-se incluir as tendências temporais de redução no consumo de bebidas açucaradas e aumento na prevalência de obesidade e excesso de peso nas estimativas de modelagem; assim, apenas um banco de dados como o VIGITEL poderia ser utilizado.

Desta forma, utilizou-se a base de dados do VIGITEL, coletada em 2019 e publicada no relatório de 2020 (BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020c). No questionário VIGITEL 2019, há questões que investigam diversas características, incluindo consumo alimentar, antropométricas (peso e altura - autorreferidos) e sociodemográficas (faixa etária, sexo, idade), que foram variáveis de interesse deste estudo. As variáveis utilizadas a partir do banco de dados estão identificadas e descritas na Tabela 1. Um total de 52.443 indivíduos foram entrevistados na edição de 2019 da pesquisa (BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020c).

**Tabela 1 . Variáveis adquiridas do banco de dados da pesquisa VIGITEL e utilizadas no estudo.**

Variável	Descrição da variável	Código
Réplica	Unidade primária de análise	NA
Ano	Ano de realização do VIGITEL	NA
Q6	Idade (anos)	NA
Q7	Gênero	1 - masculino 2 - feminino
Q9	Peso (kg)	777 – não sabe* 888 - não sabe *
Q11	Altura (cm)	777 - não sabe * 888 - não sabe *
Q14	Grávida	1 - sim* 2 - não 777 - não sabe
Q29	Quantos dias por semana você costuma beber refrigerantes ou sucos artificiais?	1 - 1 a 2 dias por semana 2 - 3 a 4 dias por semana 3 - 5 a 6 dias por semana 4 – Todos os dias (inclusive sábado e domingo) 5 – quase nunca* 6 - nunca*
Q30	Que tipo?	1 - regular 2 - <i>diet/ light/ zero</i> * 3 - ambos
Q31	Quantos copos/latas você costuma beber por dia?	1 - vidro/lata por dia 2 - copos/latas por dia 3 - copos/latas por dia 4 - copos/latas por dia 5 - copos/latas por dia 6 - 6 ou mais copos/latas por dia 7 – não sabe*
Peso (através de raking)	Fator de expansão	NA

Fonte: VIGITEL BRASIL 2019 (2020). NA: não aplicável. \*Os participantes que responderam este código foram excluídos deste estudo.

Para o presente estudo, foi utilizada uma subamostra de dados do VIGITEL 2019, ajustados conforme os critérios de inclusão e exclusão do estudo. Assim, a amostra foi composta por indivíduos de ambos os sexos, na faixa etária entre 20 e 59 anos. Além disso, indivíduos que relataram nunca ou quase nunca consumir bebidas açucaradas, assim como aqueles que não souberam informar a quantidade consumida, ou que consumiram apenas bebidas *diet/light/zero*, gestantes e indivíduos com IMC extremo (maior que 60 kg/m<sup>2</sup> e menor de 15 kg/m<sup>2</sup>) foram excluídos (Tabela 1). A amostra final foi composta por 12.471 pontos de dados, que representou 14.380.032 brasileiros (o valor projetado indicou a soma dos fatores de ponderação dessa população). Todas as informações projetadas nesse estudo considerou a utilização de funções amostrais complexas (*survey*), utilizando-se as variáveis peso e unidade primária de amostragem incorporadas na análise com o *software* Epi Info, versão 7.2, conforme descrito no Manual de Análise do VIGITEL (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

O VIGITEL foi aprovado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Ministério da Saúde (Parecer CONEP nº 355590 de 26 de junho de 2013, sob CAAE nº 16202813.2.0000.0008). O consentimento livre e esclarecido oral foi obtido no primeiro contato telefônico com o participante. Os dados da pesquisa são acessíveis ao público e usados sem a identificação dos indivíduos entrevistados (BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020c). Os bancos de dados de todos os anos realizados pelo VIGITEL estão disponíveis neste [link](#).

#### 4.3.3 Avaliação do consumo de bebidas açucaradas pela população brasileira

As questões relacionadas ao consumo de refrigerantes utilizados na pesquisa VIGITEL passaram por análise prévia de validação, por meio das questões de avaliação do consumo diário ou quase diário de refrigerantes. Para isso, houve análise da validação e reprodutibilidade da avaliação do consumo diário ou quase diário de refrigerantes em subamostras aleatórias ( $n = 112$  e  $n = 109$ ) do total de participantes ( $N = 2.204$ ), para adultos de 18 anos ou mais, para as questões do estudo VIGITEL, realizado em 2005 (MONTEIRO, CARLOS AUGUSTO *et al.*, 2008). Para análise da reprodutibilidade, os resultados obtidos na entrevista telefônica original foram comparados com os resultados obtidos em outra entrevista telefônica, realizada entre sete e quinze dias após a entrevista

original. Os coeficientes Kappa mostraram que os resultados estão totalmente concordantes entre si (todos: 0,77; homens: 0,83; mulheres: 0,72). Para análise da validade, os resultados obtidos na entrevista telefônica foram comparados com três recordatórios de 24 horas realizados 15 dias após a entrevista original. Valores razoáveis de especificidade (todos: 94,1%; homens: 93,3%; mulheres: 94,6%) e valores de sensibilidade (todos: 87,5%; homens: 50%; mulheres: 100%) foram observados para o consumo de refrigerantes (MONTEIRO, CARLOS AUGUSTO *et al.*, 2008).

Neste estudo, a avaliação do consumo de bebidas açucaradas foi baseada em três questões da pesquisa VIGITEL: questão Q29 - "Quantos dias por semana você costuma tomar refrigerante ou suco artificial?" (1–2 dias por semana; 3–4 dias por semana; 5–6 dias por semana; todos os dias, incluindo sábados e domingos; quase nunca; nunca). Os participantes que responderam "quase nunca" e "nunca" foram excluídos deste estudo. Também foi utilizada a questão identificada como Q30, que investiga o tipo de bebida consumida (regular, *diet/light/zero*, ambas). Foram excluídos os participantes que responderam "*diet/light/zero*". A pergunta sobre o tipo de bebida consumida foi omitida nos anos de 2012, 2013 e 2014. Utilizou-se, também, a questão identificada como Q31: "Quantos copos/latas você costuma beber por dia?" (1, 2, 3, 4, 5, 6 ou mais, não sabe). Foram excluídos os participantes que desconheciam a quantidade consumida.

Para estimar a quantidade de bebidas açucaradas consumidas por dia, foi necessário calcular a frequência média de consumo (AF) relatada pelos participantes. Assim, calculou-se a média de cada intervalo de frequência de consumo de refrigerante relatado pelos participantes (para um a dois dias da semana, utilizou-se o valor 1,5; para três a quatro dias da semana, utilizou-se o valor 3,5; para cinco a seis dias da semana utilizou-se o valor 5,5; e para todos os dias, utilizou-se o valor 7). Além disso, calculou-se a média entre uma lata (350mL) e um copo (150mL) de refrigerante, o que resultou em 250mL. Posteriormente, a quantidade estimada de bebidas açucaradas consumidas por dia (mL) por cada indivíduo incluído no estudo foi estimada por meio da frequência (questão Q29 e AF) e quantidade (questão Q31) multiplicada por 250 mL, e dividida pelo número de dias da semana (7), da seguinte forma:

$$\text{Quantidade estimada de bebidas açucaradas consumidas por dia (mL)} = \frac{Q29 \times AF \times Q31 \times 250}{7} \quad (1)$$

Segundo o Regulamento Técnico, no Brasil, refrigerantes são bebidas gaseificadas obtidas pela dissolução do suco ou extrato vegetal em água potável, adicionado de açúcar e saturado com dióxido de carbono industrialmente puro. Neste estudo, apenas os refrigerantes foram considerados como bebidas açucaradas (MAPA, 2021). A quantidade de bebidas açucaradas consumidas, em mL, foi convertida em gramas (g) utilizando-se o valor de densidade de 1,04, referente aos refrigerantes (MOREIRA *et al.*, 2007). A *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA)* (TBCA, 2020) foi utilizada para informar os teores energéticos e de sódio do refrigerante. O item "REFRIGERANTE REGULAR, COM AÇÚCAR (MÉDIA DAS DIFERENTES AMOSTRAS)", que continha 38 kcal e 8,12 mg de sódio em 100 g de refrigerante foi usado para a composição nutricional (TBCA, Universidade de São Paulo - USP, Food Research Center – FoRC, Versão 7.1. São Paulo, 2020, Acesso em: 20 de abril de 2021, disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>). Dessa forma, estimou-se o consumo energético e de sódio das bebidas.

#### 4.3.4 Estimativa de redução no consumo energético

Vários cenários foram usados para estimar a redução no consumo, em energia, de indivíduos consumidores de bebidas açucaradas, após a implementação da RNF. Para isso, considerou-se a tendência temporal referente ao consumo de bebidas açucaradas de 12 edições da pesquisa VIGITEL (entre os anos de 2007 e 2019, exceto para o ano de 2017). A base de dados de 2017 foi excluída, pois a pergunta utilizada para analisar o consumo de bebidas açucaradas era diferente da pergunta utilizada nos demais anos. Em 2017, a pergunta era sobre a quantidade de bebidas açucaradas consumidas no dia anterior à pesquisa, enquanto nos outros anos era sobre a quantidade regular consumida em um dia.

Os bancos de dados de estudos anteriores foram ajustados usando os mesmos critérios de inclusão e exclusão descritos na subseção “População do estudo, amostragem e aspectos éticos” (n = 23.170 em 2007, n = 24.604 em 2008, n = 24.467 em 2009, n = 24.856 em 2010, n = 24.311 em 2011, n = 22.353 em 2012, n = 22.835 em 2013, n = 16.475 em 2014, n = 16.387 em 2015, n = 17.033 em 2016, n = 12.999 em 2018 e n =

12.471 em 2019). Essa tendência temporal de consumo foi utilizada no cenário base, de forma isolada, enquanto nos demais cenários foi associada à redução do consumo de energia, seja por meio de RNF e ou da RNF associada à reformulação.

Com todos os dados ajustados conforme os critérios de inclusão do estudo, foi realizada a análise da proporção de brasileiros que consomem bebidas açucaradas e da quantidade/dia estimada de energia e de sódio para os anos supracitados. Os pesos amostrais do inquérito VITIGEL foram utilizados em todas as edições e para cada parâmetro analisado neste estudo. Posteriormente, foi realizada a análise de regressão linear para avaliar a tendência temporal do número de consumidores de bebidas açucaradas e a quantidade/dia de sódio e energia consumida. A regressão linear também foi usada para projetar os números até 2024. Tais informações foram consideradas para o cenário “sem mudança”, denominado cenário base. Os resultados do cenário base da modelagem foram usados tanto isoladamente quanto associados aos demais cenários modelados.

O cenário 1 consistiu na associação do cenário base com os resultados do estudo de Taillie *et al.*, estudo longitudinal que analisou a compra de alimentos e bebidas antes e após a implementação da primeira fase da legislação chilena (de janeiro de 2015 a dezembro de 2017) (TAILLIE *et al.*, 2021). Foram analisados dados longitudinais de compras realizadas por 2.381 domicílios, com indivíduos de todas as idades. Uma vez realizada a análise dos domicílios, os resultados apresentados não foram estratificados por idade. As bebidas incluídas no estudo de Taillie *et al.* (2021) estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2 – Bebidas incluídas no estudo de Taillie *et al.* (2021).**

Subcategoria	Descrição e exemplos
Soda	Refrigerantes gaseificados
Bebidas industrializadas de frutas e hortaliças	Bebidas industrializadas com sabor de frutas, incluindo bebidas em pó, néctares e bebidas prontas para beber
Bebidas à base de laticínios e seus sucedâneos	Leites simples e aromatizados, substitutos lácteos e outras bebidas lácteas, incluindo as em pó e prontas para beber

Águas	Águas puras e aromatizadas, água mineral, água com gás, incluindo as em pó e prontas a beber
Café e chá	Café solúvel, café torrado, café moído, chá RTD e chá em pó
Suco 100% de frutas e vegetais	Sucos 100% de frutas e vegetais, sem aditivos
Bebidas esportivas	Bebidas esportivas em pó e prontas para beber
Fórmula	Fórmula infantil/infantil, fórmula infantil/infantil e fórmula materna/idosa

Fonte: Adaptado de TAILLIE *et al.* (2021).

Comparando-se os diferentes períodos de implementação da RNF, observou-se uma diminuição significativa nas compras em energia, açúcar, gorduras saturadas e sódio no Chile. A Tabela 3 mostra que houve redução na compra de bebidas rotuladas como "alto em", com alguma compensação em relação à compra de produtos sem RNF. Neste estudo, considerou-se que a diminuição na compra de bebidas converteu-se em diminuição no consumo. Para tanto, os resultados referentes à compra de bebidas, considerando a compensação observada, foram utilizados no cenário de modelagem. Optou-se por utilizar os resultados encontrados por Taillie *et al.* pelos seguintes motivos: 1) avaliaram uma política já implementada no Chile e que incluía RNF; 2) alguma compensação referente à compra de bebidas foi considerada nos resultados. No entanto, nesse estudo, não foi possível obter o recorte dos dados de indivíduos da mesma faixa etária do estudo VIGITEL. Assim, para o cenário 1, a redução na compra de bebidas rotuladas como "alto em", com alguma compensação na compra de bebidas sem RNF, equivalente a 9,9% em calorias e 5,2% em sódio, observadas por Taillie *et al.*, foram associados à atual tendência de redução do consumo de bebidas açucaradas no Brasil, estimada no cenário base.

**Tabela 3 – Diferenças médias na compra de bebidas, em energia e sódio, antes e após a implementação das políticas implementadas no Chile, observadas por Taillie *et al.* (2021).**

Parâmetro avaliado	Bebidas "em alta"	Bebidas sem FoPNL	Compra de bebidas em geral
--------------------	-------------------	-------------------	----------------------------

Energia - kcal/per capita/dia (IC 95%)	-16,3 (-18,7, -13,9)	+6,3 (4,1, 8,5)	-10,0 (-13,4, -6,6)
Energia (%)	-31,3	+12,6	-9,9*
Sódio - mg/per capita/dia (IC 95%)	-7,0 (-8,0, -6,3)	+3,7 (1,6, 5,9)	-3,4 (-5,8, -1,1)
Sódio (%)	-43,3	+7,6	-5,2*

Fonte: Adaptado de TAILLIE *et al.* (2021). \*valores usados na modelagem do cenário 1 associado ao cenário base.

Outra consequência esperada à partir da implementação da RNF é a reformulação dos produtos alimentícios realizada pela indústria, como já descrito em outros estudos (KANTER *et al.*, 2019; MHURCHU; EYLES; CHOI, 2017; SCARPELLI *et al.*, 2020) e que parece já estar ocorrendo no Brasil (TOMAZ, 2022). Desta forma, a reformulação das bebidas imediatamente após a implementação da RNF também foi considerada para a construção do cenário 2.

Os resultados encontrados no estudo de Kanter *et al.*, que avaliaram a reformulação de bebidas durante o período pré-implementação da legislação chilena (fevereiro de 2015 – fevereiro de 2016), foram considerados. As bebidas incluídas no estudo de Kanter *et al.* foram: sucos de vegetais e frutas, néctar, bebidas aromatizadas, águas aromatizadas, sorvetes, bebidas esportivas, refrigerantes, bebidas em pó aromatizadas e outras (KANTER *et al.*, 2019). Observou-se que a composição das bebidas mudou, porém, enquanto o teor energético diminuiu, o teor de sódio aumentou. A Tabela 4 mostra a reformulação observada no Chile, segundo Kanter *et al.* (2019).

**Tabela 4 – Composição nutricional das bebidas (mediana, intervalo interquartil e variação percentual média) quanto aos teores de energia e sódio durante o período de pré-implementação da legislação chilena, observada por Kanter *et al.* (2019).**

Parâmetro avaliado	2015	2016	Varição percentual média
Energia - kcal/100 mL	30 (12, 44)	28 (11, 44)	-1.6*

Sódio - mg/100 mL	10 (6, 17)	10 (5, 17)	+1.8*
-------------------	---------------	---------------	-------

**Fonte: Adaptado de KANTER *et al.* (2019). \*valores usados na modelagem do cenário 2 associado ao cenário 1.**

Neste estudo, optou-se por utilizar os resultados encontrados por Kanter *et al.*, por avaliarem o período pré-implementação no Chile, que é um período semelhante ao que o Brasil passa no momento de desenvolvimento dessa tese (primeiro semestre de 2023). No Brasil, a implementação da RNF teve início em outubro de 2022, e o prazo para que a maioria dos produtos seja adequada é até outubro de 2023 (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b).

Assim, no cenário 2 deste estudo, considerou-se a tendência de consumo de bebidas açucaradas no Brasil, conforme descrito no cenário base, além do efeito da implementação da RNF observado por Taillie *et al* (2021), associado ao efeito da reformulação das bebidas, demonstrado por Kanter *et al.* (2019).

Com base em cada cenário descrito, a mudança no consumo energético e de sódio para cada indivíduo (k), em relação ao consumo de bebidas açucaradas, foi estimada. As estimativas foram feitas para os diferentes cenários de implementação da RNF e para o cenário base (o termo redução foi utilizado nas equações a seguir). Para isso, a variação de energia ( $\Delta IE$ ) e a variação de sódio ( $\Delta Na$ ) foram estimadas por meio das seguintes fórmulas:

$$\Delta IE_k = \text{Ingestão de bebidas em energia}_k \times \text{redução} \quad (2)$$

$$\Delta Na_k = \text{Ingestão de bebidas em}_k \times \text{redução de sódio} \quad (3)$$

O efeito da redução na ingestão energética de bebidas açucaradas atribuível à RNF desconsiderou gorduras saturadas e açúcares para estimar a variação do peso corporal.

#### 4.3.5 Estimativa de redução de peso corporal, IMC e prevalência de obesidade e excesso de peso corporal

O impacto no peso corporal, no IMC e na prevalência de obesidade e excesso de peso corporal foi projetado a partir das estimativas obtidas de redução de consumo energético e de sódio, por meio do modelo proposto por Hall *et al.* (2011). Este modelo utiliza dados sobre a variação da ingestão de energia e sódio, e com isso, a variação de peso corporal é estimada em cada indivíduo ao longo do tempo (HALL *et al.*, 2011). Assim, a variação do peso corporal, ao longo de cinco anos, foi estimada com base na mudança da ingestão energética promovida em cada cenário.

O modelo de Hall *et al.* considera variações no líquido extracelular, glicogênio, tecido adiposo e tecido magro e mantém a atividade física constante (HALL *et al.*, 2011). São entradas utilizadas no modelo - idade, tempo, peso corporal inicial, altura e variação na ingestão de energia/sódio de cada indivíduo. O modelo Dynamics of Human Body Weight Change, proposto por Hall e colaboradores (2011), foi utilizado por meio do pacote *bw*, no *software* R, codificado para o modelo (CAMACHO-GARCÍA-FORMENTÍ; ZEPEDA-TELLO, 2018). Para estimar a variação do peso corporal ( $pc$ ), foram consideradas as diferenças na ingestão energética e de sódio, além de sexo, idade, peso corporal inicial ( $pc_k$ ), altura de cada indivíduo e tempo em número de dias ( $t$ ), como mostra a seguinte equação:

$$BW_k(t) = BW_k^{model} = (t + idade_k; sexo_k; altura_k; peso_{corporal}^k(initial); \Delta IE_k; \Delta ENa_k) \quad (4)$$

Durante o período simulado, as mudanças no consumo energético e de sódio que podem ser promovidas pela RNF foram consideradas constantes para os diferentes cenários, em um horizonte temporal de 5 anos. Outras intervenções podem provocar alterações na ingestão de energia e sódio, o que tem potencial para alterar os efeitos modelados nos diferentes cenários, como novas políticas, impostos, outras intervenções em saúde, entre outros (BASTO-ABREU; TORRES-ALVAREZ; REYES-SÁNCHEZ *et al.*, 2020; BLAKELY *et al.*, 2020).

Com a potencial mudança de peso corporal obtida por meio da modelagem, estimou-se a variação do peso corporal devido às alterações causadas pela ingestão de bebidas açucaradas (HALL *et al.*, 2011) e estimou-se o IMC de cada indivíduo com o novo peso corporal, para cada ano da modelagem. Um novo IMC foi calculado para cada

indivíduo utilizando a variação do peso corporal estimada na etapa anterior, da seguinte forma:

$$IMCk = \frac{BWk(initial) - BWk(t)}{Height^2} \quad (5)$$

Com base no IMC, os sujeitos foram, então, classificados como com/sem obesidade ou com/sem excesso de peso corporal. Utilizou-se o ponto de corte adotado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para classificação da obesidade:  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$  (WHO, 1995). Indivíduos com  $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$  foram considerados com excesso de peso corporal. A variação percentual do IMC foi calculada pela diferença entre o número de indivíduos com obesidade no tempo inicial e o no tempo final (estimado).

#### 4.3.6 Redução da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal

Embora haja uma tendência de redução no consumo de bebidas açucaradas (FIGUEIREDO *et al.*, 2018) há também uma tendência de aumento na prevalência de excesso de peso corporal e obesidade (ESTIVALETI *et al.*, 2022). Por isso, para todos os cenários modelados, considerou-se a tendência temporal de prevalência de excesso de peso e obesidade com base no inquérito VIGITEL (de 2007 a 2019, exceto 2017) com os mesmos critérios de inclusão do estudo, os quais foram analisados por meio de regressão linear e projetados até 2024.

Inicialmente, foi utilizada a projeção da população brasileira até 2024, na mesma faixa etária do estudo (20 a 59 anos). As informações censitárias foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponível [aqui](#). Posteriormente, o número de brasileiros que consomem bebidas açucaradas foi estimado com base na tendência temporal estimada nas edições anteriores do VIGITEL (Tabela 5). Além disso, o número de brasileiros adultos que consomem bebidas açucaradas e têm excesso de peso corporal e obesidade foi estimado até 2024 com base nas tendências temporais descritas na Tabela 5.

$$N^{\circ} \text{ de brasileiros consumidores de bebidas açucaradas(ano)} = \text{População adulta (ano)} \times \text{Tendência temporal \%1}_{(ano)} \quad (6)$$

$$N^{\circ} \text{ de brasileiros com excesso de peso corporal (ano)} = N^{\circ} \text{ de brasileiros consumidores de bebidas açucaradas (ano)} \times \text{Tendência temporal \%2}_{(ano)} \quad (7)$$

$$N^{\circ} \text{ de brasileiros obesos (ano)} = N^{\circ} \text{ de consumidores brasileiros de bebidas açucaradas (ano)} \times \text{Tendência temporal \%3}_{(ano)} \quad (8)$$

**Tabela 5 - Estimativas dos brasileiros que consomem bebidas açucaradas e a prevalência de excesso de peso corporal e obesidade até 2024 com base nas tendências temporais e projeções, analisadas segundo a pesquisa VIGITEL.**

Tendências temporais	2020	2021	2022	2023	2024
	% n	% n	% n	% n	% n
Consumidores de bebidas açucaradas (1)	45,3 54.043.044	44,5 53.447.776	43,7 52.747.104	42,9 52.004.688	42,1 52.203.903
Excesso de peso corporal (2)	60,1 32.469.061	61,4 32.816.934	62,7 33.082.983	64,0 33.303.802	65,4 34.120.471
Obesidade (3)	22,8 12.294.793	23,6 12.597.641	24,4 12.859.744	25,2 13.099.981	26,0 13.573.015

Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023).

As proporções de excesso de peso e obesidade ao longo dos cinco anos e em todos os cenários foram extrapoladas para os brasileiros que consomem bebidas açucaradas para estimar a nova prevalência.

$$N^{\circ} \text{ de casos de excesso de peso (ano)} = N^{\circ} \text{ de brasileiros consumidores de bebidas açucaradas (ano)} \times \text{proporção de excesso de peso em cada cenário modelado (ano)} \quad (9)$$

$$N^{\circ} \text{ de casos de obesidade (ano)} = N^{\circ} \text{ de brasileiros consumidores de bebidas açucaradas (ano)} \times \text{proporção de excesso de peso em cada cenário modelado (ano)} \quad (10)$$

A diferença quanto ao número de casos de excesso de peso e obesidade entre os cenários 1, 2, 3 ou 4 estimados e o cenário base foi calculada para estimar o número de casos reduzidos de excesso de peso e obesidade atribuídos à RNF de acordo com cada cenário.

$$\Delta \text{ casos de excesso de peso}_{(\text{ano})} = N^{\circ} \text{ de casos de excesso de peso}_{(\text{ano})} \text{ em cada cenário (1, 2, 3 ou 4)} - N^{\circ} \text{ de casos de excesso de peso}_{(\text{ano})} \text{ no cenário base} \quad (11)$$

$$\Delta \text{ número de casos reduzidos de obesidade}_{(\text{ano})} = \text{número de casos de obesidade}_{(\text{ano})} \text{ em cada cenário (1, 2, 3 ou 4)} - \text{número de casos de obesidade}_{(\text{ano})} \text{ no cenário base} \quad (12)$$

A variação da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal obtida na etapa anterior foi multiplicada pelo número estimado de consumidores brasileiros de bebidas açucaradas. Calculou-se a diferença do número de indivíduos com obesidade/excesso de peso corporal entre os cenários 1 e 2 e o cenário base. O resultado obtido mostrou uma tendência crescente na prevalência de obesidade e, assim, uma nova prevalência de obesidade e excesso de peso corporal foi estimada para os diferentes cenários do estudo. O mesmo foi feito com a estimativa da população com excesso de peso corporal. Foi calculada a mudança na prevalência de obesidade e excesso de peso corporal para a população total, estratificada por sexo.

#### 4.3.7 Análise de dados e análise de sensibilidade

A população analisada foi descrita segundo características relacionadas ao sexo e à idade, apresentada como média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%). A prevalência de consumidores de bebidas açucaradas e seu consumo médio diário, estratificado por sexo, foram estimados para cada ano, por meio da pesquisa VIGITEL. O consumo de bebidas açucaradas foi apresentado como média e IC 95%. Tendências lineares foram investigadas usando análise de regressão linear.

As variáveis dependentes, avaliadas para cada ano, incluíram a proporção anual de brasileiros que consumiram bebidas açucaradas, a quantidade média de bebidas

açucaradas consumidas (em termos de energia e sódio), a proporção anual de brasileiros obesos que consumiram bebidas açucaradas e a proporção anual de brasileiros com excesso peso corporal que consumiram bebidas açucaradas. As variáveis independentes incluíram dados da pesquisa VIGITEL de todos os anos utilizados neste estudo. Os modelos de regressão foram estratificados por sexo, considerando os pesos amostrais do inquérito VIGITEL. Assim, as tendências temporais (2007–2019, exceto 2017) foram analisadas e a prevalência projetada (2020–2024) para o cenário base.

O intervalo de incerteza quanto ao impacto da implementação da RNF na prevalência de obesidade e excesso de peso corporal foi determinado por meio de análise de sensibilidade. Para isso, cenários alternativos foram utilizados para a análise de sensibilidade. Um deles foi baseado em um estudo de mercado experimental, que analisou o efeito que a implementação da RNF pode provocar sobre compra de bebidas (cenário 3), e o outro cenário foi composto pelo cenário 3 associado a uma possível reformulação de produtos, denominado cenário 4.

O estudo experimental utilizado no cenário 3 foi realizado por Acton *et al.*, que avaliaram o efeito da RNF sobre a compra de bebidas, em energia e sódio. Trata-se de um estudo de mercado experimental realizado em três cidades canadenses em que os participantes adquiriram uma bebida (ACTON *et al.*, 2019). Vinte opções de bebidas, adoçadas com açúcar ou adoçante, foram apresentadas aos participantes (como refrigerantes, bebidas esportivas, águas aromatizadas, chá pronto para beber, suco de frutas, leite, achocolatado e água). Os pesquisadores testaram as diferenças entre um grupo controle (sem rotulagem) e um grupo usando um rótulo de advertência em *design* de círculo vermelho com a indicação "alto em" para bebidas que excediam os limites de açúcar, sódio ou gorduras saturadas (Anexo 3). As bebidas que apresentaram quantidades iguais ou superiores a 15 g/porção de açúcares livres e/ou 345 mg/porção de sódio e/ou 3 g/porção de gordura saturada receberam RNF, de acordo com o critério estabelecido pela Health Canada (HEALTH CANADA, 2016). Os resultados utilizados para compor o cenário 3 provêm de uma subamostra do estudo de Acton *et al.*, composta apenas por adultos maiores de 18 anos (n = 1.213) (ACTON *et al.*, 2019; BASTO-ABREU; TORRES-ALVAREZ; REYES-S *et al.*, 2020). A Tabela 6 mostra as variações de compra entre os grupos intervenção e controle, em energia e sódio. Optou-se por utilizar esse estudo para a análise de sensibilidade, pois os participantes pertenciam à mesma faixa etária dos indivíduos incluídos no banco de dados do VIGITEL. Para o cenário 4, os

resultados do cenário 3 foram associados aos observados por Kanter *et al.* (2019) que avaliaram a reformulação de bebidas no Chile, descrito previamente.

**Tabela 6 – Compra de bebidas observada no estudo de mercado experimental de Acton *et al.* (2019), variação média calórica e de sódio e média percentual entre os grupos intervenção e controle.**

Composição da bebida	Sem rotulagem	Rotulagem "Alto em"	Varição média (porcentagem)
Energia – kcal	102,0	91,3	-10,5*
Sódio – mg	69,2	65,4	-5,5*

Fonte: Adaptado de BASTO-ABREU; TORRES-ALVAREZ; REYES-S *et al.*, 2020\*valores utilizados na modelagem do cenário 3 para análise de sensibilidade associada ao cenário base.

#### 4.3.8 Estimativa de custo

Os custos relacionados à obesidade foram obtidos com base no estudo de Nilson *et al.* (2020). Este estudo descreve o valor dos custos diretos do SUS atribuídos à obesidade em 2018, conforme descrito na Tabela 7.

**Tabela 7 – Estimativas dos custos diretos com obesidade de acordo com o descrito por Nilson *et al.*, para a população brasileira total e para a faixa etária de 20 a 59 anos.**

Custos	2018 (20-59 anos)	2018 (per capita)	2018 casos de obesidade atendidos pelo SUS (n)
Custos diretos (reais - R\$)	725.568.380,76	43,38	16.724.223
Custos diretos (Dólar americano*)	187.243.453,10	11,20	

Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023). \*Câmbio em 2018: R\$ 3,875.

Para este estudo, os dados referentes aos custos diretos da obesidade em brasileiros de 20 a 59 anos foram obtidos do estudo de Nilson *et al.* (2020). Com os custos

totais disponíveis, o custo *per capita* da obesidade foi obtido por meio de informações sobre a população brasileira, estimada de acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o ano de 2018, referente ao ano das estimativas dos custos descritos acima (NILSON *et al.*, 2020).

O número de brasileiros que dependem do sistema público de saúde (IBGE, 2020b) foi estimado para 2018, mesmo ano em que o banco de dados do estudo de Nilson *et al.* foi utilizado para estimar os custos diretos. Assim, estimou-se o número total de indivíduos com obesidade atendidos pelo sistema público de saúde. Calcula-se que 71,5% da população dependa do sistema público de saúde no Brasil (IBGE, 2020b). Dessa forma, o número de indivíduos com obesidade atendidos pelo sistema público de saúde foi previsto projetando-se a população total, estratificada por sexo. Assim, os custos diretos *per capita* foram calculados por meio da razão entre os custos diretos de 2018 e o número de obesos na mesma faixa etária (20 a 59 anos) atendidos pelo sistema público de saúde. O valor *per capita* para 2019 foi atualizado usando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (BRASIL, 2021). Com o custo *per capita* corrigido até 2019, o valor foi convertido para dólares americanos (taxa de conversão: 1 USD = R\$ 4,03). Além disso, a paridade do poder de compra foi utilizada como fator de conversão para comparar os resultados (taxa de conversão de 2,281 em 2019). Após essa correção, foi aplicada uma taxa de desconto de 5% ao ano sobre os valores futuros (2020-2024), valor recomendado pelas Diretrizes Brasileiras de Avaliação Econômica (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE., 2014d). Detalhes adicionais são fornecidos no Arquivo S1. Assim, para estimar o impacto nos custos diretos em saúde, os custos estimados *per capita* da obesidade foram multiplicados pelo número de casos de obesidade que poderiam ser reduzidos após a implementação da RNF no Brasil.

#### 4.4 Resultados

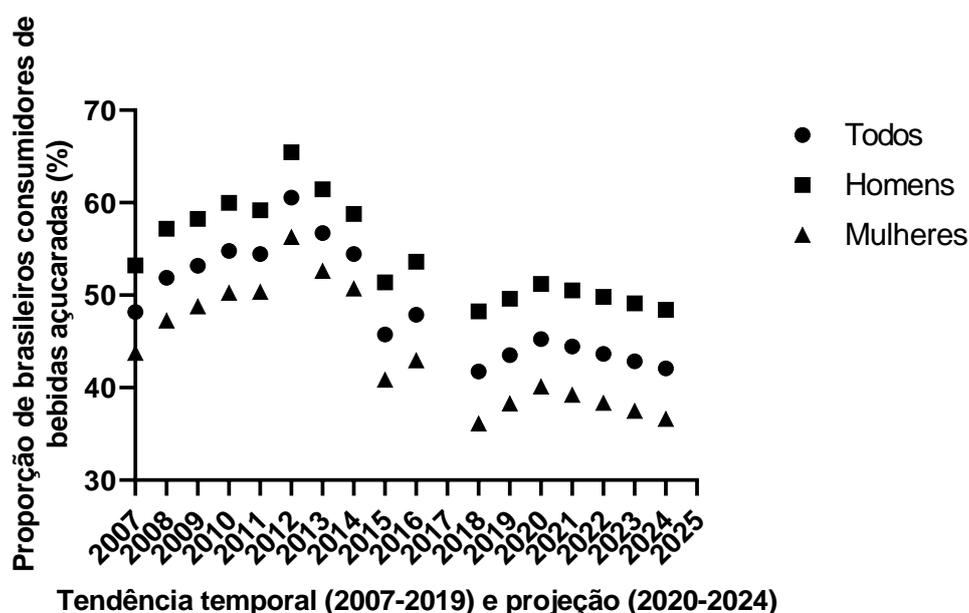
##### 4.4.1 Impacto no consumo de bebidas açucaradas

Os indivíduos incluídos no estudo estavam entre 20 e 59 anos (idade média 36,1 anos; IC 95% 35,8, 36,5); 54,3% (IC 95% 52,7, 56,0) eram do sexo masculino (idade média 35,7 anos; IC 95% 35,2, 36,2) e 45,7% (IC 95% 44,0, 47,3%) eram do sexo

feminino (idade média de 36,7 anos; IC 95% 36,2, 37,2). A Figura 1 mostra a proporção média de brasileiros que vivem nas capitais brasileiras e consomem bebidas açucaradas e sua projeção até 2024.

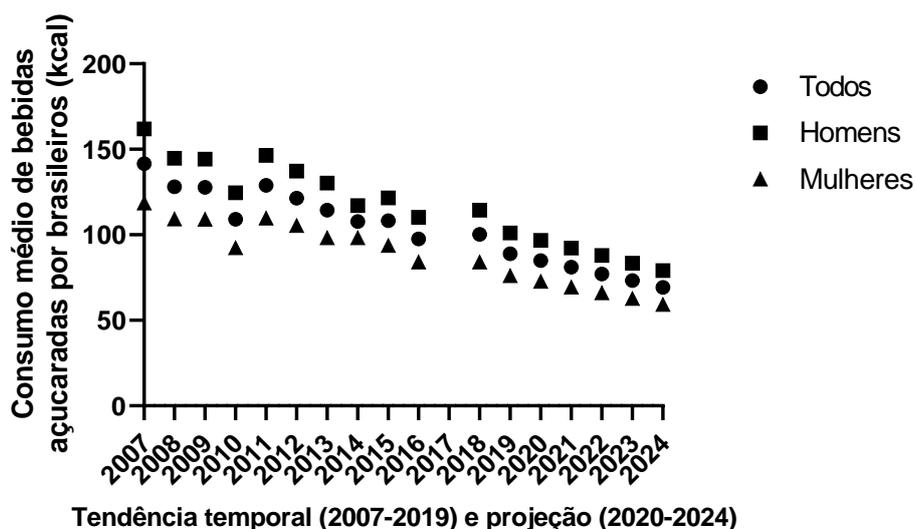
Observou-se que o consumo médio de bebidas açucaradas foi 251,5 mL/dia (IC 95% 240,6, 262,5), em 2019. Houve maior consumo médio de bebidas açucaradas em homens do que em mulheres, sendo 283,3 mL/dia (IC 95% 265,6, 303,1) e 213,7 mL/dia (IC 95% 199,8, 222,5), respectivamente. As figuras 2 e 3 mostram o consumo médio, em energia e sódio, de bebidas açucaradas entre os anos de 2007 e 2019 (exceto 2017) e as projeções até 2024, respectivamente.

**Figura 1 – Proporção de brasileiros que residiam nas capitais brasileiras e consumiram bebidas açucaradas entre os anos de 2007 e 2019 (exceto 2017) e sua projeção até 2024.**



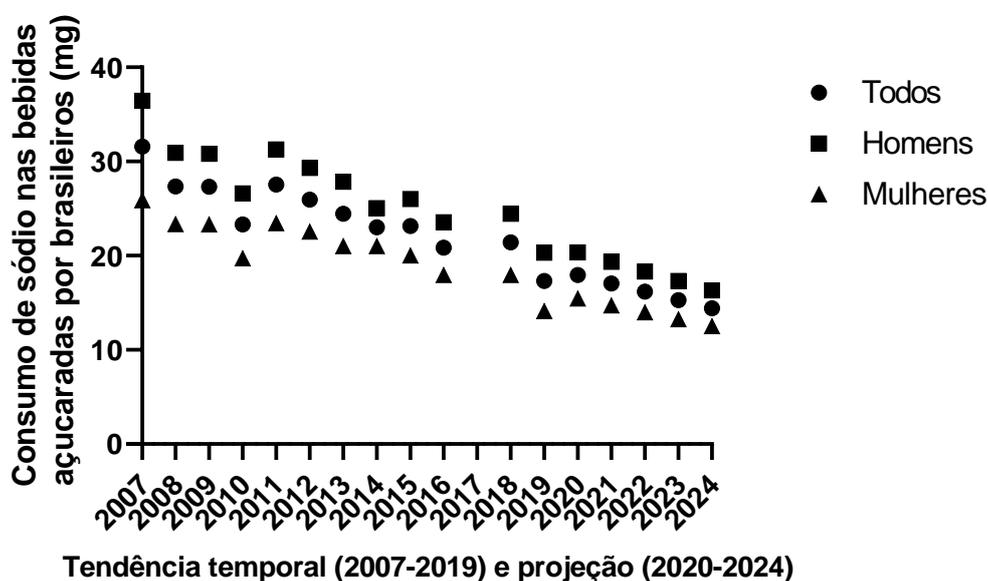
Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023)

**Figura 2 – Consumo médio de energia proveniente de bebidas açucaradas por brasileiros residentes nas capitais brasileiras e consumiram tais bebidas entre os anos de 2007 a 2019 (exceto 2017) e sua projeção até 2024.**



Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023)

**Figura 3 – Consumo médio de sódio de bebidas açucaradas por brasileiros residentes nas capitais brasileiras e consumiram tais bebidas entre os anos de 2007 a 2019 (exceto 2017) e sua projeção até 2024.**



Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023)

Após a implementação da RNF, estima-se que o consumo de energia proveniente das bebidas açucaradas seja reduzido em aproximadamente 28 kcal/dia (IC 95% -30, -27) no cenário 1 e em 29 kcal (IC 95% -31, -28) no cenário 2. De acordo com a tendência de redução do consumo de bebidas açucaradas observada no Brasil, estima-se que a redução

seja de aproximadamente 20 kcal/dia (IC 95% -21, -19) em 2024. Informações sobre a variação estimada do consumo de energia de bebidas açucaradas são apresentadas na Tabela 8.

**Tabela 8. Mudança estimada no consumo de bebidas açucaradas ao longo de cinco anos, em calorias, por dia, por pessoa, entre adultos brasileiros de 20 a 59 anos, após a implementação da rotulagem nutricional frontal no Brasil.**

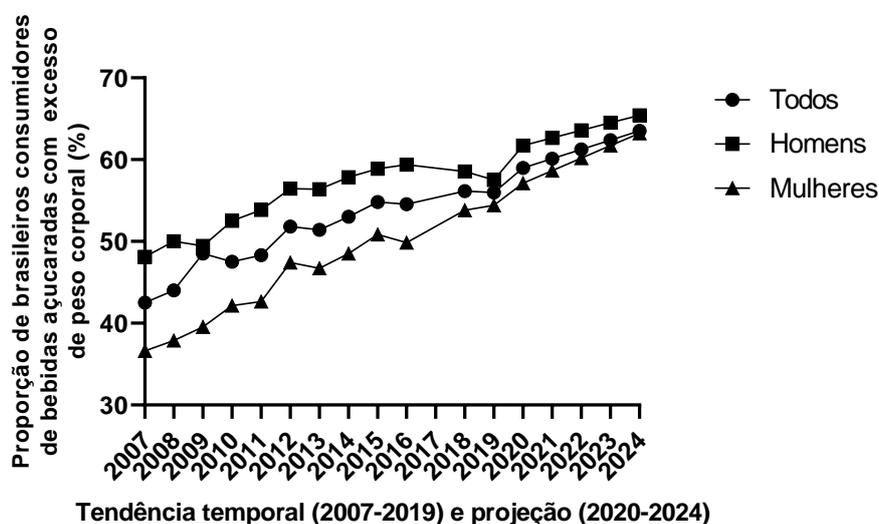
Estimativa da mudança na ingestão de bebidas açucaradas em relação ao início do estudo	Todos	Homens	Mulheres
	Média kcal/dia por pessoa (IC 95%)		
<b>Cenário base</b>			
Tendência do consumo de bebidas açucaradas para os próximos cinco anos	-20 (-21, -19)	-24 (-26, -23)	-16 (-17, -15)
<b>Cenário 1</b>			
Mudança esperada no consumo de energia após cinco anos de implementação da RNF	-28 (-30, -27)	-33 (-35, -31)	-23 (-24, -21)
<b>Cenário 2</b>			
Mudança esperada no consumo de energia após cinco anos da implementação da RNF / reformulação	-29 (-31, -28)	-34 (-36, -32)	-24 (-26, -22)

**RNF: rotulagem nutricional frontal.**

#### 4.4.2 Impacto na redução do peso corporal e prevalência de obesidade e excesso de peso corporal

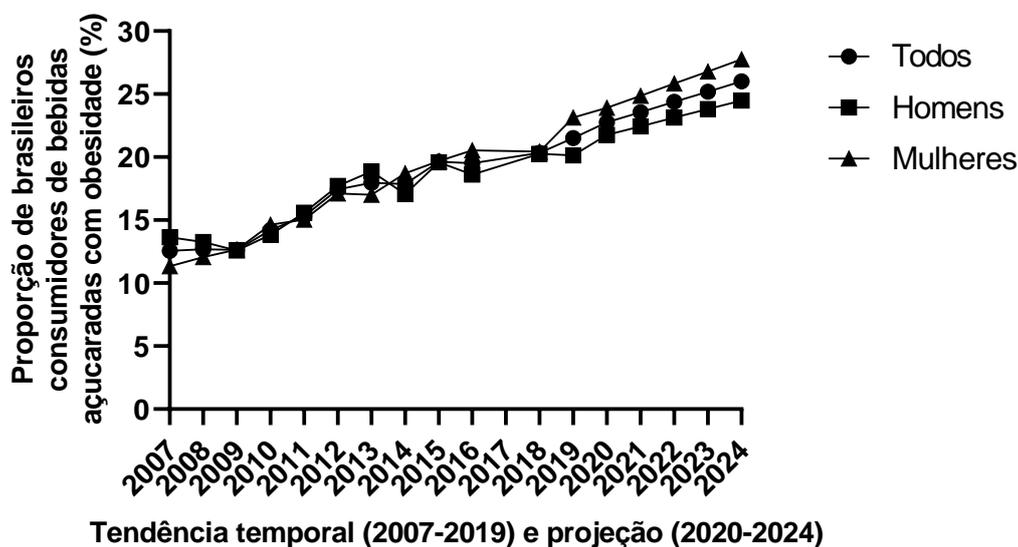
O peso corporal e o IMC médio dos indivíduos incluídos foram 75,4 kg (IC 95% 74,7, 76,0) e 26,5 kg/m<sup>2</sup> (IC 95% 26,3, 26,7), respectivamente, em 2019. Há uma tendência no aumento da prevalência de excesso de peso e obesidade nos consumidores de bebidas açucaradas, como observado nas Figuras 4 e 5.

**Figura 4 – Proporção de brasileiros que consomem bebidas açucaradas e têm excesso de peso corporal residentes nas capitais brasileiras entre os anos de 2007 e 2019 (exceto 2017) e sua projeção até o ano de 2024.**



Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023)

**Figura 5 - Proporção de brasileiros que consomem bebidas açucaradas e estão com obesidade, residentes nas capitais brasileiras entre os anos de 2007 e 2019 (exceto 2017) e sua projeção até o ano de 2024.**



Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023)

Estima-se uma redução média no peso corporal dos brasileiros consumidores de bebidas açucaradas (Figura 6A) em 1,1 kg (IC 95% 1,0, 1,1) após cinco anos de

implementação da RNF no cenário 1 e 1,1 kg (IC 95% 1,1, 1,2) no cenário 2. Essa redução no peso corporal levaria a um IMC médio de 26,1 kg/m<sup>2</sup> (IC 95% 25,9, 26,3) na população adulta brasileira cinco anos após a implementação do RNF no cenário 1 (Tabela 9).

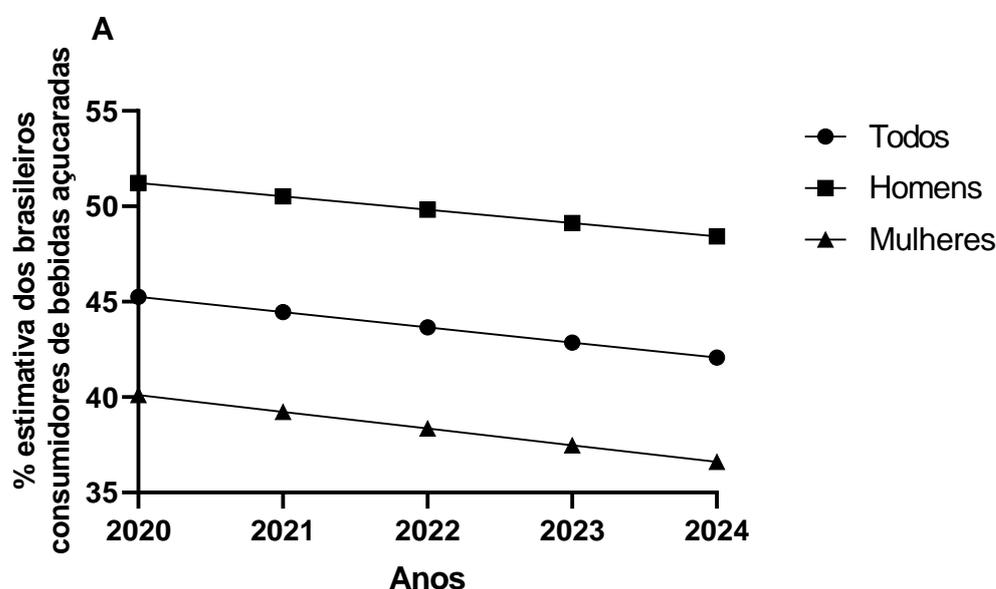
**Tabela 9 – Parâmetros iniciais e mudança estimada no peso corporal e índice de massa corporal de adultos brasileiros, de 20 a 59 anos, após cinco anos da implementação da rotulagem nutricional frontal no Brasil.**

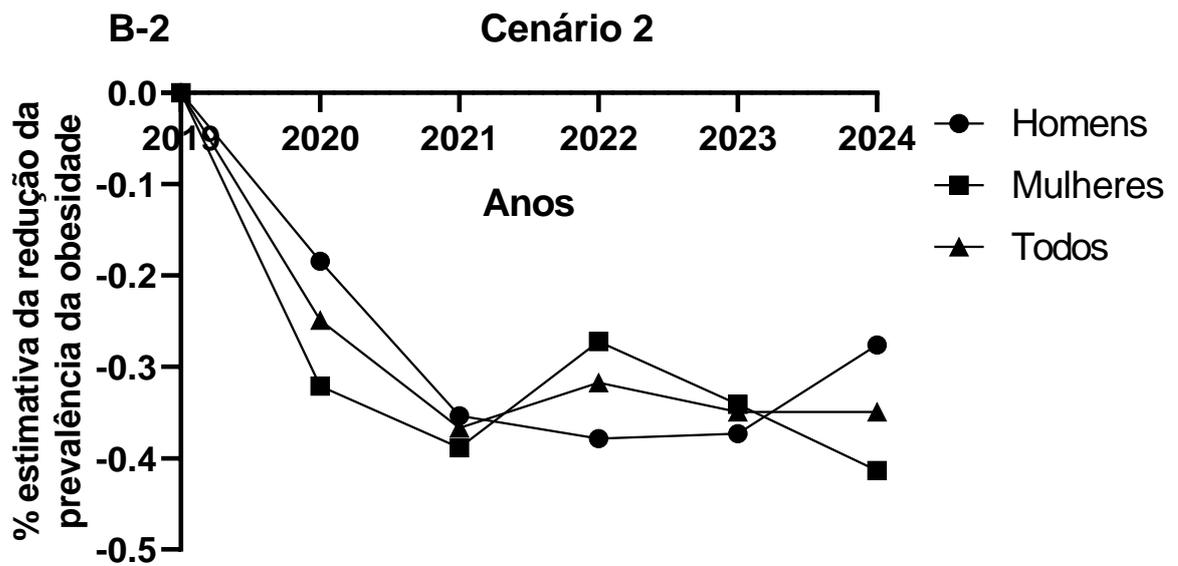
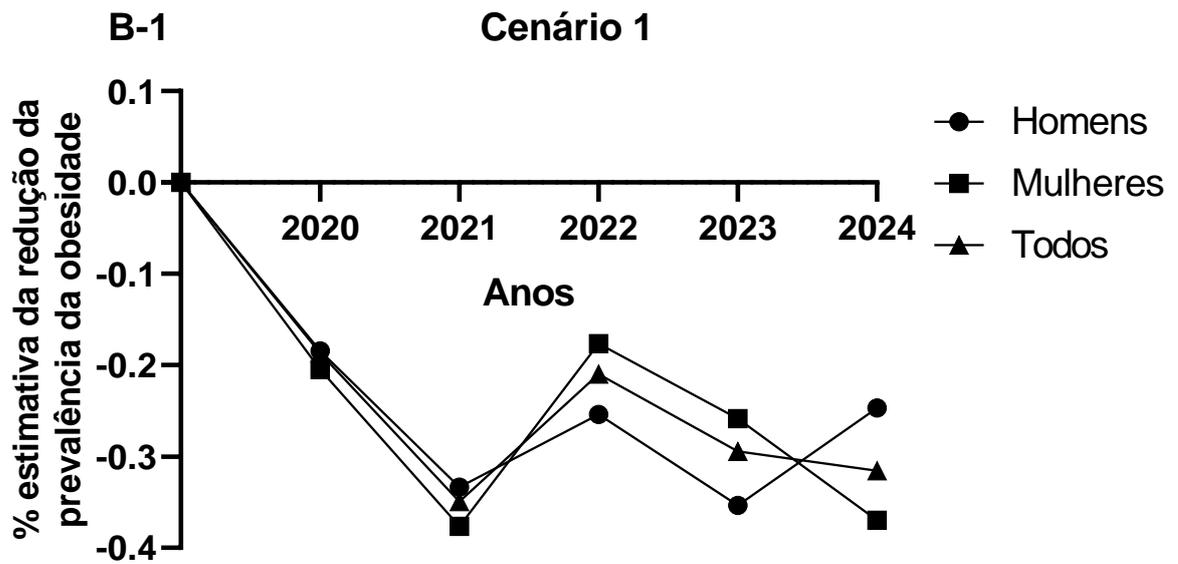
Parâmetros avaliados	Todos	Homens	Mulheres
<b>Cenário base</b>			
Índice de massa corporal em 2019 (kg/m <sup>2</sup> , IC 95%)	26,5 (26,3, 26,7)	26,5 (26,3, 26,7)	26,5 (26,3, 26,8)
<b>Cenário base</b>			
Prevalência da obesidade em 2019 (% , IC 95%)	21,5 (20,3, 22,7)	20,1 (18,2, 22,1)	23,1 (21,3, 25,0)
<b>Cenário 1</b>			
Estimativa da mudança de peso corporal após cinco anos da implementação da RNF (kg, IC 95%)	-1,1 (-1,0, -1,1)	-1,2 (-1,2, -1,3)	-0,9 (-0,9; -1,0)
<b>Cenário 1</b>			
Estimativa da mudança de IMC após cinco anos da implmentação da RNF (kg/m <sup>2</sup> , IC 95%)	26,1 (25,9; 26,3)	26,1 (25,8, 26,3)	26,2 (25,9, 26,5)
<b>Cenário 2</b>			
Estimativa da mudança de peso corporal após cinco anos da implementação da RNF (kg, IC 95%)	-1,1 (-1,1, -1,2)	-1,3 (-1,2, -1,4)	-1,0 (-0,9; -1,0)
<b>Cenário 2</b>			
Estimativa da mudança de IMC após cinco anos da implmentação da RNF (kg/m <sup>2</sup> , IC 95%)	26,1 (25,9, 26,3)	26,0 (25,8, 26,3)	26,2 (25,9, 26,5)

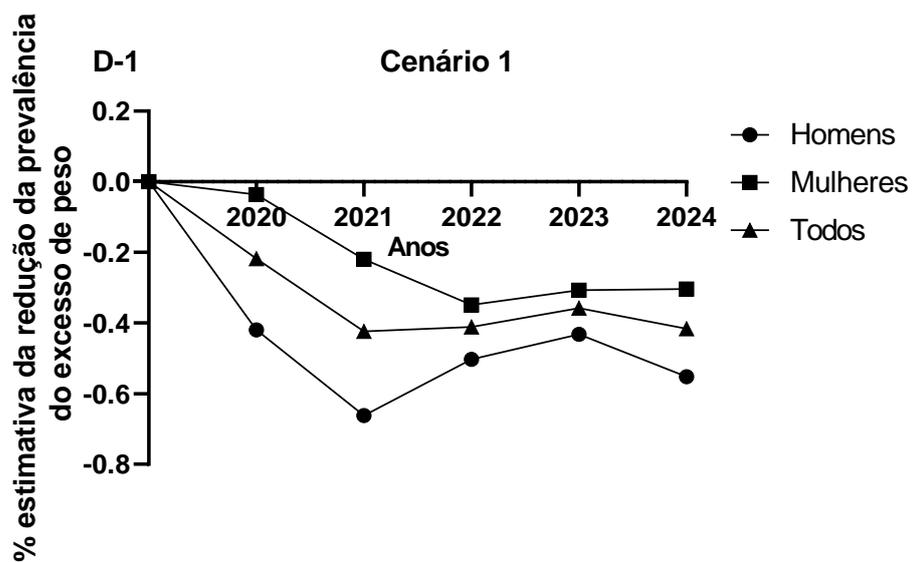
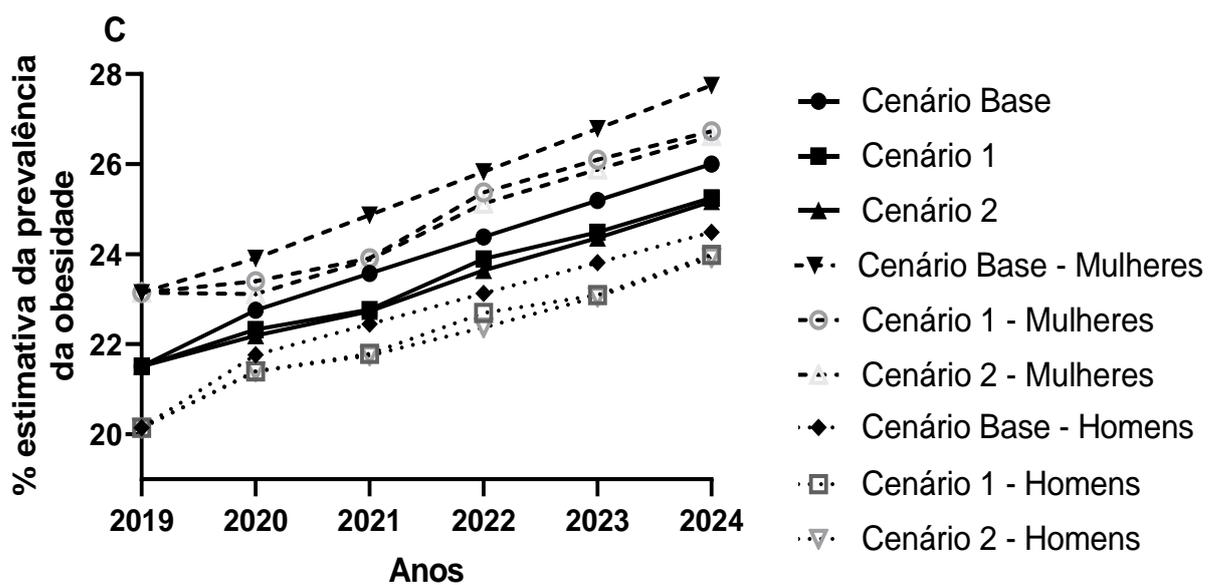
RNF: rotulagem nutricional frontal; IMC: índice de massa corporal.

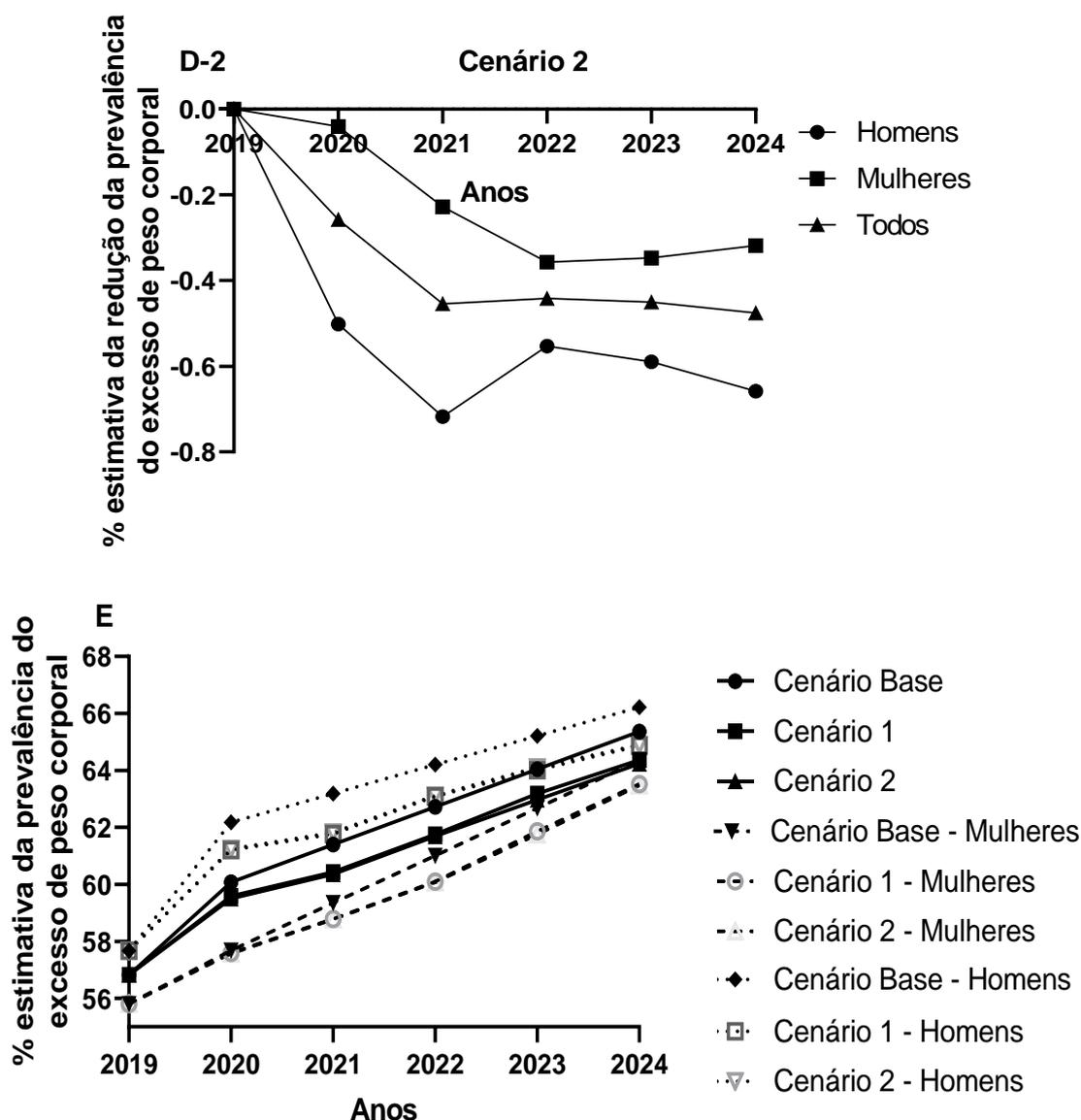
Extrapolando os resultados para toda a população brasileira, observou-se que a implementação da RNF pode reduzir a prevalência de obesidade em 0,32 pontos percentuais (IC 95% -0,32, -0,31) (homens: -0,25 pontos percentuais IC 95% -0,25, -0,24; mulheres: -0,37 pontos percentuais IC 95% -0,38, -0,37) (Figura 6B1) e o excesso de peso corporal em -0,42 pontos percentuais (IC 95% -0,42, -0,41) (homens: 0,55 pontos percentuais IC 95% -0,56, -0,55; mulheres: -0,30 pontos percentuais IC 95% -0,31, -0,30) (Figura 6D1). Valores semelhantes para a redução da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal foram estimados para o cenário 2 (Figura 6B2 e Figura 6D2). Essa redução seria equivalente a aproximadamente 391.529 casos de obesidade após cinco anos de implementação da RNF no cenário 1 e 433.292 no cenário 2 (Tabelas 10 e 11). No entanto, a redução de casos prevista não é capaz de declinar a curva de aumento da prevalência de obesidade (Figura 6C e Figura 5E), mas tem potencial para desacelerar o crescimento.

**Figura 6. Estimativa da variação percentual da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal ao longo de cinco anos entre adultos brasileiros, de 20 a 59 anos, consumidores de bebidas açucaradas, estratificada por sexo, nos diferentes cenários de estudo.**









A: Estimativa da proporção de brasileiros consumidores de bebidas açucaradas. B: Estimativa da proporção de redução da prevalência de obesidade no cenário (1) e no cenário 2 (2) na população brasileira. C: Estimativa da prevalência de obesidade em todos os consumidores de bebidas açucaradas (tanto homens quanto mulheres) em cinco anos no cenário base, cenários 1 e cenário 2. D: Estimativa da proporção de redução na prevalência de excesso de peso corporal no cenário 1 (1) e cenário 2 (2) na população brasileira. E: Estimativa da prevalência de excesso de peso corporal em todos os consumidores de bebidas açucaradas (tanto homens quanto mulheres) em cinco anos no cenário base, cenários 1 e cenário 2.

**Tabela 10 – Estimativas da prevalência de excesso de peso corporal e obesidade em consumidores brasileiros de bebidas açucaradas após a implementação da rotulagem na frente da embalagem até 2024 e análise de sensibilidade.**

Prevalência estimada	2020 %	2021 %	2022 %	2023 %	2024 %
----------------------	--------	--------	--------	--------	--------

**Cenário 1**

Obesidade	22,3	22,8	23,9	24,5	25,3
Excesso de peso	59,6	60,4	61,8	63,2	64,4
<b>Cenário 2</b>					
Obesidade	22,2	22,7	23,6	24,4	25,2
Excesso de peso	59,5	60,4	61,7	63,0	64,2
<b>Cenário 3</b>					
Obesidade	22,2	22,8	23,7	24,4	25,2
Excesso de peso	59,5	60,4	61,7	63,0	64,3
<b>Cenário 4</b>					
Obesidade	22,2	22,7	23,4	24,4	25,1
Excesso de peso	59,5	60,3	61,6	62,9	62,2

Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023).

**Tabela 11 – Estimativas da redução da prevalência de excesso de peso corporal e obesidade na população brasileira atribuídas à implementação da frente de pacote até 2024, e análise de sensibilidade.**

Redução da prevalência de:	2020 PP	2021 PP	2022 PP	2023 PP	2024 PP
<b>Cenário 1</b>					
Obesidade	-0,19	-0,35	-0,21	-0,29	-0,32
Excesso de peso	-0,22	-0,42	-0,41	-0,36	-0,42
<b>Cenário 2</b>					
Obesidade	-0,25	-0,37	-0,32	-0,35	-0,35
Excesso de peso	-0,26	-0,45	-0,44	-0,45	-0,48
<b>Cenário 3</b>					
Obesidade	-0,25	-0,35	-0,29	-0,34	-0,32
Excesso de peso	-0,25	-0,44	-0,43	-0,42	-0,46
<b>Cenário 4</b>					
Obesidade	-0,25	-0,37	-0,34	-0,35	-0,37
Excesso de peso	-0,27	-0,49	-0,47	-0,47	-0,48

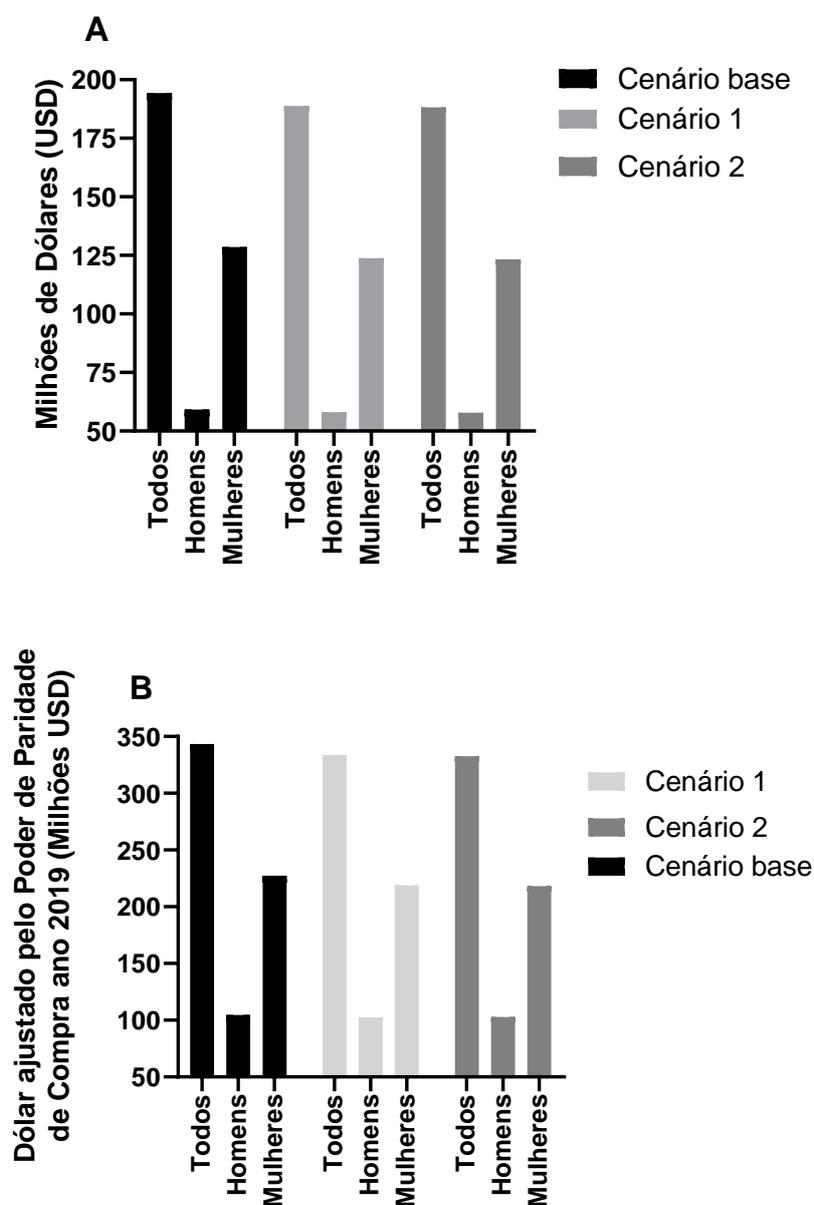
Fonte: Adaptado de Arquivo S1 de FARIA *et al.* (2023). PP: pontos percentuais.

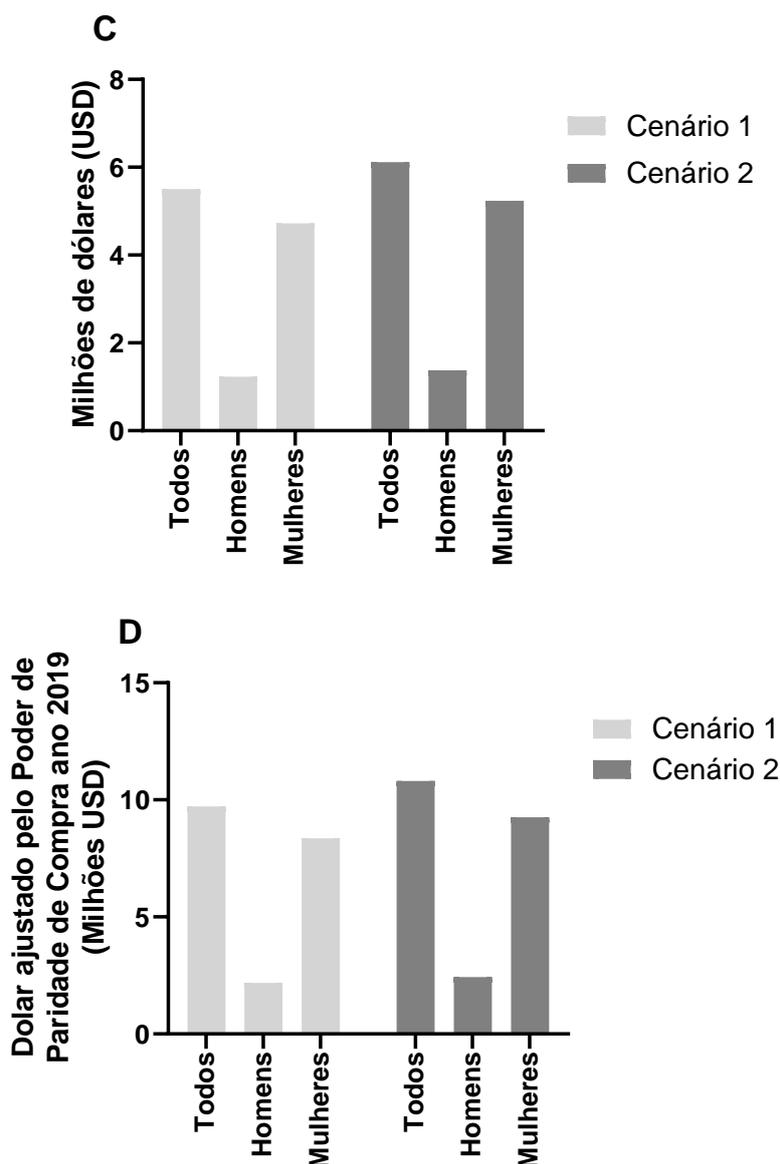
#### 4.4.3 Impacto nos custos diretos

Estima-se que os custos diretos do serviço público de saúde possam ser reduzidos em aproximadamente US\$ 5,5 milhões (IC 95% 4,7 a 8,8) cinco anos após implementação

da RNF no Brasil (Figura 2 C e Figura 2 D). Esses custos estão relacionados a doenças crônicas não transmissíveis, associadas à obesidade em cenário 1, de acordo com o modelo proposto, conforme descrito na Figura 7 (Figura 2 A e Figura 2 B). No cenário 2, foi projetada uma estimativa de aproximadamente US\$ 6,1 (IC 95% 5,3 a 9,8) milhões (Figura 7 C e Figura 7 D).

**Figura 7. Custos diretos relacionados à obesidade em adultos brasileiros consumidores de bebidas açucaradas, com idade entre 20 e 59 anos, e os custos que podem ser evitados cinco anos após a implementação da rotulagem nutricional frontal.**





**A:** Estimativa dos custos diretos, em dólares americanos, do serviço público de saúde relacionados à obesidade em consumidores brasileiros de bebidas açucaradas com idade entre 20 e 59 anos, em diferentes cenários de estudo e para ambos os sexos. **B:** Estimativa dos custos diretos do serviço público de saúde relacionados à obesidade em consumidores de bebidas açucaradas, ajustados por paridade de poder de compra, em diferentes cenários de estudo e para ambos os sexos. **C:** Custos diretos de saúde pública, em dólares americanos, associados à obesidade que poderiam ser evitados em diferentes cenários. **D:** Custos diretos do serviço público de saúde relacionados à obesidade que poderiam ser evitados em diferentes cenários, ajustados pela paridade do poder de compra.

#### 4.5 Discussão

Neste estudo, simulou-se qual o impacto que a implementação da RNF nas embalagens de bebidas açucaradas pode provocar nos consumidores brasileiros. No cenário 1, estimou-se que a implementação da RNF pode se traduzir na redução da ingestão energética em aproximadamente 28 kcal/dia (IC 95% -30, -27), com consequente redução de 1,1 kg (IC 95% -1,0, -1,1) no peso corporal ao longo de cinco anos. Essa redução na ingestão energética apresenta o potencial de diminuir a prevalência de obesidade e excesso de peso corporal (-0,32 pontos percentuais e -0,41 pontos percentuais, respectivamente) em adultos brasileiros com idade entre 20 e 59 anos após cinco anos da implementação da RNF. Tal redução na prevalência de obesidade e excesso de peso corporal poderia reduzir os custos diretos de saúde relacionados ao IMC elevado em aproximadamente US\$ 5,5 milhões (IC 95% 4,7, 8,8), em cinco anos. Desenvolver estratégias políticas para reduzir o consumo de bebidas açucaradas é fundamental, já que esse consumo está ligado ao aumento da obesidade e ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (ALCARAZ *et al.*, 2021; MALIK; HU, 2022).

Dados os resultados da reformulação de alimentos e bebidas observados no Chile, um cenário considerando a reformulação, também foi escolhido neste estudo. No entanto, o cenário de reformulação conservadora observado por Kanter *et al.* (2019) foi selecionado porque os pontos de corte do perfil crítico de nutrientes entre Chile e Brasil são diferentes (açúcar total em bebidas  $\geq 6$  g por 100 mL na primeira fase de implementação; açúcar adicionado em bebidas  $\geq 7,5$  g por 100 mL) (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b; CHILE, 2017). Além disso, medidas como taxação de bebidas, regras relacionadas à publicidade e políticas de venda de alimentos com RNF foram adotadas no Chile (CARO *et al.*, 2018), o que ainda não ocorreu na legislação brasileira. Embora existam diferenças no perfil nutricional e nas políticas de saúde pública entre os dois países, a reformulação dos refrigerantes provavelmente já ocorre no Brasil, uma vez que edulcorantes tem sido encontrados em grande frequência nessas bebidas (TOMAZ *et al.*, 2022).

No cenário 2, estimou-se a possibilidade da ocorrência reformulação de bebidas açucaradas, incentivada pela implementação da RNF. Assim, espera-se que a redução na ingestão energética de bebidas açucaradas seja ligeiramente superior, correspondendo a cerca de 29 kcal/dia (IC 95% -31, -28). No entanto, há preocupação com essa prática,

dados os possíveis efeitos negativos à saúde, associados à ingestão de adoçantes sem açúcar (AZAD *et al.*, 2017).

No presente estudo, estimou-se que a implementação da RNF poderia reduzir a prevalência de obesidade em 0,32 pontos percentuais no Brasil. Além disso, os cenários foram desenvolvidos considerando-se a tendência de redução do consumo de bebidas açucaradas no Brasil (FIGUEIREDO *et al.*, 2018), bem como o aumento da prevalência de obesidade/excesso de peso corporal. O modelo de RNF usado no Chile é o rótulo de advertência com os dizeres “rico em açúcar”, em formato octógono preto (Figura S2, Arquivo S1) para aquelas bebidas que contêm mais de 6 g de açúcar total por 100 mL (Tabela S3, Arquivo S1). No Brasil, as bebidas com adição de açúcar recebem RNF na forma de lupa (Figura S1, Arquivo S1) se apresentarem mais de 7,5 g de adição de açúcar por 100 mL (Tabela S2, Arquivo S1) (BRASIL, 2020a).

O formato da RNF adotado no Brasil (lupa preta), ao contrário de um octógono, de um círculo ou de um triângulo, não é considerado uma advertência (CABRERA *et al.*, 2017). Existem poucas evidências da eficiência do modelo adotado no Brasil, embora este pareça ajudar a identificar o excesso de nutrientes (KHANDPUR; MAIS; MARTINS, 2022). Silva, Mhurchu e Anastácio avaliaram os sistemas de rotulagem do Brasil e do México, na população brasileira, em indivíduos com mais de 18 anos, em um supermercado, por meio de um aplicativo para *smartphone*. Observou-se que o sistema mexicano apresentou melhor desempenho do que o sistema brasileiro na identificação de excesso de açúcares adicionados e nas intenções de compra (SILVA; MHURCHU; ANASTÁCIO, 2022). Prates *et al.* também mostraram que a percepção de saudabilidade e a intenção de compra foram maiores com a presença da RNF em formato de lupa, comparado ao modelo de advertência, verificado com brasileiros maiores de 18 anos por meio de pesquisa on-line (PRATES *et al.*, 2022). Além disso, observou-se que o perfil nutricional adotado no Brasil rotula um número menor de produtos, em comparação com o sistema RNF mexicano (TOMAZ *et al.*, 2022).

A implementação da RNF pode ser uma estratégia de saúde pública eficiente, porque pode reduzir a mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (EGNELL *et al.*, 2019). Espera-se que a diminuição de 0,32 pontos percentuais, observada na prevalência de obesidade, e de 0,42 pontos percentuais na prevalência de excesso de peso corporal, nos dois cenários simulados, reduza o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. Portanto, mais estudos incluindo essa avaliação são necessários.

Cabe pontuar, ainda, que um estudo de modelagem realizado no México estimou que a implementação da RNF poderia reduzir a prevalência de obesidade em 2,92% (IC 95% -3,67, -2,16) devido a uma redução no consumo de energia de bebidas açucaradas em -23,2 kcal/dia/ pessoa (IC 95% -24,5, -21,9) (BASTO-ABREU; TORRES-ALVAREZ; REYES-SÁNCHEZ *et al.*, 2020). Outro estudo de modelagem (macrossimulação do Modelo Integrado de Riscos Evitáveis - PRIME) estimou o efeito da RNF (vários modelos) na mortalidade por doenças crônicas, na França. Os resultados apresentados mostraram que o modelo RNF Nutri Score foi capaz de prever uma redução de aproximadamente 3,4% nas mortes por doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à alimentação, principalmente doenças cardiovasculares (EGNELL *et al.*, 2019).

O sistema público de saúde também pode se beneficiar com a redução da incidência de obesidade. Os resultados da Pesquisa Nacional de Saúde, realizada no Brasil, mostraram que mais da metade dos brasileiros (71,5%) dependem do sistema público de saúde para tratamento (IBGE, 2020b). Dado o contexto global de pandemia de covid-19 vivido entre 2020 e 2022, e o atual cenário pós-pandemia, o número de brasileiros que dependem do sistema público de saúde pode ser ainda maior, chegando a aproximadamente 80% (ALVES, 2021).

Neste estudo, estimou-se que a diminuição da prevalência da obesidade poderia levar a uma redução de cerca de US\$ 5,5 milhões (IC 95% 4,7, 8,8) nos custos diretos relacionados ao seu tratamento em cinco anos de implementação da RNF, equivalente a 2,8% da estimativa dos custos diretos totais para o tratamento da obesidade. Considerando que o Sistema Único de Saúde brasileiro é universal, e para procedimentos de alta complexidade tende a ser utilizado para indivíduos com plano de saúde, tal economia pode chegar a 7,7 milhões (IC95% 6,6; 12,3) o que representa 4,0% dos custos totais diretos para o tratamento da obesidade (dados não apresentados). Em 2019, as despesas de consumo do governo atribuídas à saúde, no Brasil, foram equivalentes a US\$ 70,4 bilhões e correspondeu a 3,8% do produto interno bruto (PIB) brasileiro (IBGE, 2022). Basto-Abreu *et al.* estimaram redução de aproximadamente US\$ 1,1 bilhão nos custos diretos relacionados ao tratamento da obesidade cinco anos após a implementação da RNF, no México. No presente estudo, foi considerada a tendência crescente da prevalência de obesidade no Brasil. Esse aumento pode impactar o sistema público de saúde tendo em vista a crescente necessidade de assistência à saúde. Outros países, como

a China, estimaram aumento na prevalência de obesidade, com consequente aumento nos custos de saúde (WANG, YOUFA *et al.*, 2021).

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a estimar o impacto que a implementação da RNF em bebidas açucaradas pode provocar na população brasileira. Embora esta pesquisa/análise contribua para a compreensão dos potenciais efeitos da RNF, ainda assim apresenta limitações que merecem discussão. A simulação foi baseada na queda na compra de todas as bebidas após a primeira fase de implementação das políticas implementadas no Chile (implementação da RNF, restrição de *marketing* e vendas nas escolas, taxaço), de uma faixa etária diferente neste estudo. A advertência do octógono com dizeres “alto” foi adotada no Chile.

No entanto, os resultados obtidos na população podem ser diferentes dos resultados na população brasileira, desta forma, carecem dados experimentais a esse respeito. Além disso, as diferenças nos sistemas de RNF e nas políticas públicas de saúde relacionadas às bebidas açucaradas podem levar a escolhas diferentes e, conseqüentemente, impactar de maneira diferente a ingestão energética dos consumidores. Entretanto, esta pesquisa apresenta pontos fortes, incluindo ajustes para tornar o estudo mais realista, como delimitação da faixa etária entre 20 e 59 anos, considerando um tempo de tendência no consumo de bebidas açucaradas já observado em estudo anterior (FIGUEIREDO *et al.*, 2018), e considerando o aumento da prevalência de obesidade e excesso de peso corporal (CHOOI; DING; MAGKOS, 2019).

Além disso, embora outros fatores possam interferir nas escolhas do consumidor, apenas o efeito da implementação da RNF nas bebidas açucaradas e o seu impacto na ingestão energética dessas bebidas foi simulado neste estudo. O consumo de bebidas açucaradas foi avaliado por meio de inquérito realizado nas capitais brasileiras; portanto, pode não representar toda a população. Outra limitação foi estimar o número de bebidas açucaradas consumidas sem investigar o volume consumido por lata de refrigerante ou copo de suco. Para resolver essa limitação, a média dos volumes foi calculada.

Além disso, outro fator limitante refere-se ao uso do refrigerante como única bebida açucarada neste estudo. Outras bebidas açucaradas podem conter gorduras em sua composição, que não foram consideradas nesta análise, o que pode afetar os resultados obtidos na modelagem. Por fim, neste estudo, considerou-se o exercício físico e a ingestão de outros nutrientes, a exemplo de gorduras, como fatores constantes. Esses aspectos podem alterar o balanço energético de um indivíduo (BASTO-ABREU; TORRES-

ALVAREZ; REYES-SÁNCHEZ; *et al.*, 2020; HERRERA *et al.*, 2018) e são considerados em outros tipos de modelagem.

Em conclusão, estima-se uma redução na ingestão energética, que pode levar à consequente redução na prevalência de obesidade em 0,32 pontos percentuais, após cinco anos de implementação da RNF no Brasil. Essa redução na prevalência de obesidade pode economizar US\$ 5,5 milhões (IC 95% 4,7, 8,8) no orçamento público. Esse valor ainda pode ser investido na promoção de atividades físicas, propagandas educativas e ações voltadas para escolas. A implementação da RNF pode melhorar a compreensão do consumidor sobre o valor nutricional de um produto, facilitando a escolha feita pelo consumidor. A RNF tem potencial para colaborar no tratamento da obesidade, embora sejam necessárias mais ações para prevenir a ocorrência de obesidade/excesso de peso corporal e, assim, reduzir os custos de saúde pública a eles relacionados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estimativas indicam que a implementação da rotulagem nutricional frontal (RNF), no Brasil, possui o potencial de desacelerar o crescimento da prevalência de obesidade e sobrepeso na população. De acordo com os cenários modelados, a introdução da RNF pode levar a redução no consumo de bebidas açucaradas de 28 kcal/dia (IC 95%: -30, -27) no cenário 1, e 29 kcal/dia (IC 95%: -31, -28) no cenário 2. Essa diminuição no consumo energético poderá resultar em redução na prevalência de obesidade (-0,32 e -0,35 pontos percentuais nos cenários 1 e 2, respectivamente), e na prevalência de sobrepeso (-0,42 pontos percentuais e -0,48 pontos percentuais), ao longo de cinco anos. Esses efeitos ocorrem mesmo considerando a tendência temporal de redução no consumo de bebidas açucaradas e a tendência de aumento da obesidade e sobrepeso. A desaceleração no crescimento da prevalência da obesidade poderá economizar US\$ 5,5 milhões (IC 95% 4,7; 8,8) e US\$ 6,1 milhões (IC 95%: 5,3; 9,8) nos cenários 1 e 2.

A implementação da RNF representa um avanço na norma brasileira de rotulagem nutricional, por simplificar a informação do conteúdo nutricional do produto alimentício para o consumidor, entretanto, a norma ainda carece de melhorias. Embora os estudos relacionados ao sistema de RNF tal como adotado no Sistema Brasileiro ainda sejam incipientes, existe algum potencial positivo em sua aplicação, no entanto, para isso, a RNF precisa aparecer para o consumidor. Nesse sentido, destaca-se a importância do ajuste perfil nutricional adotado, para que seja menos flexível.

A política pública de RNF não é a única a ser implementada para contenção do avanço da obesidade e outras DCNTs. Existem outras políticas abrangentes, como restrição da comercialização de produtos alimentícios com RNF nas escolas e no entorno e estratégias de *marketing* em produtos “alto em”, que podem interferir no ambiente alimentar. Outros países como o Chile e Argentina já implementaram tais medidas, que podem ser úteis para a população brasileira.

Por fim, são necessários estudos que avaliem a eficácia da política implementada da RNF no Brasil no período pós implementação, além da investigação sobre reformulação de produtos alimentícios pela indústria, o efeito da RNF em diferentes extratos da população, entre outros estudos. Tais estudos poderão complementar esse estudo de

modelagem, no intuito de auxiliar formuladores de políticas públicas a se embasarem nas melhores decisões para a população brasileira e o seu sistema público de saúde.

## REFERÊNCIAS

- ACTON RB *et al.* Taxes and front-of-package labels improve the healthiness of beverage and snack purchases: a randomized experimental marketplace. **Int J Behav Nutr Phys Act.** 2019;16: 1–15. doi.org/10.1186/s12966-019-0799-0
- ACTON RB, HAMMOND D. The impact of price and nutrition labelling on sugary drink purchases: Results from an experimental marketplace study. **Appetite.** 2018;121: 129–137. doi:10.1016/j.appet.2017.11.089
- ACTON RB, VANDERLEE L, HOBIN EP, HAMMOND D. Added sugar in the packaged foods and beverages available at a major Canadian retailer in 2015: a descriptive analysis. **C Open.** 2017;5: 1–6. doi:10.9778/cmajo.20160076
- ALCARAZ A, PICHON-RIVIERE A, PALACIOS A, BARDACH A, BALAN DJ, PERELLI L, *et al.* Sugar sweetened beverages attributable disease burden and the potential impact of policy interventions: a systematic review of epidemiological and decision models. **BMC Public Health.** 2021;21: 1–11. doi:10.1186/s12889-021-11046-7
- ALVES L. Brazilian ICUs short of drugs and beds amid COVID-19 surge. **The Lancet;** 2021. doi:10.1016/S0140-6736(21)00836-9
- 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: E929–E939. doi:10.1503/cmaj.161390
- BASTO-ABREU A, TORRES-ALVAREZ R, REYES-SÁNCHEZ F, GONZÁLEZ-MORALES R, CANTO-OSORIO F, COLCHERO MA, *et al.* Predicting obesity reduction after implementing warning labels in Mexico: A modeling study. **PLoS Med.** 2020;17: 1–14. doi:10.1371/journal.pmed.1003221
- BASTO-ABREU A, TORRES-ALVAREZ R, REYES-S F, GONZ R, CANTO-OSORIO F, COLCHERO MA, *et al.* S1 Appendix for ” Predicting obesity reduction after implementing warning labels in Mexico : a modeling study ”. **PLoS Med.** 2020;S1 Appendi. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003221.s003
- BLAKELY T, CLEGHORN C, MIZDRAK A, WATERLANDER W, NGHIEM N, SWINBURN B, *et al.* The effect of food taxes and subsidies on population health and health costs: a modelling study. **Lancet Public Heal.** 2020;5: e404–e413. doi:10.1016/S2468-2667(20)30116-X
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAUDE. Resolução da Diretoria Colegiada - **RDC no 429**, de 8 de outubro de 2020. 2020. Available: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Instrução Normativa no75**, de 8 de outubro de 2020. 2020. Available: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAUDE. **VIGITEL Brasil 2019** - vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico : estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados . 2020. Available: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel\\_brasil\\_2019\\_vigilancia\\_fatores\\_risco.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf).

BRASIL. BANCO CENTRAL DO BRASIL, MINISTÉRIO DA FAZENDA: **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo**. 2021 p. <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/corrigi>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAUDE. **Diretrizes metodológicas: Diretriz de Avaliação Econômica**. 2014. Available: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes\\_metodologicas\\_diretriz\\_avaliacao\\_economica.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_diretriz_avaliacao_economica.pdf).

CABRERA M, MACHÍN L, ARRÚA A, ANTÚNEZ L, CURUTCHET MR, GIMÉNEZ A, *et al*. Nutrition warnings as front-of-pack labels: Influence of design features on healthfulness perception and attentional capture. **Public Health Nutr**. 2017;20: 3360–3371. doi:10.1017/S136898001700249X

CAMACHO-GARCÍA-FORMENTÍ D, ZEPEDA-TELLO R. bw: **Dynamic Body Weight Models for Children and Adults**. 2018. Available: <https://rdr.io/cran/bw/>  
CHILE, Ministerio de Salud Chile, Subsecretaria de Salud Pública. Ley número 20.606 sobre composición nutricional de los alimentos y su publicidad. Chile; 2012 p. 5. Available: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1041570>

CARO JC, CORVALÁN C, REYES M, SILVA A, POPKIN B, TAILLIE LS. Chile's 2014 sugar-sweetened beverage tax and changes in prices and purchases of sugar-sweetened beverages: An observational study in an urban environment. **PLoS Med**. 2018;15: 1–19. doi:10.1371/journal.pmed.1002597

CARO JC, NG SW, TAILLIE LS, POPKIN BM. Designing a tax to discourage unhealthy food and beverage purchases: The case of Chile. **Food Policy**. 2017;71: 86–100. doi:10.1016/j.foodpol.2017.08.001

CHILE, MINISTERIO DE SALUD CHILE, SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA. **Ley número 20.606 sobre composición nutricional de los alimentos y su publicidad**. Chile; 2012 p. 5. Available: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1041570>

CHILE. MINISTERIO DE SALUB CHILE. **Informe de Evaluación de La Implementación de La Ley Sobre Composición Nutricional de Los Alimentos y Su Publicidad**. 2017. Available: <https://www.minsal.cl/wp->

[content/uploads/2017/05/Informe-Implementaci%C3%B3n-Ley-20606-junio-2017-PDF.pdf](#)

CHOOI YC, DING C, MAGKOS F. The epidemiology of obesity. **Metabolism**. 2019;92: 6–10. doi:10.1016/j.metabol.2018.09.005

CORVALÁN C, REYES M, GARMENDIA ML, UAUY R. Structural responses to the obesity and non-communicable diseases epidemic: the Chilean Law of Food Labeling and Advertising. **Obes Rev**. 2013;14: 79–87. doi:10.1111/obr.12099

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;20: 367–374. doi:10.1111/obr.12802

EGNELL M, CROSETTO P, D'ALMEIDA T, KESSE-GUYOT E, TOUVIER M, RUFFIEUX B, et al. Modelling the impact of different front-of-package nutrition labels on mortality from non-communicable chronic disease. **Int J Behav Nutr Phys Act**. 2019;16: 1–11. doi:10.1186/s12966-019-0817-2

ESTIVALETI JM, HABINGER JG, LOBOS J, AZEREDO CM, CLARO R, FERRARI G, et al. Time trends and projected obesity epidemic in Brazilian adults between 2006 and 2030. **Sci Rep**. 2022;12: 1–8. doi:10.1038/s41598-022-16934-5

FIGUEIREDO N, MAIA EG, DA SILVA LES, GRANADO FS, CLARO RM. Trends in sweetened beverages consumption among adults in the Brazilian capitals, 2007-2016. **Public Health Nutr**. 2018;21: 3307–3317. doi:10.1017/S1368980018002161

GLOBAL FOOD RESEARCH PROGRAM UNC. **Global maps showing mandatory and voluntary front-of-package labeling schemes used in countries around the world. Includes map highlighting countries with front-of-package warning label policies**. 2022 [cited 23 Nov 2022] p. 5. Available: [https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2022/08/FOP\\_Regs\\_maps\\_2022\\_08.pdf](https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2022/08/FOP_Regs_maps_2022_08.pdf)

GRUMMON AH, HALL MG. Sugary drink warnings: A meta-analysis of experimental studies. **PLoS Med**. 2020;17: 1–21. doi:10.1371/journal.pmed.1003120

HALL KD, SACKS G, CHANDRAMOHAN D, CHOW CC, WANG YC, GORTMAKER SL, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight Kevin. **Lancet**. 2011;378: 1–23. doi:10.1016/S0140-6736(11)60812-X. Quantification

HEALTH CANADA. **Toward front-of-package nutrition labels for Canadians: Consultation document**. Ottawa. Canada; 2016 p. 22. Available: <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/health-system-systeme-sante/consultations/labels-nutrition-etiquetage/alt/labels-nutrition-etiquetage-eng.pdf>

HERRERA AMM, CRINO M, ERSKINE HE, SACKS G, ANANTHAPAVAN J, MHURCHU CN, *et al.* Cost-Effectiveness of Product Reformulation in Response to the Health Star Rating Food Labelling System in Australia. **Nutrients**. 2018;10: 1–16. doi:10.3390/nu10050614

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. p. <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/in>.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019**: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. 2020. Available: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91110.pdf>  
IBGE. Despesas com saúde em 2019 representam 9,6% do PIB. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/33484-despesas-com-saude-em-2019-representam-9-6-do-pib#:~:text=As%20despesas%20de%20consumo%20do,e%20Desenvolvimento%20Econ%C3%B4mico%20\(OCDE\)](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/33484-despesas-com-saude-em-2019-representam-9-6-do-pib#:~:text=As%20despesas%20de%20consumo%20do,e%20Desenvolvimento%20Econ%C3%B4mico%20(OCDE).).

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**: Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil. Ibge. 2020. Available: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Pesquisa+de+Orçamentos+Familiares#0>

KANTER R, REYES M, VANDEVIJVERE S, SWINBURN B, CORVALÁN C. Anticipatory effects of the implementation of the Chilean Law of Food Labeling and Advertising on food and beverage product reformulation. **Obes Rev**. 2019;20: 129–140. doi:10.1111/obr.12870

KHANDPUR N, MAIS AL, MARTINS APB. A comparative assessment of two different front-of-package nutrition label designs: A randomized experiment in Brazil. **PLoS Med**. 2022;17: 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0265990

MALIK VS, HU FB. Fructose and Cardiometabolic Health What the Evidence from Sugar-Sweetened Beverages Tells Us. **J Am Coll Cardiol**. 2015;66: 1615–1624. doi:10.1016/j.jacc.2015.08.025

MALIK VS, HU FB. The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases. **Nat Rev Endocrinol**. 2022;18: 205–218. doi:10.1038/s41574-021-00627-6

MAPA. **Portaria número 123**, de 13 de maio de 2021. Brasil; 2021 p. 19. Available: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-mapa-no-123-de-13-de-maio-de-2021.pdf>

MÉXICO, SECRETARÍA DE ECONOMÍA, GOBIERNO DE MÉXICO. **MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria**, publicada el 5 de abril de 2010.

México; 2020 pp. 4–40. Available:

[https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11\\_C/seeco11\\_C.htm](https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11_C/seeco11_C.htm)

MHURCHU CN, EYLES H, CHOI Y-H. Effects of a Voluntary Front-of-Pack Nutrition Labelling System on Packaged Food Reformulation: The Health Star Rating System in New Zealand. **Nutrients**. 2017;9: 1–16. doi:10.3390/nu9080918

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA DE DOENÇAS E AGRAVOS NÃO TRANSMISSÍVEIS. **Manual de Análise do Vigitel no Epi Info** (versão 7.2.2.6). Brasília-DF; 2018. p. 23

MOREIRA BG, OLIVIERI BS, GOUVÊA PMP, BORGES HA, AIBE V, VALENTE LCG. **Diferenciação de bebidas alcoólicas e não-alcoólicas no sistema de medição de vazão (SMV)**. Curitiba; 2007.

Available: [https://www.researchgate.net/profile/Paula\\_Gouvea3/publication/283088780-DIFERENCIACAO\\_DE\\_BEBIDAS\\_ALCOOLICAS\\_E\\_NAO-ALCOOLICAS\\_NO\\_SISTEMA\\_DE\\_MEDICAO\\_DE\\_VAZAO\\_SMV/links/562a471008ae04c2aeb1814c/DIFERENCIACAO-DE-BEBIDAS-ALCOOLICAS-E-NAO-ALCOOLICAS-NO-SISTEMA](https://www.researchgate.net/profile/Paula_Gouvea3/publication/283088780-DIFERENCIACAO_DE_BEBIDAS_ALCOOLICAS_E_NAO-ALCOOLICAS_NO_SISTEMA_DE_MEDICAO_DE_VAZAO_SMV/links/562a471008ae04c2aeb1814c/DIFERENCIACAO-DE-BEBIDAS-ALCOOLICAS-E-NAO-ALCOOLICAS-NO-SISTEMA)

MONTEIRO CA, MOURA EC, JAIME PC, CLARO RM. Validity of food and beverage intake data obtained by telephone survey. **Rev Saúde Pública**. 2008;42. doi:10.1590/s0034-89102008000400002

MOSHTAGHIAN H, LOUIE JCY, CHARLTON KE, PROBST YC, GOPINATH B, MITCHELL P, *et al.* Added sugar intake that exceeds current recommendations is associated with nutrient dilution in older Australians. **Nutrition**. 2016;32: 937–942. doi:10.1016/j.nut.2016.02.004

MORIMOTO JM, MARCHIONI DML, CESAR CLG, FISBERG RM. Within-person variance for adjusting nutrient distribution in epidemiological studies. **Rev Saúde Pública**. 2011;45: 1–4. Doi.org/10.1590/S0034-89102011000300022

NIKPARTOW N, DANYLIW AD, WHITING SJ, LIM HJ, VATANPARAST H. Beverage consumption patterns of Canadian adults aged 19 to 65 years. **Public Health Nutr**. 2012;15: 2175–2184. doi:10.1017/S1368980012003898

NILSON EAF, SANTIN ANDRADE R DA C, DE BRITO DA, DE OLIVEIRA ML. Costs attributable to obesity, hypertension, and diabetes in the Unified Health System, Brazil, 2018. *Rev Panam Salud Publica*/**Pan Am J Public Heal**. 2020;44: 1–7. doi:10.26633/RPSP.2020.32

PARAJE G, COLCHERO A, WLASIUK JM, SOTA AM, POPKIN BM. The effects of the Chilean food policy package on aggregate employment and real wages. **Food Policy**. 2021;100: 102016. doi:10.1016/j.foodpol.2020.102016

PRATES SM, ROJAS CU, SPINILLO CG, ANASTÁCIO LR. Influence of nutrition claims on different models of front-of-package nutritional labeling in supposedly

healthy foods: impact on the understanding of nutritional information, healthfulness perception and purchase intention of Brazilian consumers. **Front Nutr.** 2022. doi:10.3389/fnut.2022.921065

RASMUSSEN B, SWEENEY K, SHEEHAN P. **Economic Costs of Absenteeism, Presenteeism and Early Retirement Due to Ill Health: A Focus on Brazil.** Victoria Inst Strateg Econ Stud. 2015; 13. Available: <https://www.brazilcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/Econ.-Cost-of-Absenteeism-Presenteeism-and-Early-Retirement-due-to-ill-health-Brazil.pdf>

SCARPELLI DQ, FERNANDES ACP, OSIAC LR, QUEVEDO TP. Changes in Nutrient Declaration after the Food Labeling and Advertising Law in Chile: A Longitudinal Approach. **Nutrients.** 2020;12: 1–13. doi.org/10.3390/nu12082371.

SILVA ARCS, MHURCHU CN, ANASTÁCIO LR. Corrigendum: Comparison of two front-of-pack nutrition labels for Brazilian consumers using a smartphone app in a real-world grocery store : A pilot randomized controlled study. **Front Nutr.** 2022;9: 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1040011>

STERN D, PIERNAS C, BARQUERA S, RIVERA JA, POPKIN BM. Caloric beverages were major sources of energy among children and adults in Mexico, 1999-2012. **J Nutr.** 2014;144: 949–956. doi:10.3945/jn.114.190652

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 Med.** 2020;17: 1–22. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003015>

TAILLIE LS, BERCHOLZ M, POPKIN B, REYES M, COLCHERO MA, CORVALÁN C. Changes in food purchases after the Chilean policies on food labelling, marketing, and sales in schools: a before and after study. **Lancet Planet Heal.** 2021;5: 526–533. doi:10.1016/S2542-5196(21)00172-8

TBCA. Universidade de São Paulo, Food Research Center F. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.** Versão 7.0. São Paulo; 2020. Available: <http://www.fcf.usp.br/tbca>

TOMAZ, LA. **Uso de edulcorantes na produção de alimentos e bebidas: frequência e utilização segundo a RDC no18/2008, no cenário de pré-implementação da nova norma brasileira de rotulagem nutricional.** Universidade Federal de Minas Gerais. 2022.

TOMAZ LA, PEREIRA CG, BRAGA LV, PRATES SM, SILVA ARCS, SOARES AP DA C, *et al.* From the most to the least flexible nutritional profile: Classification of foods marketed in Brazil according to the Mexican and Brazilian models. **Front Nutr.** 2022. doi:10.3389/fnut.2022.919582

WANG Y, ZHAO L, GAO L, PAN A, XUE H. Health policy and public health implications of obesity in China. **Lancet Diabetes Endocrinol.** 2021;9: 446–461. doi:10.1016/S2213-8587(21)00118-2

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Physical Status: the use and interpretation of anthropometry.** WHO Technical Report Series no 854. Geneva, Switzerland; 1995.

ZANCHETA RICARDO C, CORVALÁN C, SMITH TAILLIE L, QUITRAL V, REYES M. Changes in the Use of Non-nutritive Sweeteners in the Chilean Food and Beverage Supply After the Implementation of the Food Labeling and Advertising Law. **Front Nutr.** 2021;8: 1–10. doi:10.3389/fnut.2021.773450

## ANEXOS

### Anexo 1

#### *Legislação brasileira sobre rotulagem nutricional na frente da embalagem*

No Brasil, após muitas discussões, a legislação sobre rotulagem nutricional frontal (RNF) foi atualizada e implementada de forma obrigatória. Tal legislação foi aprovada em outubro de 2020 pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 429, que trata da rotulagem nutricional de alimentos embalados e pela Instrução Normativa nº 75 (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE., 2020b)(BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE., 2020b)(BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE., 2020b) que estabelece requisitos técnicos para declaração de rotulagem nutricional de alimentos embalados. O Brasil adotou o *design* de lupa preta (Figura S1) com a menção "alto em" colocada na metade superior do painel frontal do produto alimentício quando este apresentar excesso de açúcares adicionados, gordura saturada e/ou sódio. Os limites para o perfil nutricional podem ser vistos na Tabela S1. A legislação estabelece que a RNF deve ser utilizado com uma única lupa com a indicação "alto em" para cada nutriente que ultrapasse os limites estabelecidos para cada alimento elegível.

**Figura S1 – Rotulagem nutricional frontal com *design* de lupa preta adotado pela legislação brasileira, conforme Instrução Normativa nº 75 de 2020. Afirmações "alto em" da esquerda para a direita: açúcar adicionado; sódio; gordura saturada; açúcar adicionado, gordura saturada e sódio no mesmo produto.**



Fonte: Instrução Normativa nº 75, BRASIL (2020).

**Tabela S1 – Perfil de nutrientes e seus limites para alimentos líquidos adotados pela legislação brasileira.**

Nutriente por 100mL de líquidos	Quantidade igual ou superior
Sódio (mg)	100
Açúcares de adição (g)	7,5
Gorduras saturadas (g)	3

Fonte: Instrução Normativa nº 75, BRASIL (2020).

## Anexo 2

### *Políticas públicas que impactaram as bebidas açucaradas no Chile*

O Chile implementou, de forma obrigatória, um conjunto de políticas públicas que se complementam com a intenção de evitar o aumento de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à dieta (CHILE, 2012). Tais políticas consistiram na implementação da RNF em formato de advertência (*design* octógono preto – Figura S2), restrições à comercialização de produtos alimentícios com RNF direcionada a crianças, bem como a proibição da venda de produtos alimentícios/bebidas embalados que apresentem alto teor de calorias/açúcares livres/sódio/gordura saturada. A implementação da legislação teve início em 2016 e desenvolveu-se progressivamente em três fases (CORVALÁN *et al.*, 2018). O perfil de nutrientes e seus respectivos limites utilizados para os produtos alimentícios líquidos são apresentados na Tabela S2.

**Figura S2 – Rotulagem nutricional frontal em modelo de advertência e *design* octógono preto adotado pela legislação chilena número 20.606. Da esquerda para a direita: alto em açúcares, alto em gorduras saturadas, alto em sódio, alto em calorias.**



Fonte: Adaptado de CORVALAN *et al.* (2018).

**Tabela S2 – Perfil de nutrientes e seus limites para alimentos líquidos adotados pela legislação chilena de acordo com cada fase de implementação.**

Nutriente por 100mL de líquidos	26 de Junho de 2016	26 de Junho de 2018	26 de Junho de 2019
Energia (kcal)	100	80	70
Sódio (mg)	100	100	100
Açúcares totais (g)	6	5	5
Gorduras saturadas (g)	3	3	3

Fonte: Lei 20.606, CHILE (2012).

Anexo 3

**Figura S3 – Modelo *design* de rotulagem nutricional frontal da embalagem em círculo de alerta vermelho utilizado no estudo experimental de mercado de Acton *et al.* (2019).**



Fonte: Adaptado de ACTON *et al.* (2019).

## Anexo 4

Artigo publicado, [formato publicado](#)

## PLOS ONE

## RESEARCH ARTICLE

# Impact of implementation of front-of-package nutrition labeling on sugary beverage consumption and consequently on the prevalence of excess body weight and obesity and related direct costs in Brazil: An estimate through a modeling study

Natália Cristina de Faria<sup>1</sup>, Gabriel Machado de Paula Andrade<sup>2</sup>, Cristina Mariano Ruas<sup>3</sup>, Rafael Moreira Claro<sup>4,5</sup>, Luíza Vargas Mascarenhas Braga<sup>1</sup>, Eduardo Augusto Fernandes Nilson<sup>5,6</sup>, Lucilene Rezende Anastácio<sup>1\*</sup>

**1** Post-Graduate Program in Food Science, Faculty of Pharmacy, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brazil, **2** Chemical Engineering Department, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brazil, **3** Department of Social Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brazil, **4** Department of Nutrition, School of Nursing, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Brazil, **5** Centre for Epidemiological Research in Nutrition and Health (NUPENS), University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil, **6** Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz) Brasília, Brasilia, Brazil

\* lucilene.rezende@gmail.com



## OPEN ACCESS

**Citation:** Faria NCd, Andrade GMdP, Ruas CM, Claro RM, Braga LVM, Nilson EAF, et al. (2023) Impact of implementation of front-of-package nutrition labeling on sugary beverage consumption and consequently on the prevalence of excess body weight and obesity and related direct costs in Brazil: An estimate through a modeling study. *PLoS ONE* 18(8): e0289340. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289340>

**Editor:** Anselm J. M. Hennis, PAHO/WHO, UNITED STATES

**Received:** September 28, 2022

**Accepted:** July 18, 2023

**Published:** August 11, 2023

**Peer Review History:** PLOS recognizes the benefits of transparency in the peer review process; therefore, we enable the publication of all of the content of peer review and author responses alongside final, published articles. The editorial history of this article is available here: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289340>

**Copyright:** © 2023 Faria et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

## Abstract

### Rationale

Intake of sugary beverages has been associated with obesity and chronic non-communicable diseases, thereby increasing the direct health costs related to these diseases. Front-of-package nutrition labeling (FoPNL) aims to help consumers understand food composition, thereby improving food choices and preventing the development of such diseases.

### Objective

To estimate, over five years, the impact of implementing FoPNL in Brazil on the prevalence of excess body weight and obesity in adults who consume sugary beverages and the direct costs related to such problems.

### Methods

A simulation study to performed to estimate the effect of FoPNL implementation on the prevalence of excess body weight and obesity. The VIGITEL research database (2019), published in the 2020 report, was used in this study (the final sample consisted of 12,471 data points representing 14,380,032 Brazilians). The scenarios were considered: base (trend in sugary beverage intake); 1 (base scenario associated with the changes in energy content of the purchased beverages observed after the first phase of the Chilean labeling law (-9.9%);

**Data Availability Statement:** <https://svs.aids.gov.br/download/Vigitel/>.

**Funding:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq and Ministério da Saúde-MS (442990/2019-7) and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais-FAPEMIG (APQ-00341-21). Pro-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

**Competing interests:** The authors have declared that no competing interests exist.

and 2 (scenario 1 associated with reformulation of beverages, total energy reduction of -1.6%). Changes in body weight were estimated using the simulation model of Hall et al. (2011) over five years. A linear trend in the prevalence of obesity and excess body weight in the Brazilian population was considered. The impact of the prevalence of obesity and excess body weight on body mass index was estimated. In addition, the direct health costs related to obesity were estimated.

## Results

Energy consumption from sugary beverages after FoPNL implementation is expected to be reduced by approximately 28 kcal/day (95% CI, -30 to -27) considering scenario 1. In scenarios 1 and 2, without FoPNL, the prevalence of obesity and excess body weight over five years was estimated to be 25.3% and 25.2%, and 64.4% and 64.2%, respectively. By extrapolating the results to the entire Brazilian population, it was observed that the implementation of FoPNL may reduce the prevalence of obesity by -0.32 percentage points and -0.35 percentage points (scenario 1 and 2, respectively) and excess body weight by -0.42 percentage points and -0.48 percentage points (scenarios 1 and 2, respectively) in five years. It is estimated that after five years of implementation, it will be possible to save approximately US\$ 5,5 millions (95% CI 4,7 to 8,8) in scenario 1, reaching approximately US\$ 6,1 millions (95% CI 5,3 to 9,8) in scenario 2.

## Conclusion

The results of this modeling study indicate that FoPNL may reduce prevalence of excess body weight and obesity, representing strategic public policies for obesity prevention.

## Introduction

Sugary beverages, such as soft drinks and fruit-based drinks, are well recognized for their deleterious effects on health [1]. These drinks contain high levels of free sugars [2] and represent the largest source of sugar consumption [3, 4]. In addition, these beverages, which are based on a mixture of water, some types of sugar, and a flavoring syrup, have low nutritional density and compromised diet quality [5]. Thus, such drinks are strongly associated with excessive weight gain, obesity [6], and chronic diseases such as type 2 diabetes melitus [1].

Although the consumption of sugary beverages has decreased in Brazil in recent years, a significant portion of the population still consumes these beverages every day [7]. A study in 2016 reported that one in six adults in state capitals and the Federal District consumes these beverages every day, which justifies interventions to maintain this reduction at even lower levels [7].

Obesity and its effects on health generated an estimate annual costs of R\$ 1,42 billion (95% CI, 0,98–1,87) in 2018 *via* the Public Health System (SUS) in Brazil [8]. The costs included hospitalizations, outpatient procedures, and medications distributed by the SUS for the treatment of these diseases, excluding supplementary health costs in the country, as well as the economic and social costs associated with illness and death from these causes [8]. Direct costs are those paid by health services related to immediate expenses, and include labor, tests, and medications [9].

The implementation of front-of-package nutrition labeling (FoPNL) has been proposed as a public policy to reduce the consumption of unhealthy foods [10, 11]. The consumers can

easily identify foods and beverages that are dense in calories and added sugars and have reduced nutritional value. Consequently, by decreasing the consumption of unhealthy foods and beverages, the incidences of diet-related chronic non-communicable diseases can be reduced [12]. A meta-analysis identified that FoPNL was helpful in reducing energy consumption (corrected standardized difference =  $-0.16$ ; 95% CI,  $-0.24$  to  $-0.07$ ;  $n = 2,338$ ;  $p = 0.010$ ) and sugar (g) procurement (corrected standardized difference =  $-0.11$ ; 95% CI,  $-0.21$  to  $0.01$ ;  $n = 1,938$ ;  $p < 0.001$ ) when compared to the control (individuals Canadians and Americans were included in analysis) [13].

In Chile, the food industry reformulated foods and beverages after implementing FoPNL and other public health policies, reducing added sugars in sugary beverages and introducing non-nutritive sweeteners [14, 15]. Kanter et al. found a reduction in the content of added sugars in beverages between 2015 and 2016 (median reduction 7.5 g/100 mL, interquartile range (IQR): 2.3–10.0 in 2015 to 6.0 g/100 mL, IQR: 2.2–10 in 2016) in Chile, referring to reformulation [14].

Some countries such as Chile [16], Mexico [17], Canada [18], Brazil [19, 20] and other countries [21] have already implemented or in the process of implementing such policies. In 2016, Chile implemented Laws No. 20.606 and 20.869 on Food Labeling and Advertising, respectively [12]. In addition, FoPNL products cannot be marketed in schools for children under 14 years of age and promoted to this audience [22]. In addition to these policies, Chile has implemented tax legislation on sugary beverages containing greater than 15 g of sugar per 240 mL of beverage or equivalent portions containing more than 18% of sugars and other beverages containing 10% of sugar, intending to reduce their consumption [23]. Thus, several factors can influence consumer behavior [24].

After the implementation of Chilean legislation, which began in 2016, a decrease of 23.7% (95% CI,  $-23.8$  to  $-23.7$ %) was reported in the purchase of sugary beverages with “high in” FoPNL [25]. A modeling study conducted in Mexico estimated that FoPNL can promote a reduction of 23.2 kcal/day (95% CI,  $-24.5$  to  $-21.9$ ) associated with the consumption of sugary beverages and 13.6 kcal/day (95% CI,  $-14.1$  to  $-13.1$ ) to snacks, resulting in 4.98 percentage points reduction in the number of obese people in the country [26]. Given this context, implementing FoPNL may be a useful strategy to reduce the consumption of sugary beverages, among other food products, as well as one of the strategies to prevent obesity. In October 2020, Brazil passed legislation that determined the use of FoPNL in the magnifying glass model on foods with a high content of critical nutrients (added sugars, saturated fats, and sodium) [19, 20]. However, although the impact of Brazilian FoPNL on food purchase intentions has been investigated in the Brazilian population [27–29], further studies are needed. In addition, investigations are needed to understand consumer behavior because of the implementation of FoPNL, such as possible changes in purchasing patterns, consequent changes in food consumption and causing changes in nutritional status. To the best of our knowledge, no study has simulated the effect of FoPNL on the prevalence of excess body weight and obesity in Brazil.

Thus, the objective of this study was to estimate, over five years, the reduction in the prevalence of obesity and excess body weight among Brazilian adults and the direct costs in public health system related to such problems after the implementation of FoPNL in Brazil.

## Method

### Study design

This economic impact assessment study was carried out from the perspective of the Brazilian public health system. A simulation model was used to estimate future impacts on the

prevalence of obesity and excess body weight, and the direct costs of obesity, which could be reduced by implementing FoPNL.

Three scenarios were considered over five years: i. base scenario: assessment of the prevalence of obesity and excess body weight and the direct costs of obesity in the absence of any health policy, using a time trend of obesity prevalence; ii. scenario 1: estimation of the prevalence of obesity and excess body weight and the direct costs of obesity after implementation of FoPNL, based on the change in the purchase of beverages observed after the first phase of the Chilean labeling law [30]. iii. scenario 2: estimation of the prevalence of obesity and excess body weight and the direct costs of obesity in scenario 1 associated with beverage reformulation in Chile as observed by Kanter et al. [14].

For scenarios 1 and 2, the possible reduction in calories from the consumption of sugary beverages after implementation of FoPNL was estimated. Further, the impact of the reduction in caloric intake on body weight and body mass index (BMI), and subsequently on the prevalence of obesity and excess body weight was estimated over five years.

### Study population, sampling, and ethical aspects

The VIGITEL (Surveillance System for Risk and Protective Factors for Chronic Diseases by Telephone Survey) database 2019 and published in the 2020 report was used to conduct the study [31]. This annual survey was conducted by the Ministry of Health for investigating the risk and protective factors for chronic non-communicable diseases since 2006. The VIGITEL was used in 26 capitals of Brazilian states and the Federal District from a probabilistic sample of the adult population residing in households with a landline telephone system. Additional information regarding the VIGITEL sampling and data collection process is available in a specific publication referring to the 2019 Report [31]. The VIGITEL 2019 questionnaire assessed demographic and socioeconomic characteristics, dietary pattern associated with the development of non-communicable chronic diseases (such as consumption of sugary beverages), and self-reported weight and height, among others. A total of 52,443 individuals were interviewed in the 2019 edition of the survey [31].

A data subsample from the VIGITEL 2019 comprising individuals of both sexes aged between 20 and 59 years was used for the present study. Individuals who reported never or almost never consumption of sugary beverages, who did not know how to report the amount consumed, who consumed only diet/light/zero beverages, pregnant women, and individuals with extreme BMI (greater than 60 kg/m<sup>2</sup> and less than 15 kg/m<sup>2</sup>) were excluded (S1 Table). The final sample consisted of 12,471 data points representing 14,380,032 Brazilians (the projected value indicated the sum of the weighting factors of this population). The VIGITEL was approved by the National Commission for Ethics in Research with Human Beings of the Ministry of Health (CONEP Opinion 355590 of June 26, 2013, under CAAE number 16202813.2.0000.0008). Free and oral informed consent was obtained at the first instance of telephone contact with the participant. The survey data were publicly accessible and used without identification of the interviewed individuals [31]. The databases for all years of Vigitel's achievements are available at <http://svs.aids.gov.br/download/Vigitel/>. More details regarding VIGITEL are provided in the S1 File.

### Assessment of the intake of sugary beverages by the Brazilian population

Assessment of the consumption of sugary beverages was based on three questions from the VIGITEL survey: 'How many days a week do you usually drink soft drinks or artificial juices?' (1–2 days a week; 3–4 days a week; 5–6 days a week; every day, including Saturdays and Sundays; almost never; never), Which type? (normal; diet/light/zero; both), and 'How many

glasses/cans do you usually drink every day?' (1, 2, 3, 4, 5, 6, or more; I don't know). The questions related to soft drink consumption used in the VIGITEL survey passed through a previous validation analysis with reasonable values of specificity (all: 94.1%) and sensitivity (all: 87.5%) [32]. According to the Technical Regulation in Brazil, soft drinks are carbonated beverages obtained by dissolving the juice or plant extract in drinking water, added sugar, and saturated with industrially pure carbon dioxide. In this study, only soft drinks were considered as sugary beverages [33]. More details are provided in the [S1 File](#).

### Estimation of reduction in energy intake

Several scenarios were used to estimate the reduction in energy intake in participants who reported drinking sugary beverages after implementation of the FoPNL ([S3 Fig](#), [S1 File](#)). For the "no change" scenario, called the base scenario, the time trend of consumption observed by the VIGITEL between 2007 and 2019, except 2017, was calculated using linear regression ([S4](#) and [S5 Figs](#), [S1 File](#)). The databases of previous studies were adjusted using the same inclusion and exclusion criteria as described in the subsection Study population, sampling, and ethical aspects ( $n = 23,170$  in 2007,  $n = 24,604$  in 2008,  $n = 24,467$  in 2009,  $n = 24,856$  in 2010,  $n = 24,311$  in 2011,  $n = 22,353$  in 2012,  $n = 22,835$  in 2013,  $n = 16,475$  in 2014,  $n = 16,387$  in 2015,  $n = 17,033$  in 2016,  $n = 12,999$  in 2018, and  $n = 12,471$  in 2019). Further details are available in the [S1 File](#). The time trend of consumption was used in the base scenario, whereas in the other scenarios, it was associated with reduction in energy intake through labeling and reformulation.

In scenario 1, we considered the results of the changes in calories and sodium content of beverage purchased after the first phase of implementation of the Chilean law, which includes the implementation of FoPNL [30]. Taillie et al. evaluated the food and beverage purchased by 2,381 Chilean families between 2015 and 2017, and compared purchases in the pre- and post-implementation periods of FoPNL. There was a reduction in the purchase of drinks labeled "high in", with some compensation in the purchase of drinks without FoPNL, with a total decline equivalent to 9.9% in calories and 5.2% in sodium ([S4](#) and [S5 Tables](#), [S1 File](#)) [30]. These results were associated with the current trend of reduction in the consumption of sugary drinks in Brazil, calculated in the base scenario, to compose scenario 1.

The reformulation of beverages immediately after the FoPNL implementation was also considered for the construction of scenario 2. In Chile, between 2015 and 2016, Kanter et al. [14] ([S6 Table](#), [S1 File](#)) found a reduction of 1.6% in the sugar content contributing to the total energy to beverages (median: 30 kcal/100 mL, IQR: 12–44 in 2015 to 28 kcal/100 mL, IQR: 11–44 in 2016) [14]. However, sodium levels increased in beverages (median 10 mg/100mL, IQR 6–17 in 2015 to 10 mg/100mL, IQR 5–17 in 2016), with a mean difference of 1.8% [14]. In scenario 2 of this study, the trend in the consumption of sugary beverages in Brazil was considered, as described in the base scenario, in addition to the effect of the implementation of FoPNL observed by Acton et al. [30], associated with the effect of product reformulation demonstrated by Kanter et al. [14]. More details are provided in the [S1 File](#).

The effect of reduction in the energy intake from sugary beverages related to the changes in FoPNL disregarded saturated fats and sugars to estimate body weight variation.

### Estimation of reduction in body weight, BMI, and prevalence of obesity and excess body weight

The impact on body weight, BMI, and the prevalence of obesity and excess body weight was estimated from the results obtained for the reduction in energy intake using the model proposed by Hall et al. [34]. This model used data on energy and sodium intake variation and

estimated body weight variation in each individual over time [34]. Therefore, body weight variation over five years was estimated based on the estimated energy intake change promoted by FoPNL. The model by Hall et al. considered variations in extracellular fluid, glycogen, adipose, and lean tissues, keeping physical activity constant [34]. The model considered age, time, initial body weight, height, and variation in energy/sodium intake. The body weight variation due to changes caused by the intake of sugary beverages was estimated [34], and BMI with new body weight was calculated.

Based on the BMI, the subjects were then classified as obese/non-obese or with/without excess body weight. We used the cutoff point adopted by the World Organization Health (WHO) for the classification of obese individuals: BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> [35]. Individuals with BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> were considered as having excess body weight. The percentage change in BMI was calculated as the difference between the number of obese individuals at the initial time and the estimated final time (S1 File).

### Reduction in the prevalence of obesity and excess body weight

The projection of the Brazilian population of adults aged between 20 and 59 years was verified over a period of five years (2020–2024), based on information contained in the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) [36]. The proportion of Brazilians who consume sugary beverages was calculated based on information from previous years from the VIGITEL (2007 to 2019, except 2017) and projected to the Brazilian population from 2020 to 2024 (aged 20 to 59 years). According to the data obtained from the VIGITEL, in the same subsample from 2007 to 2019, except 2017, the prevalence of obesity and excess body weight among consumers of sugary beverages was calculated using linear regression analysis (S7 and S8 Figs, S8 Table, S1 File).

The change in the prevalence of obesity and excess body weight obtained in the previous step was multiplied by the estimated number of Brazilian consumers of sugary beverages. The difference in the number of individuals with obesity/excess body weight between scenarios 1 and 2 and the base scenario was calculated. The result obtained showed a decreasing trend in the obesity prevalence, and thus, a new prevalence of obesity and excess body weight was estimated for different study scenarios. The same was done with the estimate of population with excess body weight. The change in the prevalence of obesity for the total population, stratified by gender and excess body weight, was calculated. More details are provided in the S1 File.

### Data analysis and sensitivity analysis

The analyzed population was described according to characteristics related to sex and age and presented as the mean and 95% confidence interval (95% CI). The prevalence of sugary beverage consumers and their average daily consumption, stratified by sex, were estimated for each year using the VIGITEL survey. The consumption of sugary beverages was presented as the average and 95% CI. Linear trends were investigated using linear regression analysis. The dependent variables evaluated for each year included the annual proportion of Brazilians who consumed sugary beverages, average amount of sugary beverages consumed (in terms of energy and sodium), annual proportion of obese Brazilians who consumed sugary beverages, and annual proportion of Brazilians with excess body weight who consumed sugary beverages. The independent variables included data of the VIGITEL survey or all years used in this study. Regression models were stratified by sex, considering the sample weights of the VIGITEL survey. Thus, temporal trends (2007–2019, except 2017) were analyzed, and the projected prevalence (2020–2024) was calculated in the base scenario. Additional details are provided in the S1 File.

estimated body weight variation in each individual over time [34]. Therefore, body weight variation over five years was estimated based on the estimated energy intake change promoted by FoPNL. The model by Hall et al. considered variations in extracellular fluid, glycogen, adipose, and lean tissues, keeping physical activity constant [34]. The model considered age, time, initial body weight, height, and variation in energy/sodium intake. The body weight variation due to changes caused by the intake of sugary beverages was estimated [34], and BMI with new body weight was calculated.

Based on the BMI, the subjects were then classified as obese/non-obese or with/without excess body weight. We used the cutoff point adopted by the World Organization Health (WHO) for the classification of obese individuals: BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> [35]. Individuals with BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> were considered as having excess body weight. The percentage change in BMI was calculated as the difference between the number of obese individuals at the initial time and the estimated final time (S1 File).

### Reduction in the prevalence of obesity and excess body weight

The projection of the Brazilian population of adults aged between 20 and 59 years was verified over a period of five years (2020–2024), based on information contained in the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) [36]. The proportion of Brazilians who consume sugary beverages was calculated based on information from previous years from the VIGITEL (2007 to 2019, except 2017) and projected to the Brazilian population from 2020 to 2024 (aged 20 to 59 years). According to the data obtained from the VIGITEL, in the same subsample from 2007 to 2019, except 2017, the prevalence of obesity and excess body weight among consumers of sugary beverages was calculated using linear regression analysis (S7 and S8 Figs, S8 Table, S1 File).

The change in the prevalence of obesity and excess body weight obtained in the previous step was multiplied by the estimated number of Brazilian consumers of sugary beverages. The difference in the number of individuals with obesity/excess body weight between scenarios 1 and 2 and the base scenario was calculated. The result obtained showed a decreasing trend in the obesity prevalence, and thus, a new prevalence of obesity and excess body weight was estimated for different study scenarios. The same was done with the estimate of population with excess body weight. The change in the prevalence of obesity for the total population, stratified by gender and excess body weight, was calculated. More details are provided in the S1 File.

### Data analysis and sensitivity analysis

The analyzed population was described according to characteristics related to sex and age and presented as the mean and 95% confidence interval (95% CI). The prevalence of sugary beverage consumers and their average daily consumption, stratified by sex, were estimated for each year using the VIGITEL survey. The consumption of sugary beverages was presented as the average and 95% CI. Linear trends were investigated using linear regression analysis. The dependent variables evaluated for each year included the annual proportion of Brazilians who consumed sugary beverages, average amount of sugary beverages consumed (in terms of energy and sodium), annual proportion of obese Brazilians who consumed sugary beverages, and annual proportion of Brazilians with excess body weight who consumed sugary beverages. The independent variables included data of the VIGITEL survey or all years used in this study. Regression models were stratified by sex, considering the sample weights of the VIGITEL survey. Thus, temporal trends (2007–2019, except 2017) were analyzed, and the projected prevalence (2020–2024) was calculated in the base scenario. Additional details are provided in the S1 File.

**Table 1. Estimated change in the intake of sugary beverages over five years, in calories per day per person, after FoPNL implementation among Brazilian adults aged 20 to 59 years.**

Intake of sugary beverages at the beginning of the study and estimated times	All	Male	Female
	Average kcal per day per person (95% CI)		
<b>Base scenario</b>	–20 (–21 to –19)	–24 (–26 to –23)	–16 (–17 to –15)
Consumption trend of sugary beverages for the next five years			
<b>Scenario 1</b>	–28 (–30 to –27)	–33 (–35 to –31)	–23 (–24 to –21)
Expected change in the energy intake after five years of FoPNL implementation			
<b>Scenario 2</b>	–29 (–31 to –28)	–34 (–36 to –32)	–24 (–26 to –22)
Expected change in the energy intake after FoPNL implementation and reformulation			

FoPNL: front-of-package nutrition labeling

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289340.t001>

After the implementation of FoPNL, it is estimated that energy consumption from sugary beverages was reduced by approximately –28 kcal/day (95% CI, –30 to –27) in scenario 1 and by 29 kcal (95% CI, –31 to –28) in scenario 2. According to the reduction trend in the consumption of sugary beverages observed in Brazil, it is estimated that the reduction will be approximately –20 kcal/day (95% CI, –21 to –19) in 2024. Information on the estimated change energy consumption of sugary beverages is presented in [Table 1](#).

### Impact on body weight reduction and prevalence of obesity and excess body weight

The body weight and mean BMI of the participating individuals were 75.4 kg (95% CI, 74.7–76.0) and 26.5 kg/m<sup>2</sup> (95% CI, 26.3–26.7), respectively. A reduction in the body weight of Brazilians by an average of 1.1 kg (95% CI, 1.0–1.1) has been estimated after five years of implementing FoPNL in scenario 1 and 1.1 kg (95% CI, 1.1–1.2) in scenario 2. This reduction would lead to an average BMI of 26.1 kg/m<sup>2</sup> (95% CI, 25.9–26.3) in Brazilian adult population five years after implementing FoPNL in scenario 1 ([Table 2](#)). By extrapolating the results for the entire Brazilian population, it was observed that implementation of FoPNL may reduce the prevalence of obesity and excess body weight by –0.32 percentage points (95% CI, –0.32 to –0.31) (men: –0.25 percentage points, 95% CI, –0.25 to –0.24; women: –0.37 percentage points, 95% CI, –0.38 to –0.37) ([Fig 1B-1](#)) and –0.42 percentage points (95% CI, –0.42 to –0.41) (men: 0.55 percentage points, 95% CI, –0.56 to –0.55; women: –0.30 percentage points, 95% CI, –0.31 to 0.30) ([Fig 1D-1](#)). Similar values for the reduction in the prevalence of obesity and excess body weight were estimated for scenario 2. This reduction would be equivalent to approximately 391,529 cases of obesity after five years of implementing FoPNL in scenario 1 and 433,292 in scenario 2 ([S9](#) and [S10](#) Tables, [S1 File](#)). However, the reduction of simulated cases is unable to incline the curve of the increase in the prevalence of obesity, but it has the potential to slow down the growth.

### Impact on direct costs

Implementation of FoPNL for five years has been estimated to reduce direct costs of public health service in Brazil by approximately US\$ 5,5 millions (95% CI 4,7 to 8,8) related to chronic non-communicable diseases associated with obesity in scenario 1, according to the model proposed as described in [Fig 2](#). In scenario 2, an estimation of approximately US\$ 6,1 (95% CI 5,3 to 9,8) millions has been projected.

**Table 2. Initial parameters and estimated change in body weight and body mass index after five years of implementation of FoPNL among Brazilian adults aged 20 to 59 years.**

Evaluated parameters	All	Male	Female
	Average (95% CI)		
<b>Base scenario</b>			
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) in 2019	26.5 (26.3–26.7)	26.5 (26.3–26.7)	26.5 (26.3–26.8)
<b>Base scenario</b>			
Prevalence of obesity in 2019 (%)	21.5 (20.3–22.7)	20.1 (18.2–22.1)	23.1 (21.3–25.0)
<b>Scenario 1</b>			
Estimated change in body weight (kg) after five years of FoPNL implementation	–1.1 (–1.0 to –1.1)	–1.2 (–1.2 to 1.3)	–0.9 (–0.9 to –1.0)
<b>Scenario 1</b>			
Estimated change in body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) after five years of FoPNL implementation	26.1 (25.9–26.3)	26.1 (25.8–26.3)	26.2 (25.9–26.5)
<b>Scenario 2</b>			
Estimated change in body weight (kg) after five years of FoPNL implementation	–1.1 (–1.1 to –1.2)	–1.3 (–1.2 to –1.4)	–1.0 (–0.9 to –1.0)
<b>Scenario 2</b>			
Estimated change in body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) after five years of FoPNL implementation	26.1 (25.9–26.3)	26.0 (25.8–26.3)	26.2 (25.9–26.5)

FoPNL: front-of-package nutrition labeling

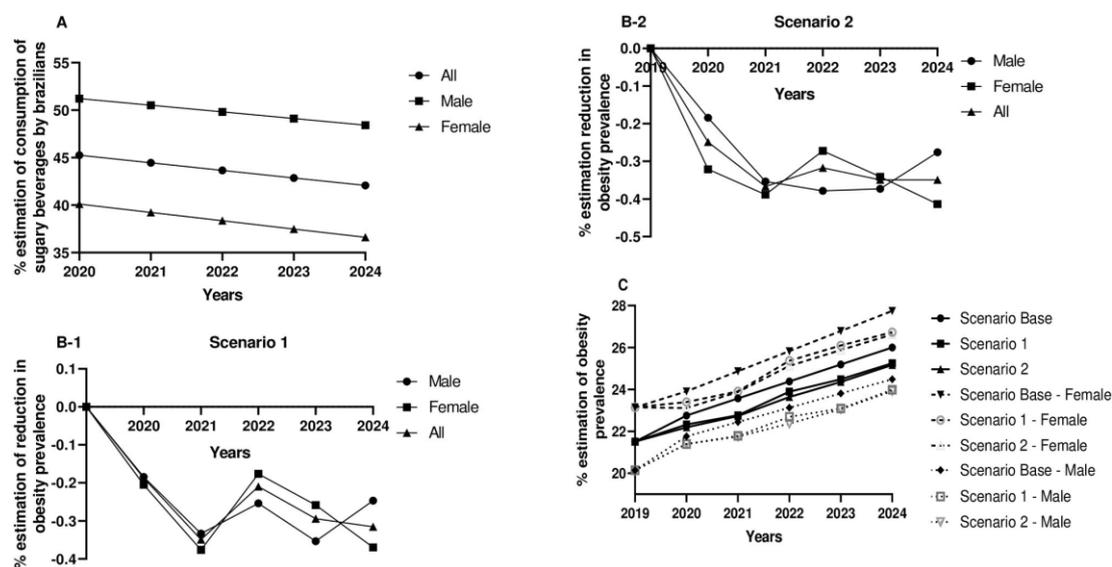
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289340.t002>

## Discussion

The study investigated the impact of FoPNL on Brazilian consumers of sugary beverages. In scenario 1, it is estimated that FoPNL implementation can reduce the energy intake by approximately –28 kcal/day (95% CI, –30 to –27) and body weight by –1.1 kg (95% CI, –1.0 to –1.1) over five years. This reduction in energy intake has the potential to decrease the prevalence of obesity and excess body weight (–0.32 percentage points and –0.41 percentage points, respectively) in Brazilian adults aged between 20 and 59 years after five years of FoPNL implementation. Such a reduction in the prevalence of obesity and excess body weight could reduce direct healthcare costs related to high BMI by approximately US\$ 5,5 (95% CI 4,7 to 8,8) millions after five years. Since the consumption of sugary beverages is associated with the development of obesity and chronic non-communicable diseases, political strategies to reduce their consumption are important [6, 42].

Given the outcomes of food and beverage reformulation in Chile, a scenario considering reformulation was also chosen in this study. However, conservative reformulation scenario observed by Kanter et al. was selected because the cutoff points of the critical nutrient profile between Chile and Brazil are different (total sugar in beverages > 6 g per 100 mL in the first phase of implementation; added sugar in beverages > 7.5 g per 100 mL) [19, 20, 43]. Moreover, measures such as beverage taxation, rules related to advertising, and sales policies for food with FoPNL have been adopted in Chile, which has not yet occurred in Brazilian legislation [23]. Although there are differences in nutritional profile and public health policies between the two countries, reformulation of soft drinks has probably occurred in Brazil since non-sugar sweeteners seem to have been frequently used in these beverages [44].

In scenario 2, the possibility of reformulation of sugary beverages was estimated; thus, the reduction in energy intake from sugary beverages was expected to be slightly higher than 29 kcal/day (95% CI, –31 to –28). However, there is concern about this practice given the possible negative health effects associated with the intake of non-sugar sweeteners [45].



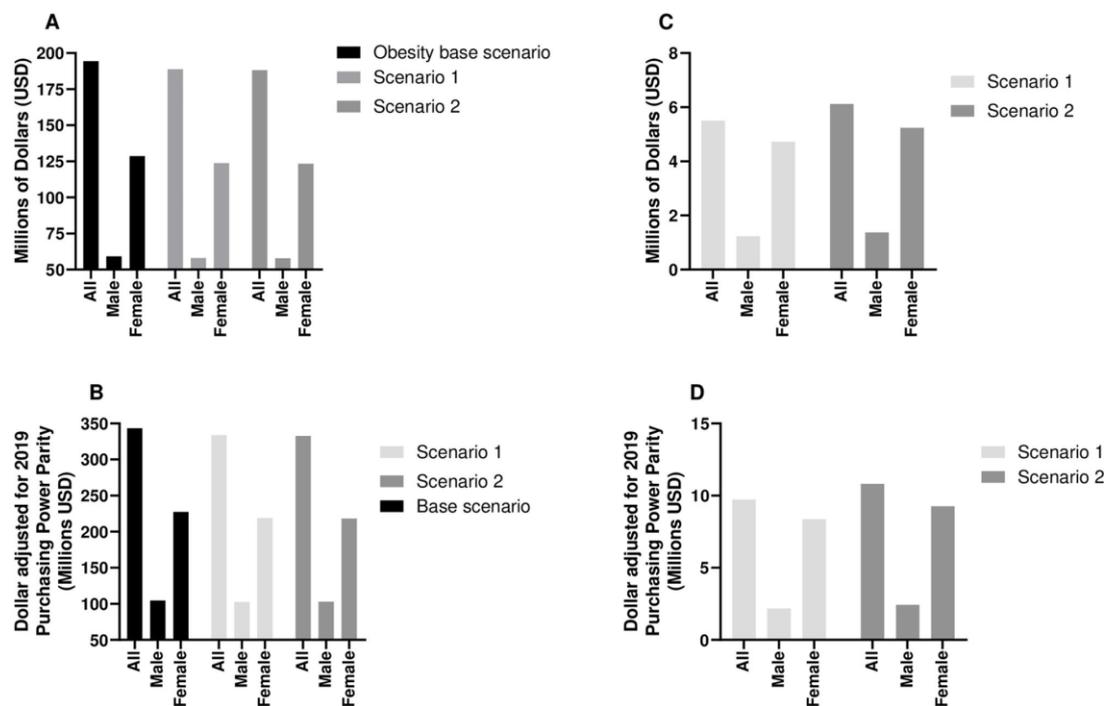
**Fig 1. Estimation of the percentage and change in the prevalence of obesity and excess body weight over five years among Brazilian adults aged 20 to 59 years and sugary beverage consumers, stratified by gender, in different study scenarios.** A: Estimation of the proportion of sugary beverages consumed by Brazilians. B: Estimation of the proportion of reduction in obesity prevalence in scenario (1) and scenario 2 (2) in the Brazilian population. C: Estimation of obesity prevalence in all consumers of sugary beverages (both males and females) in five years in the base scenario, scenarios 1, and scenario 2. D: Estimation of the proportion of reduction in excess body weight prevalence in scenario 1 (1) and scenario 2 (2) in the Brazilian population. E: Estimation of excess body weight prevalence in all consumers of sugary beverages (both male and female) in five years in the base scenario, scenarios 1, and scenario 2.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289340.g001>

In the present study, it was estimated that implementation of FoPNL could reduce the prevalence of obesity by 0.32 percentage points. Furthermore, the scenarios were developed considering the trend of reduced intake of sugary beverages in Brazil [7] as well as the increasing prevalence of obesity/excess body weight. The FoPNL model used in Chile is the FoPNL “high in sugar” warning label in black octagon (S2 Fig, S1 File) for beverages containing more than 6 g of sugar per 100 mL (S3 Table, S1 File). In Brazil, beverages with added sugars receive a FoPNL in the form of a magnifying glass (S1 Fig, S1 File) if they contain more than 7.5 g of added sugar per 100 mL (S2 Table, S1 File) [20].

The design of the FoPNL adopted in Brazil (black magnifying glass), unlike an octagon, circle, or triangle, is not considered a warning [46]. There is little evidence for the efficiency of the model adopted in Brazil, although it seems to help identify excess nutrients [29]. Brazilian and Mexican labeling systems were evaluated in Brazilian population aged more than 18 years in a supermarket using a smartphone application. It was observed that the Mexican system performed better than the Brazilian system in identifying excess added sugars and in purchase intentions [27]. Prates et al. (2022) also showed that the perception of healthiness and purchase intention was higher with FoPNL in a magnifying glass format, compared to the warning model, in Brazilians aged over 18 years in an online survey [28]. Moreover, it was observed that the nutrient profile adopted in Brazil labels a smaller number of products, compared to the Mexican FoPNL system [44].

Implementing FoPNL can be an efficient public health strategy because it may reduce mortality of chronic non-communicable diseases [47]. The decrease of 0.32 percentage points observed in the prevalence of obesity and 0.42 percentage points in excess body weight



**Fig 2. Direct costs related to obesity in Brazilian adults aged 20 to 59 years and consumers of sugary beverages, and costs that can be avoided five years after FoPNL implementation.** A: Estimation of the direct costs, in US dollars, of public health service related to obesity in Brazilian consumers of sugary beverages aged between 20 and 59 years in different study scenarios and for both sexes. B: Estimation of the direct costs of public health service related to obesity in consumers of sugary beverages, adjusted according to purchasing power parity, in different study scenarios and for both sexes. C: Direct public health costs, in US dollars, associated with obesity that could be avoided in different scenarios. D: Direct costs of public health service related to obesity that could be avoided in different scenarios, adjusted according to purchasing power parity.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289340.g002>

prevalence in the two simulated scenarios is expected to reduce the development of chronic non-communicable diseases. Therefore, further studies including this assessment are necessary. A modeling study carried out in Mexico estimated that the implementation of FoPNL could reduce the prevalence of obesity by 2.92% (95% CI,  $-3.67$  to  $-2.16$ ) due to a reduction in energy consumption from sugary beverages by  $-23.2$  kcal/day/person (95% CI,  $-24.5$  to  $-21.9$ ) [26]. The other modeling study estimated the effect of FoPNL using various models on mortality from chronic diseases using the Preventable Risk Integrated Model (PRIME) macro-simulation in France. The results showed that the FoPNL Nutri Score model estimated a reduction of approximately 3.4% in deaths from food-related chronic non-communicable diseases, mainly cardiovascular diseases [47].

The public health system can also benefit from reduction in the incidence of obesity. The National Health Survey conducted in Brazil showed that more than half of Brazilians (71.5%) depend on the public health system for treatment [39]. Given the current global context of COVID-19 pandemic, the number of Brazilians who depend on the public health system may be even greater, reaching approximately 80% [48]. In this study, it was estimated that the decrease in excess body weight prevalence could lead to a reduction of nearly US\$ 5.5 millions (95% CI 4.7 to 8.8) in direct costs related to its treatment within five years of FoPNL implementation. Basto-Abreu et al. [26] estimated a reduction of approximately US\$ 1.1 billion in

direct costs related to the treatment of obesity five years after FoPNL implementation in Mexico. In the present study, the rising trend in obesity prevalence in Brazil was considered. This increase can impact the public health system considering the growing need for healthcare. Wang et al. estimated an increase in the prevalence of obesity with a consequent increase in healthcare costs in China [49].

To the best of our knowledge, this is the first study to estimate the impact of FoPNL on the Brazilian population related to the consumption of sugary beverages. Although this study contributes to the insights into the effects of FoPNL, it still has limitations that merit discussion. The simulation was based on the decline in the purchase of all beverages after the first phase of implementation of policies (implementation of FoPNL, restriction marketing, and sales in schools) in Chile, from a different age group in this study. The octagon warning of “high in” was adopted in Chile. However, Chilean population, whose results may be different for the Brazilian population, which still lacks experimental data in this regard. In addition, the differences in both FoPNL systems and public health policies related to sugary beverages may lead to different choices, and consequently, differently impact the energy intake of consumers. However, this research has strengths, including adjustments to make the study more realistic, such as delimitation of the age group between 20 and 59 years, considering a trend time on the consumption of sugary beverages already observed in a previous study [7], and considering global rise in the prevalence of obesity and excess body weight [50].

In addition, although other factors may interfere with consumer choices, only the effect of FoPNL on the energy intake of sugary beverages was simulated in this study. The intake of sugary beverages was evaluated through a survey carried out in Brazilian capitals; therefore, it may not represent the entire population. Another limitation was the estimation of the number of sugary beverages consumed without investigating the volume consumed per can of soda or glass of juice. To address this limitation, the average of the volumes was calculated. Furthermore, another limitation refers to the use of soda as the only sugary beverage in this study. Other sugary beverage may contain fats in their composition, which were not considered in this analysis, which could affect the results obtained in the modeling. Finally, the study considered physical exercise and intake of other nutrients such as fats as constant factors, which can alter the energy balance of an individual [26, 51] and are considered in other types of modeling.

In conclusion, a reduction in energy intake is estimated along with a consequent reduction in the prevalence of obesity by 0.32 percentage points after five years of FoPNL implementation in Brazil. This reduction in obesity prevalence may save US\$ 5,5 million (95% CI 4,7 to 8,8) in the public budget. This amount may even be invested in the promotion of physical activity, educational advertisements, and actions aimed at schools. Implementing FoPNL can improve consumer understanding of the nutritional value of a product, making product choice easier. FoPNL has the potential to collaborate in the treatment of obesity, although further actions are necessary to prevent the occurrence of obesity/excess body weight and thus reduce related public health costs.

## Supporting information

**S1 File. Supporting information for “Impact of implementation of front-of-package nutrition labeling on sugary beverage consumption and consequently on the prevalence of excess body weight and obesity and related direct costs in Brazil: An estimate through a modeling study”.**  
(DOCX)

**S1 Fig. Front-of-package labeling with black magnifying glass design adopted by the Brazilian legislation, according to the Normative Instruction N° 75 of 2020. Statements “high**

in” from left to right: added sugar; sodium; saturated fat; added sugar, saturated fat and sodium in the same product.

(TIF)

**S2 Fig. Front-of-package nutrition labeling in a warning model and black octagon design adopted by Chilean legislation number 20,606.** From left to right: high in sugars, high in saturated fats, high in sodium, high in calories.

(TIF)

**S3 Fig. Proportion of Brazilians who lived in the Brazilian state capitals and consumed sugary beverages between the years of 2007 and 2019 (except 2017) and its projection up to 2024.**

(TIF)

**S4 Fig. Average consumption of energy from sugary beverages by Brazilians who lived in the Brazilian state capitals and consumed such beverages between the years of 2007 to 2019 (except 2017) and its projection up to 2024.**

(TIF)

**S5 Fig. Average consumption of sodium from sugary beverages by Brazilians who lived in the Brazilian state capitals and consumed such beverages between the years of 2007 to 2019 (except 2017) and its projection up to 2024.**

(TIF)

**S6 Fig. Front-of-package nutrition labeling in red warning circle design model used in the experimental market study by Acton et al. (2019).**

(TIF)

**S7 Fig. Proportion of Brazilians who consume sugary beverages and have excess body weight living in Brazilian state capitals between the years of 2007 and 2019 (except 2017) and its projection up to the year 2024.**

(TIF)

**S8 Fig. Proportion of Brazilians who consume sugary beverages and are obese living in Brazilian state capitals between the years of 2007 and 2019 (except 2017) and its projection up to the year 2024.**

(TIF)

**S1 Table. Variables acquired from the VIGITEL database and used in the study.**

(DOCX)

**S2 Table. Profile of nutrients and their limits for liquid foods adopted by the Brazilian legislation.**

(DOCX)

**S3 Table. Profile of nutrients and their limits for liquid foods adopted by the Chilean legislation according to each implementation phase.**

(DOCX)

**S4 Table. Beverages included in the study by Taillie et al. (2021).**

(DOCX)

**S5 Table. Average differences in the purchase of beverages, in energy and sodium, before and after implementation of the policies observed by Taillie et al. (2021).**

(DOCX)

**S6 Table. Nutritional composition of beverages (median, interquartile range and average percentage changes) regarding the contents of energy and sodium during the pre-implementation period of the Chilean legislation observed by Kanter et al., (2019).**

(DOCX)

**S7 Table. Purchase of beverages observed in the experimental market study by Acton et al., (2019), in calorie and sodium average and percentage average variation, between the intervention and control groups.**

(DOCX)

**S8 Table. Estimations of Brazilian who consume sugary beverages and the prevalence of excess body weight and obesity up to 2024 based on the temporal trends and projections according to the VIGITEL survey.**

(DOCX)

**S9 Table. Estimations of the prevalence of excess body weight and obesity in Brazilian consumers of sugary beverages after the implementation of front-of-package labeling up to 2024, and sensitivity analysis.**

(DOCX)

**S10 Table. Estimations of the reduction in prevalence of excess body weight and obesity in the Brazilian population attributed to the implementation of the front-of-package up to 2024, and sensitivity analysis.**

(DOCX)

**S11 Table. Estimations of the direct costs regarding obesity according to what Nilson et al. described for the total Brazilian population and for the age group of 20 to 59 years.**

(DOCX)

## Author Contributions

**Conceptualization:** Lucilene Rezende Anastácio.

**Data curation:** Natália Cristina de Faria, Gabriel Machado de Paula Andrade, Luíza Vargas Mascarenhas Braga, Eduardo Augusto Fernandes Nilson, Lucilene Rezende Anastácio.

**Formal analysis:** Natália Cristina de Faria, Gabriel Machado de Paula Andrade, Cristina Mariano Ruas, Eduardo Augusto Fernandes Nilson, Lucilene Rezende Anastácio.

**Funding acquisition:** Lucilene Rezende Anastácio.

**Investigation:** Natália Cristina de Faria, Luíza Vargas Mascarenhas Braga.

**Methodology:** Natália Cristina de Faria, Cristina Mariano Ruas, Eduardo Augusto Fernandes Nilson, Lucilene Rezende Anastácio.

**Project administration:** Lucilene Rezende Anastácio.

**Supervision:** Lucilene Rezende Anastácio.

**Validation:** Cristina Mariano Ruas, Rafael Moreira Claro, Lucilene Rezende Anastácio.

**Visualization:** Natália Cristina de Faria, Lucilene Rezende Anastácio.

**Writing – original draft:** Natália Cristina de Faria, Lucilene Rezende Anastácio.

**Writing – review & editing:** Natália Cristina de Faria, Cristina Mariano Ruas, Rafael Moreira Claro, Lucilene Rezende Anastácio.

## References

1. Malik VS, Hu FB. Fructose and Cardiometabolic Health: What the Evidence from Sugar-Sweetened Beverages Tells Us. *J Am Coll Cardiol*. 2015; 66: 1615–1624. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.08.025> PMID: 26429086
2. Acton RB, Vanderlee L, Hobin EP, Hammond D. Added sugar in the packaged foods and beverages available at a major Canadian retailer in 2015: a descriptive analysis. *C Open*. 2017; 5: 1–6. <https://doi.org/10.9778/cmajo.20160076> PMID: 28401111
3. Nikpartow N, Danyliw AD, Whiting SJ, Lim HJ, Vatanparast H. Beverage consumption patterns of Canadian adults aged 19 to 65 years. *Public Health Nutr*. 2012; 15: 2175–2184. <https://doi.org/10.1017/S1368980012003898> PMID: 22931911
4. Stern D, Piernas C, Barquera S, Rivera JA, Popkin BM. Caloric beverages were major sources of energy among children and adults in Mexico, 1999–2012. *J Nutr*. 2014; 144: 949–956. <https://doi.org/10.3945/jn.114.190652> PMID: 24744311
5. Moshtaghian H, Louie JCY, Charlton KE, Probst YC, Gopinath B, Mitchell P, et al. Added sugar intake that exceeds current recommendations is associated with nutrient dilution in older Australians. *Nutrition*. 2016; 32: 937–942. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.02.004> PMID: 27155956
6. Malik VS, Hu FB. The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases. *Nat Rev Endocrinol*. 2022; 18: 205–218. <https://doi.org/10.1038/s41574-021-00627-6> PMID: 35064240
7. Figueiredo N, Maia EG, Da Silva LES, Granado FS, Claro RM. Trends in sweetened beverages consumption among adults in the Brazilian capitals, 2007–2016. *Public Health Nutr*. 2018; 21: 3307–3317. <https://doi.org/10.1017/S1368980018002161> PMID: 30207262
8. Nilson EAF, da C Santin Andrade R, de Brito DA, de Oliveira ML. Costs attributable to obesity, hypertension, and diabetes in the Unified Health System, Brazil, 2018. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal*. 2020; 44: 1–7. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.32> PMID: 32284708
9. Rasmussen B, Sweeny K, Sheehan P. Economic Costs of Absenteeism, Presenteeism and Early Retirement Due to Ill Health: A Focus on Brazil. *Victoria Inst Strateg Econ Stud*. 2015; 13. Available: <https://www.brazilcouncil.org/wp-content/uploads/2016/04/Econ.-Cost-of-Absenteeism-Presenteeism-and-Early-Retirement-due-to-ill-health-Brazil.pdf>
10. Acton RB, Hammond D. The impact of price and nutrition labelling on sugary drink purchases: Results from an experimental marketplace study. *Appetite*. 2018; 121: 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.11.089> PMID: 29146460
11. Paraje G, Colchero A, Wlasiuk JM, Sota AM, Popkin BM. The effects of the Chilean food policy package on aggregate employment and real wages. *Food Policy*. 2021; 100: 102016. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.102016>
12. Corvalán C, Reyes M, Garmendia ML, Uauy R. Structural responses to the obesity and non-communicable diseases epidemic: the Chilean Law of Food Labeling and Advertising. *Obes Rev*. 2013; 14: 79–87. <https://doi.org/10.1111/obr.12099> PMID: 24102671
13. Grummon AH, Hall MG. Sugary drink warnings: A meta-analysis of experimental studies. *PLoS Med*. 2020; 17: 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003120> PMID: 32433660
14. Kanter R, Reyes M, Vandevijvere S, Swinburn B, Corvalán C. Anticipatory effects of the implementation of the Chilean Law of Food Labeling and Advertising on food and beverage product reformulation. *Obes Rev*. 2019; 20: 129–140. <https://doi.org/10.1111/obr.12870> PMID: 31245920
15. Zancheta Ricardo C, Corvalán C, Smith Taillie L, Quitral V, Reyes M. Changes in the Use of Non-nutritive Sweeteners in the Chilean Food and Beverage Supply After the Implementation of the Food Labeling and Advertising Law. *Front Nutr*. 2021; 8: 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.773450> PMID: 34859036
16. Ministerio de Salud Chile, Subsecretaría de Salud Pública. Ley número 20.606 sobre composición nutricional de los alimentos y su publicidad. Chile; 2012 p. 5. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1041570>
17. Secretaría de Economía, Gobierno de México. MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010. México; 2020 pp. 4–40. [https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11\\_C/seeco11\\_C.htm](https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11_C/seeco11_C.htm)
18. Health Canada. Toward front-of-package nutrition labels for Canadians: Consultation document. Ottawa, Canada; 2016 p. 22. <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/health-system-systeme-sante/consultations/labels-nutrition-etiquetage/alt/labels-nutrition-etiquetage-eng.pdf>
19. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada—RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. 2020. Available: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>

20. Brasil. Ministério da Saúde. Instrução Normativa n° 75, de 8 de outubro de 2020. 2020. Available: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>
21. Global Food Research Program UNC. Global maps showing mandatory and voluntary front-of-package labeling schemes used in countries around the world. Includes map highlighting countries with front-of-package warning label policies. 2022 [cited 23 Nov 2022] p. 5. [https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2022/08/FOP\\_Regs\\_maps\\_2022\\_08.pdf](https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2022/08/FOP_Regs_maps_2022_08.pdf)
22. 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; 20: 367–374. <https://doi.org/10.1111/obr.12802> PMID: 30549191
23. Caro JC, Corvalán C, Reyes M, Silva A, Popkin B, Taillie LS. Chile's 2014 sugar-sweetened beverage tax and changes in prices and purchases of sugar-sweetened beverages: An observational study in an urban environment. *PLoS Med.* 2018; 15: 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002597> PMID: 29969444
24. Caro JC, Ng SW, Taillie LS, Popkin BM. Designing a tax to discourage unhealthy food and beverage purchases: The case of Chile. *Food Policy.* 2017; 71: 86–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.08.001> PMID: 29375180
25. 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 Med.* 2020; 17: 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003015> PMID: 32045424
26. Basto-Abreu A, Torres-Alvarez R, Reyes-Sánchez F, González-Morales R, Canto-Osorio F, Colchero MA, et al. Predicting obesity reduction after implementing warning labels in Mexico: A modeling study. *PLoS Med.* 2020; 17: 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003221> PMID: 32722682
27. Silva ARCS, Mhurchu CN, Anastácio LR. Corrigendum: Comparison of two front-of-pack nutrition labels for Brazilian consumers using a smartphone app in a real-world grocery store: A pilot randomized controlled study. *Front Nutr.* 2022; 9: 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1040011> PMID: 36313080
28. Prates SM, Rojas CU, Spinillo CG, Anastácio LR. Influence of nutrition claims on different models of front-of-package nutritional labeling in supposedly healthy foods: impact on the understanding of nutritional information, healthfulness perception and purchase intention of Brazilian consumers. *Front Nutr.* 2022. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.921065> PMID: 36211521
29. Khandpur N, Mais AL, Martins APB. A comparative assessment of two different front-of-package nutrition label designs: A randomized experiment in Brazil. *PLoS Med.* 2022; 17: 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265990> PMID: 35385504
30. Taillie LS, Bercholz M, Popkin B, Reyes M, Colchero MA, Corvalán C. Changes in food purchases after the Chilean policies on food labelling, marketing, and sales in schools: a before and after study. *Lancet Planet Heal.* 2021; 5: 526–533. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00172-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00172-8) PMID: 34390670
31. Brasil. Ministério da Saúde. Vigilante Brasil 2019—vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados. 2020. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitei\\_brasil\\_2019\\_vigilancia\\_fatores\\_risco.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitei_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf).
32. Monteiro CA, Moura EC, Jaime PC, Claro RM. Validity of food and beverage intake data obtained by telephone survey. *Rev Saúde Pública.* 2008; 42. <https://doi.org/10.1590/s0034-89102008000400002> PMID: 18709237
33. MAPA. Portaria número 123, de 13 de maio de 2021. Brasil; 2021 p. 19. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-mapa-no-123-de-13-de-maio-de-2021.pdf>
34. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *Lancet.* 2011; 378: 1–23.
35. World Health Organization. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series n° 854. Geneva, Switzerland; 1995.
36. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. p. <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/in>.
37. Acton RB, Jones AC, Kirkpatrick SI, Roberto CA, Hammond D. Taxes and front-of-package labels improve the healthiness of beverage and snack purchases: a randomized experimental marketplace. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2019; 16: 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0799-0> PMID: 31113448
38. Basto-abreu A, Torres-alvarez R, Reyes-s F, Gonz R, Canto-osorio F, Colchero MA, et al. S1 Appendix for "Predicting obesity reduction after implementing warning labels in Mexico: a modeling study". *PLoS Med.* 2020; S1 Appendi. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003221.s003>

20. Brasil. Ministério da Saúde. Instrução Normativa n° 75, de 8 de outubro de 2020. 2020. Available: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>
21. Global Food Research Program UNC. Global maps showing mandatory and voluntary front-of-package labeling schemes used in countries around the world. Includes map highlighting countries with front-of-package warning label policies. 2022 [cited 23 Nov 2022] p. 5. [https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2022/08/FOP\\_Regs\\_maps\\_2022\\_08.pdf](https://www.globalfoodresearchprogram.org/wp-content/uploads/2022/08/FOP_Regs_maps_2022_08.pdf)
22. 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; 20: 367–374. <https://doi.org/10.1111/obr.12802> PMID: 30549191
23. Caro JC, Corvalán C, Reyes M, Silva A, Popkin B, Taillie LS. Chile's 2014 sugar-sweetened beverage tax and changes in prices and purchases of sugar-sweetened beverages: An observational study in an urban environment. *PLoS Med.* 2018; 15: 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002597> PMID: 29969444
24. Caro JC, Ng SW, Taillie LS, Popkin BM. Designing a tax to discourage unhealthy food and beverage purchases: The case of Chile. *Food Policy.* 2017; 71: 86–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.08.001> PMID: 29375180
25. 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 Med.* 2020; 17: 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003015> PMID: 32045424
26. Basto-Abreu A, Torres-Alvarez R, Reyes-Sánchez F, González-Morales R, Canto-Osorio F, Colchero MA, et al. Predicting obesity reduction after implementing warning labels in Mexico: A modeling study. *PLoS Med.* 2020; 17: 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003221> PMID: 32722682
27. Silva ARCS, Mhurchu CN, Anastácio LR. Corrigendum: Comparison of two front-of-pack nutrition labels for Brazilian consumers using a smartphone app in a real-world grocery store: A pilot randomized controlled study. *Front Nutr.* 2022; 9: 1–12. <https://doi.org/10.3389/tnut.2022.1040011> PMID: 36313080
28. Prates SM, Rojas CU, Spinillo CG, Anastácio LR. Influence of nutrition claims on different models of front-of-package nutritional labeling in supposedly healthy foods: impact on the understanding of nutritional information, healthfulness perception and purchase intention of Brazilian consumers. *Front Nutr.* 2022. <https://doi.org/10.3389/tnut.2022.921065> PMID: 36211521
29. Khandpur N, Mais AL, Martins APB. A comparative assessment of two different front-of-package nutrition label designs: A randomized experiment in Brazil. *PLoS Med.* 2022; 17: 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265990> PMID: 35385504
30. Taillie LS, Bercholz M, Popkin B, Reyes M, Colchero MA, Corvalán C. Changes in food purchases after the Chilean policies on food labelling, marketing, and sales in schools: a before and after study. *Lancet Planet Heal.* 2021; 5: 526–533. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00172-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00172-8) PMID: 34390670
31. Brasil. Ministério da Saúde. Vigilância Brasil 2019—vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados. 2020. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigil\\_brasil\\_2019\\_vigilancia\\_fatores\\_risco.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigil_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf).
32. Monteiro CA, Moura EC, Jaime PC, Claro RM. Validity of food and beverage intake data obtained by telephone survey. *Rev Saúde Pública.* 2008; 42. <https://doi.org/10.1590/s0034-89102008000400002> PMID: 18709237
33. MAPA. Portaria número 123, de 13 de maio de 2021. Brasil; 2021 p. 19. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-mapa-no-123-de-13-de-maio-de-2021.pdf>
34. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *Lancet.* 2011; 378: 1–23.
35. World Health Organization. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series n° 854. Geneva, Switzerland; 1995.
36. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. p. <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/in>.
37. Acton RB, Jones AC, Kirkpatrick SI, Roberto CA, Hammond D. Taxes and front-of-package labels improve the healthiness of beverage and snack purchases: a randomized experimental marketplace. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2019; 16: 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0799-0> PMID: 31113448
38. Basto-abreu A, Torres-alvarez R, Reyes-s F, Gonz R, Canto-osorio F, Colchero MA, et al. S1 Appendix for "Predicting obesity reduction after implementing warning labels in Mexico: a modeling study". *PLoS Med.* 2020; S1 Appendi. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003221.s003>

39. IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde 2019: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. 2020. <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91110.pdf>
40. Brasil. Banco Central do Brasil, Ministério da Fazenda. In: Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo. 2021 p. <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/corrigi>.
41. Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes metodológicas: Diretriz de Avaliação Econômica. 2014. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes\\_metodologicas\\_diretriz\\_avaliao\\_economica.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_diretriz_avaliao_economica.pdf).
42. Alcaraz A, Pichon-Riviere A, Palacios A, Bardach A, Balan DJ, Perelli L, et al. Sugar sweetened beverages attributable disease burden and the potential impact of policy interventions: a systematic review of epidemiological and decision models. *BMC Public Health*. 2021; 21: 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11046-7> PMID: 34315428
43. Ministerio de Salub Chile. Informe de Evaluación de La Implementación de La Ley Sobre Composición Nutricional de Los Alimentos y Su Publicidad. 2017. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/05/Informe-Implementaci%C3%B3n-Ley-20606-junio-2017-PDF.pdf>
44. Tomaz LA, Pereira CG, Braga LV, Prates SM, Silva ARCS, da C Soares AP, et al. From the most to the least flexible nutritional profile: Classification of foods marketed in Brazil according to the Mexican and Brazilian models. *Front Nutr*. 2022. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.919582> PMID: 36204372
45. 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: E929–E939. <https://doi.org/10.1503/cmaj.161390> PMID: 28716847
46. Cabrera M, Machín L, Arrúa A, Antúnez L, Curutchet MR, Giménez A, et al. Nutrition warnings as front-of-pack labels: Influence of design features on healthfulness perception and attentional capture. *Public Health Nutr*. 2017; 20: 3360–3371. <https://doi.org/10.1017/S136898001700249X> PMID: 28965531
47. Egnell M, Crosetto P, D'Almeida T, Kesse-Guyot E, Touvier M, Ruffieux B, et al. Modelling the impact of different front-of-package nutrition labels on mortality from non-communicable chronic disease. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2019; 16: 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0817-2> PMID: 31307496
48. Alves L. Brazilian ICUs short of drugs and beds amid COVID-19 surge. *The Lancet*; 2021. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00836-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00836-9) PMID: 33865483
49. Wang Y, Zhao L, Gao L, Pan A, Xue H. Health policy and public health implications of obesity in China. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2021; 9: 446–461. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(21\)00118-2](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(21)00118-2) PMID: 34097869
50. Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. *Metabolism*. 2019; 92: 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005> PMID: 30253139
51. Herrera AMM, Crino M, Erskine HE, Sacks G, Ananthapavan J, Mhurchu CN, et al. Cost-Effectiveness of Product Reformulation in Response to the Health Star Rating Food Labelling System in Australia. *Nutrients*. 2018; 10: 1–16. <https://doi.org/10.3390/nu10050614> PMID: 29757979