



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

IUNA ARRUDA ALVES

USO DE AÇÚCAR E OUTROS ADOÇANTES, CONSUMO ALIMENTAR E EXCESSO
DE PESO: ANÁLISE DOS INQUÉRITOS NACIONAIS DE ALIMENTAÇÃO

RIO DE JANEIRO

2024

Iuna Arruda Alves

USO DE AÇÚCAR E OUTROS ADOÇANTES, CONSUMO ALIMENTAR E EXCESSO
DE PESO: ANÁLISE DOS INQUÉRITOS NACIONAIS DE ALIMENTAÇÃO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Nutricionais.

Orientadoras: Prof^a Dr^a Rosângela Alves Pereira
Prof^a Dr^a Luana Silva Monteiro

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

A92u Arruda Alves, Iuna
Uso de açúcar e outros adoçantes, consumo alimentar e excesso de peso: análise dos Inquéritos Nacionais de Alimentação / Iuna Arruda Alves. -- Rio de Janeiro, 2024.
139 f.

Orientadora: Rosangela Alves Pereira.
Coorientadora: Luana Silva Monteiro.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, 2024.

1. Açúcar. 2. Adoçantes. 3. Inquéritos de alimentação. 4. Obesidade. 5. Padrão alimentar. I. Alves Pereira, Rosangela, orient. II. Silva Monteiro, Luana, coorient. III. Título.

Iuna Arruda Alves

USO DE AÇÚCAR E OUTROS ADOÇANTES, CONSUMO ALIMENTAR E EXCESSO
DE PESO: ANÁLISE DOS INQUÉRITOS NACIONAIS DE ALIMENTAÇÃO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Nutricionais

Aprovada em:

Prof^a. Rosangela Alves Pereira, Doutora em Saúde Pública, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof^a. Luana Silva Monteiro, Doutora em Ciências Nutricionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro-Macaé

Prof^a. Dayana Rodrigues Farias, Doutora em Ciências Nutricionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof^a. Aline Alves Ferreira, Doutora em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof^a. Rosely Sichieri, Doutora em Nutrição em Saúde Pública, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof^a. Marina Campos Araújo, Doutora em Saúde Coletiva, Fundação Oswaldo Cruz

Prof. Paulo Rogério Melo Rodrigues, Doutor em Ciências Nutricionais, Universidade Federal do Mato Grosso

Aos meus pais e irmã pelo amor e apoio incondicional, e ao meu namorado pelo amor e incentivo durante toda esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Existem pessoas que passam pela nossa vida e outras que deixam lições. Desde meus 13 anos decidi ser nutricionista (sob influência do meu pai), meu sonho era ser aprovada no vestibular, e assim aconteceu. Durante a graduação comecei a ter contato com doutores, mas apenas no estágio de alimentação coletiva tive um despertar sobre entrar na pós-graduação, após conversar com uma nutricionista doutora. Achei aquilo fantástico, queria para mim e assim fiz. Iniciei o mestrado, posteriormente, ingressei no doutorado e lembro que encontrei meu propósito na pesquisa em uma discussão na aula da Prof^a Glória da Veiga em Metodologia Científica. Foi naquele momento que eu me preenchi de certeza e decidi absorver o máximo de conhecimento possível durante esse processo. Então, agradeço a mim por continuar, persistir e mesmo com medo, não desistir.

Ao dedicar cinco anos da minha vida a estudar profunda e incessantemente este tema, não aprendi apenas sobre epidemiologia nutricional, mas também sobre mim mesma e, por muitas vezes, minha fé foi posta à prova. Agradeço a Deus por ter me permitido chegar aqui com o coração tranquilo.

Sem dúvidas eu não teria chegado aqui sem o incentivo e dedicação dos meus pais Lúcia e Roberto. Sinto que sou muito abençoada por ter nascido nesta família. Desde sempre fui ensinada sobre ser ética, ter caráter e perseguir meus sonhos. Muito obrigada por terem me ensinado o valor da educação e de que a minha liberdade seria conquistada por meio dela. Amo vocês incondicionalmente para todo sempre.

Agradeço também a minha irmã Roberta, por ser minha melhor amiga e por sempre estar ao meu lado. Te amo te amo te amo.

Agradeço meu companheiro, Luiz Eduardo, por escolher diariamente sonhar e realizar nossos sonhos. Obrigada não só pela paciência, confiança, amor e dedicação, mas também por ficar horas e horas discutindo estatística comigo.

A minha família, meu muito obrigada, fico muito feliz por ser motivo de orgulho para vocês: meus avós, tia Vera, tia Ana, tio Cláudio, tio Álvaro, tio Branco, Júnior, Guilherme e Ana Cláudia. Amo vocês.

Desde 2011 estou envolvida em projetos sob a orientação e coordenação da Prof^a Rosangela e sempre a admirei. Escolher fazer o doutorado sob o olhar dela nunca foi uma dúvida e agradeço por isso. Gostaria de agradecer-lá pela orientação atenta, oportunidades dadas e a confiança em mim depositada. A cada dia reitero meu desejo em ser uma profissional ética, tecnicamente competente e humana, e sem dúvidas a sua influência colaborou para isto. Muito obrigada pela orientação e amizade.

Também agradeço a Prof^a Luana Monteiro, não apenas pela orientação desde a iniciação científica, mas também pela amizade, cuidado e disponibilidade. Sua inteligência e leveza sempre fazem com que o processo de aprendizagem seja agradável. E que venham mais projetos.

Agradeço também a Prof^a Mahsa Jessri pela supervisão durante o estágio de doutorado sanduíche, por ter confiado em mim e me aceitado como aluna. Um sonho que parecia tão distante se tornou realidade graças a esta oportunidade que me foi dada. Sua calma, simpatia, conhecimento e disponibilidade desde o primeiro contato foram essenciais para meu crescimento profissional.

Ao grupo de pesquisa do Laboratório de Epidemiologia Nutricional em Saúde Populacional, meu muito obrigada. Em especial a Sappho Gilbert, Saba Jalali, Julia Chen e Alisha Buttar pelo acolhimento e ajuda durante esse período de intercâmbio.

Agradeço ao nosso Grupo de Pesquisa em Epidemiologia Nutricional da UFRJ: Mariana, Camila, Fernanda, Geisa, Luciana, Natália, Luana Senna, Ana Lúcia e Prof^a Taís Lopes. Obrigada pelas trocas profissionais, carinho e acolhimento de sempre. Sou muito grata por ter vocês como exemplo de grupo de trabalho. Somos a prova de que juntos somos mais fortes e chegamos mais longe. Em especial, agradeço a Geisa, Ana Lúcia, Mariana e Natália pela amizade e risadas infinitas, muito bom ter vocês por perto.

Ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN) e aos técnicos muito obrigada. Em especial, agradeço a Prof^a Mariana Monteiro pela disponibilidade, atenção e preocupação. Sem dúvidas, todo programa de pós-graduação deveria ser coordenado por alguém com olhar humano e atento.

Agradeço as minhas amigas pelo apoio, amor e companheirismo: Bruna, Erica, Paula, Mariana, Camila, Beatriz. Muito obrigada de coração, amo vocês. Agradeço também a Georgia e Silvia pelas palavras de incentivo e carinho, mães das amigas que viraram amigas também há tempos.

Durante o intercâmbio estreitei os laços com pessoas de várias partes do Brasil. Como sempre, Deus escolhe a dedo aqueles que irão atravessar nosso caminho, sempre com algo a nos ensinar. Agradeço por vocês terem sido minha rede de apoio, pela amizade e amor. Ganhei amigos para toda vida. Obrigada Carlota, Vanessa e Luís. Vocês são incríveis e inspiradores. A ciência brasileira ganha muito com vocês.

Agradeço demais a minha amiga Danielle pela confiança em abrir as portas da sua casa para mim. Agradeço a sua amizade, por ter sido minha família, e suas risadas durante esse período de intercâmbio em que eu sentia saudade de casa diariamente. Você me ensina muito sobre confiança e amizade. Amo você.

Agradeço também a minha amiga Thais Rangel, que apesar de estudar no mesmo instituto que eu, apenas conheci em Vancouver. Você me ajudou muito. Obrigada pelas trocas, amizade e atenção. Você é uma inspiração.

As amigas de trabalho, Jaqueline, Priscila e Erdna, meu muito obrigada pelo incentivo, apoio e ajuda durante todo esse período. Vocês são exemplos do que o SUS precisa e são responsáveis por me ensinar durante esses anos sobre atendimento humanizado. Muito obrigada, amo vocês. Também agradeço todo apoio da direção da Policlínica de Vila de Cava durante todo esse período.

Agradeço pelas bolsas de pesquisa que recebi da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES) durante parte desse período. Esse financiamento foi de suma importância para meu crescimento profissional.

Agradeço a todos que torceram e me ajudaram ao longo desse processo.

*“Mantém o teu coração firme e sê constante, inclina teu ouvido e acolhe as palavras
inteligentes, e não te afobes no tempo da contrariedade”
(Eclesiástico 2, 1-6)*

RESUMO

ALVES, Iuna Arruda. Uso de açúcar e outros adoçantes, consumo alimentar e excesso de peso: análise dos inquéritos nacionais de alimentação. Rio de Janeiro, 2024. Tese (Doutorado em Ciências Nutricionais) – Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Introdução: Hábitos não saudáveis têm sido associados com características sociodemográficas e excesso de peso. **Objetivos:** Analisar as mudanças no uso de açúcar de mesa e adoçantes não calóricos (ANC) entre os Inquéritos Nacionais de Alimentação (INA) de 2008-2009 e 2017-2018, considerando características sociodemográficas e individuais; no INA de 2017-18, investigar a associação entre o tipo de adoçante utilizado e características dietéticas; identificar padrões alimentares associados com o sobrepeso e a obesidade em adultos brasileiros. **Métodos:** Foram avaliados indivíduos com ≥ 10 anos de idade com base nos INAs de 2008-09 e 2017-18 ($n=32.749$; $n=44.744$, respectivamente, após exclusão de gestantes e lactantes) e 28.153 adultos no INA 2017-18. Consumo alimentar foi coletado usando dois dias não-consecutivos de registro alimentar (2008-09) e recordatório de 24 horas (R24h) (2017-18). O uso de açúcar de mesa e ANC foi obtido por meio de pergunta específica. No último INA, consumo usual de energia, macro e micronutrientes foram estimados, de acordo com o tipo de adoçante. Padrões alimentares foram identificados por meio do método *Partial Least Squares*, utilizando 32 grupos alimentares (variáveis preditoras) e densidade de energia, percentual de energia das gorduras totais e densidade de fibra (variáveis respostas). Foram considerados o desenho e pesos amostrais. Regressão logística multinomial foi realizada para investigar a associação entre padrões alimentares e condição de peso, com entrada hierarquizada das variáveis independentes. Para essa análise de regressão foi sorteado um adulto em cada domicílio ($n=16.461$). **Resultados:** Entre os INAs, observou-se redução de 8% no uso de açúcar de mesa e a opção por não adoçar triplicou, enquanto o uso de ANC manteve-se estável. Homens e indivíduos no maior estrato de renda apresentaram maior redução do uso de açúcar de mesa. Aqueles que relataram utilizar açúcar de mesa apresentaram maior consumo médio de energia, carboidrato e açúcar de adição e menor de micronutrientes. O primeiro padrão alimentar foi nomeado como “elevado em energia e reduzido em fibras” e caracterizado por *fast foods*, pão, gordura sólida, bebidas adoçadas, molhos e queijos, e baixo consumo de feijão, arroz, frutas, vegetais e água. A maior adesão ao padrão alimentar foi associada com o sobrepeso (OR=1,21) e obesidade (OR=1,36), independente dos potenciais fatores de confusão. **Conclusão:** O uso de açúcar de mesa é o mais prevalente no Brasil, no entanto, o aumento da

opção ‘não usar açúcar e nem adoçante’ foi expressivo. Adolescentes, indivíduos no estrato de renda mais baixo e residentes das áreas rurais relataram maior prevalência de uso de açúcar de mesa. O padrão alimentar associado ao sobrepeso e à obesidade em adultos é caracterizado pela presença de alimentos com alta densidade energética e alto teor de gorduras e açúcar, com baixa participação de alimentos básicos da culinária brasileira.

Palavras-chave: consumo alimentar, adoçantes, dieta, padrão alimentar, obesidade, adultos.

ABSTRACT

ALVES, Iuna Arruda. Table sugar use and other sweeteners, food consumption and excess of weight: National Dietary Surveys analyses. Rio de Janeiro, 2024. Tese (Doutorado em Ciências Nutricionais) – Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Introduction: Unhealthy eating patterns have been associated with sociodemographic characteristics and excess weight. **Objective:** To analyze changes in table sugar and non-caloric sweeteners (NCS) use between 2008-2009 and 2017-2018 National Dietary Surveys (NDS), considering sociodemographic and individual characteristics; in 2017-18 NDS, to investigate the association between the type of sweetener used and diet characteristics; to identify dietary patterns associated with overweight and obesity in Brazilian adults. **Methods:** Data came from NDS of 2008-09 and 2017-18 (n=32,749; n=44,744, respectively, after excluding pregnant and lactating women), including ≥ 10 years old individuals. In 2017-2018 NDS investigated 28,153 adults. The food consumption was assessed using food records (2008-09) and 24-h recalls (2017-18) in two non-consecutive days. The use of sweeteners was collected through a specific in both surveys. In the last NDS, the usual mean intake of energy, macro and micronutrients were estimated according to type of sweeteners. Dietary patterns were extracted through Partial Least Squares method, using as predictor variables 32 food groups, and as response variables: energy density, percentage of energy from total fat and fiber density. Sample design and weights were considered. Multinomial logistic regression was performed aiming to investigate the association between dietary patterns and weight status, with a hierarchical insertion of independent variables. One adult was randomly selected from each household (n=16,461) for the regression analyses. **Results:** Between both NDS, the use of table sugar decreased 8% and the option of not using any sweetener tripled, whereas NCS use remained stable. Men and individuals in the highest income level presented greater reductions of table sugar use. Table sugar users presented greater mean intake of energy, carbohydrates and added sugar, and lower of micronutrients. The first dietary pattern was named as “energy-dense and low-fiber” and characterized by fast food, breads, solid fats, sugar-sweetened beverages, sauces and cheeses, and low consumption of beans, rice, fruits, vegetables, and water. The higher adherence to the dietary pattern was associated with overweight (OR=1.21, 95%CI: 1.08; 1.36) and obesity (OR=1.36, 95%CI: 1.17; 1.57), independent of potential confounders. **Conclusion:** The use of table sugar is still the most prevalent in Brazil, nonetheless, the increase in 'neither using table sugar nor NCS' was expressive. Adolescents, individuals in the lowest income level and rural residents reported more use of table sugar. The dietary pattern associated with overweight and

obesity in adults is characterized by energy-dense, high fat and sugar foods, with low participation of staple food from Brazilian cuisine.

Keywords: Food consumption, sweeteners, diet, dietary pattern, obesity, adults.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Exemplos de adoçantes e classificação com base no conteúdo calórico.....	25
Quadro 2	Grupos de alimentos citados no R24h do primeiro dia. INA, Brasil, 2017-18.....	60
Quadro 3	Grupos de alimentos citados pelos brasileiros no INA 2017-18.....	62

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO 1

Tabela 1	Population distribution (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use. National Dietary Surveys, Brazil, 2008-2009 and 2017-2018.	81
Tabela 2	Use of table sugar and non-caloric sweeteners (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use. National Dietary Surveys, Brazil, 2008-2009 and 2017-2018.....	82
Tabela 3	Contribution (%) of selected food groups to daily energy intake according to the use of table sugar and non-caloric sweeteners. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.....	84
Tabela 4	Male and female usual daily energy*, macronutrient*, and energy-adjusted micronutrient*† intake according to the use of table sugar and non-caloric sweeteners. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.....	85
Tabela 1S	Food groups reported in a 24-hour recall. National Dietary Survey. Brazil, 2017-2018.....	87
Tabela 2S	Use of table sugar and non-caloric sweeteners (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use. National Dietary Surveys, Brazil, 2008-2009 and 2017-2018.....	88
Tabela 3S	Use of table sugar and non-caloric sweeteners (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.....	89
Tabela 4S	Comparison of contribution (%) of selected food groups to daily energy intake between table sugar use and other options of sweeteners. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.....	90

MANUSCRITO 2

Tabela 1	Pearson correlation coefficients between predictor loadings, response variables, and scores of the ¹ PLS-derived energy-dense and low-fiber-density* adults' dietary pattern. Brazil, National Dietary Survey, 2017-2018.....	109
Tabela 2	Distribution (%) of adults (20-59 years old) according to categories of weight status and sociodemographic variables and dietary habits. Brazil, National Dietary Survey, 2017-2018.....	110
Tabela 3	Odds ratios (95% CIs) of overweight ($25 \leq \text{BMI} < 30 \text{kg/m}^2$) among adults (n=16,461)* estimated from multinomial logistic regression. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.....	114
Tabela 4	Odds ratios (95% CIs) of obesity ($\text{BMI} \geq 30 \text{kg/m}^2$) among adults (n=16,461)* estimated from multinomial logistic regression. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.....	116
Tabela 1S	Food groups mentioned in the 24-hour recall by adults. Brazil, National Dietary Survey, 2017-2018.....	118

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO 2

Figura 1	Theoretical model of the association between an energy-dense and low fiber-dense dietary pattern with overweight and obesity in adults. Brazil, 2017-2018.....	106
Figure 2	Potential confounders inserted on multinomial logistic regression model based on the theoretical model.....	107
Figura 3	Factor loadings of food groups included the “high energy-dense and low fiber-dense” adults’ (n=28,153) dietary pattern extracted using partial least squares. Brazil, National Dietary Survey, 2017-2018.....	108

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP	Análise de Componentes Principais
ABIADSA	Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos Dietéticos para Fins Especiais e Suplementos Alimentares
ANC	Adoçantes não calóricos
BMI	<i>Body mass index</i>
CI	<i>Confidence interval</i>
CID-11	Classificação Internacional de Doenças-11
COVID-19	SARS-CoV-2
DCNT	Doença crônica não transmissível
DCV	Doença Cardiovascular
DLW	Água duplamente marcada (<i>Doubly labeled water</i>)
DM	Diabetes <i>mellitus</i>
DM2	Diabetes <i>mellitus</i> tipo 2
EBIA	Escala Brasileira de Insegurança Alimentar
ELSA	Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto
ER	Requerimento de energia predito
ERICA	Estudo dos Riscos Cardiovasculares em Adolescentes
EUA	Estados Unidos da América
GET	Gasto energético total
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
HBS	<i>Household Budget Surveys</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de confiança
IE	Ingestão de energia
IMC	Índice de Massa Corporal
INA	Inquérito Nacional de Alimentação
ISA	Inquérito de Saúde de São Paulo
MSM	<i>Multiple Source Method</i>
NAF	Nível de atividade física
NCI	<i>National Cancer Institute</i>
NCS	<i>Non-caloric sweetener</i>
NDS	<i>National Dietary Survey</i>
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
OR	<i>Odds Ratio</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PC	Perímetro da cintura
PLS	<i>Partial Least Squares</i>
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
QFA	Questionário de frequência alimentar
R24h	Recordatório de 24 horas
rEI	Ingestão de energia relatada
RP	Razão de prevalência
RR	Risco relativo

RRR	<i>Reduced rank regression / Regressão por Redução de Posto</i>
SAN	Segurança Alimentar e Nutricional
SM	Salários-mínimos
SUS	Sistema Único de Saúde
VET	Valor energético total
VIGITEL	Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico
TBCA	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos/ <i>Brazilian Food Composition Table</i>
TMB	Taxa metabólica basal
USA	United States of America
WHO	<i>World Health Organization</i>
%GT	Percentual de gordura total

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	19
2 INTRODUÇÃO.....	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
3.1 Conceito e definições de açúcar e outros adoçantes.....	23
3.2 Importância epidemiológica do uso do açúcar e outros adoçantes.....	25
3.2.1 Uso de açúcar de mesa e outros adoçantes no Brasil.....	26
3.2.2 Estudos internacionais sobre uso de açúcar e ANC.....	28
3.2.3 Associação do consumo de açúcar e ANC com desfechos desfavoráveis à saúde.....	31
3.3 Limitações dos estudos sobre consumo de açúcar e ANC.....	36
3.4 Identificação de padrões alimentares.....	36
3.4.1 Padrões alimentares no Brasil e sua associação com a obesidade: estudos nacionais e internacionais.....	40
3.5 Qualidade do relato.....	47
3.6 Obesidade e fatores associados em adultos.....	49
4 OBJETIVOS.....	54
4.1 Objetivo geral.....	54
4.2 Objetivos específicos.....	54
5 MÉTODOS.....	55
5.1 Desenho, população e amostra do estudo.....	55
5.2 Coleta de dados e variáveis do estudo.....	55
5.2.1 Avaliação do uso de açúcar de mesa e outros adoçantes.....	55
5.2.2 Consumo alimentar.....	56
5.2.2.1 Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009.....	56
5.2.2.2 Inquérito Nacional de Alimentação 2017-2018.....	57
5.2.3 Covariáveis.....	59
5.2.3.1 Condição de peso.....	59
5.3 Manuscrito 1.....	59
5.3.1 Análise estatística.....	61
5.4 Manuscrito 2.....	62
5.4.1 Análise estatística.....	64
5.5 Aspectos éticos.....	65
6 RESULTADOS.....	66
6.1 Manuscrito 1.....	67
6.2 Manuscrito 2.....	91
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
REFERÊNCIAS.....	122
APÊNDICE.....	139

1 APRESENTAÇÃO

Desde a iniciação científica tenho me envolvido em diversos projetos na área de epidemiologia nutricional com foco no consumo alimentar de populações. Após o mestrado, em que tive a oportunidade de coordenar um estudo com foco na saúde mental de docentes universitários, percebi o quanto ainda faltava (provavelmente nunca esgote) para aprender mais sobre o universo da análise de consumo alimentar. A partir desse momento, decidi que precisava me aprofundar no estudo do consumo alimentar de populações sob a supervisão da Prof^a. Dr^a. Rosangela que é referência na área. Desde o ano em que ingressei no doutorado (2019), participei de reuniões científicas sobre os dados do Inquérito Nacional de Alimentação (INA) de 2017-2018 e foi-me apresentada a oportunidade de trabalhar com o consumo de adoçantes calóricos e não calóricos, e prontamente me afeiçoei pelo tema devido à sua importância para saúde pública e os poucos estudos a nível populacional que temos no Brasil.

Em 2022, tive a oportunidade de realizar um Doutorado sanduíche sob supervisão da Prof^a. Dr^a. Mahsa Jessri, na Universidade da Colúmbia Britânica, que me apresentou a oportunidade de aprender mais sobre análise de padrões alimentares e sua associação com a obesidade, com base em estudos que tinham sido realizados no Canadá. Apesar de essa não ter sido nossa ideia inicial para a tese, observamos que agregaria ainda mais para o conhecimento desse tema no país, dado que métodos híbridos para identificação de padrões alimentares não são largamente utilizados.

Com base nisto, a presente tese foi desenvolvida com base na análise do consumo alimentar de brasileiros utilizando dados de 2008-2009 e 2017-2018 do INA, subamostra da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes estudos analisam amostra com representatividade nacional e investigam indivíduos com 10 anos ou mais.

O cenário epidemiológico brasileiro tem sido caracterizado pelo aumento do excesso de peso e de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), tendo como um dos fatores de risco associados o consumo alimentar não saudável, caracterizado pelo frequente consumo de alimentos fonte de açúcar, gordura e reduzidos em fibras, altamente palatáveis, como os ultraprocessados. Considerando a importância da investigação do consumo alimentar no país para subsidiar ações de promoção para saúde, o objetivo desta tese foi analisar a mudança em 10 anos do consumo desses adoçantes em brasileiros e os fatores sociodemográficas e estado de peso, além disso, com foco no INA de 2017-2018, investigamos também as características da dieta de acordo com o tipo de adoçante utilizado nesta população. Ademais, também investigamos padrões alimentares associados a componentes da dieta potencialmente deletérios

à saúde em adultos brasileiros, sua associação com o excesso de peso, considerando determinantes sociais de saúde, tais como características sociodemográficas e de hábitos alimentares envolvidos nessa relação. Sendo assim, a tese é composta pelas seções Resumo/*Abstract*, Introdução, Referencial teórico, Objetivos, Métodos, Resultados e Discussão, Considerações finais e Referências.

A seção de Resultados e Discussão é abordada no formato de dois manuscritos: (1) o primeiro intitulado “*Use of table sugar and non-caloric sweeteners in Brazil: Associated factors and changes across a decade*”, publicado na revista *The British Journal of Nutrition*, e (2) o segundo intitulado “*Energy-dense and low-fiber dietary pattern associated with overweight and obesity in Brazilian adults: 2017-2018 National Dietary Survey*”, que será submetido à revista *International Journal of Environmental Research and Public Health*. A seção ‘Considerações Finais’ sintetiza os resultados encontrados em ambos os estudos, destacando sua importância para saúde pública e como dialogam com a discussão sobre sindemia global.

2 INTRODUÇÃO

Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019, 60% dos adultos brasileiros apresentam excesso de peso e 26%, obesidade (IBGE, 2020b). Estivaleti *et al.* (2022) examinaram a tendência temporal da prevalência de obesidade e excesso de peso em adultos no Brasil e observaram que, a prevalência de obesidade aumentou de 11,8%, em 2006, para 20,9%, em 2019. Além disso, os autores estimam que, em 2030, o excesso de peso atingirá 68,1% dos adultos e que três em cada 10 adultos brasileiros terão obesidade. O aumento da prevalência de sobrepeso e obesidade é acompanhado pelo incremento das taxas de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), como diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), doenças cardiovasculares (DCV) e neoplasias, apontadas como as principais causas de óbito no país (Malta *et al.*, 2019; IBGE, 2020a). Entre os adolescentes também são observadas prevalências preocupantes de excesso de peso. A Pesquisa Nacional de Saúde Escolar, de 2015, revelou que o excesso de peso foi observado em cerca de $\frac{1}{4}$ dos adolescentes e a obesidade, em 8% dos meninos e 7% das meninas (IBGE, 2016). Dados do Estudo Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), desenvolvido em 2013, identificaram que 14,5% dos adolescentes brasileiros apresentavam hipertensão arterial sistêmica e, dentre eles, $\frac{1}{5}$ poderia ter evitado o diagnóstico caso não apresentassem obesidade (Bloch *et al.*, 2016).

Dentre os fatores que contribuem para o excesso de peso e DCNT estão as dietas com baixo conteúdo de frutas, vegetais e alimentos básicos, como arroz e feijão e elevado teor de açúcares, gorduras e sódio, com frequente inclusão de produtos ultraprocessados. Assim, uma questão que merece destaque na agenda de saúde pública brasileira é a qualidade da dieta (Bellou *et al.*, 2018; Dandamudi *et al.*, 2018; Cena; Calder, 2020; Louzada *et al.*, 2022; Muniz *et al.*, 2023).

De acordo com os dados do último INA (2017-2018), no Brasil a dieta se caracteriza por combinar alimentos básicos tradicionais, como o arroz e feijão - os itens referidos em maior proporção na pesquisa e são de boa qualidade nutricional - com alimentos de teor reduzido de nutrientes e de alta densidade calórica. Entretanto, os alimentos ultraprocessados, como os biscoitos salgados e refrigerantes, são também incluídos entre os dez alimentos mais consumidos no país, enquanto o consumo de frutas, legumes e verduras foi pouco frequente na população. Além disso, o consumo de arroz e feijão apresentou redução no período de 10 anos (Rodrigues *et al.*, 2021).

Além do consumo de alimentos, energia e nutrientes, hábitos alimentares também permitem avaliar a relação entre alimentação e saúde. Por exemplo, o uso de adoçantes, tanto calóricos como não calóricos, tem sido investigado devido a seus efeitos deletérios sobre a

saúde (Fisberg *et al.*, 2018; Martyn *et al.*, 2018; Perrar *et al.*, 2020). A ingestão excessiva de açúcares tem sido associada ao aumento do risco para o desenvolvimento de DCNTs e da mortalidade por todas as causas (Jensen *et al.*, 2018; Ramne *et al.*, 2019; Debras *et al.*, 2020). Também, o efeito potencial em longo prazo do consumo de adoçantes não-calóricos (ANC) tem sido relacionado com desfechos de saúde indesejáveis, como ganho de peso, resistência à insulina e desequilíbrio da microbiota intestinal (Azad *et al.*, 2017; Pearlman; Obert; Casey, 2017; Meng *et al.*, 2021; Rios-Leyvraz; Montez, 2022). De acordo com dados do INA 2008-2009, o açúcar de mesa foi o adoçante referido por expressiva parcela da população (86%), enquanto o uso exclusivo de ANC foi relatado por 8% dos indivíduos (Monteiro *et al.*, 2018). Dados sobre o consumo de açúcar e adoçantes não calóricos no Brasil são escassos e as recentes mudanças nos hábitos alimentares da população sugerem a necessidade de monitoramento do consumo desses itens.

A análise de padrões alimentares permite avaliar a dieta de forma global, não focando apenas em nutrientes ou alimentos isoladamente (DGAC, 2015). Padrões alimentares caracterizados pela presença de alimentos ricos em gordura, açúcares e com elevada densidade de energia, como os ultraprocessados, e ausência de frutas, vegetais e leguminosas, têm sido associados a desfechos desfavoráveis de saúde, como obesidade e outras DCNTs (Willett *et al.*, 2019; Parajára *et al.*, 2023). Estudos nacionais e internacionais evidenciaram a associação entre o padrão alimentar Ocidental e o aumento de obesidade em adultos (Cunha *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2017; Livingstone; McNaughton, 2017; Jessri *et al.*, 2017; Ng; Jessri; L'Abbe, 2021; Muniz *et al.*, 2023). No Brasil, estudos têm identificado que a adoção do padrão alimentar tradicional brasileiro, composto por alimentos básicos como arroz e feijão, é associado com a menor chance de excesso de peso em adultos (Cunha *et al.*, 2010; Arruda *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2018). Além disso, estudos sobre os padrões alimentares no Brasil são importantes para orientar o desenvolvimento de ações de promoção da saúde e da alimentação saudável.

Este estudo tem como objetivos: 1) avaliar as mudanças no uso de adoçantes calóricos e não calóricos no período de 10 anos que separa os dois inquéritos nacionais de alimentação e as características da dieta relacionadas à escolha do adoçante, 2) identificar padrões alimentares de adultos brasileiros associados a três componentes da dieta potencialmente deletérios à saúde: densidade de energia, percentual de gordura total e densidade de fibras e estimar sua associação com o excesso de peso.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conceito e definições de açúcar e outros adoçantes

Os adoçantes podem ser classificados baseados na energia que fornecem, sendo considerados como calóricos e não-calóricos, ou de acordo com sua origem, sendo chamados de naturais ou artificiais (Fitch; Keim, 2012; Chattopadhyay; Raychaudhuri; Chakraborty, 2014). Os adoçantes calóricos são encontrados naturalmente nos alimentos (ex.: monossacarídeos, dissacarídeos e polióis, como a sacarose, glicose, galactose, lactose, xilitol) e forneçam energia (2-4 quilocalorias por grama), enquanto os não-calóricos fornecem pouca ou nenhuma energia (ex.: sacarina, sucralose, aspartame, ciclamato, acesulfame-K, esteviosídeo) (Fitch; Keim, 2012).

Dentre os adoçantes calóricos, encontra-se o açúcar que é classificado como carboidrato simples, composto por moléculas de carbono, oxigênio e hidrogênio, encontrados naturalmente em diferentes fontes alimentares e fornecendo 4 kcal por grama. Os carboidratos simples podem ser classificados como mono (glicose, galactose e frutose) ou dissacarídeos (sacarose, lactose e maltose), estes últimos são formados a partir da junção de monossacarídeos (FAO, 1998). Geralmente o termo “açúcar” é associado diretamente à sacarose, sendo formado a partir da junção das moléculas de glicose e frutose, encontrada em outras fontes alimentares além da cana-de-açúcar e beterraba, como no mel, melaço e xarope de milho (Gallagher, 2010; Hess *et al.*, 2012; Mis *et al.*, 2017). O açúcar é extraído principalmente da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e de uma variedade de beterraba (*Beta alba* L.) por meio de processos tecnológicos e, geralmente, refere-se à sacarose, frequentemente adicionado às bebidas e alimentos a fim de adoçar (Mis *et al.*, 2017).

A avaliação do conteúdo de açúcar nos alimentos e bebidas geralmente causa divergência devido à utilização de diferentes terminologias para designar uma mesma substância na literatura científica. Portanto, torna-se importante definir os diferentes termos e expressões: (a) genericamente, “açúcar”, usualmente, refere-se à sacarose (ou açúcar de mesa), mas também pode se referir a todos os tipos de açúcares, incluindo a sacarose, os xaropes, concentrados, etc.; (b) “açúcar de mesa” refere-se à sacarose, em geral, essa denominação é usada para designar o açúcar que é usado para adoçar alimentos e bebidas no momento do consumo; (c) “açúcares totais” diz respeito à quantidade total de mono e dissacarídeos naturalmente presente ou adicionada aos alimentos provenientes de qualquer fonte; (d) “açúcar de adição” é a denominação dos diferentes produtos adicionados aos alimentos e bebidas para adoçar, seja no processamento industrial, no preparo ou no momento do consumo, envolve ampla categoria de produtos e incluem xaropes como o de milho e malte e concentrados de

frutas. Entretanto, exclui os açúcares naturalmente presentes nas frutas e vegetais e nos produtos lácteos; (e) “açúcares livres” são todos os mono e dissacarídeos adicionados aos alimentos no processamento, preparo ou consumo e, também, aqueles naturalmente presentes no mel, xaropes, sucos e concentrados de frutas (WHO, 2015; FDA, 2016; Mela; Woolner, 2018).

Os polióis, adoçantes produzidos pela ação de micro-organismos (bactérias, fungos, leveduras) a partir de mono e dissacarídeos, fornecem aproximadamente 2 kcal por grama e são considerados adoçantes pouco calóricos encontrados naturalmente em fontes alimentares como frutas, vegetais, produtos fermentados, como também em produtos industrializados livres de açúcar (doces, bolos, balas). Alguns exemplos desses polióis são o xilitol, eritritol, sorbitol e manitol (Fitch; Keim, 2012; Lenhart; Chey, 2017; Rice *et al.*, 2020).

Os adoçantes classificados como não calóricos (ANC) oferecem pouca (aproximadamente até 2 kcal/g) ou nenhuma caloria e possuem poder adoçante superior ao da sacarose, sendo utilizados como substitutos do açúcar. Alguns exemplos são o acessulfame de potássio, aspartame, neotame, sacarina, stévia e sucralose (Fitch; Keim, 2012; Chattopadhyay; Raychaudhuri; Chakraborty, 2014). A descoberta e desenvolvimento desses adoçantes não foram realizados visando o consumo alimentar, tendo sido a sacarina o primeiro adoçante não calórico descoberto acidentalmente por Fahlberg e Remson na Universidade Johns Hopkins (Estados Unidos da América (EUA)), em 1878, e utilizado como produto terapêutico, entretanto, após a segunda guerra mundial foi adotado pela população em geral como uma opção de adoçante, devido à escassez de açúcar (Byard; Goldberg, 1973; Renwick, 1985). Posteriormente, outros adoçantes foram descobertos, mas em sua grande maioria foram comercializados anos depois, tornando-se opções com características sensoriais aprimoradas e com melhor aceitação pela população, sendo então utilizados não somente como uma opção de adoçante para pessoas com diabetes *mellitus* (DM), mas também como uma estratégia de redução do consumo de energia auxiliando na redução de peso corporal (Dubois; Prakash, 2012; Magnuson *et al.*, 2016; Carcho; Morales; Ferreira, 2017).

Quadro 1 – Exemplos de adoçantes e classificação com base no conteúdo calórico.

Classificação	kcal/g	Adoçantes
Adoçantes calóricos	4,0	Sacarose
		Frutose
		Galactose
		Lactose
		Maltose
		Xaropes
Adoçantes não calóricos*	-	Acessulfame-K
	-	Aspartame
	-	Neotame
	-	Sacarina
	-	Estévia
	-	Sucralose
	-	Ciclamato
	2,6	Sorbitol
	2,4	Xilitol
	0,2	Eritritol

* inclui adoçantes de baixa caloria

(Fonte: Fitch; Keim, 2012; Chattopadhyay; Raychaudhuri; Chakraborty, 2014)

3.2 Importância epidemiológica do uso do açúcar e outros adoçantes

O açúcar foi utilizado como principal adoçante da dieta humana durante muitos anos, inicialmente com apelo medicinal, mas com o processo de industrialização passou a ser adicionado aos produtos alimentícios de diferentes formas, principalmente por meio de bebidas adoçadas, sendo largamente consumido pela população ao redor do mundo (Daniels; Daniels, 1993; Hess *et al.*, 2012; Wittekind; Walton, 2014; Popkin; Hawkes, 2016; Azais-Braesco *et al.*, 2017; Di Rienzi; Britton, 2020). Ao passo que o consumo de ANC geralmente está associado com a necessidade de redução do consumo energético, principalmente em populações específicas como pessoas com DM e obesidade. Os efeitos metabólicos dos ANC em longo prazo são controversos, e os estudos são dificultados principalmente porque se modificam de acordo com a dosagem utilizada, o metabolismo que difere de acordo com o tipo de ANC, a

forma como são consumidos (isolado ou em conjunto), entre outros (Burke; Small, 2015; Fowler, 2016; Moriconi *et al.*, 2020).

As recomendações de ingestão de açúcar variam bastante, de acordo com o Instituto de Medicina a ingestão de açúcar de adição não deve ultrapassar 25% do consumo energético total (IOM, 2005), a Associação Americana do Coração (*American Heart Association*) indica que o consumo diário calórico de açúcar de adição esteja entre 100-150 calorias (Johnson *et al.*, 2009), já o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA - *United States Department of Agriculture*) recomenda que esse consumo não ultrapasse 10%, valor que foi citado no guia alimentar do dos EUA de 2020 (USDA; HHS, 2020). Em relação ao consumo de açúcares livres, a OMS (2015) recomenda fortemente que seja menor que 10% e, se possível, 5% da ingestão energética total diária para crianças e adultos, desconsiderando os açúcares intrínsecos (que não advenham de mel, xarope, sucos ou concentrados de frutas). Considerando todas as recomendações, os estudos têm mostrado que a ingestão de açúcar tem estado acima das recomendações estabelecidas ao redor do mundo (WHO, 2015).

O açúcar e outros adoçantes apresentam importância epidemiológica, pois têm sido associados com o risco de mortalidade, a epidemia da obesidade e o surgimento de outras DCNTs. Na próxima seção serão apresentados estudos que descrevem o uso do açúcar e outros adoçantes no Brasil e no mundo, em seguida, sua associação com diferentes desfechos em saúde descritos por estudos epidemiológicos.

3.2.1 Uso de açúcar de mesa e outros adoçantes no Brasil

O consumo de açúcar tem sido estimado de diferentes formas nos estudos, sendo necessário reforçar a diferença entre as nomenclaturas utilizadas, conforme destacado anteriormente, principalmente entre o consumo de açúcar de adição (açúcar adicionado no momento do consumo, preparo dos alimentos e nos alimentos processados) e o açúcar de mesa que se refere à adição no momento do consumo. Nesta tese, foi investigado o consumo do açúcar de mesa e ANC no momento do consumo, no entanto, considerando o pouco conhecimento sobre esse hábito de consumo e sua importância epidemiológica, estudos que avaliaram o consumo desses adoçantes de diferentes maneiras foram citados.

Uma das razões para a dificuldade de se encontrar na literatura maior distinção dessas fontes de açúcar é a dificuldade na obtenção de dados confiáveis, visto que são itens frequentemente omitidos nos relatos de consumo alimentar de recordatórios de 24 de horas (R24h) e recordatório alimentar (Willett, 2012). Portanto esta revisão aponta a escassez de estudos que analisam o hábito de adicionar açúcar ou ANC nos alimentos e bebidas (Zanini;

Araújo; Martínez-Mesa, 2011; Monteiro *et al.*, 2018; Botelho; Akutsu; Zandonadi, 2019), como também aqueles que analisam a ingestão de açúcar total, livre e de adição presente também em fontes alimentares, como alimentos processados (Chatelan *et al.*, 2019; Siqueira *et al.*, 2021; Miller *et al.*, 2021).

De acordo com Monteiro *et al.* (2018), o açúcar de mesa é o adoçante habitualmente mais utilizado por brasileiros (85,7%), com base nos dados do INA 2008-2009. Dados do INA 2017-18 relataram que a média de contribuição para as calorias totais advindas do açúcar de mesa foi de 5,8% na população brasileira (IBGE, 2020c). Um estudo transversal, representativo das cinco regiões do Brasil, investigou o consumo usual de açúcar por meio da identificação de quatro grupos de alimentos (açúcar de mesa, bebidas adoçadas, alimentos industrializados e doces preparados em casa) numa amostra composta por 1232 adultos, frequentadores de 32 restaurantes populares, por meio da aplicação de três R24h consecutivos. Os autores observaram que os alimentos preparados em casa contribuíram com 20,1% do açúcar consumido, enquanto produtos processados contribuíram com 22,5%, tendo sido o açúcar de mesa e as bebidas adoçadas as principais fontes de consumo de açúcar nesta população (36,7% e 22,5%, respectivamente) (Botelho; Akutsu; Zandonadi, 2019).

Levy *et al.* (2012) estimaram o consumo de açúcar de adição na população brasileira utilizando dados de aquisição alimentar dos domicílios investigados em três edições da POF: 1987-1988, 1995-1996 e 2002-2003. Os autores identificaram que entre os alimentos disponíveis nos domicílios, os açúcares de adição participavam em 16,7% das calorias totais diárias, ultrapassando a recomendação da OMS, principalmente pelo aumento da participação de alimentos ultraprocessados. Esse consumo elevado foi observado em todas as regiões do país, nas áreas urbana e rural e em todas as classes de renda (Levy *et al.*, 2012), corroborando os achados baseados nos dados da POF de 2002-2003 em que o aumento na aquisição de açúcar foi associado com aumento da disponibilidade domiciliar de energia (Levy; Claro; Monteiro, 2009). Monteiro *et al.* (2022) analisaram o hábito de lanche de adolescentes (10 a 19 anos), com base nos dados do INA de 2017-2018, e observaram que aqueles que realizavam pelo menos um lanche por dia comparados aos que não realizavam lanches apresentavam maior contribuição diária de energia proveniente dos açúcares de adição (12,1% vs. 8,4%), sendo os lanches vespertinos e noturnos os que mais contribuíram para este consumo.

Segundo Zanini, Araújo e Martínez-Mesa (2011), o consumo de ANC tem sido maior em mulheres, idosos, indivíduos com excesso de peso, maior nível socioeconômico e escolaridade (Zanini; Araújo; Martínez-Mesa, 2011). Segundo dados do INA 2008-2009, sobre o tipo de produto habitualmente utilizado para adoçar alimentos e bebidas, os ANC eram

utilizados por aproximadamente 13% da população, seja exclusivamente (8%) ou em combinação com o açúcar (5%) (Monteiro *et al.*, 2018). O consumo exclusivo dos ANC foi mais evidente nos mais idosos, mulheres, indivíduos com excesso de peso, moradores das áreas urbanas e aqueles com maior poder aquisitivo (Monteiro *et al.*, 2018).

No país, são escassos os dados sobre o consumo de ANC, considerando não apenas o seu hábito de consumo, mas também a quantidade usualmente consumida e os tipos de ANC mais utilizados pela população. Além disso, é importante frisar a importância de se investigar o consumo desses ANC encontrados em produtos alimentícios livres de açúcar. A Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos Dietéticos para Fins Especiais e Suplementos Alimentares (ABIADSA), em 2005, divulgou que, entre as décadas de 1990 e 2000, o consumo de produtos que não contêm açúcar apresentaram aumento de 800% (ABIADSA, 2005 *apud* Hall, 2006). De acordo com os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2008-2009, a probabilidade de aquisição de alimentos *diet e light*, especialmente, laticínios, suco, refrigerante, doces e confeitaria, adoçante, pães e biscoitos, era mais elevada nos grupos com maior renda e escolaridade (Perin; Uchida, 2014; Oliveira; Hoffmann, 2015).

Siqueira e colaboradores (2021) avaliaram o consumo de bebidas alcoólicas e não alcoólicas, a partir de dados coletados no Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil) de 14.224 indivíduos com idades entre 35 e 74 anos, de ambos os sexos. Os dados de consumo foram coletados a partir da aplicação de um Questionário de Frequência Alimentar (QFA) semiquantitativo composto por 114 itens alimentares e relacionado à frequência de consumo nos doze meses anteriores à entrevista. Entre as bebidas não alcoólicas, o participante sinalizava se era adicionada de açúcar ou adoçante artificial. As bebidas mais consumidas foram café e suco de fruta natural, e a média da contribuição calórica diária das bebidas adoçadas foi de 6%, aproximadamente. Considerando as características sociodemográficas e de estilo de vida, mulheres, de pele branca, pessoas com obesidade, com ensino superior, que realizavam atividade física com intensidade moderada/forte e ex-fumantes consumiam mais bebidas não adoçadas ou adoçadas com ANC do que as suas contrapartes (Siqueira *et al.*, 2021).

3.2.2 Estudos internacionais sobre uso de açúcar e ANC

O aumento do consumo de açúcar vem sendo observado desde a década de 60 em todo o mundo e, devido aos seus efeitos indesejáveis na saúde, essa ingestão elevada vem causando preocupação mundialmente, pois é adicionado a grupos de alimentos específicos, como as bebidas adoçadas (Popkin; Hawkes, 2016; Miller *et al.*, 2021). Contudo, a utilização de

diferentes nomenclaturas, métodos, tabelas de composição de alimentos e dificuldade em mensurar certos componentes, torna difícil comparar os resultados encontrados nos estudos.

Dados provenientes de dezoito países (Europa, América do Norte, Australásia, e da América do Sul apenas Brasil) demonstram que as crianças apresentam elevado consumo de açúcar total (por volta de 20% do valor energético total diário) e que reduz ao longo da vida adulta (14,5%), enquanto adolescentes comparados às demais faixas etárias apresentaram consumo de açúcar de adição mais elevado (Newens; Walton, 2016). Cenário que foi confirmado também por outro estudo de revisão, com base em estudos de base populacional de 11 países da Europa, em que o consumo de açúcar total e de adição foi elevado em todas as faixas etárias, entretanto, apesar de crianças e adolescentes excederem os limites de consumo quando comparadas aos adultos, crianças (até 12 anos) parecem ter a maior ingestão e o consumo tende a se reduzir com o aumento da idade (Azaïs-Braesco *et al.*, 2017).

Um estudo revisão de estudos transversais de base populacional, com oito países da América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, Peru e Venezuela) indicou que o consumo de açúcar total foi mais baixo no Brasil e Chile em valores absolutos (86,2 g e 84,9g por dia, respectivamente) e no Brasil (19,1%) e Equador (18,7%), em termos relativos, enquanto o consumo de açúcar de adição foi maior na Argentina (7,5%) e mais baixo no Chile (valores absolutos) e Equador (valores relativos) (52,3 g/dia e 7,6%, respectivamente) (Fisberg *et al.*, 2018). A Pesquisa Nacional de Consumo Alimentar da Holanda (n=3817) com indivíduos entre 7 e 69 anos apontou que em relação à ingestão energética total diária o consumo de açúcar total foi de 22%, açúcar livre de 14% e 12% de açúcar de adição, representando mais da metade dos açúcares totais, sendo maior na infância e adolescência quando comparado aos adultos (Sluik *et al.*, 2016). Enquanto dados também de um estudo transversal de base populacional na Espanha (n=2009), indivíduos com idade entre 9 e 75 anos, apontou que o consumo de açúcar total contribui com 17% e os açúcares livres com 7,3% da energia diária (Ruiz *et al.*, 2017). A primeira Pesquisa Nacional de Nutrição da Suíça, composta por indivíduos entre 18 e 75 anos (n=2086), indicou que a contribuição diária foi de 19% para açúcar total, 9% para açúcar de adição e 11% para açúcar livre e esse consumo foi mais elevado para adultos jovens comparados aos idosos (Chatelan *et al.*, 2019). Um levantamento de dados dietéticos global composto por 1220 pesquisas, na maioria com representatividade nacional e que representavam 188 países, cerca de 99% da população mundial em 2015, teve como objetivo avaliar o consumo dietético a nível individual para grupos de alimentos, segundo variáveis sociodemográficas, os autores observaram que dentre os grupos de alimentos mais

avaliados, as bebidas adoçadas estavam incluídas (83,7%), enquanto estudos sobre a ingestão de açúcar de adição (menos de 45 estudos) são escassos (Miller *et al.*, 2021).

A tendência de substituição do açúcar por adoçantes com pouca caloria ou ANC a fim de reduzir a ingestão energética e o risco de desenvolvimento de outros desfechos desfavoráveis tem sido observada, entretanto, informações sobre esse consumo ainda são escassas, principalmente devido à falta de clareza nos rótulos de produtos comercializados (Carocho; Morales; Ferreira, 2017; Vaesken; Partearroyo; Varela-Moreiras, 2019). O consumo global de ANC e de adoçantes de baixa caloria foi avaliado em estudo de revisão que demonstrou que esses adoçantes eram consumidos com maior frequência por indivíduos com necessidades específicas, como pessoas com DM, idosos e indivíduos que estavam em dieta para perda de peso. Os autores apontaram que, de forma geral, o consumo de adoçantes parece não ter extrapolados os limites de ingestão recomendados (Martyn *et al.*, 2018).

Dados da *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES), coletados entre 2009 e 2012 nos EUA em amostra de 16.942 indivíduos com ≥ 2 anos de idade, evidenciaram que o uso de ANC e adoçantes de baixa caloria adicionados a alimentos e bebidas processados era elevada em crianças (25%) e adultos (41%) (Sylvetsky *et al.*, 2017). Estudo transversal, com amostra representativa na Espanha (n=2.009) de indivíduos entre 9 e 75 anos, demonstrou que 10% das comidas e bebidas comercializadas apresentavam a adição de ANC e adoçantes de baixa caloria, dentre esses, acessulfame-K (30%), sucralose (30%), aspartame (11%) e ciclamato de sódio (11%) foram os mais utilizados (Vaesken; Partearroyo; Varela-Moreiras, 2019). Na Índia, estudo transversal com 607 indivíduos com idade entre 18 e 70 anos, indicou que 35% dos respondentes utilizam adoçantes pouco ou ANC diariamente, sendo a sucralose a mais utilizada, e 50% deles não receberam orientação médica ou de nutricionista para seu uso (Pratiksha *et al.*, 2021). Estudo transversal realizado na Austrália, com base em dados de uma pesquisa de abrangência nacional (n=12.153) com indivíduos com 2 anos de idade ou mais, com o objetivo de investigar o consumo de ANC e adoçantes de baixa caloria presentes em alimentos e bebidas processados e adicionados no momento do consumo, observaram que o uso aumenta com o avanço da idade, tendo sido relatado por 8,5% das crianças e 18% dos adultos (Grech *et al.*, 2018). Cabe salientar que certos grupos populacionais, como mulheres, pessoas com obesidade, indivíduos submetidos a tratamentos de redução de peso, com maior renda e diagnosticados com alguma patologia, parecem estar associados ao maior consumo desses adoçantes (Sylvetsky *et al.*, 2017; Grech *et al.*, 2018).

3.2.3 Associação do consumo de açúcar e ANC com desfechos desfavoráveis à saúde

A ingestão de açúcares de adição tem sido associada a desfechos como obesidade, DM2 e alterações no perfil lipídico, com aumento do risco aterogênico (Bray, 2013; Mooradian; Smith; Tokuda, 2017). Segundo Bray e Popkin (2014), em um estudo de revisão sobre os efeitos do consumo de diferentes adoçantes calóricos, principalmente sacarose, xarope de milho rico em frutose e a frutose, destacam que inicialmente a ingestão desses componentes estava associada apenas à saúde bucal, pois eram apontados como risco para o desenvolvimento de cáries dentárias, mas ao longo dos anos a ciência começou a observar os impactos metabólicos que essa prática poderia acarretar ao organismo humano (Bray; Popkin, 2014).

O risco de mortalidade associado ao consumo de açúcar foi avaliado por Ramne *et al.* (2019) que investigaram duas coortes prospectivas de adultos suecos, tendo sido 24.272 indivíduos na primeira e 24.475 na segunda, e dados referentes a cinco anos de acompanhamento. O objetivo foi investigar o consumo de açúcar de adição, açúcar livre e fontes alimentares fontes de açúcar e sua associação com risco de mortalidade por todas as causas, DCV e câncer. Observou-se que em ambas as coortes o consumo de açúcar livre e de açúcar de adição aumentava, aproximadamente, em 30% o risco de mortalidade comparando o maior consumo (>20% da energia diária) com o menor (<10% da energia diária), entretanto, aqueles com consumo reduzido desses açúcares também apresentaram aumento no risco maior que 20%. Em relação às fontes alimentares, bebidas adoçadas foram associadas ao aumento de 15% do risco de mortalidade por todas as causas, modelos ajustados por ingestão diária de energia, idade, sexo, nível de escolaridade, tempo de atividade física de lazer, tabagismo, hábito de ingestão de bebida alcoólica, hábitos dietéticos e IMC (Ramne *et al.*, 2019).

Malik e colaboradores (2019) analisaram dados de duas coortes prospectivas norte americanas: a “The Nurses’ Health Study (NHS)” com 80.647 mulheres com idade entre 30 e 55 anos com início em 1976 e a “Health Professionals Follow up Study (HPFS)” com 37.716 homens com idade entre 40 e 75 anos com início em 1986. Os dados sobre consumo alimentar foram coletados a partir da aplicação de QFA autorrespondido a cada quatro anos. Na análise dos dados agrupados de ambas as coortes, observou-se que o consumo de 2 porções ou mais ao dia comparado a < 1 porção por mês de bebidas adoçadas com açúcar aumentou o risco de mortalidade total em 21%, em 31%, a mortalidade por DCV e em 16%, a mortalidade por câncer. Para as bebidas adoçadas com ANC observou-se aumento de 4% no risco de mortalidade total, 13% na mortalidade por DCV, e risco não observado com mortalidade por câncer, todas as análises ajustadas por variáveis de estilo de vida, dietéticas, de saúde e sociodemográficas (Malik *et al.*, 2019).

O consumo de açúcar e adoçantes e a obesidade também tem sido investigado. Um estudo ecológico realizado por Siervo *et al.* (2014) incluiu dados da prevalência de obesidade de 123 países e de disponibilidade alimentar e energética para alguns grupos alimentares específicos, incluindo o consumo de açúcar (proveniente da beterraba e cana-de-açúcar), coletados até 2007. Foi realizada análise de correlação de *Spearman* e observou-se correlação positiva entre o consumo de açúcar e obesidade (0,32; $p < 0,001$), na análise de regressão linear múltipla a caloria advinda do consumo de açúcar também foi associada à obesidade ($\beta = 0,03$; $p = 0,03$), ajustado por variáveis sociodemográficas, energia dos demais grupos alimentares e inatividade física (Siervo *et al.*, 2014). Análise de dados vigilância em saúde de residentes de Minnesota, EUA, de 25 a 74 anos de idade de ambos os sexos, referentes ao período entre 1980 e 2009, mostrou tendência de aumento do consumo de açúcar de adição, principalmente advindo das bebidas adoçadas e entre os adultos mais jovens, o que foi acompanhado do aumento do Índice de Massa Corporal (IMC) nessa população (Wang *et al.*, 2013).

Lunger *et al.* (2017) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de reunir evidências sobre o consumo de bebidas adoçadas com açúcar e desenvolvimento da obesidade na infância e fase adulta. Foram reunidas 30 publicações, majoritariamente estudos de coorte prospectiva e ensaio clínico randomizado, publicados entre 2013 e 2015, em que 93% dos estudos demonstraram associação positiva entre consumo de bebidas adoçadas com açúcar e ganho de peso em crianças e adultos (Lunger *et al.*, 2017).

A utilização de bebidas adoçadas artificialmente surgiu como uma estratégia para redução do consumo de açúcar e de caloria, na tentativa de reduzir o aumento de peso induzido pelo consumo elevado de açúcar, entretanto, indícios de que o uso de ANC também poderia levar ao aumento de peso começaram a surgir (Stellman; Garfinkel, 1986), entre outros efeitos na saúde que podem diferir dependendo do tipo de adoçante utilizado (Fowler *et al.*, 2008; Mattes; Popkin, 2009; Shearer; Swithers, 2016; Pearlman; Obert; Casey, 2017; Higgins; Mattes, 2019).

Ruanpeng *et al.* (2017) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de avaliar se o consumo de refrigerantes adoçados com açúcar e com ANC estão associados com a obesidade. Foram selecionados estudos de coortes e seccionais ($n = 13$), sendo a maior parte relacionada ao consumo de açúcar e contemplando todas as faixas etárias (exceto crianças) de ambos os sexos. O consumo de refrigerantes adoçados com açúcar aumentou o risco relativo (RR) de excesso de peso/obesidade em 20% (IC95% = 1,08; 1,32), considerando apenas os estudos de coorte, e em 20% o risco de ter perímetro de cintura acima do ponto de corte adequado (IC95% = 1,04; 1,37) comparados a indivíduos que não consumiam refrigerante,

considerando quatro estudos, sendo três deles de desenho transversal. Aqueles indivíduos que apresentaram consumo de refrigerantes adoçados com ANC, o risco de excesso de peso/obesidade foi 59% maior (IC95%=1,22; 2,08) comparados aos que não consumiam esse tipo de bebida, dados provenientes de três estudos seccionais (Ruanpeng *et al.*, 2017).

Dados sobre a associação do consumo de bebidas adoçadas por ANC e ganho de peso ainda são controversos pelo restrito número de pesquisas experimentais com humanos de longa duração, fatores de confusão que podem atenuar a força das associações e pela possibilidade de causalidade reversa, dado que geralmente indivíduos com excesso de peso, diagnóstico de doença prévio, por exemplo, tendem a ser os que frequentemente consomem esse tipo de bebida (Pereira, 2014; Miller *et al.*, 2020). O desenvolvimento da obesidade envolve processos complexos fatores hormonais, neurológicos, genéticos e ambientais e o controle e tratamento dessa enfermidade extrapola o alcance de recomendações baseadas na redução do consumo de alimentos e aumento do gasto energético (Blüher, 2019).

A incidência e elevada prevalência de DM2 tem sido associada ao consumo elevado de açúcar, especialmente por meio das bebidas adoçadas (Morris *et al.*, 2012; Willemsen *et al.*, 2015; Sjöblad, 2019). Malik e colaboradores (2010) realizaram uma revisão sistemática em que foram selecionados 11 estudos de coorte com o objetivo de avaliar a associação entre consumo de bebidas adoçadas e o risco de desenvolver DM2 e síndrome metabólica em adultos, de ambos os sexos, majoritariamente dos EUA, Finlândia e China, com tempo de acompanhamento variando entre 4 e 20 anos. Dentre os onze estudos, oito forneciam dados sobre DM2, e de acordo com os riscos relativos agrupados o consumo de 1 a 2 porções diárias de bebidas adoçadas aumentava em 26% o risco de desenvolver DM2 comparado ao não consumo ou 1 porção por mês (RR=1,26; IC95%=1,12; 1,41) (Malik *et al.*, 2010).

Greenwood *et al.* (2014) realizaram uma revisão sistemática com metanálise a fim de investigar se o consumo de refrigerante adoçados com açúcar e com ANC se associaria com o aumento do risco de DM2, a partir de dados de estudos de coorte prospectivos com adultos de ambos os sexos. Foram selecionados seis estudos e de acordo com o risco relativo calculado a partir dos dados agrupados, a ingestão de 330 ml/dia de bebida adoçada com açúcar aumentou em 20% o risco de DM2 (RR=1,20; IC95%=1,12; 1,29), enquanto o consumo de bebida com adoçante artificial na mesma quantidade diária aumentou o risco de DM2 em 13% (RR=1,13; IC95%=1,02; 1,25) (Greenwood *et al.*, 2014). Uma revisão sistemática que reuniu estudos de coorte prospectivos com adultos de ambos os sexos, também encontrou aumento do risco de DM2 com o consumo de 250 ml por dia de bebidas adoçadas com açúcar (RR=1,19; IC95%=1,13; 1,25) com base em 19 estudos com média de acompanhamento de 10 anos e

aumento também do risco com o consumo de bebidas adoçadas com ANC (RR=1,15; IC95%=1,05; 1,26), avaliando 12 estudos com média de acompanhamento de oito anos (Qin *et al.*, 2020).

Um estudo que reuniu dados de adultos, de ambos os sexos, avaliados em três estudos de coortes realizados nos EUA: Nurses' Health Study (1986–2012) (n=76.531), Nurses' Health Study II (1991–2013) (n=81.597) e Health Professionals' Follow-up Study (1986–2012) (n=34.224). O consumo alimentar foi avaliado a cada quatro anos por meio da aplicação de QFA, incluindo informação de consumo de bebidas adoçadas com açúcar e ANC, e a incidência de DM2 por meio de questionário aplicado a cada dois anos. A razão de risco para a incidência de DM2 foi de 16% para o aumento de 0,5 porção/dia de consumo de bebidas adoçadas (IC95%=1,01; 1,34), estratificando por tipo de bebida, observou-se aumento do risco em 9% para bebidas adoçadas com açúcar (IC95%=1,03; 1,17), 15% (IC95%=1,07; 1,23) para suco de fruta 100% (sucos processados) e 18% para bebidas com ANC (IC95%=1,02; 1,36), todos os modelos ajustados por variáveis sociodemográficas, de estilo de vida, de saúde, consumo alimentar e IMC (Drouin-Chartier *et al.*, 2019). Os efeitos negativos para a saúde acarretados pelo consumo excessivo de bebidas adoçadas são bem estabelecidos, sendo recomendada a redução do seu consumo a fim de prevenir a incidência de DM2 (Tseng *et al.*, 2021).

Os desfechos abordados anteriormente são considerados fatores de risco para o desenvolvimento de DCV (Sarwar *et al.*, 2010). Khan e colaboradores (2019) realizaram revisão sistemática com metanálise reunindo 10 estudos de coorte prospectivos com adultos (média de 60 anos de idade) dos EUA, Europa e Austrália com o objetivo de avaliar se o consumo total de açúcar, sacarose, frutose e açúcares de adição estavam associados com a incidência de DCV e mortalidade por DCV em indivíduos sem a doença na linha de base. A incidência de DCV não foi associada com o consumo de açúcar total, sacarose e frutose, entretanto, a mortalidade por DCV foi associada com consumo de açúcar total (RR=1,09; IC95%=1,02; 1,17) e de frutose (RR=1,08; IC95%=1,01; 1,15) comparando o maior nível de consumo com o menor, e o consumo de sacarose foi associado com o menor risco de mortalidade por DCV (RR=0,94; IC95%=0,89; 0,99), ajustados por variáveis de confundimento. Não foi observada associação entre o consumo de açúcar de adição e mortalidade por DCV, contudo, os estudos apresentaram evidência de heterogeneidade. Ao realizar a análise de dose-resposta, observou-se associação não linear entre o consumo de açúcar total, frutose e açúcar de adição com mortalidade por DCV e associação linear inversa com o consumo de sacarose. O risco de mortalidade por DCV aumentava em 17% quando a quantidade diária de açúcar total ultrapassava 133g (IC95%=1,08; 1,27), em 39% quando o

consumo de frutose ultrapassava 58 gramas/dia (IC95%=1,18; 1,63) e em 17% quando o consumo de açúcar de adição ultrapassava 65 gramas/dia (IC95%=1,06; 1,28), e reduzia o risco em 7% com o consumo de 50 gramas/dia (RR=0,93; IC95%=0,87; 0,99). Efeitos da colinearidade, como fonte de confusão residual nas análises, além da causalidade reversa foram ressaltados como possíveis explicações para os resultados controversos encontrados (Khan *et al.*, 2019).

Considerando as fontes alimentares que fornecem esse consumo de açúcares, como citado anteriormente as bebidas adoçadas têm sido associadas com o desenvolvimento de DCNTs, incluindo a DCV, pois são adoçadas principalmente com sacarose e frutose, entretanto, as opções adicionadas de ANC também demonstram resultados controversos para saúde (Malik; Hu, 2015). Yin e colaboradores realizaram uma revisão sistemática com metanálise baseada em 19 estudos de coorte prospectivos para avaliar a associação entre consumo de bebidas adoçadas com açúcar (n=11) e com ANC (n=8) com o risco de incidência de DCV e mortalidade. Os indivíduos eram adultos, de ambos os sexos, provenientes dos EUA, Europa e Ásia. A incidência e mortalidade por DCV aumentava em 8% a cada porção/dia de bebida adoçada com açúcar (RR=1,08; IC95%=1,02; 1,14 e RR=1,08; IC95%=1,04; 1,13, respectivamente), enquanto o consumo de uma porção/dia de bebidas adoçadas artificialmente foi associado com aumento do risco de incidência de DCV em 7% (RR=1,07; IC95%=1,05; 1,10) e de mortalidade em 4% (RR=1,04; IC95%=1,01; 1,07), ajustado por variáveis confundidoras. Os autores concluem que o consumo de bebidas adoçadas tanto com adoçante calórico quanto não calórico aumentam o risco de mortalidade e incidência de DCV, contudo, efeitos residuais de confundidores e causalidade reversa devem ser consideradas (Yin *et al.*, 2021).

Apesar de o consumo dessas bebidas adoçadas ser elevado em todo o mundo, sendo a América do Norte e América Latina os maiores consumidores, as vendas de refrigerante têm se apresentado estabilidade mundialmente e com aumento crescente de bebidas esportivas (Popkin; Hawkes, 2016). A associação do consumo dessas bebidas com marcadores cardiometabólicos tem sido demonstrada em diversos estudos, sendo enfatizada a necessidade em se reduzir seu consumo (Seferidi; Millett; Laverty, 2018; Malik; Hu, 2019; Meng *et al.*, 2021).

3.3 Limitações dos estudos sobre consumo de açúcar e ANC

Com base na revisão da literatura realizada foram identificadas algumas limitações dificultando a comparabilidade dos resultados encontrados nos estudos científicos realizados. Os estudos que investigam o consumo de açúcares e ANC apresentam uma variedade de terminologias relacionadas a essas substâncias, a quantificação também é um desafio, apesar de ser uma dificuldade enfrentada em estudos sobre consumo alimentar de modo geral, torna-se ainda mais difícil ao lidarmos com itens de adição que, usualmente, não são relatados com grau de acurácia desejável. Limitações associadas às tabelas de composição dos alimentos, pois limitam a quantificação dos açúcares da dieta e/ou utilizam diferentes técnicas de estimativa, adicionando assim um viés na comparação dos dados entre os estudos. A rotulagem dos produtos também pode ser citada como uma barreira, dado que informações sobre as quantidades e tipos de açúcar e ANC utilizados são descritas claramente por exemplo, os efeitos desses adoçantes também diferem de acordo com suas especificidades influenciando diretamente nos efeitos causados na saúde.

3.4 Identificação de padrões alimentares

Tradicionalmente a avaliação da dieta tem sido realizada pela ingestão de macro e micronutrientes ou pelo consumo de grupos alimentos, contudo, essa caracterização não considera a interação que pode existir entre os componentes da dieta e os possíveis efeitos cumulativos, uma vez que os indivíduos não se alimentam de nutrientes, mas de uma complexa combinação de alimentos (Jacobs; Steffen, 2003; Newby; Tucker, 2004; Michels; Schulze, 2005). Além disso, outra limitação é a presença de fatores de confundimento não somente relacionados à dieta, mas também ao estilo de vida e características sociodemográficas, dificultando a estimativa de associações epidemiológicas significativas (Hoffmann, 2003; Michels; Schulze, 2005; Ocké, 2013). Diferentes abordagens têm sido adotadas para superar essa limitação, dentre elas, a identificação de padrões alimentares (Ocké, 2013).

O padrão alimentar é definido como o conjunto de alimentos disponíveis e consumidos numa população e que sofre influência de fatores éticos e socioculturais, ou seja, são característicos da amostra em que são identificados (Sichieri; Castro; Moura, 2003). A utilização dos padrões alimentares começou a ser explorada e disseminada na década de 80 por Schwerin e colaboradores (Schwerin *et al.*, 1981, 1982). Posteriormente trabalhos nessa temática começaram a ser publicados, inclusive no Brasil (Sichieri *et al.*, 2000; Sichieri; Castro; Moura, 2003; Nascimento *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2012; Massarani *et al.*, 2015).

Diferentes abordagens estatísticas são aplicadas na identificação de padrões alimentares (Hu, 2002; Newby; Tucker, 2004; Olinto, 2007; Ocké, 2013, USDA, 2014; Wingrove; Lawrence; McNaughton, 2022), que podem ser classificadas como: (1) análises baseadas em hipótese (ou dirigidos por hipóteses ou *a priori*), quando a alimentação é avaliada com base em conceitos, diretrizes ou recomendações nutricionais prévias, identificando se os indivíduos aderem ou não às recomendações e no dimensionamento do quanto aderem, sendo então desenvolvidos os índices dietéticos (Previdelli *et al.*, 2011; Ocké, 2013; Gorgulho; Marchioni, 2019; Cacau *et al.*, 2021); (2) análises exploratórias (ou dirigidos por dados ou *a posteriori*), possibilita a determinação do padrão alimentar baseado no consumo alimentar de uma dada população, sintetizando a característica de consumo da amostra investigada. Os métodos dirigidos por dados mais utilizados são a Análise Fatorial, Análise de Componentes Principais (ACP) e a Análise de *Cluster* (Baltar; Santos; Gorgulho, 2019; Wingrove; Lawrence; McNaughton, 2022) e, (3) os métodos híbridos, que são uma mistura dos dois métodos anteriores, pois utilizam informações sobre os fatores de risco ou proteção relacionados ao desfecho de interesse (informação *a priori*) e também identifica os padrões alimentares baseado nos dados de consumo da população (informação *a posteriori*), o método de “Reduced Rank Regression” (em português: Regressão por Redução de Posto (RRR)), a “Partial Least Squares” (em português: Mínimos Quadrados Parciais (PLS)) (Hoffmann *et al.*, 2004; Schulz *et al.*, 2005; Huh *et al.*, 2011; Ocké, 2013; Weikert; Schulze, 2016; Huybrechts *et al.*, 2017).

Dentre os métodos exploratórios mais utilizados com o objetivo de identificar padrões alimentares e associá-los a desfechos de saúde, podemos citar a análise fatorial e o PCA (Wingrove; Lawrence; McNaughton, 2022), no entanto, estes métodos nem sempre são capazes de extrair padrões alimentares preditores do desfecho de interesse, pois explicam o máximo possível do consumo alimentar da população, e não de nutrientes e/ou biomarcadores que sejam importantes neste caminho causal (Hoffmann *et al.*, 2004). Sendo assim, tem sido indicada a utilização dos métodos híbridos para este fim.

Os métodos híbridos apresentam vantagens em relação aos demais, pois são capazes de extrair padrões alimentares a partir da combinação do conhecimento prévio (característica do método baseado em hipóteses) sobre a relação entre variáveis (contínuas) que sejam afetadas pela dieta e preditivas do desfecho de interesse, e o consumo alimentar da população investigada (característica do método exploratório). Essas variáveis contínuas, podem ser chamadas de variáveis resposta ou intermediárias, pois estão no caminho causal da dieta e o desfecho, geralmente alguma doença. As variáveis respostas podem ser nutrientes ou biomarcadores. Logo, o objetivo geral destes métodos híbridos seria a identificação direcionada

de padrões alimentares com base nas variáveis respostas utilizadas no modelo (Hoffman *et al.*, 2004; Zhao *et al.*, 2021).

Estudos com o objetivo de identificar padrões alimentares associados à componentes dietéticos e/ou biomarcadores envolvidos no caminho causal de diversos desfechos, como HAS (Naja *et al.*, 2019; Beigrezaei *et al.*, 2023), DM (Lin *et al.*, 2023), DCV (Lazarova; Jessri, 2022), obesidade (Ng; Jessri; L'Abbe, 2021; Livingstone; McNaughton, 2017) têm sido desenvolvidos. No contexto da obesidade, tanto componentes dietéticos quanto biomarcadores têm sido utilizados como variáveis respostas.

O método RRR, citado como um método híbrido, foi aplicado pela primeira vez na epidemiologia nutricional em 2004 (Hoffmann *et al.*, 2004), e como dito anteriormente combina características dos métodos baseado em hipóteses e exploratórios, sendo composto por variáveis preditoras (consumo alimentar) e variáveis resposta (os fatores de risco ou proteção, como biomarcadores, micronutrientes, perfil metabólico) (Barbaresko *et al.*, 2013; Weikert; Schulze, 2016; Baltar; Santos; Gorgulho, 2019). Assim como o PCA, o RRR extrai fatores a partir de sucessivas combinações lineares das variáveis preditoras, no entanto, utiliza matriz de covariância das variáveis respostas como base nos cálculos matemáticos. Os fatores extraídos explicam o máximo possível da variação das variáveis respostas utilizadas no modelo, sendo o primeiro fator o que mais explica a variação das variáveis respostas (Hoffmann *et al.*, 2004). O número de padrões alimentares extraídos nesta análise é igual ao número de variáveis respostas utilizadas no modelo.

Na regressão PLS, o objetivo é explicar o máximo da variabilidade das variáveis preditoras (os grupos alimentares) e das variáveis respostas por meio da utilização de matriz de covariância entre as variáveis preditoras e respostas, sendo o primeiro fator gerado o que maximiza a covariância entre essas duas variáveis (Hoffmann *et al.*, 2004; Dibello *et al.*, 2008; Jessri *et al.*, 2017; Melaku *et al.*, 2018). O número de padrões alimentares extraídos nesta análise é igual ao número de variáveis preditoras utilizadas (Hoffman *et al.*, 2004).

Tanto o RRR quanto o PLS extraem fatores não correlacionados, possibilitando sua utilização simultaneamente em um modelo de regressão como variáveis independentes. Para ambos os métodos, uma das limitações que impossibilitam sua utilização é não ter disponível variáveis respostas adequadas, sendo assim, a utilização de métodos exploratórios é mais indicada neste contexto (Hoffmann; Schulze; Boeing, 2004). Logo, as variáveis respostas devem ser selecionadas com base no objetivo da análise para que haja uma identificação adequada dos padrões alimentares (Weikert; Schulze, 2016). Outra possível limitação é quando componentes dietéticos são selecionados como variáveis respostas, pois são dependentes da

qualidade da obtenção dos dados de consumo, dado que são provenientes da mesma fonte de informação que as variáveis preditoras (grupos alimentares) (Weikert; Schulze, 2016).

No estudo de Hoffmann *et al.* (2004), foram utilizados dados provenientes de um estudo caso-controle aninhado em um estudo de coorte multicêntrico realizado na Alemanha, composto por 193 casos de DM2 (até 2001) e 385 controles. Os autores tiveram como objetivo extrair e comparar os padrões alimentares utilizando os métodos PCA, RRR e PLS e o desfecho utilizado foi o DM 2. O consumo alimentar foi coletado por meio de QFA e 49 grupos alimentares foram agrupados. As variáveis preditoras foram os grupos alimentares (g/dia) e as variáveis respostas selecionadas foram a ingestão da razão gordura poli-insaturada/gordura saturada, de fibras alimentares, de magnésio e consumo de bebida alcoólica. Os quatro fatores extraídos juntos pelo RRR e PLS explicaram 13,1% e 18,5% da variação do consumo alimentar, e 93,1% e 81,1% das variáveis intermediárias, respectivamente. Dentre os padrões alimentares identificados pelo método RRR, apenas o quarto padrão (em quintos) associou-se com a incidência de DM2, quanto maior o consumo deste padrão, maior a proteção (RR: 1,0; 0,92; 0,88; 0,65 e 0,49, p tendência=0,01) independentemente da idade, sexo, IMC, razão cintura/quadril, nível de atividade física, tabagismo, nível de escolaridade e ingestão de energia total. O quarto padrão do RRR foi caracterizado por cargas negativas de laticínios com baixo e levado teor de gordura, café, suco de fruta, margarina e carnes processadas, e cargas positivas de pão integral, frutas, vinho e bebidas destiladas.

Ng, Jessri e L'Abbe (2021) realizaram estudo de representatividade nacional no Canadá com o objetivo de identificar padrões alimentares com base em variáveis respostas possivelmente associadas com a obesidade: densidade energética, densidade de fibras alimentares, percentual de energia proveniente da gordura total, utilizando o método PLS. Outros estudos também utilizaram estes componentes dietéticos quando o objetivo foi extrair padrões potencialmente associados ao excesso de peso (Schulz *et al.*, 2005; Stelmach-Mardas *et al.*, 2016; Jessri *et al.*, 2017) e baseado na literatura científica em que descreve o potencial efeito protetor das fibras alimentares no ganho de peso, considerando seus efeito prebiótico, na regulação glicêmica e modulação intestinal, assim como do efeito deletério do consumo excessivo de gorduras e de dietas densamente calóricas (WHO, 2003; Dahl; Stewart, 2015; Vernarelli; Hollis; Hartman, 2015; WHO, 2018; Brayner *et al.*, 2021).

Os métodos têm características complementares, apresentando assim respostas variadas e devendo ser escolhidos a depender do objetivo da pesquisa (DiBello *et al.*, 2008; Borges *et al.*, 2015; Schulze *et al.*, 2018; Schulz; Oluwagbemigun; Nöthlings, 2021; Zhao *et al.*, 2021).

3.4.1 Padrões alimentares e sua associação com a obesidade: estudos nacionais e internacionais

Sichieri (2002) analisou o padrão alimentar de dados obtidos em estudo de base populacional, desenvolvido em 1996, que examinou amostra probabilística de adultos (20-60 anos) do município do Rio de Janeiro, de ambos os sexos. O consumo alimentar foi avaliado por meio da aplicação de QFA semiquantitativo. Para a extração dos padrões alimentares, os alimentos foram agrupados em 16 grupos. Foram identificados três padrões alimentares por meio do método de AF, tendo sido retidos grupos alimentares por meio de suas cargas fatoriais sem estipular um ponto de corte: 1) padrão misto (todos os itens alimentares apresentaram a mesma carga fatorial, exceto arroz e feijão); 2) padrão tradicional (baseado principalmente por arroz e feijão) e 3) dieta ocidental (gorduras e bebidas adicionadas de açúcar apresentaram carga fatorial maior que arroz e feijão). Por meio da análise de regressão logística observou-se que o padrão tradicional se associou a menor chance de sobrepeso/obesidade em homens (OR=0,87; IC95%=0,77; 0,99) e mulheres (OR=0,86; IC95%=0,75; 0,97), ajustado por variáveis sociodemográficas e de estilo de vida. Os possíveis mecanismos de proteção para o excesso de peso observados do padrão tradicional foram a baixa densidade calórica do arroz e feijão, e o teor de fibras e baixo índice glicêmico do feijão (Sichieri, 2002). Desde então, outros estudos no país foram desenvolvidos a fim de investigar a associação entre padrão alimentar e obesidade, além de características sociodemográficas considerando diferentes grupos etários, com destaque para o método de AF com extração por ACP que tem sido amplamente utilizado (Vilela *et al.*, 2014; Alves *et al.*, 2020; Liberali; Kupek; Assis, 2020; Neves *et al.*, 2021; Santos; Conde, 2021).

Cunha *et al.* (2010) por meio de um estudo transversal de base populacional, identificaram padrões alimentares e sua associação com medidas antropométricas indicadoras de excesso de peso em 1009 adultos (entre 19 e 65 anos) de baixa renda residentes de uma região metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. O consumo alimentar foi coletado por meio de QFA semiquantitativo, 21 grupos alimentares foram identificados e o método de AF com extração por ACP foi utilizado para identificação dos padrões alimentares. Grupos alimentares com cargas fatoriais de $\geq |0,30|$ foram retidos e três padrões foram identificados que explicaram juntos 34.9% da variância do consumo dessa população: 1) Misto (composto por cereais, peixes, folhosos, raízes e tubérculos, carne, ovos, salsicha e bebidas cafeinadas); 2) Ocidental (composto por *fast food*, bebidas adoçadas, suco, leite e derivados, doces, bolos e biscoitos); 3) Tradicional (caracterizado por arroz, feijão, pão, açúcar, molhos e gorduras). Em mulheres, o padrão tradicional se associou inversamente com o IMC ($\beta=-1,12$, $p<0,01$) e Perímetro da

cintura (PC) ($\beta=-14,68$, $p=0,003$), enquanto o padrão ocidental se associou diretamente com o IMC ($\beta=0,74$, $p=0,02$) e PC ($\beta=13,61$, $p=0,02$), independente de idade, escolaridade, tabagismo, atividade física e consumo energético, no entanto, para homens não foi observada associação provavelmente pela menor prevalência de obesidade neste grupo.

Estudo transversal, de base populacional, realizado em Ribeirão Preto (São Paulo) (entre 2005 e 2007) avaliou 2.197 adultos a partir de 30 anos, de ambos os sexos, com o objetivo de identificar os padrões alimentares e fatores sociodemográficos, de estilo de vida e de saúde associados. O consumo alimentar foi coletado por meio de QFA semiquantitativo, 27 grupos de alimentos foram gerados e utilizados para identificação dos padrões alimentares pelo método AF com extração por ACP. Quatro padrões foram identificados, mas os autores não expuseram qual foi o ponto de corte estipulado para retenção dos grupos alimentares em cada padrão: 1) obesogênico (composto por doces e refrigerantes); 2) saudável (vegetais, frutas e lácteos desnatados); 3) misto (alimentos fritos, pescados e raízes) e 4) popular (feijão, cereais e gordura vegetal) e juntos explicaram 34% da variabilidade do consumo dessa amostra. Após as análises de regressão de Poisson, observou-se que a razão de prevalência (RP) do padrão obesogênico foi menor entre os com Índice de Massa Corporal (IMC) $\geq 30\text{kg/m}^2$ (RP=0,73; IC95%=0,54;0,97), obesidade central (RP=0,72; IC95%=0,55;0,93), colesterol total elevado (RP=0,67; IC95%=0,47;0,97) e insuficientemente ativos (RP=0,70; IC95%=0,49;0,98) e maior com o aumento dos anos de escolaridade, o padrão saudável foi menor entre os que tinham $\text{IMC} \geq 30\text{kg/m}^2$ (RP=0,59; IC95%=0,42;0,81); nos insuficientemente ativos (RP=0,57; IC95%=0,40;0,80) e maior entre os com obesidade central (RP=1,56; IC95%=1,05;2,32), mulheres (RP=2,02; IC95%=1,48;2,76), com 40 anos ou mais, renda mais alta (RP=1,62; IC95%=1,09;2,41) e, conforme a escolaridade aumentava, o padrão misto foi menor em quem tinha $\text{IMC} \geq 30\text{kg/m}^2$ (RP=0,68; IC95%=0,50;0,91), mulheres (RP=0,57; IC95%=0,44;0,74), com 60 anos ou mais (RP=0,55; IC95%=0,35;0,85) e maior naqueles com 8 anos ou mais de escolaridade (RP=1,65; IC95%=1,07;2,54), por fim, o padrão popular foi menos aderido entre os que tinham colesterol total elevado (RP=0,66; IC95%=0,46;0,95), com maior renda per capita (RP=0,53; IC95%=0,37;0,76) e maior adesão entre as mulheres (RP=1,32; IC95%=1,01;1,71) (Gimeno *et al.*, 2011).

Um estudo transversal com 2.034 adultos da coorte de nascimento de Ribeirão Preto, Brasil (1978-1979), foi realizado com o objetivo de investigar se padrões alimentares eram associados ao excesso de peso ($\text{IMC} \geq 25\text{ kg/m}^2$) e à obesidade abdominal (PC: $>80\text{ cm}$ para mulheres e $>90\text{ cm}$ para homens) em adultos com idade entre 23 e 25 anos. Consumo alimentar avaliado por QFA semiquantitativo, gerando 48 grupos alimentares para identificação dos

padrões alimentares, que foram gerados por meio do método AF com extração por ACP, os grupos com cargas fatoriais de $\geq|0,30|$ foram retidos. Quatro padrões alimentares foram identificados: 1) Saudável (vegetais, frutas, leguminosas e sem batata frita, polenta, mandioca, frango e cereais matinais); 2) Tradicional brasileiro (feijão, arroz, margarina e carne vermelha, sem laticínios desnatados, pão integral e refrigerante *diet*); 3) Bar (bebidas alcoólicas, *snacks*, carne suína, salsicha, ovos, bacon, frutos do mar e maionese) e 4) Elevada densidade energética (sobremesa, pão, biscoito, chocolate, pipoca, batata frita, mandioca e polenta, e laticínios integrais). O padrão Bar foi associado a maior prevalência de excesso de peso e obesidade abdominal, enquanto os padrões densidade energética e tradicional brasileiro foram associados a menor prevalência de excesso de peso para ambos os sexos e apenas homens, respectivamente (Arruda *et al.*, 2016).

Estudo transversal com 933 adultos com 20 anos ou mais de idade foram investigados no Inquérito de Saúde de São Paulo (ISA-Capital 2008) com o objetivo de identificar os padrões de almoço e a associação com o IMC nessa população. O consumo alimentar foi investigado com a aplicação de dois R24h em dias não consecutivos, com estimativa do consumo usual utilizando o *Multiple Source Method* (MSM), por fim foram gerados 22 grupos alimentares e o método de AF exploratória foi utilizado para identificação dos padrões alimentares. Grupos alimentares com cargas fatoriais de $\geq|0,30|$ e cinco padrões alimentares foram identificados e explicaram 34,1% da variância do almoço: 1) Tradicional (arroz e feijão); 2) Ocidental (bebidas adoçadas, alcoólicas, doces, pastas, molhos e carnes processadas); 3) Suco adoçado (suco de fruta natural e açúcar); 4) Salada (folhosos, molhos para salada, e temperos naturais); e 5) Carnes (ovos, frango, e pescados/frutos do mar). Os indivíduos no terceiro tercil, ou seja, os que mais aderiram ao padrão tradicional se associaram inversamente ao IMC, mas apenas aqueles insuficientemente ativos ($\beta=-0,78$, IC95%:-1,57; -0,02), independentemente da idade, sexo, renda per capita familiar, tabagismo, consumo de bebida alcoólica, energia total da dieta, erro do relato e demais padrões alimentares (Santos *et al.*, 2018).

Um estudo transversal investigou 740 trabalhadores rurais, de ambos os sexos, idade entre 20 e 59 anos, residentes de um município do Espírito Santo, Brasil, tendo como um dos objetivos investigar os padrões alimentares e sua associação com a obesidade e obesidade abdominal. O consumo alimentar foi coletado por meio de três R24h, gerando 25 grupos alimentares que foram utilizados na AF com extração por ACP para identificação dos padrões alimentares, no entanto não foi descrito o ponto de corte utilizado para retenção dos grupos com base nas suas cargas. Três padrões alimentares foram identificados: 1) Local tradicional (caracterizado por café, manteiga e margarina, pão caseiro, bolos e biscoitos, suco e bebidas

adoçadas, raízes, e massas); 2) Tradicional brasileiro (caracterizado por arroz, feijão, vegetais, farinha, óleos e gorduras); 3) Industrializado (refrigerante, lanches, comidas fritas, hambúrguer, cachorro-quente, pão de alho e feijão tropeiro, carne vermelha, salsicha, alimentos enlatados, condimentos industrializados e molhos, bebida alcoólica, e pão, biscoitos e torradas industrializados). Os autores observaram que uma menor adesão aos padrões locais e nacionais foi associada a uma maior prevalência de obesidade e obesidade abdominal nesta amostra (Cattafesta *et al.*, 2022).

Com base nos dados da coorte de nascimento de Pelotas de 1978/1979, um estudo analisou o padrão alimentar de 1082 adultos em 2002-2004 (T1) e 2016-2017 (T2), com o objetivo de comparar possíveis mudanças e sua associação com a obesidade. Foram avaliados a obesidade e excesso de gordura corporal utilizando IMC e percentual de gordura corporal, respectivamente. O consumo alimentar foi coletado por meio de QFA semiquantitativo, os itens foram agrupados em 50 grupos alimentares, que posteriormente foram utilizados na análise de padrões alimentares por meio do método AF com extração por ACP e os grupos alimentares com cargas fatoriais de $\geq|0,30|$ foram retidos nos padrões extraídos. Em ambos os momentos, três padrões foram identificados: T1) 1- Padrão saudável (presença de frutas e vegetais, sem proteínas brancas), 2- Padrão não-saudável (alimentos fontes de gordura saturada), 3- Padrão brasileiro (arroz, feijão, margarina e pão); T2) 1- Padrão saudável (vegetais, frutas, pão integral e chá), 2- Padrão não-saudável (alimentos fontes de gordura, bebida alcoólica, carnes em geral), 3- Padrão brasileiro (arroz, feijão, margarina, pão e outros). A aderência ao padrão alimentar foi avaliada por meio de quartis do escore dos indivíduos nos dois momentos e classificada como: prudente (maior adesão padrão saudável), de risco (maior adesão padrão não saudável), ou mista (adesão similar ou igual aos três padrões). Os autores concluíram que os indivíduos que ao longo desses 15 anos migraram do padrão prudente para um padrão misto ou de risco, ou se mantiveram no padrão de risco, apresentaram maior razão de prevalência para obesidade, independente do sexo, cor de pele, renda familiar, escolaridade, tabagismo, atividade física e sub-relato de energia. Ou seja, o declínio na qualidade ou a manutenção de um padrão alimentar não saudável pode levar a obesidade e excesso de gordura corporal (Muniz *et al.*, 2023).

Como discutido na seção anterior, a utilização dos métodos híbridos tem sido indicada quando o objetivo é identificar padrões alimentares associados a um desfecho de interesse (Hu, 2002; Hoffman *et al.*, 2004; DiBello *et al.*, 2008; Melaku *et al.*, 2018; Schulz; Oluwagbemigun; Nöthlings, 2021; Zhao *et al.*, 2021; Madadzadeh; Bahariniya, 2023). No entanto, no Brasil apesar de estudos terem sido realizados utilizando os métodos híbridos (Cunha; Almeida; Pereira, 2010; Silva *et al.*, 2014; Sartorelli *et al.*, 2019; Alves *et al.*, 2022), poucos são os que

abordam a utilização desses métodos para identificação de padrões alimentares associados à obesidade e a maioria utiliza o método RRR.

Cunha, Almeida e Pereira (2010) compararam os resultados de três métodos estatísticos para identificação de padrões alimentares, dentre eles o RRR, em uma amostra de 1.009 adultos da região metropolitana do Rio de Janeiro de baixa renda provenientes de um estudo transversal de base populacional. As variáveis preditoras eram 21 grupos alimentares e a ingestão (em gramas/dia) de carboidratos e gorduras foi considerada como duas variáveis respostas estabelecidas *a priori* como importantes para a variação do peso corporal. Foram identificados dois padrões alimentares que explicaram juntos 60% da variância das variáveis respostas do primeiro padrão e 66% do segundo: 1) Misto (caracterizado por cereais, folhosos, legumes, raízes e tubérculos, carnes, ovos, salsicha, bebidas cafeinadas, bebidas adoçadas, suco, leite e derivados, bolos e biscoitos, molhos e gorduras, *fast food* e açúcar); e 2) Tradicional (caracterizado por arroz, feijão, pão e bebidas cafeinadas) (Cunha; Almeida; Pereira, 2010).

No estudo transversal de Napolini *et al.* (2023), uma subamostra de 478 adultos (entre 33 e 79 anos) do estudo Pró-Saúde (Rio de Janeiro) foram avaliados com o objetivo de identificar padrões alimentares associados à marcadores da obesidade. O consumo alimentar foi coletado por meio de QFA semiquantitativo e o método PLS foi utilizado para identificação dos padrões. Os alimentos foram agrupados em 23 grupos (variáveis preditoras) e as variáveis respostas utilizadas foram gordura corporal total, gordura visceral, IMC, leptina e adiponectina, escolhidas *a posteriori* como *proxy* da obesidade. Grupos alimentares com cargas fatoriais de $\geq|0,15|$ e três padrões foram identificados e explicaram juntos 23,2% da variância das variáveis preditoras 10,7% das variáveis resposta: 1) *Fast food* e carne (cargas positivas para bebidas adoçadas, embutidos, *fast food* e *snacks* salgados, bebida alcoólica e carne vermelha); 2) Saudável (cargas positivas para leite e derivados, frutas, legumes e verduras, bebidas cafeinadas, ervilha, suco de fruta e peixes); 3) Tradicional (cargas positivas para arroz, feijão, legumes e folhosos), no entanto, não foi investigada a associação entre esses padrões e a obesidade nessa amostra (Napolini *et al.*, 2023).

Estudos internacionais têm sido publicados sobre a identificação de padrões alimentares e sua associação com a obesidade utilizando métodos híbridos (Brayner *et al.*, 2021; Boushey *et al.*, 2020; Livingstone *et al.*, 2022; Livingstone *et al.*, 2022). Livingstone e McNaughton (2017) identificaram padrões alimentares em adultos (n=4.908), por meio do método RRR, com base em dados do *Australian Health Survey* (AHS) de 2011-2013. O consumo alimentar foi investigado por meio da média de dois R24h, os alimentos citados foram agrupados em 48 grupos alimentares e as variáveis respostas associadas à obesidade foram densidade de energia,

densidade de fibra e ingestão total de açúcar. Foram retidos os grupos alimentares com cargas fatoriais de $\geq|0,17|$ e apesar de três padrões alimentares terem sido identificados, apenas dois foram considerados, pois o terceiro explicava $<10\%$ da variância das variáveis respostas: 1) Padrão 1 correlacionado positivamente com a densidade de fibra ($r=0,69$, $p<0,001$) e com o percentual de energia dos açúcares ($r=0,24$, $p<0,001$), e negativamente com a densidade de energia ($r=-0,75$, $p<0,001$) e caracterizado pela associação positiva com frutas e vegetais, leite desnatado e negativamente com bebidas e lanches, e carnes processadas; 2) Padrão 2 correlacionado positivamente com o percentual de energia dos açúcares ($r=0,69$, $p<0,001$) e negativamente com a densidade de fibras ($r=-0,24$, $p<0,001$), caracterizado pela elevada ingestão de alimentos e bebidas com teor alto de açúcar e gordura e baixo consumo de vegetais, vinho, pão integral e cereais não integrais. Foi observado que o padrão caracterizado por baixa densidade de energia, alta densidade de fibra e açúcar (das frutas) se associou a menor prevalência de sobrepeso e obesidade, enquanto o padrão alimentar com baixa densidade de fibras e elevada de açúcar (proveniente do chocolate e bebidas à base de fruta) se associou com elevada prevalência de sobrepeso e obesidade (Livingstone; McNaughton, 2017).

Jessri *et al.* (2017) analisou dados do *Canadian Community Health Survey* (CCHS) de 2004-2005 de 11.748 adultos canadenses com o objetivo de identificar padrões alimentares associados à obesidade. O consumo alimentar foi coletado por meio de um R24h, os itens citados foram agrupados em 38 grupos alimentares (variáveis preditoras) e o método PLS foi utilizado para identificação dos padrões alimentares. As variáveis respostas utilizadas foram densidade energia, percentual de gordura total e densidade de fibras alimentares, e os grupos alimentares retidos apresentavam com cargas fatoriais de $\geq|0,17|$. Apesar de três padrões terem sido extraídos, apenas o primeiro foi considerado, pois os demais juntos explicavam menos que 10% da variância das variáveis respostas e não eram interpretáveis. O padrão foi nomeado “elevado em densidade energética e gordura, e baixo em densidade fibras”, explicou 28,2% da variância das variáveis respostas e era caracterizado por pela presença de *fast foods*, bebidas carbonatadas, grãos refinados, gordura sólida, carnes processadas, queijo, produtos de panificação, molhos, açúcares e mel, e negativo para frutas, vegetais verdes escuros, outros vegetais e sucos, vegetais alaranjados e iogurte, e o risco de obesidade comparando o quartil 1 com o 4 foi de 2,69 (IC95%: 1,97; 3,67) para os que mais aderem a esse padrão (Jessri *et al.*, 2017).

Ng, Jessri e L’Abbe (2021) realizaram estudo com representatividade nacional no Canadá com o objetivo de identificar os padrões alimentares associados à obesidade em uma amostra de 12.049 adultos e definiram a densidade de energia, densidade de fibra e a ingestão

total de gordura como as variáveis respostas do modelo. Grupos alimentares com cargas fatoriais de $\geq|0,17|$ e três padrões alimentares foram identificados, sendo o primeiro o que mais explicou a variância das três variáveis respostas, caracterizado por elevadas cargas fatoriais para densidade de energia e ingestão de gordura total, e negativas para densidade de fibra, sendo chamado de padrão obesogênico, caracterizado por cargas fatoriais positivas para fast food, bebidas carbonatadas e salgadinhos, e negativas para frutas, vegetais, grãos integrais, leguminosas, macarrão e arroz. Aqueles que aderiram mais ao padrão obesogênico (quartil 4) tinham 2,4 vezes mais chance de ter obesidade comparados aos que aderiram menos (quartil 1), independente do diagnóstico de DCNTs (Ng; Jessri; L'Abbe, 2021).

Um estudo de coorte realizado no Reino Unido analisou 116.711 indivíduos com idade entre 40 e 69 anos, de ambos os sexos, com o objetivo de identificar padrões alimentares associados à obesidade. Foram aplicados dois ou mais R24h online, o consumo habitual foi obtido por meio da média dos dias, os itens foram agrupados em 45 grupos alimentares. Para identificação do padrão foi utilizado o método RRR, utilizando como variáveis respostas o IMC, a razão cintura-quadril e a razão massa de gordura do tronco-corpo, foram retidos os grupos alimentares que apresentassem cargas fatoriais $\geq|0,20|$. O objetivo do estudo foi associar os padrões com o risco de DCV e de mortalidade por todas as causas. Três padrões alimentares foram identificados, mas apenas o primeiro foi escolhido por explicar a maior variância das variáveis resposta (7,4%) e foi caracterizado por cargas positivas de cerveja e cidra, bebidas adoçadas com açúcar, carnes processadas, carne vermelha e ANC, acompanhado de cargas negativas para óleo de oliva, cereais matinais fonte de fibra e chá. Os indivíduos que mais aderiram ao padrão, comparando o quintil 1 com o 5, apresentou 1,45 mais risco para DCV e 1,31 para mortalidade por todas as causas (Maimaitiyiming *et al.*, 2023).

Em síntese, observa-se que os métodos híbridos têm sido utilizados como uma alternativa para identificar a relação complexa entre consumo alimentar e desfechos em saúde. Como observado os padrões alimentares tendem a se associar às características sociodemográficas, de estilo de vida e saúde da população, contudo, estudos que abordem a identificação desses padrões alimentares, utilizando métodos híbridos, principalmente PLS no Brasil ainda são incipientes.

É importante salientar que limitações também são observadas na identificação de padrões alimentares em populações, pois são específicos da população estudada, modificam ao longo do tempo, são identificados e nomeados com base em decisões arbitrárias, tornando o processo de decisão subjetivo e dificultando a comparabilidade entre os estudos realizados.

3.5 Qualidade do relato

A mensuração do consumo alimentar pode estar relacionada a diferentes fontes de erro, aleatórios ou sistemáticos. O erro aleatório pode ocorrer com qualquer indivíduo e dia de observação e está diretamente relacionado à variabilidade intraindividual da dieta, afetando a reprodutibilidade do método empregado, mas pode ser minimizado pelo aumento do número de observações, enquanto o erro sistemático está relacionado ao indivíduo (como idade, escolaridade), ao entrevistador e a alimentos específicos (Gibson, 2005; FAO, 2018). Os erros sistemáticos podem estar relacionados ao viés do entrevistador, do entrevistado, de não resposta ou erros relacionados ao tratamento e análise dos dados, gerando sub ou superestimação dos alimentos consumidos (Gibson, 2005; Lopes, 2012).

O erro do relato pode introduzir viés ao dado coletado, acarretando comprometimento nas análises realizadas em inquéritos, podendo ser classificado como sub-relato, quando o indivíduo relata consumir menos do que o realmente ingere, seja por omitir ou por relatar erroneamente as porções e quantidades ingeridas. Apesar de ocorrer em menor proporção, também pode ocorrer o super-relato, quando o indivíduo relata consumir além do que realmente consome, e que pode estar associada ao erro da estimativa das porções (Gibson, 2005; Lopes, 2012). Algumas características podem se associar ao erro do relato, como hábitos alimentares, massa corporal, condições psicológicas e deseabilidade social, ou seja, o relato de informações socialmente aceitáveis para evitar possíveis críticas, por exemplo (Novotny *et al.*, 2003; Toozé *et al.*, 2004; Gibson, 2005; Maurer *et al.*, 2006; Howes *et al.*, 2024). O sub-relato tende a ser mais frequentemente associado ao sexo feminino, indivíduos com excesso de peso, hábitos alimentares irregulares, tabagistas e com baixa escolaridade (Gibson, 2005; Lopes, 2012; Avelino *et al.*, 2014; Lopes *et al.*, 2016; Tyrovolas *et al.*, 2016).

A avaliação do relato de ingestão de energia é realizada com base na comparação do gasto energético total (GET) ou da taxa metabólica basal (TMB) com os valores de ingestão de energia (IE), sendo classificado como plausível ou implausível (sub-relato ou super-relato). A estimativa do GET ou TMB pode ser realizada por meio da utilização de alguns aparelhos específicos, como acelerômetros, calorímetros, frequencímetros, ou ainda utilizando a técnica da água duplamente marcada (DLW). A DLW é considerada o padrão de referência para estimativa do gasto energético, pois está associada diretamente à ingestão, não interfere bruscamente na rotina do indivíduo e nem nas suas atividades diárias, sendo possível estimar seu gasto energético habitual, contudo é um método com custo elevado, necessita de equipamento específico para análise dos dados e reflete um tempo limitado de observação (Subar *et al.*, 2003; Livingstone; Black, 2003; Lopes, 2012; Lopes *et al.*, 2016). A utilização

desse método em estudos nacionais é limitada (Scagliusi *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2016; Macena *et al.*, 2019), e na ausência ou incapacidade de utilização dos recursos citados anteriormente, equações preditivas também podem ser utilizadas a fim de estimar o GET ou TMB do indivíduo, amplamente utilizadas em estudos epidemiológicos que podem ser com base na comparação da IE com múltiplos da TMB ou com o GET predito (Lopes, 2012; Macena *et al.*, 2019).

Algumas equações foram desenvolvidas, a mais antiga é a de Goldberg e colaboradores (1991) que tem como objetivo avaliar a razão da IE relatada pelo indivíduo pela TMB, que pode ser obtida por meio da equação de Schofield (1985) ou por calorimetria, contudo apresentava limitação quanto ao nível de atividade física (NAF) do indivíduo, o que foi revisado por Black *et al.* (2000) posteriormente. Existe também a comparação entre a IE com o GET preditivo, como proposto por McCrory *et al.* (2002), utilizando equações que consideram a variabilidade intraindividual e características individuais que impactam na estimativa, como sexo, idade, massa corporal e estatura, e os pontos de corte para o cálculo do erro do relato é de ± 1 e ± 2 desvios-padrão para concordância entre a razão IE/GET utilizando os princípios de Black *et al.* (2000). Outras equações também foram propostas, como as de Huang *et al.* (2005) e Rennie, Coward e Jebb (2007).

Huang *et al.* (2005) realizaram um estudo para aplicação do método proposto anteriormente por eles e testar diferentes pontos de corte para concordância entre IE relatada pelo indivíduo e o GET predito. O estudo foi realizado com 6.499 indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 20 e 90 anos, dos EUA provenientes do inquérito USDA *Continuing Survey of Food Intakes by Individuals* de 1994 a 1996, após atendidos todos os critérios de elegibilidade. Dois dias não-consecutivos do consumo alimentar foram coletados utilizando R24h. Para identificação dos casos implausível, consideraram diferentes pontos de corte: ± 1 , $\pm 1,5$ e ± 2 desvios-padrão para cálculo da porcentagem da IE relatada em relação ao GET predito. O GET predito foi estimado utilizando equações do IOM (2002), e foram consideradas as variáveis idade, sexo, peso, estatura e nível de atividade física. No entanto, nesta amostra não foi investigado o nível de atividade física, sendo então decidido que todos os indivíduos seriam classificados como “baixo nível de atividade física”, considerando também dados de estudos nacionais realizados previamente. No cálculo também foram considerados: a variabilidade intraindividual do relato de ingestão de energia, o erro nas equações para estimativa da necessidade de energia predita e o erro de medição e variabilidade biológica no GET. Observou-se que ao utilizar ± 1 desvio-padrão, apenas 41% da amostra foi classificada como relato plausível, tendo sido determinado como adequado para a distribuição dos dados o ponto de

corte de $\pm 1,4$ desvio-padrão (58% classificados como relatos plausíveis). Os autores observaram que não foram encontradas associações entre frequência de refeições e frequência de lanches com IMC na população investigada, mas quando restringiram essa análise à amostra de relatores plausíveis, as associações foram observadas.

Comparado ao método de Goldberg, este é caracterizado por uma classificação mais conservadora, podendo captar mais indivíduos com relatos implausíveis e reduzir o risco de se obter associações espúrias. No entanto, essa característica também pode ser vista como desvantagem, caso esses indivíduos sejam excluídos das análises e os resultados não sejam extrapoláveis para a população, pois podem introduzir um viés de seleção ou outro viés desconhecido (Huang *et al.*, 2005; Gibson, 2005). Contudo, outras opções têm sido propostas, como a utilização da variável qualidade do relato (plausibilidade, sub-relato e super-relato) no modelo matemático; modelos matemáticos ajustados por variáveis relacionadas ao erro do relato, como sexo, idade, nível de atividade física, escolaridade, diagnóstico de doenças crônicas, autorrelato da qualidade saúde, tabagismo; estratificando a amostra pela variável qualidade do relato; ou ajustado o modelo pelo escore de propensão (*propensity score*), método utilizado primeiramente por Börnhorst *et al.* (2013), no contexto da análise de consumo alimentar (Jessri; Lou; L'Abbé, 2016; Pereira, R.A.; Araújo; Lopes, 2019).

Considerando a importante implicação dos erros de relato nas estimativas de consumo alimentar em estudos epidemiológicos, como atenuação de associações com desfechos de saúde ou obtenção de resultados inesperados, superestimar as estimativas de inadequações de consumo de nutrientes, distorção das informações de consumo impactando o desenvolvimento de guias alimentares e políticas públicas (Gibson, 2005), o erro do relato de energia tem sido investigado em diversos estudos, nacionais (Polusna *et al.*, 2009; Ferroli *et al.*, 2010; Lopes *et al.*, 2016; Batista *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2022) e internacionais (Murakami; Livingstone 2015; Jessri; Lou; L'Abbé, 2016; Garriguet, 2018). E a utilização desta variável para ajuste em análises de associação tem sido considerada como uma das melhores opções para controle do erro de relato nas análises (Jessri, Lou; L'Abbé, 2016; Santos *et al.*, 2017; Jacob *et al.*, 2023).

3.6 Obesidade e fatores associados em adultos

A obesidade é definida como acúmulo excessivo de adiposidade que pode interferir na saúde, sendo considerada uma DCNT pela OMS na Classificação Internacional de Doenças-11 (CID-11) apresenta causas multifatoriais, como ambiental, estilo de vida e genética (WHO, 2021). As prevalências de obesidade têm apresentado aumento em todo mundo, alcançando as maiores marcas nos EUA. Essa tendência de aumento também tem sido observada no Brasil em

todas as faixas etárias (Rodrigues; Canella; Claro, 2021; Sbaraini *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021) entre os anos de 2013 e 2019, a prevalência de obesidade na população brasileira aumentou de 20,8% para 25,9%, e de excesso de peso de 57,0% para 60,3%, segundo dados da PNS de 2019 (Ferreira *et al.*, 2021), e a projeção até 2030 é que a prevalência de excesso de peso e obesidade em adultos seja de 68,1% e 29,6%, respectivamente (Estivaleti *et al.*, 2022).

Cabe ressaltar que a obesidade também é fator de risco para outras DCNTs, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), DM2, câncer, DCV (Dai *et al.*, 2020; Nilson *et al.*, 2022), e apresenta um gasto anual para o Sistema Único de Saúde (SUS) de aproximadamente 654 milhões de dólares associado diretamente com os cuidados relacionados às DCNTs atribuídas pelo sobrepeso e obesidade, destacando-se as DCV, neoplasias e doenças digestivas (Ferrari *et al.*, 2022; Rimes-Dias; Costa; Canella, 2022), alcançando valores elevados mundialmente também (Specchia *et al.*, 2015; Tremmel *et al.*, 2017). Além dos gastos em cuidados médicos, a incapacidade laboral, aposentadoria precoce, redução do tempo de vida saudável sem deficiência durante a vida, são outros fatores que também impactam economicamente, sendo considerada um problema de saúde pública (Specchia *et al.*, 2015; Tremmel *et al.*, 2017). Como dito anteriormente, a obesidade possui diversas causas e determinantes, desde fatores genéticos até econômicos, comerciais e ambientais (WHO, 2021), tornando-se necessário discutir sobre os fatores associados à sua ocorrência para alcançar debates efetivos sobre prevenção e controle, dado que é um fator de risco modificável.

Estudos têm investigado os potenciais fatores envolvidos na ocorrência da obesidade (Dierk *et al.*, 2006; Biddle *et al.*, 2017; Hales *et al.*, 2018; Tabrizi *et al.*, 2018; Schlesinger *et al.*, 2019; Safei *et al.*, 2021; Dumith *et al.*, 2022), que apesar de serem desenvolvidos mundialmente, focaremos nos estudos brasileiros. Flores-Ortiz, Malta e Velasquez-Melendez (2019) investigaram dados de 2006 e 2016, coletados pelo estudo VIGITEL com o objetivo de investigar a tendência de excesso de peso e obesidade e os fatores associados em 572.437 adultos residentes nas 26 capitais estaduais e Distrito Federal. Os autores observaram que a tendência de aumento ocorreu em todas as capitais independente do sexo, com crescimento relativo de 3,5% e 5,3% para homens e mulheres, no entanto, a taxa de crescimento do IMC foi mais alta em mulheres comparadas aos homens (0,15 vs. 0,10 kg/m² por ano). Ao avaliar os fatores demográficos, apesar da tendência de aumento, em Vitória (Espírito Santo) parece ter estabilizado (0,04 kg/m² por ano), provavelmente porque neste estado a proporção de homens classificados como praticantes de atividade física em nível moderado seja maior comparado às demais capitais. O maior aumento da prevalência foi observado nas regiões norte, nordeste e centro-oeste, que apresentaram menor desenvolvimento econômico, reforçando a associação

entre a obesidade e sociedades de baixos níveis socioeconômicos. Comportamento sedentário, aumento da compra de alimentos prontos para consumo, maior proporção de indivíduos nas áreas urbanas o que colabora para o aumento do sedentarismo, limitação de espaços recreacionais, maior disponibilidade de alimentos ultraprocessados também foram discutidos como possíveis fatores associados a esse cenário (Flores-Ortiz; Malta; Velasquez-Melendez, 2019). A associação entre o comportamento sedentário e inatividade física são discutidos como fatores de risco para a obesidade em outros estudos também (Silveira *et al.*, 2022).

Ferreira e colaboradores (2021) compararam dados da PNS de 2013 e 2019 em que foram investigados adultos (18 anos ou mais) e observaram que dentre os homens entre 40 e 59 anos na faixa de renda domiciliar *per capita* entre 1 e 2 salários mínimos (SM) foram os que apresentaram maiores aumentos, enquanto entre as mulheres, os maiores aumentos foram observados entre as que tinha entre 40 e 59 anos, com ensino fundamental incompleto, renda domiciliar *per capita* menor que 1 SM e se auto declararam não serem brancas. A razão de prevalência (RP) para obesidade ajustada por faixa etária, comparando 2013 e 2019, foi maior entre os homens que viviam com companheiro(a), residiam na área urbana e tinham renda domiciliar *per capita* ≥ 1 e < 2 SM, e menor RP para os que tinham ensino fundamental incompleto. Enquanto entre as mulheres, o RP foi maior entre aquelas que viviam com companheiro(a) e baixa escolaridade. Ou seja, enquanto a baixa escolaridade e a maior renda estiveram associadas a menor prevalência de obesidade entre os homens da obesidade, o oposto foi observado entre as mulheres. Os autores também ressaltam que apesar de a prevalência de obesidade ser maior na área urbana (homens: de 17,9% para 23,1%; mulheres: de 24,8% para 29,8%), entre os dois inquéritos também foi observado aumento na área rural (homens: de 10,8% para 14,1%; mulheres: de 21,9% para 27,7%), apontando para o avanço da transição nutricional nessa população (Ferreira *et al.*, 2021).

Estudo desenvolvido por Estivaleti *et al.* (2022) teve como objetivo realizar a predição das prevalências de sobrepeso e obesidade para 2030, com base nos dados do VIGITEL. Os autores estimaram que, em 2030, 1/4 da população adulta brasileira terá obesidade e que a proporção de indivíduos classificados com obesidade grau 2 e 3 seja maior que 10% em 8 das 27 unidades da federação. E as maiores prevalências foram estimadas entre os adultos com idade entre 35 e 54 anos, cor de pele preta, com escolaridade entre 8 e 11 anos de estudo. Além disso, capitais das regiões Norte e Centro-oeste (Manaus, Cuiabá e Rio Branco) também apresentaram maiores estimativas de obesidade, enquanto as prevalências mais baixas foram estimadas para as capitais Florianópolis, Palmas e Curitiba, destacando como a ocorrência da obesidade está associada ao nível socioeconômico, afetando aqueles com menor poder

aquisitivo (Estivaleti *et al.*, 2022). No estudo de Martins-Silva *et al.* (2019) que dados da PNS de 2013 foram analisados, os indivíduos que residiam na área urbana e na região Sul apresentaram maiores prevalências de obesidade para ambos os sexos (homens: 20,8% e mulheres: 26,5%), enquanto as maiores prevalências na área rural foram nas regiões Centro-Oeste para os homens (17,2%) e Sul para mulheres (27,4%), considerando que as maiores prevalências foram entre as mulheres comparadas aos homens (Martins-Silva *et al.*, 2019).

As desigualdades socioeconômicas e a associação com excesso de peso e a obesidade também foi abordada no estudo de Triaca, Santos e Tejada (2020), com base nos dados da PNS de 2013, em que adultos brasileiros foram analisados e foi destacado que dentre os homens, o excesso de peso e a obesidade era mais concentrada entre os mais ricos independente da região em que residiam, enquanto que nas mulheres a concentração foi maior entre as mulheres mais ricas residentes de áreas menos desenvolvidas (regiões Norte e Nordeste) e entre as mais pobres residentes de regiões mais desenvolvidas (regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste). Além disso, em homens, foi observada associação inversa entre homens consumo feijão e prática de atividade física com excesso de peso, especialmente entre aqueles de menor nível socioeconômico. Os autores discutem que o acesso a maior renda, ao invés de proporcionar maior acesso a hábitos de vida melhores, como dietas saudáveis e prática de exercício físico, existe uma maior predileção ao consumo de alimentos ultraprocessados, com comer fora de casa e alimentos prontos para o consumo (Triaca; Santos; Tejada, 2020).

Análises realizadas com dados provenientes do VIGITEL 2019 indicaram que os adultos com intermediário (9-11 anos) e elevado nível de escolaridade (≥ 12 anos) apresentaram maior consumo de alimentos frescos. Mulheres e homens que se autodeclararam como brancos apresentaram maior consumo de alimentos frescos comparados aos que se autodeclararam como pretos e com o mesmo nível de escolaridade, destacando assim as desigualdades associadas ao nível de escolaridade e cor de pele (Crepaldi *et al.*, 2022).

Considerando que os fatores associados à obesidade são diversos e diferem de acordo com o seu nível de associação, podendo ser de origem demográfica, social, econômica, inerente ao indivíduo ou relacionado ao seu estilo de vida, sugere-se que ao analisar essa relação, eles sejam alocados em categorias, sendo então a utilização do modelo multivariado com entrada hierarquizada das variáveis recomendado e utilizado em diferentes contextos (Fachel; Victora; Fuchs, 1996; Olinto *et al.*, 1997; Netzling; Taddei; Gigante, 2003; Nascimento *et al.*, 2004; Silveira *et al.*, 2005; Reuter *et al.*, 2018; Damacena *et al.*, 2020). O modelo multivariado baseado em um modelo conceitual tem sido recomendado quando o objetivo é avaliar o efeito de um potencial fator de risco em um desfecho de interesse, após controlar por variáveis de

confundimento, considerando a relação hierárquica presente entre os fatores sob investigação, e não apenas a significância estatística das variáveis do modelo (Olinto *et al.*, 1997). É importante ressaltar que a construção do modelo conceitual é baseada na leitura da literatura sobre os fatores sociais, biológicos e temporais que podem estar associados ao desfecho de interesse. A organização hierárquica das variáveis também obedecerá ao conhecimento sobre a influência direta ou indireta que elas exercem no desfecho, podendo então serem classificadas como determinantes distais (aqueles que se encontram mais distantes do desfecho) ou proximais (Olinto *et al.*, 1997). Estudos têm sido publicados utilizando essa abordagem no contexto da obesidade nacional e internacionalmente (Teichmann *et al.*, 2006; Siqueira *et al.*, 2015; Roda *et al.*, 2016; Gupta *et al.*, 2020).

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Caracterizar o consumo de açúcar de mesa e ANC na população brasileira com 10 anos ou mais de idade entre 2008-2009 e 2017-2018 e o padrão alimentar de adultos brasileiros associado ao excesso de peso em 2017-2018.

4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram divididos de acordo com o manuscrito apresentado na seção resultados.

Manuscrito 1

1. Comparar a prevalência de uso de açúcar de mesa e ANC dos brasileiros com 10 anos de idade ou mais entre o INA 2008-2009 e o INA 2017-2018.
2. Avaliar o uso de açúcar de mesa e ANC, segundo as características sociodemográficas (sexo, idade, renda), hábitos alimentares e condição de peso no INA 2017-2018.
3. Caracterizar a ingestão de energia, de macro e de micronutrientes de acordo com o uso de açúcar de mesa e ANC no INA 2017-2018.

Manuscrito 2

1. Identificar os padrões alimentares em adultos associados à componentes dietéticos associados ao sobrepeso e à obesidade: densidade de energia, percentual de gordura total e densidade de fibras.
2. Analisar a associação dos padrões alimentares com sobrepeso e obesidade, ajustada por potenciais fatores de confusão.

5 MÉTODOS

5.1 Desenho, população e amostra do estudo

O Inquérito Nacional de Alimentação (INA) é uma subamostra da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). É um estudo transversal com representatividade nacional que avalia brasileiros de ambos os sexos, com 10 anos ou mais de idade (IBGE, 2011; IBGE, 2020c).

A POF tem como objetivo investigar aspectos da condição de vida dos brasileiros por meio da obtenção dos dados de orçamentos domésticos. Sua amostra foi selecionada por plano amostral por conglomerados em dois estágios, com estratificação geográfica e estatística das unidades primárias de amostragem que correspondem ao conjunto de setores censitários do Censo Demográfico de 2000 na POF de 2008-2009 e do Censo Demográfico de 2010 na POF 2017-2018, baseado na amostra-mestra desenvolvida pela IBGE. A amostra-mestra é uma amostra comum utilizada por diferentes pesquisas no país para planejamento amostral, com a criação de um conjunto de setores censitários (considerados unidades primárias de amostragem). Com base nessa amostra-mestra, várias subamostras podem ser selecionadas. Os dados foram obtidos durante os 12 meses do ano para contemplar as variações sazonais do consumo de alimentos (IBGE, 2011; IBGE, 2020c).

Dos 55.970 domicílios investigados na POF 2008-2009, uma subamostra de 24,3% dos domicílios foi selecionada de forma aleatória para compor o INA de 2008-2009 ($n=13.569$), totalizando 34.003 indivíduos. Na POF 2017-2018 foram selecionados 57.920 domicílios de forma aleatória e uma subamostra de 34,7% dos domicílios compôs o INA 2017-2018 ($n=20.112$), totalizando 46.164 indivíduos investigados (IBGE, 2011; IBGE, 2020c). Nesta tese, para o primeiro manuscrito foram considerados os dados de todos os indivíduos com 10 anos ou mais examinados em ambos os inquéritos, exceto gestantes e lactantes (INA 2008-09=1.254; INA 2017-18=1.420), totalizando 32.749 indivíduos no INA 2008-09 e 44.744 no INA 2017-18. No segundo manuscrito foram avaliados apenas os dados de adultos, exceto gestantes e lactantes (INA 2017-18=28.153).

5.2 Coleta de dados e variáveis do estudo

5.2.1 Avaliação do uso de açúcar de mesa e ANC

Em ambos os inquéritos, a informação sobre o uso de açúcar de mesa e ANC foi obtida por pergunta específica: “O que você costuma usar para adoçar os alimentos (sólidos ou líquidos) que consome?” e as opções de resposta foram: “açúcar”, “adoçante”, “açúcar e adoçante” ou “não utiliza” (IBGE, 2011; 2020c).

Cabe ressaltar que em ambos os INAs não foram investigados os tipos de adoçantes usualmente utilizados, logo foi adotada a nomenclatura “adoçantes não calóricos” para se referir à opção “adoçante”.

5.2.2 Consumo alimentar

5.2.2.1 Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009

O consumo alimentar individual foi coletado em todos os indivíduos do domicílio, com 10 anos ou mais, por meio do método de registro alimentar em dois dias não consecutivos. O instrumento era preenchido pelo próprio entrevistado e revisado, posteriormente, pelo agente de pesquisa, que complementava as informações mediante entrevista quando necessário. Se o entrevistado não fosse capaz de registrar seu consumo alimentar, outro membro da família ou pessoa indicada pelo mesmo poderia auxiliá-lo (IBGE, 2011).

O entrevistado era instruído a registrar o consumo alimentar individual ao longo do dia, discriminando: item alimentar consumido, tipo de preparação, medida utilizada (volume ou medida caseira), quantidade consumida, horário e fonte do alimento (dentro ou fora do domicílio). Se fosse relatado o consumo de uma preparação com mais de um tipo de alimento, o entrevistado era instruído a descrever os ingredientes que a compunham, caso não fosse possível, colocaria o nome específico da preparação. Os entrevistados receberam uma cartilha com orientações sobre o preenchimento do registro alimentar que incluía fotografias de utensílios e recipientes, visando garantir melhor qualidade do registro (IBGE, 2011).

Os registros eram revisados pelos agentes de pesquisa para esclarecer as informações sobre quantidades consumidas e preparações/alimentos relatados. Eram realizadas perguntas de sondagem para confirmar ou completar as informações, quando indicado, quando havia períodos maiores que três horas sem registro de consumo alimentar ou quando menos de cinco itens alimentares eram consumidos ao longo do dia. Os entrevistados eram questionados sobre alimentos frequentemente omitidos em relatos de dieta (pequenos lanches, balas, doces, café, refrigerante e outras bebidas), sobre as especificidades de alimentos consumidos (por ex. produtos de baixa caloria) (IBGE, 2011).

A base de dados era composta por 1.500 itens selecionados dos 5.686 registros da base de dados de aquisição de alimentos e bebidas da POF 2002-2003. Os dados de consumo alimentar (bebidas e alimentos) eram registrados em computadores portáteis no próprio domicílio. O agente de pesquisa poderia incluir um novo alimento se fosse necessário, entretanto, esta prática era orientada a ser realizada apenas quando nenhum outro alimento similar fosse encontrado (IBGE, 2011).

5.2.2.2 Inquérito Nacional de Alimentação 2017-18

Os dados de consumo individual dos brasileiros foram obtidos a partir da aplicação de dois recordatórios de 24 horas (R24h) não consecutivos escolhidos ao longo da semana em que o agente de pesquisa esteve no domicílio. O indivíduo era questionado sobre todos os alimentos e bebidas consumidos no dia anterior por meio de entrevista pessoal realizada pelo agente de pesquisa do IBGE. A entrevista foi realizada com base em um roteiro estruturado baseado no Método Automatizado de Múltiplas Passagens para redução de erros na coleta dos dados, com utilização de *software* e auxílio de um *tablet* (Conway; Ingwersen; Moshfegh, 2004).

O entrevistado relatava todos os alimentos e bebidas consumidos no dia anterior e essas informações eram anotadas em um papel sem interrupção e, posteriormente, o agente de pesquisa realizava o registro do consumo em computadores portáteis no próprio domicílio do entrevistado, detalhando as informações sobre os itens alimentares relatados (alimentos ou preparações), a quantidade consumida (medidas caseiras ou medidas de volume), técnica de preparo (frito, cozido, grelhado, assado, outros), horário (de 0 a 23 horas), local de consumo (no domicílio ou levado do domicílio, merenda escolar, restaurantes, cantinas e vendedores ambulantes), ocasião de consumo (desjejum, almoço, lanche, jantar, ceia, outra ocasião), ingestão de água, uso de suplementos nos últimos 30 dias anterior à entrevista e a adição de itens à alimentos específicos. Para alimentos específicos era perguntada a possível adição de itens que podem ser consumidos juntos, sendo listadas 12 opções: azeite, manteiga/margarina, açúcar, adoçante, mel, melado, maionese, ketchup, mostarda, molho shoyo, queijo ralado e creme de leite. O respondente era questionado sobre o consumo de açúcar de mesa e adoçante como pergunta à parte, além do registro da ingestão de água ao longo do dia (IBGE, 2020c). A informação sobre a adição era qualitativa e as quantidades foram estimadas de forma padronizada, tendo sido considerado para itens à base de gordura, a adição de 20% da ingestão em gramas do alimento, somando todos os itens adicionados (por exemplo, se o indivíduo relatasse a adição de azeite de oliva e queijo ralado, a ingestão de cada item foi estimada em 10% da quantidade do alimento consumido). A adição de açúcar, mel, melado, ketchup, mostarda ou molho shoyo foi estimada em no máximo 10% da quantidade consumida de alimentos e bebidas. A adição apenas de açúcar de mesa foi estimada em 10%, e quando consumido em associação com ANC era contabilizado 5% da quantidade de alimentos e bebidas consumido (IBGE, 2020c).

O agente de pesquisa era instruído a observar se o entrevistado referiu um intervalo de três horas ou mais sem consumo de alimentos; menos de cinco itens alimentares ao longo do dia; e sondar sobre o consumo de itens alimentares geralmente omitidos em inquéritos

alimentares, como lanches, doces, bebidas e itens de adição e especificar se eram produtos dietéticos ou com redução de valor energético. O entrevistado também era questionado se estava realizando restrição alimentar e se era com a finalidade de emagrecimento, presença de algumas morbidades ou por outro motivo (IBGE, 2020c).

A base de dados de alimentos e bebidas foi atualizada com base na do INA 2008-2009, sendo composta por 1.832 itens. As unidades de medida (medidas caseiras) eram previamente cadastradas e o modo de preparo era restrito a nove opções, além da opção “não se aplica”, sendo possível a computação dos dados coletados. O agente de pesquisa poderia incluir um novo alimento se fosse necessário, entretanto, esta prática era orientada a ser realizada apenas quando nenhum outro alimento similar não fosse encontrado (IBGE, 2020c). Os itens relatados no R24h individual foram registrados em porções discriminadas em medidas de volume (gramas, mililitros, etc.) ou medidas caseiras (xícaras, copos, colheres, pratos, pegadores de macarrão) (IBGE, 2020c).

Considerando que o consumo alimentar foi analisado apenas para o INA 2017-2018, as medidas caseiras dos alimentos e bebidas referidos foram convertidos em unidades de volume (grama e mililitro) utilizando a “Tabela de medidas para alimentos consumidos no Brasil” criada na POF 2008-2009 (Bezerra *et al.*, 2022) e a ingestão de energia e nutrientes selecionados foi estimada com auxílio da “Tabela Brasileira de Composição de Alimentos” (TBCA) versão 7.0, do Centro de Pesquisa em Alimentos da Universidade de São Paulo (Giuntini *et al.*, 2019), disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.

Foi avaliada qualidade do relato de ingestão de energia considerando a relação entre ingestão e requerimento de energia do indivíduo, com base no método proposto por Huang *et al.* (2005). O requerimento de energia predito (ER) foi calculado usando as equações específicas para sexo e idade da *US Dietary Reference Intakes* (National Academies of Sciences, 2023), que também levam em conta a massa corporal, estatura e nível de atividade física (adotou-se ‘baixo nível de atividade física’). A variabilidade intraindividual da ingestão de energia relatada (rEI) e dos demais componentes do balanço energético foram considerados para calcular os pontos de corte que representavam $\pm 1,5SD$ da distribuição das razões entre rEI/ER. Foram calculados diferentes limites de confiança para o SD dependendo da faixa etária e sexo. Razões menores que 1,5SD foram caracterizadas como sub-relato (no presente estudo esse limite variou de $\leq 60\%$ a $\leq 72\%$) e aquelas maiores que +1,5SD foram consideradas como super-relato (variando entre $\geq 128\%$ e $\geq 140\%$). As razões com valores entre os limites considerados foram classificadas como relato aceitável.

5.2.3 Covariáveis

No Manuscrito 1 foram utilizadas como variáveis socioeconômicas, demográficas e condição de peso para ambos os inquéritos (sexo, idade, situação do domicílio, renda familiar mensal *per capita* e condição de peso) e de hábitos alimentares para INA 2017-2018 (realizar dieta e utilização de suplementos).

No INA os indivíduos investigados relataram o sexo biológico (masculino ou feminino). A idade foi obtida por meio da data de nascimento e, nos casos em que o indivíduo não sabia dessa informação, a idade em anos foi registrada, sendo utilizada na análise como anos completos. O indivíduo respondia sobre sua cor de pele com as opções: branco, preto, pardo, amarelo ou indígena. A variável escolaridade foi construída pelo IBGE com base em perguntas realizadas sobre o grau de instrução do entrevistado, variando de 0 a 16 anos de estudo. Foram obtidas informações do local de residência: regiões do país (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste), áreas urbana e rural. A renda familiar mensal per capita foi definida como o somatório dos rendimentos monetário e não monetário mensal do domicílio dos moradores que relatavam ter algum rendimento, dividido pelo número de moradores do domicílio.

5.2.3.1 Condição de peso

No INA 2008-09, a massa corporal foi medida com uso de balança eletrônica portátil, com capacidade de 150 quilogramas (kg) e graduação de 100 gramas (g) e registrada em kg. A estatura foi mensurada utilizando estadiômetro portátil com extensão de 200 cm com precisão de 0,1cm, sendo registrado em centímetros. Os indivíduos foram pesados e medidos descalços (IBGE, 2011). No INA 2017-18 as informações de peso e estatura foram autorrelatadas (IBGE, 2020c).

A condição de peso foi avaliada por meio do cálculo do IMC (kg/m^2), os adolescentes foram classificados de acordo com o índice IMC-para-idade classificados com sobrepeso se os escores z do IMC-para-idade fossem $\geq +1$ e obesidade se $\geq +2$ da distribuição de referência (De Onis *et al.*, 2007). Os adultos e idosos foram classificados com excesso de peso se o IMC fosse $\geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$ (WHO, 1998), sendo então categorizados em: com e sem excesso de peso e como peso adequado ($\text{IMC} < 25 \text{ kg}/\text{m}^2$), sobrepeso ($\text{IMC} \geq 25$ e $< 30 \text{ kg}/\text{m}^2$) e obesidade ($\geq 30 \text{ kg}/\text{m}^2$).

5.3 Manuscrito 1

No manuscrito 1, a variável de exposição foi o consumo de adoçantes calóricos e ANC.

Foi avaliado o consumo alimentar apenas para o INA 2017-2018. Nesse caso, os itens alimentares citados no primeiro dia de relato do foram categorizados em 13 grupos alimentares

(arroz e outros cereais; carne vermelha, suína, aves, ovos e pescados; feijão; doces e sobremesas; *fast food* e carnes processadas; óleos e gorduras; raízes e tubérculos; leite e derivados; bebidas à base de fruta e refrigerante; café e chá; biscoitos doces e salgados; frutas e vegetais; e outros itens [oleaginosas e sementes; preparações mistas; sopas e caldos]), de acordo com suas características nutricionais e hábitos de consumo (Quadro 1). A contribuição calórica diária dos grupos alimentares foi calculada por meio do seguinte cálculo:

$$\text{Contribuição calórica (\%)} = (\text{Caloria do grupo alimentar (kcal)} \div \text{Ingestão calórica diária (kcal)}) \times 100$$

Quadro 2 - Grupos de alimentos citados no R24h do primeiro dia. INA, Brasil, 2017-18.

Grupos Alimentares	Alimentos citados
Arroz e cereais	Arroz e preparações à base de arroz, milho e preparações à base de milho, massas, pão e outros cereais
Carne bovina, suína, aves, ovos e pescados	Carne bovina, carne suína, carnes orgânicas, aves, ovos, peixes.
Feijão	Feijões, lentilha, grão de bico, soja e preparações à base de feijão.
Doces e sobremesas	Bolos, doces, tortas e panificados, chocolates, doces à base de leite, doces à base de amendoim, doces à base de fruta, sorvete/picolé, doces <i>diet/light</i> , açúcar, adoçante, mel, melado, rapadura.
<i>Fast-food</i> e carnes processadas	Pizza, cachorro-quente, hambúrguer, misto-quente, sanduíches variados, empadão, esfirra, salgadinhos fritos, pão de queijo, pastel, chips (salgadinhos), embutidos (salsicha, salame, presunto, mortadela, peito de peru, carne de sol, carne seca, patê)
Óleos e gorduras	Manteiga ou margarina, manteiga de garrafa, banha, toucinho, pele de porco (pururuca), azeite, óleo de soja, óleo não especificado, nata, maionese, óleo de coco.
Raízes e tubérculos	Aipim, batata inglesa, batata-doce, inhame, beterraba, cará
Leite e derivados	Leite, leite fermentado, coalhada, preparações à base de leite, bebidas lácteas, iogurte, queijos variados (branco e amarelo) e requeijão.
Bebidas à base de fruta e refrigerantes	Refrescos/sucos industrializados de fruta, refrescos/sucos industrializados de fruta <i>diet/light</i> , refrigerantes, refrigerantes <i>diet/light</i> , bebidas energéticas, água de coco, outras bebidas não alcoólicas.
Café e chá	Café e chá.
Biscoitos	Biscoito salgado e doce.
Frutas e vegetais	Açaí, acerola, maçã, abacate, banana, laranja, outras frutas; alface, couve, repolho, salada crua, outras verduras, abóbora, cenoura, chuchu, pepino, tomate, outros legumes.
Outros itens	Oleaginosas e sementes; preparações mistas; caldos e sopas.

Fonte: Própria autora.

A ingestão usual de energia, macro e micronutrientes foi estimada utilizando o método do *National Cancer Institute* (NCI) dos Estados Unidos, com base nos dois dias não consecutivos de relato, utilizando idade como covariável no modelo e estratificado por sexo (TOOZE *et al.*, 2006). O método do NCI tem como objetivo a correção da variabilidade

intraindividual, e se constitui em um modelo misto dividido em duas partes que estima o consumo usual, multiplicando a probabilidade de consumir um alimento em um determinado dia com a quantidade usual de consumo no dia. A primeira parte do modelo é dividida em duas etapas: (1) a probabilidade de consumo de um alimento é estimada por meio de uma regressão logística, considerando covariáveis que representam os efeitos aleatórios específicos do indivíduo, como idade e sexo e (2) estimativa da quantidade usual consumida é calculada considerando as informações de consumo captadas, sendo necessária a aplicação do método por dois dias ou mais, e esse dado é transformado em uma distribuição normal por meio da transformação Box-cox, esses dados obtidos na primeira parte do modelo são utilizados na segunda parte, em que é realizada a correlação entre a probabilidade do consumo e a estimativa do que foi consumido no dia, estimando a distribuição da ingestão usual, onde cada indivíduo corresponde a 100 pseudo-indivíduos com efeitos individuais específicos simulados, estimando a média de consumo, o erro-padrão e os percentis da distribuição da ingestão usual (TOOZE *et al.*, 2006).

Nesse manuscrito, foram consideradas as seguintes variáveis para caracterização da população estudada e do consumo de açúcar de mesa e ANC: sexo (masculino, feminino), faixa etária (adolescente [10 a 19 anos], adulto [20 a 59 anos] e idoso [\geq 60 anos]), área de moradia (urbana e rural), renda familiar mensal *per capita* em múltiplos do salário mínimo (SM), considerando o valor oficial no meio dos inquéritos: R\$ 415,00, em janeiro de 2009 e R\$ 954,00, em janeiro de 2018 (<0,5 SM; 0,5 – 1 SM; 1 – 2 SM; >2 SM), condição de peso (com e sem excesso de peso), se estava em dieta (sim ou não) e se fez uso de qualquer tipo de suplemento (sim ou não).

5.3.1 Análise estatística

Foi estimada a prevalência (%) de uso de açúcar de mesa e ANC nos INAs de 2008-09 e 2017-18, de acordo com as variáveis explanatórias (sexo, faixa etária, condição de peso, área, renda familiar mensal *per capita* em múltiplos de salários-mínimos) e apenas no último INA para as variáveis: estar em dieta e uso de suplementos.

Apenas no INA 2017-2018, características dietéticas foram investigadas. A média de contribuição calórica dos grupos alimentares para a ingestão diária de energia e a ingestão usual de energia, macro e micronutrientes estimados por meio do método do NCI, com a idade incluída no modelo, estratificado por sexo e os nutrientes ajustados pela ingestão de energia, foram analisados de acordo com o tipo de adoçante utilizado (açúcar de mesa, adoçante não calórico, ambos ou nenhum).

As diferenças entre as proporções e médias foram identificadas por meio da sobreposição dos intervalos de confiança de 95%. O tamanho do efeito de Cohen *d* e *h* foi utilizado para avaliar as diferenças das médias e proporções, respectivamente, usando os pontos de corte: $\geq 0,2$ (pequena), $\geq 0,5$ (média) e $\geq 0,8$ (grande) (Cohen, 1998).

5.4 Manuscrito 2

No manuscrito 2 a variável dependente foi a condição de peso e a de exposição foi os padrões alimentares.

Para a identificação dos padrões alimentares de adultos brasileiros associados à componentes dietéticos associados à obesidade, foi utilizado o método de regressão PLS, modelo composto pelas variáveis preditoras que são os grupos alimentares, e as variáveis respostas que neste caso foram três nutrientes associados com a obesidade, com base na literatura (WHO, 2003; WHO, 2020; Stelmach-Mardas *et al.*, 2016; Jessri *et al.*, 2017): densidade de energia (gramas/1.000 kcal), percentual de gordura total (%GT) e densidade de fibras (gramas/1.000 kcal).

Os alimentos citados no primeiro dia de consumo alimentar foram agrupados em 32 grupos alimentares, com base nas suas características nutricionais e nas variáveis respostas selecionadas: arroz; grãos integrais; milho e preparações; feijão e preparações; folhosos e legumes; raízes e tubérculos; frutas; massas e preparações; carne vermelha e suína e preparações; aves e preparações; pescados e preparações; carnes processadas; ovos e preparações; doces e sobremesas; água; bebidas alcoólicas; suco de fruta; bebidas adoçadas; café e chá; *fast food* e lanches; sopas e caldos; molhos; leite; iogurte e bebidas lácteas; queijos e preparações; açúcares; ANC; gorduras sólidas; óleos vegetais; bolos e panificação; biscoitos doces e salgados; e pão (Quadro 2). Foram retidos em cada fator (padrões alimentares) os grupos alimentares que apresentaram carga fatorial $\geq |0,15|$.

Quadro 3 - Grupos de alimentos citados pelos brasileiros no INA 2017-18.

(continua)

Grupos Alimentares	Alimentos citados
Café e chá	Café, café com leite, capuccino e chá
Água	Água e água saborizada.
Arroz	Arroz e preparações à base de arroz.
Feijão	Feijões, lentilha, grão de bico, soja, preparações à base de feijão e substitutos de carne.
Açúcar	Açúcar de mesa, açúcar mascavo, açúcar demerara, adoçante, mel, melado, rapadura.

(conclusão)

Grupos Alimentares	Alimentos citados
Carne bovina e suína	Carne bovina, preparações à base de carne bovina, carnes preservadas, vísceras, outras carnes; carne suína e preparações à base de carne suína.
Pão	Pães.
Vegetais folhosos e não folhosos	Alface, couve, repolho, salada crua, outras verduras; temperos naturais; abóbora, chuchu, pepino, tomate, outros legumes.
Gorduras sólidas	Margarina, manteiga, manteiga de garrafa, banha, óleo de coco, creme de leite.
Aves	Aves e preparações à base de aves.
Suco de fruta	Suco de fruta.
Raízes e tubérculos	Canoura, aipim, batata inglesa, farinha de mandioca, batata-doce, inhame, beterraba, cará, outras raízes e tubérculos.
Frutas	Abacaxi, açaí, acerola, maçã, abacate, banana, laranja, mamão, manga, melancia, tangerina, frutas secas, outras frutas.
<i>Fast food</i>	Pizza, batata frita, sanduíches, tortas salgadas; <i>chips</i> (salgadinhos).
Biscoitos	Biscoito salgado e doce.
Massas	Macarrões, lasanha, capeletti, canelone, nhoque, yakissoba, crepe, panqueca, macarrão instantâneo.
Bebidas adoçadas	Refrescos/sucos industrializados de fruta, refrigerantes <i>diet/light</i> , outras bebidas não alcoólicas.
Óleos vegetais	Óleo de soja, óleos vegetais, azeite de oliva.
Ovos	Ovos e preparações à base de ovos.
Bolos e panificados	Bolos doces, tortas doces e panificados.
Doces e sobremesas	Chocolates, doces à base de leite, doces à base de amendoim, doces à base de fruta, sorvete/picolé, outros doces, doces <i>diet/light</i> .
Carnes processadas	Embutidos, salsicha, salame, presunto, mortadela, peito de peru.
Queijos	Queijos, muçarela, ricota, queijo ralado, requeijão, pratos à base de queijo.
Milho	Milho e preparações à base de milho.
Leite	Leite integral, semidesnatado e desnatado.
Grãos integrais	Arroz integral, massas integrais, biscoitos integrais, pão integrais, outras fibras.
Bebidas lácteas	Iogurte, coalhada, kefir, leite fermentado, achocolatado, bebidas à base de soja, leite.
Pescados	Peixes frescos, peixes enlatados, peixes preservados, e preparações à base de peixe.
Adoçantes não-calóricos	Adoçantes não-calóricos
Sopas e caldos	Sopas e caldos.
Molhos	Maionese, ketchup, shoyo, mostarda, molho para salada.
Bebida alcoólica	Cerveja, vinho, bebidas destiladas.

Fonte: Própria autora.

As covariáveis consideradas nesse manuscrito foram: 1) Região: Norte, Nordeste, Sul, Sudeste, Centro-Oeste; área de moradia (urbana e rural); 2) Características sociodemográfica da família: renda familiar mensal *per capita* em múltiplos de SM (<0,5 SM, 0,5 – <1 SM, 1 – 2 SM, >2SM), Segurança alimentar (Segurança alimentar; Insegurança alimentar leve; e

Insegurança alimentar moderada e grave), Composição familiar (presença de pelo menos uma criança ou adolescente com 14 anos ou menos ou não), sexo do chefe da família (homem ou mulher); 3) Características sociodemográficas individuais: sexo (homem e mulher), grupo etário (de 20 a 40 anos e >40 a 59 anos), cor de pele (branca, preta, parda, amarela ou indígena), escolaridade (<9 anos de estudo, de 9 a 12 anos de estudo, >12 anos de estudo); e 4) Hábitos alimentares: estar em dieta (sim ou não), uso de suplementos (sim ou não), comer fora de casa (sim ou não), consumo de pelo menos um lanche por dia (sim ou não) (IBGE, 2020c),

No INA 2017-2018, foram investigados o nível de Insegurança Alimentar (IA) e Segurança Alimentar (SA) por meio da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), que tem como objetivo avaliar a percepção e experiência com a fome dos residentes do domicílio nos últimos três meses. A EBIA é composta por 14 perguntas dicotômicas, e 8 delas aplicadas apenas em residência composta apenas por adultos (acima de 18 anos), e respondida pela pessoa de referência da família, e é classificada em: Segurança alimentar; Insegurança alimentar leve; Insegurança alimentar moderada; Insegurança alimentar grave (Segall-Corrêa *et al.*, 2014).

O consumo fora de casa foi considerado quando algum alimento foi consumido fora de casa ao longo do dia. O consumo de lanche (sim ou não) foi considerado quando foi relatado algum lanche ou outra ocasião de consumo. Ao final da entrevista do R24h, o indivíduo relatava se o dia de consumo era um dia típico ou atípico (IBGE, 2020c).

5.4.1 Análise estatística

Foram estimadas as proporções das características demográficas, domiciliares, individuais e dietéticas de acordo com a condição de peso (peso adequado, sobrepeso e obesidade) de adultos brasileiros. Correlação de *Pearson* foi calculada entre os escores individuais dos padrões alimentares identificados e as variáveis preditoras (grupos de alimentos) e resposta (densidade de energia, percentual de energia proveniente das gorduras totais e densidade de fibra), considerando o desenho e peso amostrais.

Estimou-se a associação entre os padrões alimentares e sobrepeso e obesidade. Para tanto foram utilizados dados de um adulto sorteado em cada domicílio (n=16.461), sem consideração dos pesos amostrais. Essa estratégia foi adotada com o intuito de evitar o efeito de agregação familiar.

Foi desenvolvida análise de regressão logística multinomial simples e múltipla, sendo estimados os *odds ratio* (OR) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). O desfecho foi a condição de peso ((1) peso adequado [referência], (2) sobrepeso e (3) obesidade).

Os escores dos padrões alimentares foram categorizados em quintos. A entrada das variáveis independentes no modelo seguiu a ordem estabelecida pelo modelo teórico desenvolvido para esta análise, baseado na revisão da literatura (Figura 1, página 104), que obedeceu à seguinte sequência: Nível 5: Localização geográfica; Nível 4: Características sociodemográficas familiares; Nível 3: Características sociodemográficas individuais; Nível 2: Hábitos alimentares; Nível 1: Padrões alimentares (Figura 2, página 105). As variáveis ‘dia atípico de consumo alimentar’ e ‘qualidade do relato do consumo de alimentos’ foram inseridas como variáveis de ajuste no modelo final.

Para o modelo final, as variáveis independentes foram inseridas respeitando a hierarquização do modelo multivariado, considerando modelo conceitual elaborado para este estudo. Variáveis com $p < 0,05$ no teste de *Wald* foram retidas no modelo final. Todas as análises foram realizadas no *SAS On Demand* (SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, NC 27513, USA).

5.5 Aspectos éticos

O protocolo de pesquisa do INA 2008-2009 foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro: CAAE 0011.0.259.000-11 em 19 de julho de 2011. No INA 2017-2018 o estudo foi considerado isento pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (parecer nº 4.316.087), nos termos da Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 46/2012 e do Ato Operacional nº 001/2013, pois os dados são desidentificados e disponibilizados publicamente (www.ibge.gov.br).

6 RESULTADOS

A seção de resultados contempla os dois artigos produzidos para esta tese de doutorado. O Artigo 1 foi publicado na revista *British Journal of Nutrition*, e o artigo 2 será submetido a revista *International Journal of Environmental Research and Public Health* para a edição especial *The Role of Food Consumption in the Global Syndemic*.

6.1 Manuscrito 1:

Use of table sugar and non-caloric sweeteners in Brazil: Associated factors and changes across a decade.

(Uso de açúcar de mesa e adoçantes não calóricos no Brasil: Fatores associados e mudanças ao longo de uma década).

British Journal of Nutrition, p. 1-9, doi: 10.1017/S0007114523003057.

6.2 Manuscrito 2:

Energy-dense and low-fiber dietary pattern associated with overweight and obesity in Brazilian adults: 2017-2018 National Dietary Survey

(Padrão alimentar elevado em energia e baixa densidade de fibras associado ao sobrepeso e à obesidade em adultos brasileiros: Inquérito Nacional de Alimentação de 2017-2018)

6.1 Manuscript 1

Use of table sugar and non-caloric sweeteners in Brazil: Associated factors and changes across a decade

Abstract

This study evaluated changes in the use of sweeteners over one decade and the relationship between sociodemographic, diet, and weight status with the type of sweetener. Data came from the Brazilian National Dietary Surveys of 2008-2009 and 2017-2018, including ≥ 10 -year-old individuals ($n=32,749$; $n=44,744$, respectively, after excluding pregnant and lactating women). The use of table sugar, non-caloric sweeteners [NCS], both, or none was reported through a specific question. Food consumption was assessed using two non-consecutive food records (2008-2009) and 24-hour recalls (2017-2018). For the last survey, means of energy, macro and micronutrient intake, food groups' contribution (%) to daily energy intake, and age- and energy-adjusted nutrient intake were estimated according to the type of sweetener used. Differences in means and proportions across the categories of sweeteners used were evaluated based on the 95% confidence intervals. All analyses were stratified by sex, and considered sample design and weights. Over ten years, the use of table sugar decreased by 8%, while the habit of not using any sweetener increased almost three times, and the use of NCS remained stable. Larger reductions in the use of table sugar were observed in the highest income level and among men. Regardless of sex, compared to NCS users, table sugar users had greater mean intake of energy, carbohydrates, and added sugar, and lower micronutrient intake means. Although table sugar is still the most used sweetener, the increased choice of "no sweetener" is noteworthy in Brazil.

Keywords: Sugars; Nutritive sweeteners; Non-Nutritive Sweeteners; Dietary Surveys.

Introduction

High sugar intake has been associated with unfavorable health outcomes, mainly dental caries, obesity, type 2 diabetes, and other metabolic disorders^(1,2). On the other hand, although it is still controversial, potential long-term use of non-caloric sweeteners (NCS)⁽³⁾, sugar substitutes with high sweetening power and none or negligible caloric content, have also been associated with adverse health outcomes, such as weight gain or no weight reduction⁽⁴⁾, insulin resistance⁽⁵⁾, and imbalance of the intestinal microbiota⁽⁶⁾. Therefore, reducing both sugar and NCS intakes have been recommended in nutrition guidelines^(3,7,8,9).

Hence, efforts to monitor trends in the use of these sweeteners are relevant to inform nutrition policies. Nevertheless, globally, data on sweetener use from national dietary surveys are scarce and irregularly collected⁽¹⁰⁾. This gap in the literature may be due to several factors, for example the variability in the terminology used to name the different types of sweeteners⁽¹¹⁾. Furthermore, this information is obtained primarily by means of dietary assessment tools, which are usually subject to misreporting, especially underreporting⁽¹²⁾. Additionally, sweeteners, as most of the additive items, are recognized as frequently omitted items in food consumption reports⁽¹³⁾. In most countries, sugar intake is either stable or decreasing⁽¹¹⁾ while the NCS use has increased worldwide, with the most significant growth observed in Latin American and China markets⁽¹⁴⁾. Over the lifespan, the intake of added sugars decreases⁽¹⁵⁾ and the NCS use increases⁽¹⁶⁾.

Sociodemographic and dietary factors associated with using caloric and noncaloric sweeteners have been evaluated. Lee *et al.*⁽¹⁷⁾, in the United States of America (USA), observed that adults reporting high intake of added sugar (>15% of daily energy intake) had lower education and income levels, and the main sources of added sugar were sugary beverages, baked goods, and caloric sweeteners. In the Australian population, the NCS use was reported mainly by adult women with higher body mass index (BMI), individuals that reported being on a diet for weight loss, and those who self-reported having diabetes; moreover, the main food sources of NCS were sweetened beverages, yogurt, and other flavored drinks⁽¹⁸⁾. Nationally representative survey carried out in Canada showed that adults with moderate sugar intake had greater intake of fiber, vitamin A, vitamin C, iron, and phosphorus than those with high or low sugar intake⁽¹⁹⁾.

In Brazil, data from the first Brazilian National Dietary Survey (2008-2009) showed that the majority of Brazilians (86%) chose table sugar to sweeten foods and beverages, while 8% opted by NCS⁽²⁰⁾, however, the sweeteners choice has not been a frequent target of Brazilian studies. Therefore, the objective of this study was two-fold: firstly, to evaluate changes in

sweetener use (table sugar and NCS) between the nationwide dietary surveys carried out in 2008-2009 and in 2017-2018^(21,22), considering sociodemographic and individual characteristics; secondly, to analyze data from the 2017-2018 survey to investigate the association between the type of sweetener used and diet characteristics.

Materials and methods

Ethical Statement

The Research Ethics Committee of the Institute of Social Medicine of the University of the State of Rio de Janeiro approved the research protocol of the 2008-2009 National Dietary Survey (CAAE 0011.0.259.000-11) and deemed exempt the 2017-2018 National Dietary Survey (# 4.316.087) since data are de-identified and publicly available (www.ibge.gov.br), as authorized by the Brazilian National Health Council Resolution number 46/2012 and Operational Act number 001/2013.

Study design and population

Data came from two Brazilian National Dietary Surveys (NDS) (in Portuguese: Inquérito Nacional de Alimentação - INA) which examined subsamples of 2008-2009 and 2017-2018 Household Budget Surveys (HBS) (in Portuguese: Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF). Both HBS representative samples were selected using a complex sample design, in which the census tracts were the primary sampling units and the households, the secondary sample units. Details on the sampling design are available elsewhere⁽²³⁾. The NDS subsamples comprised about 25% and 35% of the households included in the 2008-2009 and 2017-2018 HBS, which corresponded to 13,659 and 20,112 households, respectively. In each selected household, the NDS investigated all subjects ≥ 10 years old; therefore, 34,003 individuals were included in the first study and 46,164, in the second. Data were collected over 12 months in all census tracts providing information on seasonal variations in food consumption⁽²³⁾. After excluding pregnant and lactating women (n= 1,254 and n= 1,420, respectively), this analysis included 32,749 subjects from the 2008-2009 NDS and 44,744 from the 2017-2018 NDS. In both 2008-2009 and 2017-2018 surveys, data were collected in the households using structured questionnaires through in-person interviews.

Assessment of the sweetener choice

Individuals were asked about the type of sweetener they usually choose through an objective question “What type of sweetener do you often use?” with the following options to answer: “table sugar”, “non caloric sweeteners (NCS)”, “sugar and NCS”, or “none”⁽²⁴⁾.

Food consumption: 2017-2018 National Dietary Survey

Two 24-hour recalls were applied on non-consecutive days selected within a one-week span by a previously trained research agent, and the subjects reported all the foods and drinks (including water) consumed during the days before both interviews. The in-person interviews were based on the Multiple-Pass Method⁽²⁵⁾ and were carried out with the support of a tablet-based software designed specifically for this assessment. The interviewee was asked to detail information on the amount of food consumed, cooking method, place, and time of consumption⁽²⁶⁾.

The software database was composed of 1,832 food items, and the field agent could include items not found in the database. Measures of the food and drinks reported were converted into units of mass or volume (grams or milliliters)⁽²⁷⁾, and energy and nutrient intake was estimated using the Brazilian Food Composition Table (TBCA) v.7.0⁽²⁸⁾.

By answering yes-no questions, the participants gave information on the use of 12 items that are usually added to selected foods and drinks, including spreads, honey, table sugar, and NCS. The estimation of energy and nutrient intake took into account the consumption of such items following standardized procedures since no information on the amount added to food was available. For fat-based items (olive oil, butter/margarine, mayonnaise, grated cheese, and sour cream) a maximum of 20% of the intake in grams was added to the food, summing up all items added (for example: if the participant added olive oil and grated cheese, the intake of each one was estimated as 10% of the amount reported). A maximum of 10% of the amount consumed was added to the food if the addition of sugar, honey, molasses, ketchup, mustard, or soy sauce was reported. The addition of table sugar was estimated as 10% of the amount consumed when only table sugar was added to foods and beverages, and as 5% of the amount consumed, if table sugar and NCS were added to foods and beverages⁽²⁶⁾.

Usual mean daily energy, macronutrients, and micronutrients intake was estimated using the two 24h-recalls with correction for the within-person variability using a method adopted by the National Cancer Institute (NCI), including age as a covariate and stratified by sex^(29,30). The NCI method is composed of two-part nonlinear mixed model: in the first part is estimated the probability of nutrient intake modeled as a mixed effects logistic regression, and

in the second part the usual intake amount of nutrients is estimated through mixed effects linear model^(29,30).

Additionally, the percentage contribution (%) of macronutrients to total energy intake was estimated, and micronutrients intake was adjusted by total energy intake using the nutrient density method⁽³¹⁾. The foods reported in the first 24-hour recall used in 2017-2018 NDS were categorized into 13 food groups (rice and other cereals; beef, pork, poultry, eggs, and fish; beans; candies and desserts; fast foods and processed meats; oils and fats; roots and tubers; milk and dairy; fruit-based drinks and soda; coffee and tea; cookies and crackers; fruits and vegetables; and "other items" [nuts and seeds; mixed dishes; broth, chowders, and soups], according to their nutritional characteristics and consumption habits (Supplemental Table). The food groups' contribution (%) to total daily energy intake was calculated.

Covariables

Sociodemographic covariables considered in this study were: sex; age group (adolescents [10-19 years old], adults [20-59 years old], and elderly [≥ 60 years old]); urban or rural area; and monthly per capita family income (estimated from the sum of household incomes divided by the number of household members and categorized according to multiples of the country official minimum wage in the middle of the surveys: US\$ 174.40, in January 2009, and US\$ 298.50, in January 2018)^(21,22). Self-reported weight and height were used to calculate the body mass index ($BMI = \text{weight}/\text{height}^2$) and assess weight status according to the World Health Organization (WHO) criteria (adolescents were classified as overweight if z-scores of BMI were $>+1$ of the reference distribution⁽³²⁾; adults and elderly were overweight if the BMI was $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ ⁽³³⁾). The participants informed if they were on a diet at the time of the interview through the yes-no question "Are you on a diet?". Information on supplement use was also obtained through the yes-no question "Have you taken any kind of supplement in the 30 days prior to the interview?"⁽²²⁾.

Statistical Analysis

The proportions (%) of use of sweeteners were estimated considering total population and the covariables categories in both surveys, except for being on a diet and taking supplements, which were collected only in the 2017-2018 NDS. Also, diet characteristics according to the use of sweeteners were investigated only in the 2017-2018 NDS, specifically, the mean contribution (%) of food groups to total energy intake, and the usual intakes of macronutrients and micronutrients, which were estimated using the NCI method with age as

covariate in the model and stratified by sex, additionally, the nutrients were adjusted by energy intake.

Differences in means and proportions across the analyzed categories were evaluated based on the 95% confidence intervals overlapping. Cohen's d and h effect sizes were used to examine differences of means and proportions, respectively, using the following ranges: ≥ 0.2 small, ≥ 0.5 medium, ≥ 0.8 large⁽³⁴⁾. The analyses were performed on SAS on Demand, considering sample weights (SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, NC 27513, USA).

Results

Both in 2008-2009 and 2017-2018 NDS, most of the population were adults (64.7% and 63.9%) and lived in urban areas (83.6% and 85.6%). Females comprised 50.2% of the population in 2008-2009 and 49.3% in 2017-2018; in addition, excess weight prevalence (overweight + obesity) was 41.9% and 51.5%, respectively. In 2017-2018, 14% of the population reported being on a diet and 18.8% took at least one kind of supplement in the 30 days prior the interview (Table 1).

In general, comparing 2008-2009 and 2017-2018 NDS data, the use of sugar table decreased by 8% (85.7% vs. 79.2%) while the use of no sweetener increased almost three times (1.6% vs. 6.8%) with a small effect size, and the use of NCS alone (7.6% vs. 8.8%) and both options (5.1% vs. 5.2%) remained stable. In the ten-year period, table sugar use was steady among the elderly and decreased among adolescents (94.9% vs. 91.3%) and adults (86.1% vs. 79.9%). This reduction varied between 4 and 7 percentage points similarly across the categories of sex, weight status, and urban or rural situation. The decrease in table sugar use was also observed across the income categories, with effect sizes of 0.26 and 0.23 for the categories of per capita income <0.5 and between 0.5 and <1.0 minimum wage. The increase in the option 'no sweetener' was observed in all the categories analyzed and the greatest increases were observed among men (1.3% vs. 7.0%; effect size=0.31), in rural areas (0.9% vs. 4.6%; effect size=0.24), among those with per capita family income between 1 and 2 minimum wages (1.1% vs. 6.0%; effect size=0.28) and in the category with per capita family income ≥ 2 minimum wages (2,5% vs. 10,2%; effect size=0.33) (Table 2).

In 2017-2018 NDS, the use of table sugar was reported in greater proportion by adolescents (91.3%) compared to adults and elderly (79.9%; 64.6%) with effect sizes of 0.33 and 0.68, respectively, among those living in rural compared to urban area (77.6% vs. 89.0%; effect size=0.31), in the lowest income category compared to the highest one (90.0% vs. 65.0%; effect size=0.62), among individuals reporting not being on a diet compared to those on a diet

(83.5% vs. 51.5%; effect size=0.70), and among those that did not report any supplement use compared to those taking supplements (81.9% vs. 66.3%; effect size=0.36). The use of NCS alone was more frequent among elderly than adults and adolescents (20.2% vs. 7.7% vs. 1.5%; effect sizes of 0.37 and 0.69), in the highest than in the lowest income category (15.8% vs. 3.0%; effect size=0.47), and among individuals on a diet compared to those that were not dieting (11.1% vs. 4.3%; effect size=0.26). The use of NCS in combination with table sugar presented the same trend observed for the exclusive use of NCS. The option of not sweetening foods and beverages neither with table sugar nor NCS was more frequent among those from families with per capita income <0.5 minimum wage monthly compared to those from families with per capita income ≥ 2 minimum wages monthly (4.8% vs. 10.2%; effect size = 0.21) (Table 2).

In general, no important differences were observed in the energy contribution of food groups to total energy intake according to sweetener used. Even though the effect sizes were not important, differences were observed for ‘candies and desserts’ and ‘fruits and vegetables’. The contribution of ‘candies and desserts’ to energy intake among table sugar users was greater than the estimated to NCS users (9.7% vs. 5.3%; effect size=0.17). Inversely, ‘fruits and vegetables’ contributed less to energy intake among table sugar users in comparison to NCS users (3.8% vs. 7.1%; effect size=0.14) (Table 3).

For both men and women, the usual energy intake was greater among individuals using table sugar (men: 1985 kcal; women: 1566 kcal) than those choosing NCS (men: 1846 kcal; women: 1467 kcal), both (men: 1813 kcal; women: 1470 kcal), or none (men: 1790 kcal; women: 1454 kcal) and for women the effect sizes ranged from 0.44 to 0.53. Similarly, the intake of total carbohydrates and added sugar was greater among those using table sugar compared to individuals reporting the use of NCS or no sweetener, but the effect sizes were small or negligible. Regardless of sex, table sugar users had lower intake of micronutrients than NCS users, especially for calcium (men: 233 mg vs. 310 mg; women: 246 mg vs. 343 mg), potassium (men: 1254 mg vs. 1389 mg; women: 1281 mg vs. 1481 mg), phosphorus (men: 573 mg vs. 628 mg; women: 558 mg vs. 623 mg), vitamin A (men: 149 mcg vs. 248 mcg; women: 191 mcg vs. 312 mcg), and vitamin C (men: 54 mg vs. 75 mg; women: 67 mg vs. 97 mg). The effect sizes of such comparisons ranged between 0.22 and 0.31, except for calcium and vitamin C in men that had lower values of effect size (Table 4).

Discussion

Although sugar is still the preferred choice of sweetener in Brazil, its use decreased by 8% over ten years, while the proportion of individuals reporting not using any sweetener nearly

tripled; on the other hand, the use of NCS alone or in combination with table sugar remained stable. The decrease in the use of table sugar was observed in all strata investigated; nevertheless, it was more noticeable among individuals at the highest income level. Among individuals with an income between 1 and 2 minimum wages, men, and in rural areas, the choice of no sweetener increased over 5 times. Additionally, comparing the results with the analysis of Monteiro *et al.* for the 2008-2009 NDS⁽²⁰⁾, it is evident that, in the studied 10-year period, no substantial changes were observed in food groups' contribution to energy intake across the categories of sweetener choice.

Adolescents and individuals in the lowest income level were the main users of sugar and those reporting to a lesser extent the use of NCS and not adding any sweetener. In contrast, the elderly reported more frequently the use of NCS and less frequently the use of table sugar. In addition, dieters and individuals in the highest income level reported in greater frequency using NCS and adding no sweetener to foods and beverages and were those who reported the use of table sugar to a lesser extent. Such findings are consistent with studies carried out in Brazil⁽²⁰⁾, and in the USA⁽³⁵⁾ examining demographic characteristics associated with the use of sweeteners, which found that sugar intake was more prevalent among younger individuals, men, individuals with lower education levels, living in rural areas, and in the lowest income level, while the NCS use was more frequent among the elderly, women, individuals with overweight/obesity, those living in urban areas, and belonging to the highest income level.

The use of table sugar was related to greater consumption of candies and desserts and lower intake of fruits and vegetables compared to NCS users. Therefore, the food choices of table sugar users may explain their dietary profile, which is marked by higher energy and lower micronutrient intake than their counterparts.

These findings are consistent with the trend of decrease or stability in sugar intake that has been observed worldwide in the last years^(11,36,37) and can be related to the association of sugar with adverse conditions, such as dental caries, obesity, noncommunicable diseases, and other illnesses^(2,38). Surely, this scenario is in accordance with the Brazilian Dietary Guidelines⁽³⁹⁾ and 94% of dietary guides that recommend sparing table sugar intake^(7,39) following the WHO suggestions to limit free sugar intake⁽⁴⁰⁾.

Results on the steadiness in the report of the use of NCS are consonant with the results from a review that examined NCS use globally between 2008 and 2017 and showed no shift in the use of NCS over time globally⁽⁴¹⁾, except regarding specific groups, such as those diagnosed with diabetes mellitus, obesity or other metabolic disorders. Nonetheless, the estimation of NCS use has been presenting uncertain results⁽⁴⁾.

In this study, aging, the NCS use was more frequent among individuals who reported being on a diet and taking supplements; comparable results were observed in studies carried out in Brazil^(20,42,43) and other countries^(44,45), which showed that dietary changes motivated by the desire to lose weight, a healthy lifestyle or a better health condition were associated with NCS use. In addition, the use of NCS was related to a higher intake of fruits and vegetables, and selected micronutrients. Changes in eating habits driven by health problems such as diabetes mellitus, cardiovascular diseases or excess weight may explain these findings since increasing the consumption of fruits and vegetables and avoiding sugar intake are usual dietary therapeutic strategies adopted in these conditions⁽⁴⁴⁻⁴⁶⁾. Therefore, reverse causality may be a possible explanation for these findings, given that in this sample, 65% of the NCS users were individuals with excess weight (data not shown). In addition, the high prices of NCS could also contribute to explaining the higher intake of NCS among individuals in the highest income category.

Other studies conducted in Brazil, such as a nationwide population-based survey conducted in 2013-2014⁽⁴³⁾ found similar results regarding sociodemographic and lifestyle characteristics associated with NCS use. Additionally, a study carried out in 2010 in the Southern region observed that NCS were used in greater proportion by women, the elderly, individuals with excess weight, and in the highest income level⁽⁴²⁾.

Comparing the findings with other studies is challenging since different methods have been applied to estimate the use of sweeteners, diverse definitions are adopted for both caloric and non-caloric sweeteners⁽¹⁵⁾, and food composition databases did not present uniform information about those sweeteners^(10,47,48). Moreover, commonly, sugar- and NCS-sweetened beverages consumption is the exposition estimated to investigate the association between the intake of sweeteners and health outcomes⁽⁴⁹⁻⁵²⁾.

This study is not free from limitations. One limitation is the estimation of table sugar added to foods and beverages which was based on a yes-no question. Therefore, the amount of table sugar added to foods and beverages was estimated taking into account standardized procedures established by The Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE)⁽²²⁾. Also, NCS consumption from processed foods and beverages was not evaluated.

A strength of this study is the adoption of robust statistical techniques to correct bias related to dietary intake assessment throughout the estimation of mean usual intake using the NCI method⁽⁵³⁾. Also, to avoid bias in the comparisons, nutrient intake estimates were adjusted by the main possible confounders, specifically sex, age, and total energy intake. Therefore, the results of this study can contribute to indicating trends in the choice of sweeteners and to

understanding eating habits and dietary characteristics related to the use of sweeteners; consequently, providing support to health promotion initiatives.

Conclusion

In Brazil, table sugar use has decreased between 2008-2009 and 2017-2018 and the proportion of individuals choosing not to use caloric or non-caloric sweeteners increased during the studied period. Table sugar is the sweetener most used in the country and adolescents, individuals in the lowest income level, and those living in rural areas were the groups that reported using table sugar in greater proportions. Given the importance of these results to support initiatives to promote healthy eating, future studies should favor the standardization of definitions and methods used to obtain information on sweeteners use.

References

1. World Health Organization (2015) *Guideline: sugars intake for adults and children*. Geneva: World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>
2. Moores CJ, Kelly SAM, Moynihan PJ (2022) Systematic Review of the Effect on Caries of Sugars Intake: Ten-Year Update. *J Dent Res* **101**, 1034–1045.
3. Rios-Leyvraz M & Montez J (2022) *Health effects of the use of non-sugar sweeteners: a systematic review and meta-analysis*. Geneva: WHO. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240046429>
4. Toews I, Lohner S, Küllenberg de Gaudry D *et al.* (2019) Association between intake of non-sugar sweeteners and health outcomes: systematic review and meta-analyses of randomized and non-randomised controlled trials and observational studies. *BMJ* **364**, k4718.
5. Bueno-Hernández N, Esquivel-Velázquez M, Alcántara-Suárez R *et al.* (2020) Chronic sucralose consumption induces elevation of serum insulin in young healthy adults: a randomized, double blind, controlled trial. *Nutr J* **19**, 32.
6. Suez J, Cohen Y, Valdés-Mas R *et al.* (2022) Personalized microbiome-driven effects of non-nutritive sweeteners on human glucose tolerance. *Cell* **185**, 3307-3328.
7. Herforth A, Arimond M, Álvarez-Sánchez C *et al.* (2019) A Global Review of Food-Based Dietary Guidelines. *Adv Nutr* **10**, 590–605.
8. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025. 9th Edition. Available at: [DietaryGuidelines.gov](https://www.dietaryguidelines.gov).
9. Cámara M, Giner RM, González-Fandos *et al.* (2021) Food-Based Dietary Guidelines around the World: A Comparative Analysis to Update AESAN Scientific Committee Dietary Recommendations. *Nutrients* **13**, 3131.
10. Walton J, Bell H, Re R *et al.* (2023) Current perspectives on global sugar consumption: Definitions, recommendations, population intakes, challenges and future direction. *Nutr Res Rev* **36**, 1-22.
11. Wittekind A, Walton J (2014) Worldwide trends in dietary sugars intake. *Nutr Res Rev* **27**, 330-345.
12. Castro-Quezada I, Ruano-Rodríguez C, Ribas-Barba L *et al.* (2015) Misreporting in nutritional surveys: methodological implications. *Nutr Hosp* **31**, 119-127.
13. Whitton C, Ramos-García C, Kirkpatrick SI *et al.* (2022) A Systematic Review Examining Contributors to Misestimation of Food and Beverage Intake Based on Short-Term Self-Report Dietary Assessment Instruments Administered to Adults. *Adv Nutr* **13**, 2620–2665.
14. Sylvetsky, AC & Rother, KI (2016) Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. *Physiol Behav* **164**, 446–450.

15. Newens KJ & Walton J (2016) A review of sugar consumption from nationally representative dietary surveys across the world. *J Hum Nutr Diet* **29**, 225-240.
16. Dunford EK, Miles DR, Ng SW *et al.* (2020) Types and Amounts of Nonnutritive Sweeteners Purchased by US Households: A Comparison of 2002 and 2018 Nielsen Homescan Purchases. *J Acad Nutr Diet* **120**, 1662–1671.e10.
17. Lee SH, Zhao L, Park S *et al.* (2023) High Added Sugars Intake among US Adults: Characteristics, Eating Occasions, and Top Sources, 2015-2018. *Nutrients* **15**, 265.
18. Grech A, Kam CO, Gemming L *et al.* (2018) Diet-Quality and Socio-Demographic Factors Associated with Non-Nutritive Sweetener Use in the Australian Population. *Nutrients* **10**, 833.
19. Wang YF, Chiavaroli L, Roke K *et al.* (2020) Canadian Adults with Moderate Intakes of Total Sugars have Greater Intakes of Fibre and Key Micronutrients: Results from the Canadian Community Health Survey 2015 Public Use Microdata File. *Nutrients* **12**, 1124.
20. Monteiro LS, Hassan BK, Rodrigues PRM *et al.* (2018) Use of Table Sugar and Artificial Sweeteners in Brazil: National Dietary Survey 2008-2009. *Nutrients* **10**, 295.
21. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil (Household Budget Survey 2008-2009: analysis of personal food consumption in Brazil)*. Rio de Janeiro: IBGE. Available at: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>
22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento (2020) *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil (Household Budget Survey 2017-2018: analysis of personal food consumption in Brazil)*. Rio de Janeiro: IBGE. Available at: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>
23. Rodrigues RM, Souza AM, Bezerra IN *et al.* (2021) Most consumed foods in Brazil: evolution between 2008–2009 and 2017–2018. *Rev Saude Publica* **55**, Suppl. 1:4s.
24. Rodrigues RM, De Carli E, Araújo MC *et al.* (2021) Limitations in the comparison between the Brazilian National Dietary Surveys of 2008–2009 and 2017–2018. *Rev Saude Publica* **55**, Suppl. 1:3s.
25. Conway JM, Ingwersen LA, Moshfegh AJ (2004) Accuracy of dietary recall using the USDA five-step multiple-pass method in men: an observational validation study. *J Am Diet Assoc* **104**, 595-603.
26. Verly-Jr E, Marchioni DM, Araujo MC *et al.* (2021) Evolution of energy and nutrient intake in Brazil between 2008–2009 and 2017–2018. *Rev Saude Publica* **55**, Suppl. 1:5s.
27. Bezerra IN, Cavalcante JB, Vasconcelos TM *et al.* (2022) Evolution of food intake estimates in Brazil: the 2008-2009 and 2017-2018 National Dietary Surveys. *Rev Nutr* **35**, e210132.
28. Giuntini EB, Coelho KS, Grande F *et al.* (2019) 12th IFDC 2017 Special issue – Brazilian Nutrient Intake Evaluation Database: an essential tool for estimating nutrient intake data. *J Food Compos Anal* **83**, 103286.

29. Toozé JA, Midthune D, Dodd KW *et al.* (2006). A new statistical method for estimating the usual intake of episodically consumed foods with application to their distribution. *J Am Diet Assoc* **106**, 1575–1587.
30. Toozé JA, Kipnis V, Buckman DW *et al.* (2010) A mixed-effects model approach for estimating the distribution of usual intake of nutrients: The NCI method. *Stat Med* **29**, 2857–2868.
31. Willett W (2012) Implications of Total Energy Intake for Epidemiologic Analyses. In *Nutritional Epidemiology*. 3rd ed., pp. 161-286. Oxford: Oxford University Press.
32. de Onis M (2007) Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* **85**, 660–667.
33. World Health Organization (1998) *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO.
34. Cohen J (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, Second Edition (Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates).
35. Park S, Thompson FE, McGuire LC *et al.* (2016) Sociodemographic and Behavioral Factors Associated with Added Sugars Intake among US Adults. *J Acad Nutr Diet* **116**, 1589-1598.
36. Brand-Miller JC & Barclay AW (2017) Declining consumption of added sugars and sugar-sweetened beverages in Australia: a challenge for obesity prevention. *Am J Clin Nutr* **105**, 854-863.
37. Walton J, Bell H, Re R *et al.* (2021) Current perspectives on global sugar consumption: definitions, recommendations, population intakes, challenges and future direction. *Nutr Res Rev*, 1–22. Published online: 9 August 2021. doi: 10.1017/S095442242100024X.
38. GBD 2017 Diet Collaborators (2017) Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* **393**, 1958-1972.
39. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica (2014) *Guia alimentar para a população brasileira (Dietary Guidelines for the Brazilian population)*. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica, 2nd ed. Brasília: Ministério da Saúde. Available at: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf.
40. World Health Organization (2003) *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases*. Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series no. 916. Geneva: WHO. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/924120916X>.
41. Martyn D, Darch M, Roberts A *et al.* (2018) Low-/No-Calorie Sweeteners: A Review of Global Intakes. *Nutrients* **10**, 357.
42. Zanini RV, Araújo CL, Martínez-Mesa J (2011) Utilização de adoçantes dietéticos entre adultos em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil: um estudo de base populacional (Use of diet sweeteners by adults in Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil: a population-based study). *Cad Saude Publica* **27**, 924–934.

43. Arrais PSD, Vianna MPN, Zaccolo AV *et al.* (2019) Utilização de adoçantes no Brasil: uma abordagem a partir de um inquérito domiciliar (Use of artificial sweeteners in Brazil: a household survey approach). *Cad Saude Publica* **35**, e00010719.
44. Drewnowski A & Rehm CD (2016) The use of low-calorie sweeteners is associated with self-reported prior intent to lose weight in a representative sample of US adults. *Nutr Diabetes* **6**, e202.
45. DiFrancesco L, Fulgoni VL III, Gaine PC *et al.* (2022) Trends in added sugars intake and sources among U.S. adults using the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2001–2018. *Front Nutr* **9**, 897952.
46. Daher M, Fahd C, Nour AA *et al.* (2022) Trends and amounts of consumption of low-calorie sweeteners: A cross-sectional study. *Clin Nutr ESPEN* **48**, 427–433.
47. Louie JC, Moshtaghian H, Boylan S *et al.* (2015) A systematic methodology to estimate added sugar content of foods. *Eur J Clin Nutr* **69**, 154–161.
48. Scapin T, Louie JCY, Pettigrew S *et al.* (2021) The adaptation, validation, and application of a methodology for estimating the added sugar content of packaged food products when total and added sugar labels are not mandatory. *Food Res Int* **144**, 110329.
49. Litman EA, Gortmaker SL, Ebbeling CB *et al.* (2018) Source of bias in sugar-sweetened beverage research: a systematic review. *Public Health Nutr* **21**, 2345–2350.
50. Qin P, Li, Zhao Y *et al.* (2020) 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. *Eur J Epidemiol* **35**, 655–671.
51. Alcaraz A, Pichon-Riviere A, Palacios A *et al.* (2021) Sugar sweetened beverages attributable disease burden and the potential impact of policy interventions: a systematic review of epidemiological and decision models. *BMC Public Health* **21**, 1460.
52. Santos LP, Gigante DP, Delpino FM *et al.* (2022) Sugar sweetened beverages intake and risk of obesity and cardiometabolic diseases in longitudinal studies: A systematic review and meta-analysis with 1.5 million individuals. *Clin Nutr ESPEN* **51**, 128–142.
53. French CD, Arsenault JE, Arnold CD *et al.* (2021) Variance Components of Nutrient Intakes Data Working Group. Within-Person Variation in Nutrient Intakes across Populations and Settings: Implications for the Use of External Estimates in Modeling Usual Nutrient Intake Distributions. *Adv Nutr* **12**, 429–451.

Table 1. Population distribution (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use. National Dietary Surveys, Brazil, 2008-2009 and 2017-2018.

Characteristics	2008-2009	2017-2018
Sex		
Female	50.2	49.3
Male	49.8	50.7
Age group		
Adolescents*	21.5	17.9
Adults†	64.7	63.9
Elderly‡	13.8	18.1
Weight status		
No excess weight	58.1	48.5
Overweight or obese§	41.9	51.5
Area		
Urban	83.6	85.6
Rural	16.4	14.4
Monthly family per capita income (in multiples of the country minimum wage)¶		
< 0.5	17.2	16.6
0.5 to <1.0	23.6	24.2
1.0 to 2.0	28.6	31.9
> 2.0	30.7	27.3
Being on a diet¶¶		
Yes	-	14.0
No	-	86.0
Supplement intake¶¶¶		
Yes	-	18.8
No	-	81.2

*Adolescents: 10-19 years-old.

†Adults: 20-59 years-old.

‡Elderly: ≥60 years-old.

§Overweight or obese: adolescents classified according to age- and sex-BMI [body mass index] above +1 z-score of the reference distribution; adults and elderly: BMI ≥ 25kg/m²(32,33).

¶monthly per capita family income: categorized in multiples of the country's official minimum wage in the middle of the surveys (January 2009: US\$ 174.40; January 2018: US\$ 298.50).

¶¶This information was collected only in the 2017-2018 NDS.

Table 2 – Use of table sugar and non-caloric sweeteners (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use.
National Dietary Surveys, Brazil, 2008-2009 and 2017-2018. (to be continued)

Characteristics	2008-2009				2017-2018			
	Table sugar	Non-caloric Sweeteners	Both	None	Table sugar	Non-caloric Sweeteners	Both	None
	%; 95% confidence interval							
Total	85.7 (84.7; 86.6)	7.6 (6.9; 8.3)	5.1 (4.6; 5.8)	1.6 (1.3; 1.9)	79.2 (78.3; 80.1)	8.8 (8.2; 9.3)	5.2 (4.8; 5.7)	6.8 (6.2; 7.4)
Sex								
Female	82.0 (80.7; 83.2)	9.7 (8.8; 10.6)	6.5 (5.8; 7.3)	1.9 (1.5; 2.3)	76.4 (75.3; 77.4)	10.5 (9.9; 11.3)	6.5 (5.9; 7.2)	6.6 (5.9; 7.3)
Male	89.4 (88.4; 90.4)	5.5 (4.8; 6.4)	3.8 (3.2; 4.4)	1.3 (0.9; 1.7)	82.3 (81.3; 83.3)	6.8 (6.2; 7.5)	3.9 (3.4; 4.3)	7.0 (6.3; 7.8)
Age group								
Adolescents*	94.9 (93.9; 95.8)	1.9 (1.3; 2.6)	1.9 (1.4; 2.4)	1.3 (0.9; 2.0)	91.3 (90.1; 92.3)	1.5 (1.1; 2.0)	1.7 (1.2; 2.3)	5.6 (4.8; 6.5)
Adults†	86.1 (85.0; 87.1)	6.9 (6.2; 7.7)	5.5 (4.8; 6.2)	1.5 (1.2; 1.9)	79.9 (78.8; 80.9)	7.7 (7.0; 8.3)	5.6 (5.1; 6.2)	6.8 (6.1; 7.7)
Elderly‡	69.3 (66.3; 72.2)	19.9 (17.6; 22.4)	8.7 (6.8; 11.1)	2.0 (1.4; 3.0)	64.6 (62.7; 66.4)	20.2 (18.7; 21.7)	7.5 (6.5; 8.7)	7.7 (6.8; 8.8)
Weight status								
No excess weight	88.5 (87.4; 89.5)	5.9 (5.1; 6.7)	4.3 (3.7; 4.9)	1.4 (1.1; 1.8)	83.0 (82.0; 84.0)	6.3 (5.8; 6.9)	3.8 (3.4; 4.3)	6.8 (6.1; 7.6)
Overweight or obese§	81.8 (80.4; 83.1)	10.0 (9.0; 11.1)	6.4 (5.6; 7.3)	1.8 (1.4; 2.3)	75.7 (74.5; 76.8)	11.0 (10.3; 11.9)	6.6 (6.0; 7.2)	6.7 (6.0; 7.5)
Area								
Urban	84.2 (83.1; 85.3)	8.5 (7.7; 9.4)	5.6 (5.0; 6.3)	1.7 (1.4; 2.0)	77.6 (76.5; 78.6)	9.6 (8.9; 10.2)	5.7 (5.2; 6.3)	7.1 (6.4; 7.9)
Rural	93.3 (91.5; 94.7)	3.0 (2.4; 3.6)	2.8 (1.7; 4.5)	0.9 (0.4; 1.9)	89.0 (87.7; 90.2)	4.1 (3.4; 4.9)	2.3 (1.9; 2.9)	4.6 (3.8; 5.6)
Monthly family per capita income (in multiples of the country minimum wage)¶								
< 0.5	96.4 (95.4; 97.2)	1.6 (1.1; 2.2)	1.0 (0.7; 1.5)	1.0 (0.5; 1.9)	90.0 (87.8; 91.8)	3.0 (2.5; 3.7)	2.2 (1.7; 2.9)	4.8 (3.2; 7.1)
0.5 to <1.0	92.8 (91.7; 93.8)	3.3 (2.7; 4.1)	2.5 (2.0; 3.2)	1.3 (0.8; 2.0)	85.7 (84.3; 87.0)	5.5 (4.8; 6.3)	3.3 (2.8; 3.9)	5.5 (4.5; 6.7)
1.0 to 2.0	86.5 (84.9; 87.9)	7.6 (6.5; 8.8)	4.9 (4.0; 6.0)	1.1 (0.8; 1.6)	80.2 (78.8; 81.5)	8.6 (7.8; 9.5)	5.2 (4.5; 5.9)	6.0 (5.3; 6.8)
> 2.0	73.5 (71.2; 75.7)	14.3 (12.7; 16.1)	9.7 (8.4; 11.2)	2.5 (1.9; 3.2)	65.0 (62.9; 67.0)	15.8 (14.4; 17.4)	9.0 (7.8; 10.3)	10.2 (8.8; 11.8)
Being on a diet¶								
Yes	-	-	-	-	51.5 (49.4; 53.5)	11.1 (9.8; 12.6)	28.5 (26.7; 30.4)	8.8 (7.8; 10.1)
No	-	-	-	-	83.5 (82.6; 84.4)	4.3 (3.9; 4.8)	5.7 (5.2; 6.2)	6.5 (5.8; 7.2)

Characteristics	2008-2009				2017-2018			
	Table sugar	Non-caloric Sweeteners	Both	None	Table sugar	Non-caloric Sweeteners	Both	None
	% ; 95% confidence interval							
Supplement intake[†]								
Yes	-	-	-	-	66.3 (64.4; 68.2)	9.2 (8.1; 10.5)	16.8 (15.4; 18.4)	7.7 (6.8; 8.7)
No	-	-	-	-	81.9 (81.0; 82.9)	4.4 (3.9; 4.9)	7.1 (6.6; 7.6)	6.6 (5.9; 7.4)

*Adolescents: 10-19 years-old.

†Adults: 20-59 years-old.

‡Elderly: ≥60 years-old.

§Overweight or obese: adolescents classified according to age- and sex-BMI [body mass index] above +1 z-score of the reference distribution; adults and elderly: BMI ≥ 25kg/m² (32,33).

||monthly per capita family income: categorized in multiples of the country's official minimum wage in the middle of the surveys (January 2009: US\$ 174.40; January 2018: US\$ 298.50).

¶This information was collected only in the 2017-2018 NDS.

Table 3. Contribution (%) of selected food groups to daily energy intake according to the use of table sugar and non-caloric sweeteners. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.

Food groups	Contribution to Daily Energy Intake* (%; 95% Confidence Interval)									
	Total	Sugar		Non-caloric sweeteners		Both		None		
Rice and other cereals	25.8	(25.4; 26.1)	26.2	(25.8; 26.6)	24.0	(23.2; 24.8)	23.0	(21.9; 24.0)	25.1	(23.6; 26.5)
Beef, pork, poultry, eggs and fish	19.7	(19.4; 20.0)	19.8	(19.5; 20.2)	18.9	(18.0; 19.8)	19.0	(18.0; 20.0)	19.8	(18.5; 21.1)
Beans	9.4	(9.1; 9.6)	9.7	(9.5; 9.9)	7.7	(7.2; 8.3)	7.4	(6.8; 8.0)	9.0	(7.8; 10.3)
Candies and desserts	9.0	(8.8; 9.2)	9.7	(9.4; 9.9)	5.3	(4.6; 5.9)	9.3	(8.6; 10.0)	5.8	(5.1; 6.5)
Fast-food and processed meats	7.6	(7.2; 8.0)	7.6	(7.1; 8.1)	8.0	(6.9; 9.0)	8.0	(6.9; 9.0)	7.5	(6.4; 8.6)
Fruits and vegetables	4.4	(4.3; 4.5)	3.8	(3.7; 4.0)	7.1	(6.6; 7.6)	6.5	(6.0; 7.1)	5.7	(5.1; 6.4)
Oils and fats	4.1	(4.0; 4.3)	4.0	(3.9; 4.1)	5.0	(4.6; 5.5)	4.7	(4.0; 5.4)	4.2	(3.7; 4.8)
Roots and tubers	3.9	(3.8; 4.1)	3.9	(3.8; 4.1)	4.1	(3.7; 4.6)	4.2	(3.6; 4.7)	3.8	(3.2; 4.3)
Milk and dairy products	3.9	(3.8; 4.1)	3.4	(3.3; 3.6)	6.2	(5.5; 6.8)	4.8	(4.2; 5.4)	5.7	(5.0; 6.4)
Fruit-based drinks and soda	3.9	(3.7; 4.0)	3.9	(3.8; 4.0)	3.4	(3.1; 3.6)	4.2	(3.8; 4.6)	3.9	(3.4; 4.4)
Cookies and crackers	3.6	(3.4; 3.7)	3.6	(3.4; 3.8)	3.4	(3.0; 3.8)	3.2	(2.8; 3.6)	3.6	(2.9; 4.3)
Coffee and tea	2.2	(2.1; 2.2)	2.1	(2.0; 2.1)	2.9	(2.7; 3.1)	2.4	(2.2; 2.6)	2.1	(1.9; 2.4)
Other items [†]	2.2	(2.0; 2.3)	2.0	(1.8; 2.1)	3.4	(2.8; 4.1)	2.7	(2.2; 3.3)	3.0	(2.2; 3.7)

*Contribution to daily energy intake = (energy from food group x 100)/daily energy intake.

[†]Other items: Nuts and seeds; mixed dishes; broth, chowders and soups.

Table 4. Male and female usual daily energy*, macronutrient*, and energy-adjusted micronutrient**† intake according to the use of table sugar and non-caloric sweeteners. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018. (to be continued)

Mean daily intake	Male					Female				
	Total	Table sugar	Non-caloric sweeteners	Both	None	Total	Table sugar	Non-caloric sweeteners	Both	None
	(mean; 95% confidence interval)									
Energy intake (kcal)	1,941 (1,921; 1,961)	1,985 (1,951; 2,018)	1,846 (1,825; 1,868)	1,813 (1,777; 1,848)	1,790 (1,750; 1,831)	1,549 (1,522; 1,577)	1,566 (1,561; 1,569)	1,467 (1,439; 1,481)	1,470 (1,439; 1,486)	1,454 (1,424; 1,469)
Total carbohydrates† (%)	48 (48; 49)	49 (49; 49)	45 (44; 46)	47 (45; 48)	46 (45; 47)	50 (49; 50)	50 (50; 51)	47 (46; 48)	49 (48; 50)	47 (46; 49)
Added sugar‡ (%)	11 (11; 11)	11 (11; 11)	7 (6; 8)	10 (9; 10)	8 (7; 9)	11 (11; 11)	12 (12; 12)	8 (7; 8)	11 (10; 11)	9 (8; 10)
Total protein‡ (%)	17 (17; 17)	17 (17; 17)	18 (17; 18)	17 (16; 17)	17 (17; 18)	17 (16; 17)	16 (16; 16)	18 (17; 18)	17 (16; 17)	17 (16; 18)
Total fat‡ (%)	27 (26; 27)	26 (26; 27)	28 (27; 29)	27 (26; 28)	27 (26; 28)	27 (27; 27)	27 (27; 27)	28 (27; 29)	28 (27; 29)	28 (27; 28)
Saturated fat‡ (%)	9 (9; 10)	9 (9; 9)	10 (10; 11)	10 (10; 10)	10 (10; 11)	9 (9; 10)	9 (9; 9)	10 (10; 10)	10 (9; 10)	10 (10; 10)
Trans fat‡ (%)	0.7 (0.7; 0.7)	0.7 (0.7; 0.7)	0.7 (0.7; 0.7)	0.6 (0.6; 0.6)	0.7 (0.7; 0.7)					
Calcium† (mg/1,000 kcal)	253 (245; 261)	233 (224; 242)	310 (281; 340)	266 (262; 270)	286 (260; 312)	255 (247; 263)	246 (242; 250)	343 (318; 368)	318 (285; 350)	287 (259; 315)
Sodium† (mg/1,000 kcal)	1,343 (1,331; 1,354)	1,340 (1,328; 1,353)	1,360 (1,314; 1,405)	1,309 (1,255; 1,364)	1,369 (1,326; 1,413)	1,299 (1,288; 1,310)	1,295 (1,283; 1,307)	1,340 (1,310; 1,370)	1,275 (1,238; 1,313)	1,296 (1,246; 1,345)
Potassium† (mg/1,000 kcal)	1,289 (1,277; 1,302)	1,254 (1,245; 1,262)	1,389 (1,357; 1,421)	1,312 (1,287; 1,336)	1,338 (1,319; 1,357)	1,300 (1,290; 1,310)	1,281 (1,268; 1,294)	1,481 (1,454; 1,508)	1,390 (1,318; 1,461)	1,353 (1,224; 1,481)
Phosphorus† (mg/1,000 kcal)	574 (570; 577)	573 (570; 577)	628 (607; 650)	587 (573; 601)	610 (591; 628)	574 (571; 578)	558 (555; 561)	623 (617; 630)	589 (573; 605)	578 (546; 610)
Vitamin A† (mcg/1,000 kcal)	189 (182; 195)	149 (142; 155)	248 (240; 257)	214 (201; 227)	202 (185; 218)	192 (185; 198)	191 (179; 202)	312 (296; 327)	297 (245; 349)	275 (225; 325)

Mean daily intake	Male				Female					
	Total	Table sugar	Non-caloric sweeteners	Both	Total	Table sugar	Non-caloric sweeteners	Both	None	
	(mean; 95% confidence interval)									
Vitamin C[†] (mg/1,000 kcal)	66 (63; 69)	54 (51; 56)	75 (67; 83)	82 (72; 92)	66 (52; 80)	66 (63; 69)	67 (65; 69)	97 (91; 103)	106 (84; 128)	84 (70; 99)

*Age-adjusted estimates of usual intake were estimated by means of The National Cancer Institute statistical method⁽²⁹⁾.

†percent contribution to daily energy intake.

‡energy-adjusted by nutrient density method⁽³¹⁾.

Supplemental files

Table S1: Food groups reported in a 24-hour recall. National Dietary Survey. Brazil, 2017-2018.

Food groups	Food items
Rice and other cereals	Rice and rice dishes, corn and corn dishes, pasta, bread, other cereals.
Beef, pork, poultry, eggs, and fish	Beef, pork, organ meats, chicken, eggs, fish.
Beans	Beans and bean dishes, lentils, chickpeas, soy.
Sweets and desserts	Candy, cereal bars, chocolate, fruit preserves, milk-based desserts, peanut-based sweets, jelly, jam, caramel candy, cakes, sweeteners.
Fast foods and processed meats	Pizza, hot dogs, hamburgers, sandwiches, chips, processed meats (ham, turkey breast, bologna, salami, sun-dried beef, jerked beef, <i>pâté</i> , sausages).
Oils and Fats	Non-specified vegetable oil, butter, margarine, bacon, pork skin, olive oil, soy oil, mayonnaise, coconut oil.
Roots and tubers	Cassava, potato, sweet potato, cassava flour.
Milk and dairy products	Milk, cheese, fermented milk, yogurt, soy milk-based drinks, milk-based drinks.
Fruit- based drinks and soda	Fresh squeezed fruit juice, coconut water; soft drinks, sodas, energy drinks, processed fruit-based drinks.
Coffee and tea	Coffee and tea.
Cookies & crackers	Crackers and cookies.
Fruits and vegetables	Açaí berry, acerola, apple, avocado, banana, orange, other fruits; beets, broccoli, cabbage, carrot, chayote, cauliflower, other vegetables.
Other items	Nuts and seeds; mixed dishes; broth, chowders and soups.

Table S2. Use of table sugar and non-caloric sweeteners (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use. National Dietary Surveys, Brazil, 2008-2009 and 2017-2018.

Characteristics	Difference between surveys (2008-2009 and 2017-2018)			
	Table sugar	Non-caloric sweeteners	Both	None
	Effect size (Cohen's h)			
Total	0.17	0.04	0.00	0.27
Sex				
Female	0.14	0.03	0.00	0.24
Male	0.21	0.05	0.01	0.31
Age group				
Adolescents	0.14	0.03	0.02	0.25
Adults	0.17	0.03	0.00	0.28
Elderly	0.10	0.01	0.04	0.28
Weight status				
No excess weight	0.16	0.02	0.03	0.29
Overweight or obese	0.15	0.03	0.01	0.25
Area				
Urban	0.17	0.04	0.00	0.28
Rural	0.15	0.06	0.03	0.24
Monthly family per capita income				
< 0.5	0.26	0.09	0.10	0.24
0.5 to <1.0	0.23	0.11	0.05	0.24
1.0 to 2.0	0.17	0.04	0.01	0.28
> 2.0	0.18	0.04	0.02	0.33

Table S3. Use of table sugar and non-caloric sweeteners (%) according to sociodemographic variables, weight status, dieting, and supplement use. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.

Characteristics	Comparing proportions in the 2017-2018 NDS			
	Table sugar	Non-caloric sweeteners	Both	None
	Effect size (Cohen's h)			
Sex				
Female vs. Male	0.15	0.13	0.12	0.02
Age group				
Adolescents vs. Adults	0.33	0.32	0.22	0.05
Adolescents vs. Elderly	0.68	0.69	0.29	0.08
Adults vs. Elderly	0.34	0.37	0.08	0.03
Weight status				
No excess weight vs. Overweight or obese	0.18	0.17	0.13	0.00
Area				
Urban vs. Rural	0.31	0.22	0.18	0.11
Monthly family per capita income				
< 0.5 vs. 0.5 to <1.0	0.13	0.13	0.07	0.03
< 0.5 vs. 1.0 to 2.0	0.28	0.25	0.16	0.05
< 0.5 vs. > 2.0	0.62	0.47	0.31	0.21
0.5 to <1.0 vs. 1.0 to 2.0	0.15	0.12	0.09	0.02
0.5 to <1.0 vs. >2.0	0.49	0.34	0.24	0.18
1.0 to 2.0 vs. >2	0.34	0.22	0.15	0.16
Being on a diet				
Yes vs. No	0.70	0.26	0.64	0.09
Supplement intake				
Yes vs. No	0.36	0.19	0.31	0.04

Table S4. Comparison of contribution (%) of selected food groups to daily energy intake between table sugar use and other options of sweeteners. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018.

Food groups	Sugar		
	Non-caloric sweeteners	Both	None
	Effect size (Cohen's h)		
Rice and other cereals	0.05	0.07	0.02
Beef, pork, poultry, eggs and fish	0.02	0.02	0.00
Beans	0.07	0.08	0.02
Candies and desserts	0.17	0.01	0.15
Fast-food and processed meats	0.01	0.01	0.00
Fruits and vegetables	0.14	0.12	0.08
Oils and fats	0.05	0.03	0.01
Roots and tubers	0.01	0.02	0.01
Milk and dairy products	0.13	0.07	0.11
Fruit-based drinks and soda	0.03	0.02	0.00
Cookies and crackers	0.01	0.02	0.00
Coffee and tea	0.05	0.02	0.00
Other items	0.09	0.05	0.06

6.2 Manuscrito 2

Energy-dense and low-fiber dietary pattern associated with overweight and obesity in Brazilian adults: 2017-2018 National Dietary Survey.

Abstract

This study aimed to identify dietary patterns of Brazilian adults and to investigate their association with weight status, considering possible associated factors. Data came from the 2017-2018 Brazilian National Dietary Survey and information of 28,153 adults (20-59 years old), after excluding pregnant and lactating women, was analyzed. Food consumption was obtained through 24-hour recall. Dietary patterns extracted using Partial Least Squares having energy density (ED), percentage of total fat (%TF) and fiber density (FD) as response variables and 32 food groups as predictor variables. One adult was randomly selected from each household. The association between the dietary pattern scores and overweight (BMI=25-29 kg/m²) and obesity (BMI≥30 kg/m²) by means of multinomial logistic regression models adjusted by potential confounding variables (region, area, family and individual sociodemographic characteristics, and dietary habits) with hierarchical insertion. The first dietary pattern, named as energy-dense and low fiber-dense (HED-LFD) included solid fats, breads, added-sugar beverages, fast foods, sauces, pasta, and cheeses with positive factor loadings and rice, beans, vegetables, water, and fruits with negative factor loadings. In the adjusted regression analysis, the HED-LFD pattern showed greater odds of overweight (OR=1.21; 95%CI: 1.08; 1.36) and obesity (OR=1.36; 95%CI: 1.17; 1.57). The HED-LFD dietary pattern, characterized by low intake of rice and beans, which are typical Brazilian staple foods, as well as vegetables and fruits, was associated with higher odds of overweight and obesity. This analysis allows targeting and tailoring strategies to prevent excessive weight gain among Brazilian adults.

Keywords: Obesity; Diet Surveys; Diet; Feeding behavior; Adults.

Introduction

Obesity is a global epidemic and it is pointed out as a concern for being a risk factor for incidence of noncommunicable diseases⁽¹⁾. In Brazil, the prevalence of obesity among adults increased by 8.5 percentage points between 2006 and 2019, and the expectation is an obesity prevalence of 29.6% in 2030⁽²⁾. In Brazilian state capitals, in 2023, the prevalence of overweight was 61.4% and obesity, 24.3% in adults⁽³⁾.

Unhealthy diet plays one of major risk factor associated with obesity, and to investigating this association, dietary pattern analysis is the most adequate analytical strategy, as it considers diet complexity, instead of focusing on specific foods or nutrients⁽⁴⁻⁶⁾. Among the methods available to identifying dietary patterns, hybrid methods that combine hypothesis-oriented approaches and statistics procedures allow to extract dietary patterns that may predict the outcome of interest⁽⁷⁾. One of those methods is the Partial Least Squares (PLS), that maximize the explanation of the variability of food and nutrients intake or biomarkers associated with the outcome⁽⁷⁾. Dietary patterns analysis have been applied in national⁽⁸⁾ and international^(9,10) studies that investigated the association between dietary patterns with obesity.

In Brazil, a cross-sectional study carried out with adults residents in a low-income urban area found that a Western eating pattern, composed of fast foods, sugar added beverages and sweets, was directly associated with body mass index (BMI) and waist circumference among women. The association remained independent of age, education, smoking, physical activity and energy intake. Moreover, a traditional pattern, based mainly on rice and beans, exhibited an inverse association⁽⁸⁾. A cohort study with young Brazilian adults (23-25 years old), the *Bar* eating pattern, composed of alcoholic beverages, processed meat and snacks, was associated with greater prevalence of excess weight and abdominal obesity for both sexes⁽¹¹⁾. Muniz *et al.*⁽¹²⁾ analyzed data from the same cohort and found that unhealthy eating patterns, characterized by fast foods, processed meats, sauce, alcoholic and added-sugar beverages, were associated with higher risk of obesity and excess body fat percentage, independent of sex, skin color, family income, schooling, smoking, physical activity and reporting quality.

The identification of dietary patterns, especially when based on hypothesis-driven methods, and the estimation of their association with weight status provides important information to support health promotion actions. Therefore, this study aims to identify eating patterns related to dietary components associated with increased risk of excessive weight gain and estimate their association with overweight and obesity, considering potential confounding variables among Brazilian adults.

Material and methods

Ethical Statement

In the 2017-2018 NDS the study was deemed exempt by the Committee of Ethics in Research of the Institute of Social Medicine, State University of Rio de Janeiro (review number 4.316.087), under the Brazilian National Health Council Resolution number 46/2012 and Operational Act number 001/2013, since data are de-identified and publicly available (www.ibge.gov.br).

Study design and population

This study used cross-sectional data from the Brazilian National Dietary Survey (NDS) (In Portuguese: Inquérito Nacional de Alimentação - INA) conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (acronym in Portuguese: IBGE) from the 2017-2018 Household Budget Survey (HBS) (In Portuguese: Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF). The HBS adopts a complex cluster sample design with two stages of selection. The National Dietary Survey (NDS) was carried out in a subsample randomly selected of the households included in the HBS, obtaining data on individual food consumption of subjects aged 10 years old and over. In the 2017-2018, the HBS main sample included 57,920 households, and the NDS subsample encompassed 20,112 households. This study analyzed data of 28,153 adults (20 to 59 years old), after excluding pregnant and lactating women ($n=1,200$)⁽¹³⁾.

Dietary data collection

Two 24-hour recalls (24hR) were applied on non-consecutive days within one week span by means of in-person interviews using procedures based on Multiple-Pass Method⁽¹⁴⁾ and a tablet-supported software, including a database with 1,832 selected food items. The individuals reported all foods and beverages (including water) consumed during the day before the interview, reporting detailed information on portion size, cooking method, time and local of consumption, and named the meal or consumption occasion (breakfast, lunch, dinner, snacks)⁽¹³⁾. For specific foods, the possible addition of 12 items was asked using yes-no questions: olive oil, margarine/butter, sugar, non-caloric sweetener, honey, molasses, mayonnaise, ketchup, mustard, shoyu, grated cheese, and whipping cream⁽¹³⁾.

Energy and nutrient intake were estimated using the Brazilian Food Composition Table (TBCA) v. 7.0⁽¹⁵⁾ taking account the addition of items to specific foods. To this end, standardized procedures were considered since no information on the amount added to food was available. A maximum of 20% of the amount consumed (in grams) was estimated summing

up the addition of all fat-based items (for example: if the participant added olive oil and grated cheese, the intake of each one was estimated as 10% of the amount reported). A maximum of 10% of the amount consumed was estimated for the total addition of sugar, honey, molasses, ketchup, mustard, or soy sauce⁽¹³⁾.

The foods reported in the first 24-hour recall were categorized into 32 food groups according to their nutritional characteristics (Coffee and tea; Water; Rice; Beans; Sugars; Beef and pork; Bread; Vegetables; Solid fats; Poultry; Fruit juice; Roots and tubers; Fruits; Fast food; Cookies and crackers; Pasta; Sugar-sweetened beverages; Vegetable oils; Eggs; Cakes and baked goods; Candies, sweets and desserts; Processed meats; Cheeses, Corn and corn-dishes, Milk, Whole grains, Dairy beverages; Fish; Non-caloric sweeteners; Soups and broths; Sauces; Alcoholic beverages; Supplements) (Supplemental Table 1).

Dietary pattern analysis

Partial Least Square (PLS) regression method was applied to identifying dietary patterns, including as response variables energy density (ED) (kcal/gram), proportion (%) of energy intake provided by total fat (%TF), and fiber density (FD) (gram/1,000 kcal), that were chosen considering the World Health Organization recommendations^(16,17) studies pointing out that these dietary components are related to the risk of obesity^(9,18). The energy density was calculated by the ratio between energy intake and the amount consumed (kcal/gram), excluding beverages. Fiber density was estimated by calculating grams of fiber intake per 1,000 kcal, and %TF represented the proportion of total daily energy intake provided by total fat. The predictor variables, the intake (in grams) of the 32 food groups, and were standardized, having mean equal zero and standard deviation equal to one.

Food groups with factor loadings $\geq |0.15|$ were retained in the patterns. The dietary pattern scores were categorized into quintiles. The PLS analysis was performed in the “PROC PLS” command in SAS OnDemand for Academics.

Outcome variable: Weight status

Weight and height information were self-reported and weight status was evaluated using the body mass index [BMI=weight/height²] and was classified as adequate weight (BMI=<25 kg/m²), overweight (BMI=25 – 29.9 kg/m²) and obesity (≥ 30 kg/m²)⁽¹⁹⁾.

Covariables

The geographic location variables were the regions of the country (North, Northeast, Southeast, South, and Western) and household situation (urban and rural area)⁽²⁰⁾.

The family sociodemographic characteristics were the monthly per capita family income (estimated from the sum of household incomes divided by the number of household members and classified according to multiples of the country's official minimum wage (MW) at the middle of the study, i.e., US\$ 298.50 in January 2018): <0.5, 0.5 — 1.0, 1.0 — 2.0 and >2 MW. Food security household information was assessed with the application of the Brazilian Food Insecurity Scale (acronym in Portuguese: EBIA) answered by the reference person in the family and composed of 14 yes-no questions referring to the three months prior the interview, allowing to classify the family in food security, low food insecurity, and moderate and severe food insecurity⁽²¹⁾. The presence of at least one child ≤ 14 years old in the household and the sex of the household head was obtained from the general HBS questionnaire⁽²⁰⁾.

Individual sociodemographic characteristics included: sex (female or male); age (20 to 39 years old and 40 to 59 years old); skin color (white, black, brown, indigenous, and yellow); schooling was categorized in years of study (<9, 9 to 12 and >12)⁽²⁰⁾.

The respondents informed if they were on a diet at the time of the research and if they had used supplements in the 30 days prior the interview. If at least one food was eaten away from home throughout the day, the individual was classified in the away-from-home category. Snacking habits were considered if the individual reported to consume at least one snack throughout day. At the end of the 24hR, the respondent informed if report corresponded to a typical or atypical (yes-no question) day of food consumption. Misreport of energy intake was evaluated based on the proposal of Huang *et al.* (2005)⁽²²⁾ which compares the reported energy intake and the predicted energy requirement, which was estimated using the US Dietary Reference Intakes (2023)⁽²³⁾ equations that require information on sex, age, body mass, height, and physical activity level ('low level of physical activity' was adopted). The report of energy intake was categorized into underreporting, plausible or overreporting.

Statistical Analysis

Pearson's correlation coefficient was calculated between predictor factor loadings, response variables, and scores of the dietary pattern identified. The proportions (%) of population characteristics were estimated for the total population and according to weight status categories. The analyses accounted for sample design and weights.

Subsequently, to avoid the family aggregation effect, one individual was randomly selected per household (n=16,461) to investigate the association between the dietary pattern and weight status. The odds of overweight and obesity was estimated across the quintiles of the dietary pattern scores using hierarchical multinomial logistic regression (Quintile 1 was the reference category). Covariates were selected based on the theoretical model following the level order: 5) Region and area; 4) Family sociodemographic characteristics; 3) Individual sociodemographic characteristics; 2) Dietary habits; 1) Dietary pattern (Figure 1 and 2). The model was additionally adjusted for typical/atypical day of food consumption and the quality of dietary report. The results of the regression analysis were presented as odds ratios (ORs) and their respective 95% confidence interval (95%CI). All analyses were performed on SAS On Demand, and p-value <0.05 for statistical significance.

Results

Three dietary patterns, explaining together 48.8% the variation of the response variable variation, were extracted. The first dietary pattern explained the most the variation in the response variables (32.0%, being ED: 46.7%, %TF: 2.5%, and FD: 46.7%), while the variance of the response variables explained by patterns 2 and 3 together was rather low (12.0% and 4.8%, respectively). Furthermore, the first pattern was the more interpretable dietary pattern whereas the food groups retained in patterns 2 and 3 presented no interpretable composition (data not shown); therefore, only the first pattern was considered in the analysis.

In the first dietary pattern, the foods retained with positive factor loadings were fast foods (+0.30), breads (+0.27), solid fats (+0.26), sugar-sweetened beverages (+0.23), sauces (+0.21), and cheeses (+0.15), while beans (-0.54), rice (-0.36), fruits (-0.18), vegetables (-0.16), and water (-0.15) were retained with negative factor loadings (Figure 3).

The first dietary pattern score was directly correlated with ED ($r=0.686$; $p<0.01$) and inversely correlated with FD ($r=-0.699$; $p<0.01$), while a positive and weak correlation was observed with %TF ($r=0.156$; $p<0.01$), so this dietary pattern was characterized as "energy-dense (ED) and low fiber-dense (LFD)". The highest correlation coefficient between the predictors (food groups) and the ED-LFD dietary pattern scores was for fast foods ($r=0.361$; $p<0.01$), whereas the lowest negative correlation coefficients were estimated for beans ($r=-0.639$; $p<0.01$) and rice ($r=-0.431$; $p<0.01$). The highest positive correlation coefficients between energy density and food groups were estimated for breads ($r=0.249$; $p<.001$) and fast foods ($r=-0.243$; $p<0.01$) and the lowest negative coefficients were estimated for beans ($r=-0.327$; $p<0.01$) and fruits ($r=-0.269$; $p<0.01$), while for FD and %TF, the highest coefficients

were estimated for beans and vegetables ($r=0.673$; $p<0.01$; $r=0.226$; $p<0.01$, respectively) (Table 1).

Most of the adults lived in the Southeast region (42.8%) and in urban areas (86.3%), 31.3% earned between 1 and 2 minimum wages, 59.6% were classified with food security, 55.3% lived with at least one child ≤ 14 years old, and women headed 64.2% of the families. Women comprised 50.2% of the investigated population, 54.6% were between 20 and 40 years old, 46.5% studied between 9 and 12 years, and 57.4% reported the skin color as black, brown, indigenous, or yellow. Regarding dietary habits, 13.1% reported to be on a diet, 16.9% reported the use of supplements in the 30 days prior to the interview, 47.9% reported eating at least one food away from home, and 85.7% reported having at least one snack per day (Table 2).

In general, 44.6% were classified with adequate weight, while 38.7% were classified with overweight, and 16.7%, with obesity. The distribution of covariables across the categories of weight status presented no significant differences except for income level, comparing adequate weight with overweight, individuals who earned between 1 and 2 minimum wages (42.9% and 40.0%) and > 2 (42.7% and 39.6%, respectively). The proportion of adequate weight and overweight were also similar among men (41.5% and 42.2%), individual with less than 9 years of schooling (42.2% and 39.5%), and those reporting not snacking (41.3% and 41.5%). Greater proportion of overweight than adequate weight and obesity was observed among individuals aged between 40 to 59 years old (42.1%, 38.0% and 20.0%, respectively), and those who reported being on a diet (42.6%, 31.5% and 25.9%, respectively).

Multiple multinomial logistic regression analysis showed greater the adherence to ED-LFD pattern (quintile 5 vs 1), the greater chance of overweight (OR=1.21; 95%CI: 1.08; 1.36) and obesity (OR=1.36; 95%CI: 1.17; 1.57), after adjustment by region, area, family and individual sociodemographic characteristics, and dietary habits (Tables 3 and 4).

Discussion

A dietary pattern characterized by low consumption of staple and fresh foods and high intake of foods rich in sugar and fat, was identified in Brazilian adults and named as energy-dense and low fiber-dense (ED-LFD) dietary pattern. Strong adherence to the ED-LFD dietary pattern increased the chance of overweight and obesity by 21% and 36%, respectively, independent of sociodemographic characteristics and dietary habits.

Studies that identified dietary patterns associated with obesity in Brazilian adults using data-driven methods found similar results. Cunha *et al.* ⁽⁸⁾., in a cross-sectional study, investigated 1,009 Brazilian adults and identified an inverse association between a Brazilian

Traditional pattern (composed by rice, beans, bread, sugars, sauces and fats) with BMI and waist circumference, while the opposite was observed for the Western dietary pattern (composed by fast foods, sugar-sweetened beverages, fruit juice, milk and dairy products, cakes and cookies) among women, independent of age, schooling, smoking, physical activity and energy daily intake. Another cross-sectional study analyzed data from 2,034 adults included in a cohort in Ribeirão Preto also observed direct association between a *Bar* dietary pattern (composed by alcoholic beverages, snacks, pork, sausage, eggs, bacon, seafood and mayonnaise) and excess weight ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) and inadequate waist circumference in both sexes; on the other hand, the Brazilian traditional dietary pattern (composed by beans, rice, margarine and beef) was associated with low chance of these outcomes among men⁽¹¹⁾. Santos *et al.*⁽²⁴⁾ investigated 933 adults from São Paulo in a cross-sectional study and observed that individuals who were insufficiently active and with high scores to the Brazilian traditional lunch pattern presented lower BMI, independent of age, sex, income level, smoking, alcoholic beverage intake, total energy intake, quality of energy report, and other lunch patterns identified.

Studies using hybrid methods to identifying dietary patterns associated with excess weight have been conducted^(9,10,25,26). A study examined 4,908 Australian adults and applied the Reduced Rank Regression (RRR) to derive a dietary pattern characterized by low fiber density and high added sugar content which was associated with greater prevalence of overweight and obesity, while a dietary pattern characterized by high fiber density, fruits, and low energy density was associated with lower prevalence of overweight and obesity⁽²⁵⁾. In a Canadian study with 11,748 adults, found that the adherence to a dietary pattern, extracted using PLS, named as "energy-dense, high-fat, and low-fiber density", characterized by fast foods, soda, whole grains, solid fats, processed meats, cheeses, baked goods, sugars, and low intake of fruits, vegetables, and yogurt, was associated to a greater odds of obesity (OR= 2.69; 95%CI: 1.97, 3.67)⁽⁹⁾. Similarly, in another Canadian population-based study with 12,049 adults, Ng, Jessri and L'Abbe⁽¹⁰⁾ derived a dietary pattern characterized as energy-dense, high-fat, and low fiber, which was associated with increased odds of obesity (OR=2.40; 95%CI:1.91, 3.02). Maimaitiyiming *et al.*⁽²⁶⁾ analyze data from 116,711 adults enrolled in a cohort study in the United Kingdom and extracted dietary patterns using the RRR procedure having obesity-related indicators as response variables. The authors identified a dietary pattern characterized by the intake of beer and cider, sugar-sweetened beverages, processed meats, beef and non-caloric sweeteners, and low intake of olive oil, breakfast cereals and tea. This pattern was associated with increased cardiovascular disease incidence and all-cause mortality.

It is important to highlight that the composition of the ED-LFD dietary pattern is not aligned with the current dietary guidelines^(27,28). The low intake of rice and beans, the typical Brazilian staple foods, characterizes this pattern and expresses the changes observed in the Brazilian nutrition scenario, since in Brazil, the regular consumption of beans has been reduced^(29,30). The rice-and-beans combination presents low-energy density, low glycemic index, and high fiber content; therefore, provides benefits for the prevention of weight gain and noncommunicable diseases⁽³¹⁻³⁴⁾. The low consumption of fresh foods, such as vegetables and fruits are also in line with the trends observed in the Brazilian population as the consumption of fruits and vegetables is restricted by the limited affordability and accessibility related to these items^(35,36). The ED-LFD dietary pattern was also marked by low intake of water, which plays a positive role in reducing weight gain, principally as a strategy for replacing sugar-sweetened beverages^(37,38).

The ED-LFD dietary pattern was positively loaded on foods with high energy density, rich in sugars and fats, and with low nutrient content, such as sugar-sweetened beverages, fast foods, and sauces that are mostly ultraprocessed foods. The consumption of these foods has been increased in the last decades and associated with weight gain in adults⁽³⁹⁻⁴³⁾. A Canadian study with 6,062 adults found that higher BMI was associated with greater odds of fast food consumption in both sexes independent of age, region and income (men: OR=1.04, 95%CI: 1.01; 1.06); women: OR=1.02, 95%CI: 1.00; 1.04)⁽⁴⁴⁾. In a study with 38,658 Chinese adults the most consumed ultraprocessed foods were sugar-sweetened beverages, sauces, cheeses, gravies, ultraprocessed breads, and breakfast cereals; moreover, the consumption of 18.2 to 59.1 g per day of ultraprocessed foods increased in 10% the odds of excess weight⁽⁴⁵⁾. In the ED-LFD dietary pattern breads, cheeses and solid fats were also positively loaded. Bread is one of the most consumed foods in Brazil⁽¹³⁾, and is commonly consumed at breakfast or afternoon snack, along with solid fats (butter, margarine) and any kind of cheese⁽⁴⁶⁾. Despite being a basic food in the Brazilian diet, the inclusion of bread in the ED-LFD pattern may be due to foods that are frequently consumed together with bread, such as sugar-sweetened beverages, cold cuts, and sauces⁽⁴⁷⁾.

The identified dietary pattern appears to be in agreement with the shift of culinary traditions of home-prepared meals to ready-to-eat processed meals⁽⁴⁸⁾, that are energy-dense, rich in sugars and fats. Besides to their deleterious effect on health, such eating habits have negative impact on the environmental sustainability, especially because the basis of these items are products from the agribusiness, which is related to deforestation, reduction of biodiversity, widespread use of pesticides, exhaustion of water reserves, emission of greenhouse gases,

intensive use and improper disposal of packaging, rural exodus and, finally, its commercialization occurs mainly through unfair commercial practices. Therefore, in addition to the environmental impact, all these conditions have social and economic negative repercussions⁽⁴⁹⁻⁵¹⁾. Therefore, healthier and sustainable diets have been encouraged in dietary guidelines, not only to reduce obesity and communicable diseases, but also to minimize the environmental impact of food systems and provide food security. Such diets are mostly plant-based, based on pulses, fruits, vegetables, and nuts, and combined with reduced portions of animal-based foods^(28,52-54).

This study has limitations. The identification of dietary pattern was based on the first day of 24hR; however, statistics strategies used to estimate usual intake from two 24hR present restrictions to calculating individual estimates of food and nutrient intake⁽⁵⁵⁾. The sectional study design does not allow the inference of causality. To estimate the association between the dietary pattern and weight condition, the approach of drawing one individual from each household was adopted to avoid the family aggregation effect. Thus, sample design and weights were not considered in the multinomial regression analysis and the results are not generalizable.

This study has also strengths. First of all, the use of the 24hR incorporating procedures to improve data quality, which is the recommended method to obtaining food consumption data as it enables detailed information and is less subjected to systematic error⁽⁵⁶⁻⁵⁸⁾. Second, the adoption of a hybrid method to identifying dietary patterns using variables that are on the obesity causal pathway, has been highlighted as an adequate option for this purpose.

In general, an energy-dense and low fiber-dense dietary pattern, characterized by low intake of fruits, vegetables, and staple foods and by high intake of fast foods and sugar-sweetened beverages is associated with greater odds of overweight and obesity, independent of sociodemographic, individual and family characteristics, and dietary habits. The results are relevant to targeting and tailoring strategies of healthy eating promotion to prevent excessive weight gain among adults.

Funding

This study was financed in part by the Brazilian Federal Agency for Support and Evaluation of Graduate Education (CAPES) in the form of a scholarship awarded to IAA in Brazil and during her internship carried out at the University of British Columbia, Vancouver, Canadá.

References

1. World Health Organization. **Draft recommendations for the prevention and management of obesity over the life course, including potential targets**. 2021. Available at: <https://www.who.int/publications/m/item/who-discussion-paper-draft-recommendations-for-the-prevention-and-management-of-obesity-over-the-life-course-including-potential-targets>. Accessed: Jan 2024.
2. Estivaleti JM, Guzman-Habinger J, Lobos J *et al.* (2022) Time trends and projected obesity epidemic in Brazilian adults between 2006 and 2030. *Sci Rep* **12**, 12699.
3. Brasil (2023) **Vigitel Brasil 2023: 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 brasileiros e no Distrito Federal em 2023**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, Departamento de Análise Epidemiológica e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. 131 p. Available at: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigitel/vigitel-brasil-2023-vigilancia-de-fatores-de-risco-e-protecao-para-doencas-cronicas-por-inquerito-telefonico/view>. Accessed in: Jan 2024.
4. HU FB (2002) Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* **13**, 3-9.
5. Michels KB, Schulze MB (2005) Can dietary patterns help us detect diet–disease associations? *Nutr Res Rev* **18**, 241-8.
6. United States Department Of Agriculture (USDA). **A series of systematic reviews on the relationship between dietary patterns and health outcomes**. 501p., 2014. Disponível em: <https://nesr.usda.gov/sites/default/files/2019-06/DietaryPatternsReport-FullFinal2.pdf>. Acesso em: Jan. 2024.
7. Hoffmann K, Schulze MB, Schienkiewitz A *et al.* (2004) Application of a New Statistical Method to Derive Dietary Patterns in Nutritional Epidemiology. *Am J Epidemiol* **159**, 935–944.
8. Cunha DB, Almeida RM, Sichieri R *et al.* (2010) Association of dietary patterns with BMI and waist circumference in a low-income neighborhood in Brazil. *Br J Nutr* **104**, 908-13.
9. Jessri M, Wolfinger RD, Lou WY *et al.* (2017) Identification of dietary patterns associated with obesity in a nationally representative survey of Canadian adults: application of a priori, hybrid, and simplified dietary pattern techniques. *AJCN* **105**, 669–684.
10. Ng AP, Jessri M, L'Abbe MR (2021) Using partial least squares to identify a dietary pattern associated with obesity in a nationally-representative sample of Canadian adults: Results from the Canadian Community Health Survey-Nutrition 2015. *PloS one* **16**, e0255415.
11. Arruda SPM, Silva AA, Kac G *et al.* (2016) Dietary patterns are associated with excess weight and abdominal obesity in a cohort of young Brazilian adults. *Eur J Nutr* **55**, 2081-91.
12. Muniz, SCRS, Barbieri MA, Sanches GF *et al.* (2023) Dietary pattern changes, obesity and excess body fat in adults of a Brazilian birth cohort. *J Hum Nutr Diet* **36**, 191-202.
13. Rodrigues RM, Souza AM, Bezerra IN *et al.* (2021) Evolução dos alimentos mais consumidos no Brasil entre 2008–2009 e 2017–2018. *Rev Saúde Pública* **55**, Supl 1:4s.

14. Conway JM, Ingwersen LA, Moshfegh AJ (2004) Accuracy of dietary recall using the USDA five-step multiple-pass method in men: an observational validation study. *J Am Diet Assoc* **104**, 595-603.
15. Giuntini EB, Coelho KS, Grande F *et al.* (2019) 12th IFDC 2017 Special issue – Brazilian Nutrient Intake Evaluation Database: an essential tool for estimating nutrient intake data. *J Food Compos Anal* **83**, 103286.
16. World Health Organization (2003) *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Geneva: World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/924120916X>. Accessed in: Jan 2024.
17. World Health Organization (2018) *Healthy diet WHO Fact Sheet*, No 394. Available at: <https://www.who.int/publications/m/item/healthy-diet-factsheet394>. Accessed in: Jan 2024.
18. Stelmach-Mardas M, Rodacki T, Dobrowolska-Iwanek J *et al.* (2016) Link between Food Energy Density and Body Weight Changes in Obese Adults. *Nutrients* **8**, 229.
19. World Health Organization (1998) *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva: World Health Organization.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento (2020) *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil (Household Budget Survey 2017-2018: analysis of personal food consumption in Brazil)*. Rio de Janeiro: IBGE. Available at: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>. Accessed in: Jan 2024.
21. Segall-Corrêa AM, Marin-Leon L, Melgar-Quinonez H *et al.* (2014) Refinement of the Brazilian household food insecurity measurement scale: recommendation for a 14-item EBIA. *Rev Nutrição* **27**, 241–251.
22. Huang TT *et al.* (2005) Effect of screening out implausible energy intake reports on relationships between diet and BMI. *Obes Res* **13**, 1205-1217.
23. US National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2023) *Dietary Reference Intakes for Energy*. Washington, DC: The National Academies Press. Available at: <https://doi.org/10.17226/26818>. Accessed in: Jan. 2024.
24. Santos RO, Vieira DADS, Miranda AAM *et al.* (2017) The traditional lunch pattern is inversely correlated with body mass index in a population-based study in Brazil. *BMC public Health* **18**, 33.
25. Livingstone KM; McNaughton SA (2017) Dietary patterns by reduced rank regression are associated with obesity and hypertension in Australian adults. *Br J Nutr* **117**, 248–259.
26. Maimaitiyiming M *et al.* (2023) The association of obesity-related dietary patterns and main food groups derived by reduced-rank regression with cardiovascular diseases incidence and all-cause mortality: findings from 116,711 adults. *Eur J Nutr* **62**, 2605–2619.
27. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2 ed., 1. reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.
28. Willett W, Rockström J, Loken B *et al.* (2019) Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* **393**, 447–492.

29. Granado FS, Maia EG, Mendes LL *et al.* (2021) Reduction of traditional food consumption in Brazilian diet: trends and forecasting of bean consumption (2007-2030). *Public health Nutr* **24**, 1185–1192.
30. Santin F, Gabe KT, Levy RB *et al.* (2022) Food consumption markers and associated factors in Brazil: distribution and evolution, Brazilian National Health Survey, 2013 and 2019. *Cad Saude Publica* **38**, e00118821.
31. Sichieri R (2002) Dietary Patterns and Their Associations with Obesity in the Brazilian City of Rio de Janeiro. *Obes Res* **10**, 42–48.
32. Sardinha AN, Canella DS, Martins APB *et al.* (2014) Dietary sources of fiber intake in Brazil. *Appetite* **79**, 134-138.
33. Reynolds A, Mann J, Cummings J *et al.* (2019) Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet* **393**, 434–445.
34. Neuhouser ML (2019) The importance of healthy dietary patterns in chronic disease prevention. *Nutr Res* **70**, 3-6.
35. Claro, RM, Monteiro CA (2010) Family income, food prices, and household purchases of fruits and vegetables in Brazil. *Rev Saude Publica* **44**, 1014-1020.
36. Verly-Jr E, Oliveira DCRS, Sichieri R (2021) Custo de uma alimentação saudável e culturalmente aceitável no Brasil em 2009 e 2018. *Rev Saude Publica* **55**, Supl 1:7s.
37. Hernández-Cordero S, Barquera S, Rodríguez-Ramírez S *et al.* (2014) Substituting water for sugar-sweetened beverages reduces circulating triglycerides and the prevalence of metabolic syndrome in obese but not in overweight Mexican women in a randomized controlled trial. *J Nutr* **144**, 1742–1752.
38. Duffey KJ, Poti J (2016) Modeling the Effect of Replacing Sugar-Sweetened Beverage Consumption with Water on Energy Intake, HBI Score, and Obesity Prevalence. *Nutrients*, **8**, 395.
39. Marino M, Puppo F, Del Bo' C *et al.* (2021) A Systematic Review of Worldwide Consumption of Ultra-Processed Foods: Findings and Criticisms. *Nutrients* **13**, 2778.
40. Cordova R, Kliemann N, Huybrechts I *et al.* (2021) Consumption of ultra-processed foods associated with weight gain and obesity in adults: A multi-national cohort study. *Clin Nutr* **40**, 5079–5088.
41. Malik VS, Hu FB (2022) The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases. *Nat Rev Endocrinol* **18**, 205–218.
42. Lara-Castor L, Micha R, Cudhea F *et al.* (2023) Sugar-sweetened beverage intakes among adults between 1990 and 2018 in 185 countries. *Nat Commun* **14**, 5957.
43. Nguyen M, Jarvis SE, Tinajero MG, Yu *et al.* (2023) Sugar-sweetened beverage consumption and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies and randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* **117**, 160–174.
44. Seale E, Groh M, Greene-Finestone L (2023) Fast food consumption in adults living in Canada: alternative measurement methods, consumption choices, and correlates. *Appl Physiol Nutr Metab* **48**, 163–171.

45. Pan F, Zhang T, Mao W *et al.* (2023) Ultra-Processed Food Consumption and Risk of Overweight or Obesity in Chinese Adults: Chinese Food Consumption Survey 2017-2020. *Nutrients* **15**, 4005.
46. Baltar VT, Cunha DB, Santos RO *et al.* (2018) Breakfast patterns and their association with body mass index in Brazilian adults. *Cad Saude Publica* **34**, e00111917.
47. Fontes AS, Pallottini AC, Vieira DAS *et al.* (2019) Increased sugar-sweetened beverage consumption is associated with poorer dietary quality: A cross-sectional population-based study. *Rev Nutr* **32**, e180121.
48. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2004) **Globalization of food systems in developing countries: impact on food security and nutrition**. 97 p. Available at: <https://www.fao.org/documents/card/es?details=25f0d49b-c900-5879-9cdf-ffbaa70ce6e3/>. Accessed in: Jan. 2024.
49. Baker P, Machado P, Santos T *et al.* (2020) Ultra-processed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. *Obes Rev* **21**, e13126.
50. Fardet A, Rock E (2020) Ultra-Processed Foods and Food System Sustainability: What Are the Links? *Sustainability* **12**, 6280.
51. Anastasiou K, Baker P, Hadjikakou M *et al.* (2022) A conceptual framework for understanding the environmental impacts of ultra-processed foods and implications for sustainable food systems. *J Clean Prod* **368**, 133155.
52. Popkin BM, Reardon T (2018) Obesity and the food system transformation in Latin America. *Obes Rev* **19**, 1028–1064.
53. Burkhart S, Craven D, Horsey B *et al.* (2021) **The role of diets and food systems in the prevention of obesity and non-communicable diseases in Fiji**. FAO. 160p.
54. Parajára MC, Colombet Z, Machado ÍE *et al.* (2023) Mortality attributable to diets low in fruits, vegetables, and whole grains in Brazil in 2019: evidencing regional health inequalities. *Public Health* **224**, 123–130.
55. Luo H, Dodd KW, Arnold CD *et al.* (2022) Advanced Dietary Analysis and Modeling: A Deep Dive into the National Cancer Institute Method. *J Nutr* **152**, 2615–2625.
56. Dodd KW, Guenther PM, Freedman LS *et al.* (2006) Statistical methods for estimating usual intake of nutrients and foods: a review of the theory. *J Am Diet Assoc* **106**, 1640–1650.
57. Thompson FE, Kirkpatrick SI, Subar AF *et al.* (2015) The National Cancer Institute's Dietary Assessment Primer: A Resource for Diet Research. *J Acad Nutr Diet* **115**, 1986–1995.
58. Gibson RS, Charrondiere UR, Bell W (2017) Measurement Errors in Dietary Assessment Using Self-Reported 24-Hour Recalls in Low-Income Countries and Strategies for Their Prevention. *Adv Nutr* **8**, 980–991.

Figure 1 Theoretical model of the association between an energy-dense and low fiber-dense dietary pattern with overweight and obesity in adults. Brazil, 2017-2018.

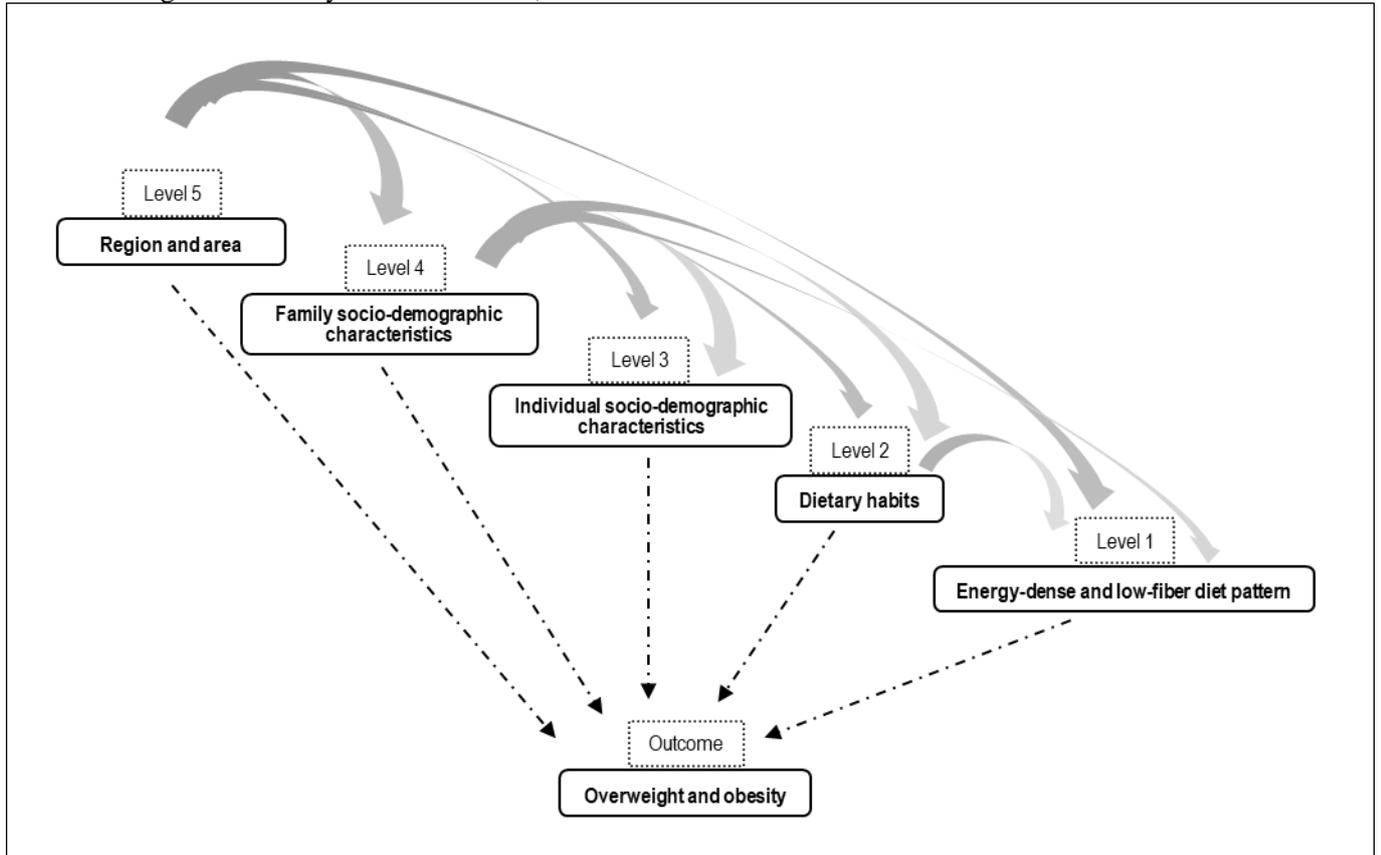


Figure 2 Potential confounders inserted on multinomial logistic regression model based on the theoretical model.

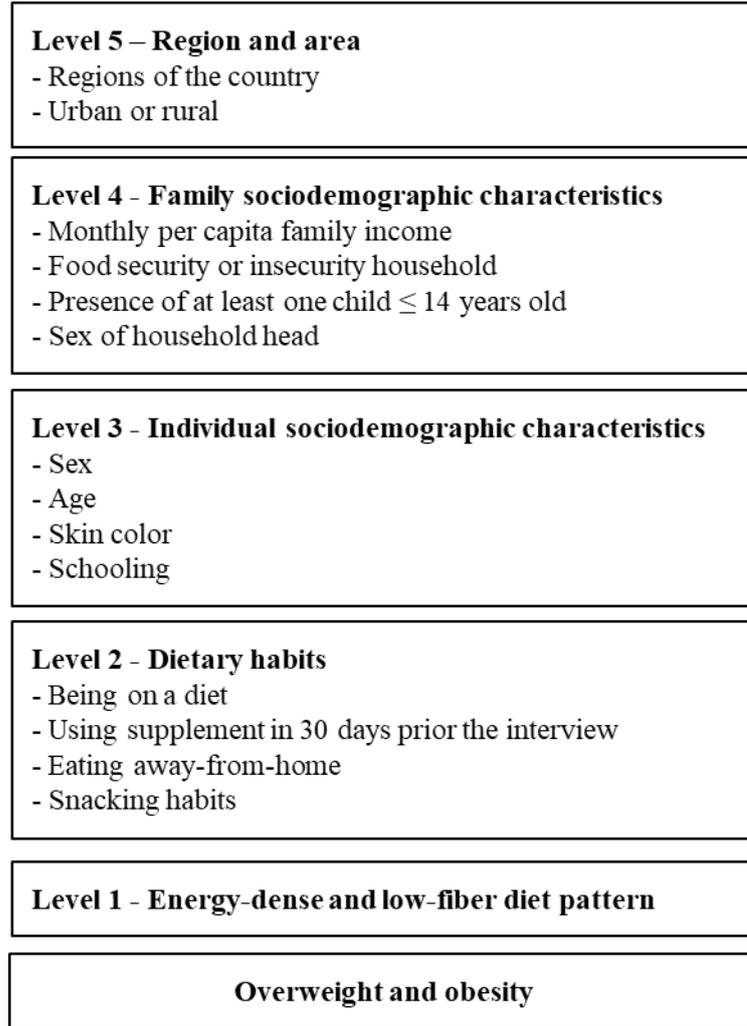
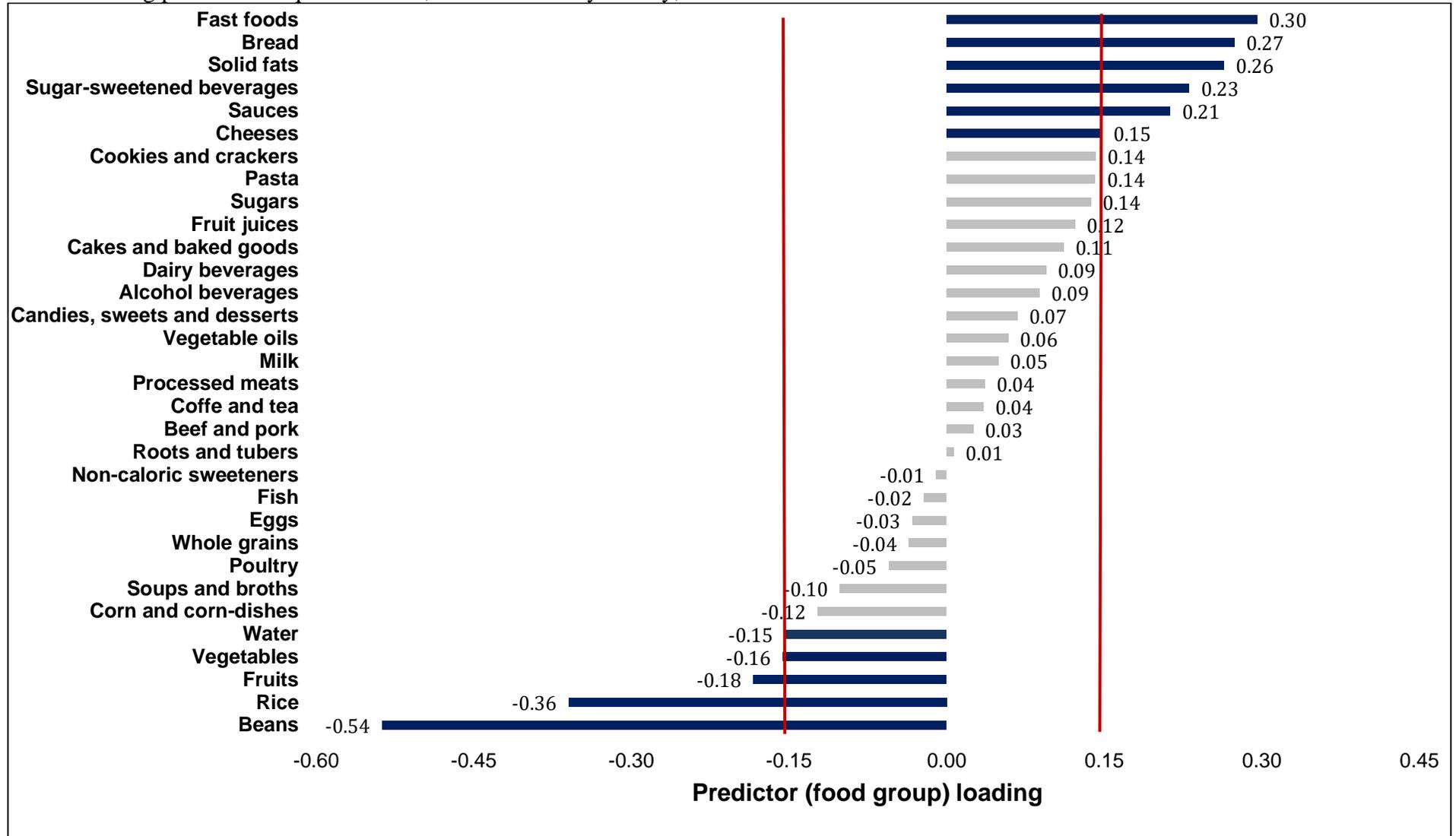


Figure 3 Factor loadings of food groups included the “high energy-dense and low fiber-dense” adults’ (n=28,153) dietary pattern extracted using partial least squares. Brazil, National Dietary Survey, 2017-2018.



Food groups with factor loadings $\geq |0.15|$ were retained in the dietary pattern.

Table 1 Pearson correlation coefficients between predictor loadings, response variables, and scores of the ¹PLS-derived energy-dense and low-fiber-density dietary pattern. Brazil, adults 20-59 years old. National Dietary Survey, 2017-2018.

	Response variables			Total dietary pattern scores
	Energy density	Fiber density	% Energy from total fat	PLS
Predictor variables				
Positive associations				
Solid fats	0.222	-0.077	0.120	0.290
Breads	0.249	-0.094	0.008 ^{&}	0.294
Sugar-sweetened beverages	0.136	-0.155	-0.033	0.274
Fast foods	0.243	-0.172	0.064	0.361
Sauces	0.104	-0.086	0.072	0.268
Cheeses	0.081	-0.105	0.144	0.189
Inverse associations				
Rice	-0.204	0.241	-0.113	-0.431
Beans	-0.327	0.673	-0.080	-0.639
Vegetables	-0.226	0.105	0.226	-0.185
Water	-0.072	0.062	-0.005 [#]	-0.177
Fruits	-0.269	0.088	-0.089	-0.216
Response variables				
Energy density	1	-0.608	0.299	0.686
Fiber density		1	-0.244	-0.699
% Energy from saturated fat			1	0.156

¹PLS, partial least squares.

p-value for all correlation coefficients <.01 except for [&]breads (p=0.1779) and [#]water (p= 0.455) vs. % Energy from total fat.

Table 2 Distribution (%) of adults (20-50 years old) according to categories of weight status and sociodemographic variables and dietary habits. Brazil, National Dietary Survey, 2017-2018. (to be continued)

Characteristics	Total (%)	Weight status		
		Adequate	Overweight	Obesity
Total	100	44.6 (43.6; 45.5)	38.7 (37.8; 39.6)	16.7 (16.0; 17.5)
Level 5 variables: region and area				
Country regions				
North	8.2 (7.7; 8.6)	47.3 (44.1; 50.6)	38.4 (35.5; 41.4)	14.2 (12.2; 16.3)
Northeast	26.4 (25.7; 27.2)	47.4 (46.0; 48.7)	36.5 (35.3; 37.7)	16.1 (15.2; 17.0)
Southeast	42.8 (41.7; 43.9)	43.3 (41.5; 45.1)	39.4 (37.8; 41.1)	17.2 (15.8; 18.6)
South	14.6 (13.9; 15.3)	43.0 (40.8; 45.3)	40.1 (38.0; 42.2)	16.9 (15.3; 18.5)
Western	7.9 (7.5; 8.4)	42.0 (39.5; 44.5)	39.5 (37.0; 41.9)	18.5 (16.5; 20.5)
Area				
Urban	86.3 (85.7; 86.9)	43.8 (42.7; 44.9)	39.1 (38.1; 40.1)	17.1 (16.3; 17.9)
Rural	13.7 (13.1; 14.3)	49.3 (47.5; 51.1)	36.0 (34.5; 37.5)	14.7 (13.5; 15.9)
Level 4 variables: family sociodemographic characteristics				
Monthly per capita family income (in multiples of minimum wage)[†]				
< 0.5	16.1 (15.2; 17.1)	49.3 (47.2; 51.5)	35.1 (33.0; 37.2)	15.5 (14.1; 17.0)
0.5 — <1.0	24.4 (23.3; 25.5)	45.8 (44.0; 47.6)	38.3 (36.7; 39.9)	15.9 (14.7; 17.0)
1.0 — 2.0	31.3	42.9	40.0	17.1

Characteristics	Total (%)	Weight status		
		Adequate	Overweight	Obesity
	(30.0; 32.5)	(41.2; 44.5)	(38.4; 41.6)	(15.9; 18.4)
> 2.0	28.2 (26.8; 29.6)	42.7 (40.7; 44.7)	39.6 (37.7; 41.4)	17.7 (16.1; 19.4)
Food security				
Food security	59.6 (58.2; 60.9)	43.8 (42.5; 45.0)	39.7 (38.5; 40.9)	16.5 (15.5; 17.5)
Mild food insecurity	27.1 (25.8; 28.3)	44.5 (42.7; 46.3)	38.2 (36.6; 39.8)	17.3 (16.0; 18.6)
Moderate and severe food insecurity	13.3 (12.5; 14.1)	48.3 (46.1; 50.6)	37.1 (33.0; 37.1)	16.6 (15.1; 18.1)
Presence of children ≤14 years old				
None	44.7 (43.4; 46.1)	43.8 (42.3; 45.2)	39.3 (37.9; 40.6)	17.0 (15.9; 18.0)
At least one child ≤14	55.3 (53.9; 56.6)	45.2 (44.0; 46.5)	38.2 (37.0; 39.4)	16.6 (15.6; 17.5)
Sex of the family head				
Female	64.2 (62.9; 65.5)	43.6 (42.4; 44.8)	39.7 (38.5; 40.9)	16.7 (15.8; 17.6)
Male	35.8 (34.5; 37.1)	46.3 (44.9; 47.7)	36.9 (35.6; 38.1)	16.9 (15.7; 18.0)
Level 3 variables: individual sociodemographic characteristics				
Sex				
Female	50.2 (49.6; 50.8)	47.6 (46.3; 49.0)	35.2 (33.9; 36.4)	17.2 (16.3; 18.1)
Male	49.8 (49.2; 50.4)	41.5 (40.2; 42.8)	42.2 (40.9; 43.5)	16.3 (15.3; 17.3)
Age (years old)				
20 — 40	54.6	50.0	35.9	14.1

Characteristics	Total (%)	Weight status		
		Adequate	Overweight	Obesity
	(53.7; 55.6)	(48.7; 51.4)	(34.7; 37.1)	(13.2; 15.0)
>40 — 59	45.4 (44.4; 46.3)	38.0 (36.7; 39.3)	42.1 (40.8; 43.3)	20.0 (18.8; 21.1)
Schooling (years of study)				
<9	30.8 (29.8; 31.7)	42.2 (40.8; 43.7)	39.5 (38.1; 40.9)	18.3 (17.2; 19.4)
9 — 12	46.5 (45.5; 47.5)	44.5 (43.2; 45.9)	39.0 (37.6; 40.3)	16.5 (15.5; 17.6)
>12	22.7 (21.6; 23.8)	47.9 (45.7; 50.1)	37.0 (35.0; 39.0)	15.1 (13.6; 16.7)
Skin color				
White	42.6 (41.4; 43.8)	44.4 (42.9; 46.0)	39.2 (37.7; 40.7)	16.4 (15.2; 17.5)
Black, brown, yellow or indigenous	57.4 (56.2; 58.6)	44.7 (43.5; 45.8)	38.3 (37.1; 39.4)	17.0 (16.2; 17.9)
Level 2 variables: dietary habits				
Being on a diet				
Yes	13.1 (12.4; 13.8)	31.5 (29.1; 33.8)	42.6 (40.2; 45.0)	25.9 (23.8; 28.0)
No	86.9 (86.2; 87.6)	46.6 (45.5; 47.6)	38.1 (37.1; 39.1)	15.4 (14.6; 16.1)
Supplement use				
Yes	16.9 (16.1; 17.8)	46.9 (44.5; 49.3)	37.4 (35.2; 39.6)	15.7 (14.0; 17.3)
No	83.1 (82.2; 83.9)	44.1 (43.1; 45.2)	38.9 (37.9; 39.9)	17.0 (16.2; 17.7)
Away-from-home food consumption				
Yes	47.9	45.0	38.6	16.4

Characteristics	Total (%)	Weight status		
		Adequate	Overweight	Obesity
No	(46.7; 49.1)	(43.7; 46.4)	(37.3; 39.9)	(15.4; 17.4)
	52.1	44.2	38.8	17.1
	(50.9; 53.3)	(42.8; 45.5)	(37.5; 40.0)	(16.1; 18.1)
Snacking habits				
At least one snack per day	85.7	45.1	38.2	16.7
	(84.8; 86.7)	(44.1; 46.2)	(37.3; 39.2)	(15.9; 17.4)
No snacks	14.3	41.3	41.5	17.3
	(13.3; 15.2)	(38.9; 43.6)	(39.2; 43.7)	(15.3; 19.2)

§Adults with adequate weight, overweight and obesity were classified according BMI: <25 kg/m²; ≥ 25 and <30kg/m²; ≥ 30kg/m², respectively⁽¹⁷⁾.

†monthly per capita family income: categorized in multiples of the country's official minimum wage in the middle of the survey period (January 2018: US\$ 298.50)⁽¹⁸⁾.

Table 3 Odds ratios (95% CIs) of overweight ($25 \leq \text{BMI} < 30 \text{kg/m}^2$) among adults ($n=16,461$)* estimated from multinomial logistic regression. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018. (to be continued)

Variables	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5**	
	OR	95%CI								
<i>Level 5: Region and area</i>										
Regions of the country										
Western	1.00	reference								
North	0.90	(0.79; 1.02)	1.01	(0.88; 1.15)	1.01	(0.89; 1.16)	1.02	(0.89; 1.17)	1.02	(0.89; 1.17)
Northeast	0.85	(0.76; 0.95)	0.97	(0.86; 1.09)	0.97	(0.86; 1.09)	0.98	(0.87; 1.10)	0.97	(0.86; 1.09)
Southeast	0.90	(0.80; 1.02)	0.94	(0.83; 1.05)	0.93	(0.82; 1.05)	0.90	(0.79; 1.01)	0.89	(0.79; 1.01)
South	1.07	(0.94; 1.22)	1.10	(0.96; 1.26)	1.11	(0.96; 1.27)	1.09	(0.95; 1.26)	1.07	(0.93; 1.22)
Area of living										
Rural	1.00	reference								
Urban	1.21	(1.12; 1.32)	1.24	(1.14; 1.35)	1.26	(1.15; 1.38)	1.22	(1.12; 1.34)	1.21	(1.10; 1.32)
<i>Level 4: Family sociodemographic characteristics</i>										
Monthly per capita family income (in multiples of the minimum wage)†										
< 0.5			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
0.5 — <1.0			1.19	(1.07; 1.32)	1.16	(1.05; 1.29)	1.18	(1.06; 1.31)	1.18	(1.06; 1.31)
1.0 — 2.0			1.40	(1.25; 1.56)	1.36	(1.21; 1.52)	1.39	(1.24; 1.56)	1.37	(1.23; 1.54)
> 2.0			1.40	(1.24; 1.59)	1.37	(1.20; 1.56)	1.40	(1.22; 1.61)	1.38	(1.21; 1.58)
Food security										
Food security			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Low food insecurity			1.05	(0.97; 1.14)	1.05	(0.97; 1.14)	1.04	(0.95; 1.13)	1.04	(0.95; 1.13)
Moderate and severe food insecurity			0.95	(0.85; 1.05)	0.93	(0.84; 1.03)	0.90	(0.81; 1.00)	0.90	(0.81; 1.00)
Presence of children ≤14 years old										
None			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
At least one child ≤14 yo			1.21	(1.13; 1.30)	1.28	(1.19; 1.38)	1.30	(1.20; 1.40)	1.30	(1.20; 1.40)
Sex of household head										
Male			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Female			0.71	(0.66; 0.77)	0.85	(0.78; 0.94)	0.86	(0.78; 0.95)	0.86	(0.78; 0.95)
<i>Level 3: Individual sociodemographic characteristics</i>										
Sex										
Male					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Female					0.77	(0.70; 0.85)	0.73	(0.66; 0.80)	0.73	(0.66; 0.81)
Age										
20 to 40 years old					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
>40 to 59 years old					1.36	(1.26; 1.46)	1.33	(1.23; 1.43)	1.34	(1.25; 1.45)

Variables	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5**	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
Schooling (years of study)										
<9					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
9 — 12					1.06	(0.98; 1.16)	1.07	(0.98; 1.16)	1.06	(0.98; 1.15)
>12					0.98	(0.87; 1.10)	0.96	(0.85; 1.08)	0.95	(0.84; 1.06)
Skin color										
White					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Black, brown, yellow or indigenous					0.98	(0.91; 1.06)	0.98	(0.91; 1.06)	0.98	(0.91; 1.06)
<i>Level 2: Dietary habits</i>										
Being on a diet										
No							1.00	reference	1.00	reference
Yes							0.56	(0.51; 0.63)	0.56	(0.50; 0.62)
Using supplements										
No							1.00	reference	1.00	reference
Yes							0.84	(0.77; 0.93)	0.84	(0.77; 0.93)
Eating away-from-home										
No							1.00	reference	-	-
Yes							0.99	(0.92; 1.06)	-	-
Snacking habits										
No							-	-	-	-
Yes							1.00	reference	-	-
							1.05	(0.94; 1.16)	-	-
<i>Level 1: Energy-dense and low fiber-dense diet pattern score quintiles</i>										
1 (Healthiest)									1.00	reference
2									1.02	(0.92; 1.14)
3									0.94	(0.84; 1.04)
4									1.00	(0.89; 1.12)
5 (Least healthy)									1.21	(1.08; 1.36)

*One individual was randomly selected per household.

**Model additionally adjusted by typical/atypical day of food consumption and quality of dietary report.

†monthly per capita family income: categorized in multiples of the country's official minimum wage in the middle of the survey period (January 2018: US\$ 298.50)⁽¹⁸⁾.

Table 4 Odds ratios (95% CIs) of obesity (BMI \geq 30kg/m²) among adults (n=16,461)* estimated from multinomial logistic regression. National Dietary Survey, Brazil, 2017-2018. (to be continued)

Variables	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5**	
	OR	95%CI								
<i>Level 5: Region and area</i>										
Regions of the country										
Western	1.00	reference								
North	0.70	(0.59; 0.83)	0.75	(0.63; 0.89)	0.77	(0.65; 0.92)	0.79	(0.66; 0.94)	0.78	(0.66; 0.94)
Northeast	0.79	(0.69; 0.91)	0.87	(0.75; 1.00)	0.88	(0.76; 1.01)	0.90	(0.78; 1.04)	0.89	(0.77; 1.03)
Southeast	0.85	(0.73; 0.98)	0.87	(0.75; 1.01)	0.89	(0.76; 1.03)	0.82	(0.70; 0.95)	0.81	(0.70; 0.95)
South	0.94	(0.80; 1.11)	0.96	(0.82; 1.14)	1.00	(0.84; 1.19)	0.97	(0.81; 1.16)	0.94	(0.79; 1.12)
Area of living										
Rural	1.00	reference								
Urban	1.42	(1.27; 1.58)	1.39	(1.25; 1.56)	1.48	(1.32; 1.66)	1.38	(1.22; 1.55)	1.35	(1.20; 1.51)
<i>Level 4: Family sociodemographic characteristics</i>										
Monthly family per capita income (in multiples of the minimum wage)[†]										
< 0.5			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
0.5 — <1.0			1.15	(1.01; 1.32)	1.16	(1.01; 1.33)	1.21	(1.05; 1.39)	1.21	(1.05; 1.39)
1.0 — 2.0			1.40	(1.22; 1.61)	1.46	(1.27; 1.69)	1.55	(1.34; 1.80)	1.53	(1.32; 1.78)
> 2.0			1.42	(1.21; 1.66)	1.59	(1.34; 1.89)	1.71	(1.43; 2.03)	1.67	(1.40; 1.99)
Food security										
Food security			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Low food insecurity			1.13	(1.02; 1.26)	1.11	(1.00; 1.24)	1.08	(0.97; 1.20)	1.08	(0.97; 1.20)
Moderate and severe food insecurity			1.08	(0.95; 1.23)	1.03	(0.90; 1.17)	0.95	(0.83; 1.09)	0.95	(0.83; 1.09)
Family composition										
Adults living without children			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Adults living with children			1.21	(1.10; 1.33)	1.36	(1.24; 1.50)	1.40	(1.27; 1.54)	1.39	(1.26; 1.54)
Sex of household head										
Male			1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Female			0.88	(0.80; 0.96)	0.80	(0.71; 0.90)	0.81	(0.72; 0.92)	0.81	(0.72; 0.92)
<i>Level 3: Individual sociodemographic characteristics</i>										
Sex										
Male					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Female					1.16	(1.03; 1.31)	1.02	(0.91; 1.16)	1.03	(0.91; 1.17)
Age										
20 to 40 years old					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference

Variables	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4		Model 5**	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
>40 to 59 years old					1.48	(1.35; 1.63)	1.43	(1.30; 1.58)	1.46	(1.32; 1.61)
Schooling (years of study)										
<9					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
9 — 12					0.92	(0.83; 1.02)	0.93	(0.84; 1.04)	0.92	(0.83; 1.02)
>12					0.76	(0.65; 0.87)	0.72	(0.62; 0.84)	0.71	(0.61; 0.82)
Skin color										
White					1.00	reference	1.00	reference	1.00	reference
Black, brown, yellow or indigenous					0.87	(0.79; 0.96)	0.88	(0.79; 0.97)	0.87	(0.79; 0.97)
<i>Level 2: Dietary habits</i>										
Being on a diet										
No							1.00	reference	1.00	reference
Yes							0.42	(0.37; 0.48)	0.41	(0.36; 0.47)
Using supplements										
No							1.00	reference	1.00	reference
Yes							0.76	(0.67; 0.86)	0.76	(0.67; 0.85)
Eating away-from-home										
No							1.00	reference	-	-
Yes							0.98	(0.89; 1.07)	-	-
Snacking habits										
No							1.00	reference	-	-
Yes							1.01	(0.89; 1.15)	-	-
<i>Level 1: Energy-dense and low fiber-dense diet pattern score quintiles</i>										
1 (Healthiest)									1.00	reference
2									1.06	(0.92; 1.22)
3									0.95	(0.82; 1.10)
4									1.05	(0.91; 1.21)
5 (Least healthy)									1.36	(1.17; 1.57)

*One individual was randomly selected per household.

**Model additionally adjusted by typical/atypical day of food consumption and quality of dietary report.

†monthly per capita family income: categorized in multiples of the country's official minimum wage in the middle of the survey period (January 2018: US\$ 298.50)⁽¹⁸⁾.

Supplemental Table 1. Food groups mentioned in the 24-hour recall by adults. Brazil, National Dietary Survey, 2017-2018.

Food groups	Food items included in the group	Proportion of report (%)
Coffee and Tea	Coffee, latte, cappuccino, and tea.	84.0
Water	Water and flavored water.	83.1
Rice	Rice and rice dishes.	77.9
Beans	Beans, bean dishes, other legumes, meat substitutes.	75.5
Sugars	Table sugar, brown sugar, honey, molasses.	66.6
Beef and Pork	Beef, beef dishes, preserved meats, viscera, other meats; pork and pork dishes.	52.4
Bread	Breads.	51.2
Vegetables	Lettuce, kale, cabbage, raw salad, other leafy vegetables, pumpkin, chayote, cucumber, tomato, other non-leafy vegetables, spices.	46.7
Solid Fats	Butter, margarine, coconut oil, bacon, whipping cream, sour cream.	38.3
Poultry	Poultry and poultry dishes.	35.1
Fruit Juice	Fruit juices.	33.5
Roots and Tubers	Carrot, sweet potato, potato, cassava, cassava flour, other roots, and tubers.	31.1
Fruits	Pineapple, <i>açaí</i> , banana, orange, apple, papaya, mango, watermelon, mandarine, grape, dry fruits, other fruits.	28.8
Fast Food	Pizzas, French fries, fried and baked snacks, sandwiches, savory pies; savory snacks and chips.	26.5
Cookies and Crackers	Cookies and crackers.	24.4
Pasta	Pasta, noodles, instant noodles.	21.6
Sugar-sweetened Beverages	Sodas, fruit-based processed drinks, diet and light soft drinks, other non-alcoholic beverages.	20.4
Vegetable oils	Soy oil, corn oil, olive oil.	15.5
Eggs	Eggs and egg-dishes.	14.7
Cakes and Baked Goods	Cakes and pies.	13.7
Candies, sweets and desserts	Chocolate, peanut-based sweets, candies, diet and light candies; milk-based sweets, fruit-based sweets, ice cream and popsicle, desserts.	12.3
Processed Meats	Processed meats, sausages, bologna, ham, other cold cuts and sausages.	11.9
Cheeses	Cheeses, mozzarella, ricotta, grated cheese, and cheese-based dishes.	10.9
Corn and corn-dishes	Corn and corn-dishes.	10.0
Milk	Whole and skimmed milk and milk-based dishes.	9.6
Whole grains	Whole rice, whole noodles, whole crackers and cookies, whole bread, other cereal fibers.	8.9
Dairy Beverages	Yogurt, kefir, curd, fermented milk, chocolate milk, dairy, soy milk.	8.7
Fish	Fresh fish, canned fish, salted fish, fish dishes, other fish.	8.2
Non-Caloric Sweeteners	Non-caloric sweeteners.	7.4
Soups and broths	Broth, chowders, and soups.	7.1
Sauces	Mayonnaise, mustard, ketchup, shoyu.	5.8
Alcoholic Beverages	Spirits, beer, wine.	4.8

Food groups with consumption report <2% were excluded: Nuts, breakfast cereals and supplements.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou o consumo de adoçantes calóricos e não-calóricos no Brasil e as características sociodemográficas, de condição de peso e dietéticas associadas a esse hábito, utilizando dados dos dois Inquéritos Nacionais de Alimentação de 2008-2009 e 2017-2018. Além disso, para adultos brasileiros, também foi realizada análise de padrões alimentares relacionados a componentes da dieta que podem ser prejudiciais à saúde, e sua associação com o sobrepeso e a obesidade, considerando potenciais fatores de confundimento, com base nos dados do último Inquérito Nacional de Alimentação, realizado em 2017-2018.

O primeiro manuscrito identificou que apesar de o uso do açúcar de mesa ter reduzido em dez anos, este continua sendo a principal a opção para adoçar alimentos e bebidas entre os brasileiros. Além disso, a opção por não utilizar nem açúcar e nem adoçante triplicou no mesmo período, enquanto o uso de ‘adoçante não calórico’ ou ‘ambas as opções’ se manteve estável. No INA de 2017-2018, o uso do açúcar de mesa foi mencionado com mais frequência por adolescentes, indivíduos residentes de áreas rurais, no estrato de menor renda, que não estavam fazendo dieta e que não utilizaram suplemento. Os adoçantes não calóricos eram mais utilizados por idosos, indivíduos na faixa de renda mais elevada e os que estavam fazendo dieta. Enquanto a opção por não adoçar foi mais frequente entre os que estavam no estrato de renda mais baixa. Como esperado, a ingestão de energia foi maior entre os que utilizavam açúcar, assim como a ingestão de carboidratos e açúcares de adição, acompanhado de menor consumo de cálcio, potássio, fósforo, vitamina A e vitamina C para ambos os sexos comparados aos que utilizavam ‘adoçante não calórico’.

No segundo manuscrito, o primeiro padrão alimentar extraído por procedimento de PLS foi considerado, pois era o que mais explicava a variação das variáveis respostas e que tinha maior interpretabilidade. Esse padrão alimentar foi nomeado como “elevado em energia e com baixa densidade de fibras” considerando sua correlação direta e significativa com esses componentes, sendo caracterizado pela presença principalmente de alimentos de elevada densidade calórica e ricos em açúcares e gorduras e pelo baixo consumo de alimentos frescos e básicos característicos da culinária brasileira. Os adultos que mais aderiam a esse padrão apresentavam maior chance de sobrepeso e obesidade, independente da região do país, da situação urbano/rural do domicílio, características sociodemográficas da família e do indivíduo e dos hábitos alimentares.

Em resumo, a mudança observada no consumo de adoçantes calóricos e não calóricos pode ser reflexo de mudanças nos hábitos alimentares da população, que devem ser

acompanhados para fundamentar as ações de promoção da saúde. De acordo com o Guia Alimentar para a população brasileira, publicado em 2014, o açúcar de mesa, considerado um ingrediente culinário, deve ser utilizado em pequenas quantidades em alimentos e bebidas. Ao passo que os adoçantes não calóricos, classificados como ultraprocessados, devem ser evitados. As orientações propostas por este documento são disseminadas, não apenas por meio do seu acesso público, mas nas escolas, unidades básicas de saúde, universidades e norteia o desenvolvimento de políticas públicas em saúde, o que poderia contribuir para mudanças favoráveis nos hábitos alimentares da população, inclusive a redução do consumo tanto do açúcar de mesa como dos ANC.

Os resultados obtidos no presente estudo ensejam a proposição de ações que estimulem o consumo de alimentos básicos e frescos, de baixa densidade calórica e elevado valor nutricional, tais como: (i) isenção de impostos para os alimentos básicos que compõem a Cesta Básica nacional de alimentos, assim como, para os alimentos frescos como frutas e vegetais; (ii) fiscalização sobre a adequação das normas de rotulagem nutricional dos alimentos, que entrou em vigor em outubro de 2022, enfatizando a presença de gordura saturada, sódio e açúcar adicionado na embalagem frontal dos produtos; (iii) garantia da participação de alimentos provenientes da agricultura familiar no Programa Nacional de Alimentação Escolar; (iv) fortalecimento da agricultura familiar, reforçando a cultura e diversidade alimentar; (v) estímulo para a criação de hortas urbanas, a fim de melhorar o acesso e disponibilidade de alimentos frescos.

Em relação aos aspectos metodológicos, podemos destacar o avanço na obtenção dos dados de consumo alimentar individual ao compararmos os INAs de 2008-2009 e 2017-2018. A adoção do R24h está em consonância com estudos internacionais, que apontam este instrumento como o mais adequado para inquéritos populacionais, além disso, a obtenção das informações sobre os alimentos de adição para alimentos específicos, ingestão de água, uso de suplementos e a realização de dietas também agregaram no avanço das investigações epidemiológicas. No entanto, há necessidade de refletir sobre o refinamento das informações sobre as especificações dos alimentos consumidos, que podem ser fontes de açúcar ou de ANC. Além da pergunta específica para caracterização do hábito do uso de adoçantes, a investigação sobre os tipos de adoçantes utilizados ao longo da coleta do consumo alimentar individual também auxiliaria na melhor caracterização desse hábito na população brasileira.

Os achados desta tese se alinham às tendências observadas no cenário nutricional brasileiro, no qual as mudanças nos hábitos alimentares são caracterizadas pela redução do

consumo de alimentos básicos, baixo consumo de alimentos frescos, e presença crescente dos alimentos ultraprocessados.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.A. *et al.* Different statistical methods identify similar population-specific dietary patterns: an analysis of Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **The British Journal of Nutrition**, v. 128, n. 11, p. 2249–2257, 2022.

ALVES, M.A. *et al.* Association between dietary patterns and overweight/obesity: a Brazilian national school-based research (ERICA 2013-2014). **Journal of Public Health**, v. 28, p. 163-171, 2020.

ARRUDA, S.P.M. *et al.* Dietary patterns are associated with excess weight and abdominal obesity in a cohort of young Brazilian adults. **European Journal of Nutrition**, v. 55, n. 6, p. 2081–2091, 2016.

AVELINO, G.F. *et al.* Sub-relato da ingestão energética e fatores associados em estudo de base populacional. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 3, p. 663–668, mar. 2014.

AZAD, M.B. *et al.* Nonnutritive Sweeteners and Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Prospective Cohort Studies. **Canadian Medical Association Journal**, v. 189, n. 28, p. E929–E939, jul. 2017.

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

BALTAR, Valéria Troncoso; SANTOS, Roberta de Oliveira; GORGULHO, Bartira Mendes. Padrões alimentares derivados por métodos estatísticos. In: **Consumo alimentar guia para avaliação**. 1. ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2019. cap. 17, p. 224–245.

BARBARESKO, J. *et al.* Dietary Pattern Analysis and Biomarkers of Low-Grade Inflammation: A Systematic Literature Review. **Nutrition reviews**, v. 71, n. 8, p. 511–527, ago. 2013.

BATISTA, L.D. *et al.* Misreporting of dietary energy intake obtained by 24 h recalls in older adults: a comparison of five previous methods using doubly labeled water. **European journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 4, p. 535–543, 2022.

BELLOU, V. *et al.* Risk Factors for Type 2 Diabetes Mellitus: An Exposure-Wide Umbrella Review of Meta-Analyses. **PloS one**, v. 13, n. 3, p. e0194127, 2018.

BEZERRA, I.N. *et al.* Generational Differences in Dietary Pattern among Brazilian Adults Born between 1934 and 1975: A Latent Class Analysis. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 16, p. 2929–2940, nov. 2018.

BEZERRA, I.N. *et al.* Evolution of food intake estimates in Brazil: the 2008-2009 and 2017-2018 National Dietary Surveys. **Revista de Nutrição**, v. 35, p. e210132, 2022.

BIDDLE, S.J.H. *et al.* Screen Time, Other Sedentary Behaviours, and Obesity Risk in Adults: A Review of Reviews. **Current Obesity Reports**, 6(2), 134–147, 2017.

BLACK, A.E. *et al.* Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 2. Evaluating the results of published surveys. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 45, n. 12, p. 583–99, dec. 1991.

BLACK, A.E.; COLE, T.J. Within- and between-subject variation in energy expenditure measured by the doubly-labelled water technique: Implications for validating reported dietary energy intake. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, n. 5, p. 386-394, May 2000.

BLOCH, K.V. *et al.* ERICA: prevalences of hypertension and obesity in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, suppl 1, p. 9, fev. 2016.

BLÜHER, M. Obesity: Global Epidemiology and Pathogenesis. **Nature reviews. Endocrinology**, v. 15, n. 5, p. 288–298, May 2019.

BORGES, C. A. *et al.* Dietary Patterns: A Literature Review of the Methodological Characteristics of the Main Step of the Multivariate Analysis. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, n. 4, p. 837–857, 2015.

BORGES, C.A. *et al.* (2018). Dietary patterns associated with overweight among Brazilian adolescents. **Appetite**, v. 123, p. 402–409, Apr. 2018.

BÖRNHORST, C. *et al.* Diet-obesity associations in children: approaches to counteract attenuation caused by misreporting. **Public Health Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 256–266, 2013.

BOTELHO, R.B.A.; AKUTSU, R.C.; ZANDONADI, R.P. Low-Income Population Sugar (Sucrose) Intake: A Cross-Sectional Study among Adults Assisted by a Brazilian Food Assistance Program. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 798, Apr. 2019.

BOUSHEY, C. *et al.* Dietary Patterns and Growth, Size, Body Composition, and/or Risk of Overweight or Obesity: A Systematic Review. **USDA Nutrition Evidence Systematic Review**, 2020. Disponível em: 10.52570/NESR.DGAC2020.SR0101. Acesso em: 19 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2 ed., 1. reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BRAY, G.A. Energy and Fructose from Beverages Sweetened with Sugar or High-Fructose Corn Syrup Pose a Health Risk for Some People. **Advances in Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 220–225, mar. 2013.

BRAY, G.A.; POPKIN, B.M. Dietary Sugar and Body Weight: Have We Reached a Crisis in the Epidemic of Obesity and Diabetes? Health Be Damned! Pour on the Sugar. **Diabetes Care**, v. 37, n. 4, p. 950–956, Apr. 2014.

BRAYNER, B. *et al.* Dietary Patterns Characterized by Fat Type in Association with Obesity and Type 2 Diabetes: A Longitudinal Study of UK Biobank Participants. **The Journal of Nutrition**, v. 151, n. 11, p. 3570–3578, 2021.

BURKE, M.V.; SMALL, D.M. Physiological Mechanisms by Which Non-Nutritive Sweeteners May Impact Body Weight and Metabolism. **Physiology & Behavior**, v. 152, n. Pt B, p. 381–388, Dec. 2015.

BYARD, J.L.; GOLDBERG, L. The Metabolism of Saccharin in Laboratory Animals. **Food and Cosmetics Toxicology**, v. 11, n. 3, p. 391–402, Jun. 1973.

CACAU, L.T. *et al.* Development and Validation of an Index Based on EAT-Lancet Recommendations: The Planetary Health Diet Index. **Nutrients**, v. 13, n. 5, p. 1698, May 2021.

CAROCHO, M.; MORALES, P.; FERREIRA, I.C.F.R. Sweeteners as Food Additives in the XXI Century: A Review of What Is Known, and What is to Come. **Food and Chemical Toxicology Journal**, v. 107, n. Pt A, p. 302–317, Sep. 2017.

CATTAFESTA, M. *et al.* Prevalence and determinants of obesity and abdominal obesity among rural workers in Southeastern Brazil. **PloS One**, v. 17, n. 7, p. e0270233, 2022.

CENA, H.; CALDER, P. C. Defining a Healthy Diet: Evidence for The Role of Contemporary Dietary Patterns in Health and Disease. **Nutrients**, v. 12, n. 2, Jan. 2020.

CHATELAN, A. *et al.* Total, Added, and Free Sugar Consumption and Adherence to Guidelines in Switzerland: Results from the First National Nutrition Survey MenuCH. **Nutrients**, v. 11, n. 5, May 2019.

CHATTOPADHYAY, S.; RAYCHAUDHURI, U.; CHAKRABORTY, R. Artificial Sweeteners - a Review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 4, p. 611–621, Apr. 2014.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2nd ed., 1998.

CONWAY, J.M.; INGWERSEN, L.A.; MOSHFEGH, A.J. Accuracy of dietary recall using the USDA five-step multiple-pass method in men: an observational validation study. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 104, p. 595–603, 2004.

CREPALDI, B.V.C. *et al.* Educational inequality in consumption of in natura or minimally processed foods and ultra-processed foods: The intersection between sex and race/skin color in Brazil. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1055532, 2022.

CUNHA, D.B.; ALMEIDA, R.M.V.R.; PEREIRA, R.A. A comparison of three statistical methods applied in the identification of eating patterns. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 11, p. 2138–2148, 2010.

CUNHA, D.B.; ALMEIDA, R.M.V.R.; PEREIRA, R.A. A comparison of three statistical methods applied in the identification of eating patterns. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 11, p. 2138–2148, 2010.

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. e1003198, 2020.

DAMACENA, F.C. *et al.* Obesity prevalence in Brazilian firefighters and the association of central obesity with personal, occupational and cardiovascular risk factors: a cross-sectional study. **BMJ Open**, v. 10, n. 3, p. e032933, 2020.

DANDAMUDI, A. *et al.* Dietary Patterns and Breast Cancer Risk: A Systematic Review. **Anticancer Research**, v. 38, n. 6, p. 3209–3222, Jun. 2018.

DANIELS, J.; DANIELS, C. Sugarcane in Prehistory. **Archaeology in Oceania**, v. 28, n. 1, p. 1–7, Oct. 1993.

DEBRAS, C. *et al.* Total and Added Sugar Intakes, Sugar Types, and Cancer Risk: Results from the Prospective NutriNet-Santé Cohort. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 112, n. 5, p. 1267–1279, Nov. 2020.

DE ONIS, M. *et al.* Development of a WHO Growth Reference for School-Aged Children and Adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660–667, Sep. 2007.

DIBELLO, J.R. *et al.* Comparison of 3 methods for identifying dietary patterns associated with risk of disease. **American Journal of Epidemiology**, v. 168, n.12, p. 1433–43, 2008.

DIERK, J.M. *et al.* What determines well-being in obesity? Associations with BMI, social skills, and social support. **Journal of Psychosomatic Research**, v. 60, n. 3, p. 219–227, 2006.

DI RIENZI, S.C.; BRITTON, R.A. Adaptation of the Gut Microbiota to Modern Dietary Sugars and Sweeteners. **Advances in Nutrition**, v. 11, n. 3, p. 616–629, May 2020.

DROUIN-CHARTIER, J.P. *et al.* Changes in Consumption of Sugary Beverages and Artificially Sweetened Beverages and Subsequent Risk of Type 2 Diabetes: Results from Three Large Prospective U.S. Cohorts of Women and Men. **Diabetes Care**, v. 42, n. 12, p. 2181–2189, Dec. 2019.

DUBOIS, G.E.; PRAKASH, I. Non-Caloric Sweeteners, Sweetness Modulators, and Sweetener Enhancers. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 3, p. 353–380, 2012.

DUMITH, S.C. *et al.* What factors explain the increase in obesity in Brazil? An ecological analysis of contextual and behavioural components. **Public health**, v. 209, p. 61–66, 2022.

ELIZABETH, L. *et al.* Ultra-Processed Foods and Health Outcomes: A Narrative Review. **Nutrients**, v. 12, n. 7, Jun. 2020.

ESTIVALETI, J.M. *et al.* Time trends and projected obesity epidemic in Brazilian adults between 2006 and 2030. **Scientific reports**, v. 12, n. 1, p. 12699, 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. **FAO Food and Nutrition Paper**, Italy, v. 66, p. 1-140, 1998. Disponível em: <https://www.fao.org/3/W8079E/W8079E00.htm>. Acesso em: Jan. 2024.

_____. Dietary Assessment: A resource guide to method selection and application in low resource settings. Rome. 2018.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO 2023. The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3017en>. Disponível em: <https://www.fao.org/3/CC3017EN/online/CC3017EN.html>. Acessado em: Jan. 2023.

FERREIRA, A.P.S. *et al.* Increasing trends in obesity prevalence from 2013 to 2019 and associated factors in Brazil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, suppl. 2, p. e210009, 2021.

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.

FERRIOLLI, E. *et al.* Under-reporting of food intake is frequent among Brazilian free-living older persons: a doubly labeled water study. **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, v. 24, n. 5, p. 506–510, Mar. 2010.

FISBERG, M. *et al.* Total and Added Sugar Intake: Assessment in Eight Latin American

Countries. **Nutrients**, v. 10, n. 4, Mar. 2018.

FITCH, C.; KEIM, K.S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 5, p. 739–758, May 2012.

FLORES-ORTIZ, R.; MALTA, D.C.; VELASQUEZ-MELENDZ, G. Adult body weight trends in 27 urban populations of Brazil from 2006 to 2016: A population-based study. **PloS One**, v. 14, n. 3, p. e0213254, 2019.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Food labeling: Revision of the nutrition and supplement facts labels. **Federal Register**, v. 81, n. 103, p. 33741-33999, 2016.

FOWLER, S.P. *et al.* Fueling the Obesity Epidemic? Artificially Sweetened Beverage Use and Long-Term Weight Gain. **Obesity**, v. 16, n. 8, p. 1894–1900, Aug. 2008.

FOWLER, S.P.G. Low-Calorie Sweetener Use and Energy Balance: Results from Experimental Studies in Animals, and Large-Scale Prospective Studies in Humans. **Physiology & Behavior**, v. 164, n. Pt B, p. 517–523, Oct. 2016.

FUCHS, S.C.; VICTORA, C.G.; FACHEL, J. Modelo hierarquizado: uma proposta de modelagem aplicada à investigação de fatores de risco para diarreia grave. **Revista de Saúde Pública**, v. 30, n. 2, p. 168–178, 1996.

GALLAGHER, M.L. Os nutrientes e seu metabolismo. IN: L. Kathleen Mahan; Sylvia Escott-Stump. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Inc, 2010.

GIBSON, R.S. Measurement errors in dietary assessment. In: **Principles of Nutritional Assessment**. 2nd ed. New York, USA, Oxford University Press, 2005. cap. 5, p. 105-122.

GIUNTINI, E.B. *et al.* 12th IFDC 2017 Special issue – Brazilian Nutrient Intake Evaluation Database: an essential tool for estimating nutrient intake data. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 83, p. 103286, 2019.

GOLDBERG, G.R. *et al.* Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 45, p. 569–81, Dec. 1991.

GORGULHO, B.M.; MARCHIONI, D.M.L. Índices de qualidade da dieta. In: **Consumo alimentar guia para avaliação**. 1. ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2019. cap. 16, p. 215–223.

GRECH, A. *et al.* Diet-Quality and Socio-Demographic Factors Associated with Non-Nutritive Sweetener Use in the Australian Population. **Nutrients**, v. 10, n. 7, p. 833, Jun. 2018.

GREENWOOD, D.C. *et al.* Association between Sugar-Sweetened and Artificially Sweetened Soft Drinks and Type 2 Diabetes: Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies. **The British Journal of Nutrition**, v. 112, n. 5, p. 725–734, Sep. 2014.

GUPTA, R. *et al.* Association between the frequency of television watching and overweight and obesity among women of reproductive age in Nepal: Analysis of data from the Nepal Demographic and Health Survey 2016. **PloS one**, v. 15, n. 2, p. e0228862, 2020.

HALES, C.M. *et al.* Differences in Obesity Prevalence by Demographic Characteristics and

Urbanization Level Among Adults in the United States, 2013-2016. **JAMA**, v. 319, n. 23, p. 2419–2429, 2018.

HALL, K.D. *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, Jul. 2019.

HARRINGTON, J.M. *et al.* Capturing Changes in Dietary Patterns among Older Adults: A Latent Class Analysis of an Ageing Irish Cohort. **Public Health Nutrition**, v. 17, n. 12, p. 2674–2686, Dec. 2014.

HENRY, C.J. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. **Public Health Nutrition**, v. 8, n. 7A, p. 1133–1152, 2005.

HESS, J. *et al.* The Confusing World of Dietary Sugars: Definitions, Intakes, Food Sources and International Dietary Recommendations. **Food & Function**, v. 3, n. 5, p. 477–486, May 2012.

HIGGINS, K.A.; MATTES, R.D.A. Randomized Controlled Trial Contrasting the Effects of 4 Low-Calorie Sweeteners and Sucrose on Body Weight in Adults with Overweight or Obesity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 109, n. 5, p. 1288–1301, May 2019.

HOFFMANN, K. *et al.* Application of a New Statistical Method to Derive Dietary Patterns in Nutritional Epidemiology. **American Journal of Epidemiology**, v. 159, n. 10, p. 935–944, May 2004.

HOFFMANN, K.; SCHULZE, M.B.; BOEING, H. The authors reply. **American Journal of Epidemiology**, v. 160, n. 11, 1132-1133, Dec. 2004.

HOWES, E.M. *et al.* The Impact of Weight Bias and Stigma on the 24 h Dietary Recall Process in Adults with Overweight and Obesity: A Pilot Study. **Nutrients**, v. 16, n. 2, p. 191, 2024. HU, F.B. Dietary Pattern Analysis: A New Direction in Nutritional Epidemiology. **Current Opinion in Lipidology**, v. 13, n. 1, p. 3–9, Feb. 2002.

HUANG, T.T. *et al.* Effect of screening out implausible energy intake reports on relationships between diet and BMI. **Obesity Research**, v. 13, n. 7, p. 1205-1217, Jul. 2005.

HUH, J. *et al.* Identifying Patterns of Eating and Physical Activity in Children: A Latent Class Analysis of Obesity Risk **Obesity**, v. 19, n. 3, p. 652–658, Mar. 2011.

HUYBRECHTS, I. *et al.* Using Reduced Rank Regression Methods to Identify Dietary Patterns Associated with Obesity: A Cross-Country Study among European and Australian Adolescents. **The British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 2, p. 295–305, Jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. IBGE Coordenação de Trabalho e Rendimento, Rio de Janeiro, 2011. 150p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>. Acesso em: Jan. 2024.

_____. **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar**. Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro, 2016. 132p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=297870>. Acesso em: Fev 2024.

_____. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019: percepção do estado de saúde,**

estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil e grandes regiões. IBGE Coordenação de Trabalho e Rendimento, Rio de Janeiro, 2020a. 113p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101764>. Acesso em: Jan. 2024.

_____. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019: atenção primária à saúde e informações antropométricas.** IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Rio de Janeiro, 2020b. 57p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101758> Acesso em: Jan. 2024.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil.** IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Rio de Janeiro, 2020c. 114 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>. Acesso em: Jan. 2024.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids, Part I. Washington, DC: National Academy Sciences; 2002. Disponível em: doi.org/10.17226/10490. Acesso em: Apr. 2024.

_____. Dietary carbohydrates: sugars and starches. In: Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: **The National Academies Press**, p. 265-323, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/10490>. Acesso em: Jan. 2024.

JACOBS, D.R.J.; STEFFEN, L.M. Nutrients, Foods, and Dietary Patterns as Exposures in Research: A Framework for Food Synergy. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, n. 3, p. 508S-513S, Sep. 2003.

JACOB, R. *et al.* Associations of timing of food intake with energy intake, eating behavior traits and psychosocial factors in adults with overweight and obesity. **Frontiers in Nutrition**, v. 10, p. 1155971, 2023.

JENSEN, T. *et al.* Fructose and Sugar: A Major Mediator of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. **Journal of Hepatology**, v. 68, n. 5, p. 1063–1075, May 2018.

JESSRI, M.; LOU, W.Y.; L'ABBÉ, M.R. Evaluation of different methods to handle misreporting in obesity research: evidence from the Canadian national nutrition survey. **The British Journal of Nutrition**, v. 115, n. 1, p. 147–159, 2016.

JESSRI, M. *et al.* Identification of dietary patterns associated with obesity in a nationally representative survey of Canadian adults: application of a priori, hybrid, and simplified dietary pattern techniques. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 105, n. 3, p. 669–684, 2017.

JOHNSON, R.K. *et al.* Dietary Sugars Intake and Cardiovascular Health: A Scientific Statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 120, n. 11, p. 1011–1020, Sep. 2009.

KHAN, T.A. *et al.* Relation of Total Sugars, Sucrose, Fructose, and Added Sugars with the Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 94, n. 12, p. 2399–2414, Dec. 2019.

- LANE, M.M. *et al.* Ultraprocessed Food and Chronic Noncommunicable Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis of 43 Observational Studies. **Obesity reviews: an Official Journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 22, n. 3, p. e13146, Mar. 2021.
- LENHART, A.; CHEY, W.D. A Systematic Review of the Effects of Polyols on Gastrointestinal Health and Irritable Bowel Syndrome. **Advances in Nutrition**, v. 8, n. 4, p. 587–596, Jul. 2017.
- LEVY, R.B.; CLARO, R.M.; MONTEIRO, C.A. Sugar and Total Energy Content of Household Food Purchases in Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 12, n. 11, p. 2084–2091, Nov. 2009.
- LEVY, R.B. *et al.* Disponibilidade de açúcares de adição no Brasil: distribuição, fontes alimentares e tendência temporal. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 15, n. 1, p. 3–12, Mar. 2012.
- LIBERALI, R.; KUPEK, E.; ASSIS, M.A.A. Dietary patterns and childhood obesity risk: a systematic review. **Childhood Obesity**, v. 16, n. 2, p. 70–85, Mar. 2020.
- LIVINGSTONE, M.B.; BLACK, A.E. Markers of the validity of reported energy intake. **The Journal of Nutrition**, v. 133, suppl 3, p. 895S–920S, 2003.
- LIVINGSTONE, K.M.; MCNAUGHTON, S.A. Dietary patterns by reduced rank regression are associated with obesity and hypertension in Australian adults. **The British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 2, p. 248–259, 2017.
- LIVINGSTONE, K.M. *et al.* Energy-dense dietary patterns high in free sugars and saturated fat and associations with obesity in young adults. **European Journal of Nutrition**, v. 61, n. 3, p. 1595–1607, 2022.
- LIVINGSTONE, K.M. *et al.* Dietary patterns, genetic risk, and incidence of obesity: Application of reduced rank regression in 11,735 adults from the UK Biobank study. **Preventive Medicine**, v. 158, p. 107035, 2022.
- LOPES, T.S. **Validade da estimativa da ingestão de energia em adultos em comparação com o gasto energético total medido por meio da água duplamente marcada**. 2012. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
- LOPES, T.S. *et al.* Misreport of Energy Intake Assessed with Food Records and 24-h Recalls Compared with Total Energy Expenditure Estimated with DLW. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 11, p. 1259–1264, nov. 2016.
- LOUZADA, M.L.C. *et al.* Changes in socioeconomic inequalities in food consumption among Brazilian adults in a 10-years period. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1020987, 2022.
- LOUZADA, M.L.C. *et al.* Changes in obesity prevalence attributable to ultra-processed food consumption in Brazil between 2002 and 2009. **International Journal of Public Health**, n. 67, p. 1604103, May 2022.
- LUNGER, M. *et al.* Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: A systematic review from 2013 to 2015 and a comparison with previous studies. **Obesity Facts**, v. 10, n. 6, p. 674–693, Dec. 2017.
- MACENA, M.L. *et al.* Agreement between the total energy expenditure calculated with accelerometry data and the BMR yielded by predictive equations v. the total energy expenditure

obtained with doubly labelled water in low-income women with excess weight. **The British Journal of Nutrition**, v. 122, n. 12, p. 1398–1408, 2019.

MADADIZADEH, F.; BAHARINIYA, S. Tutorial on statistical data reduction methods for exploring dietary patterns. **Clinical nutrition ESPEN**, v. 58, p. 228–234, 2023.

MAGNUSON, B.A. *et al.* Biological fate of low-calorie sweeteners. **Nutrition Reviews**, v. 74, n. 11, p. 670–689, Nov. 2016.

MAIMAITIYIMING, M. *et al.* The association of obesity-related dietary patterns and main food groups derived by reduced-rank regression with cardiovascular diseases incidence and all-cause mortality: findings from 116,711 adults. **European Journal of Nutrition**, v. 62, n. 6, p. 2605–2619, 2023.

MALIK, V.S. *et al.* Sugar-Sweetened Beverages and Risk of Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis. **Diabetes Care**, v. 33, n. 11, p. 2477–2483, Nov. 2010.

MALIK, V.S.; HU, F.B. 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, Oct. 2015.

MALIK, V. S.; HU, F. B. Sugar-Sweetened Beverages and Cardiometabolic Health: An Update of the Evidence. **Nutrients**, v. 11, n. 8, ago. 2019.

MALIK, V.S. *et al.* Long-Term Consumption of Sugar-Sweetened and Artificially Sweetened Beverages and Risk of Mortality in US Adults. **Circulation**, v. 139, n. 18, p. 2113–2125, Apr. 2019.

MALTA, D.C. *et al.* Probabilidade de morte prematura por doenças crônicas não transmissíveis, Brasil e regiões, projeções para 2025. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, Abr. 2019.

MARTINS-SILVA, T. *et al.* Prevalence of obesity in rural and urban areas in Brazil: National Health Survey, 2013. Prevalências de obesidade em zonas rurais e urbanas no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190049, 2019.

MARTYN, D. *et al.* Low-/No-Calorie Sweeteners: A Review of Global Intakes. **Nutrients**, v. 10, n. 3, Mar. 2018.

MASSARANI, F.A. *et al.* Agregação familiar e padrões alimentares na população brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 12, p. 2535–2545, Dec. 2015.

MATTES, R.D.; POPKIN, B.M. Nonnutritive Sweetener Consumption in Humans: Effects on Appetite and Food Intake and Their Putative Mechanisms. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 89, n. 1, p. 1–14, Jan. 2009.

MAURER, J. *et al.* The psychosocial and behavioral characteristics related to energy misreporting. **Nutrition Reviews**, v. 64, n. 2, p. 53–66, 2009.

MCCRORY, M.A.; HAJDUK, C.L.; ROBERTS, S.B. Procedures for screening out inaccurate reports of dietary energy intake. **Public Health Nutrition**, v.5, n. 6A, p. 873-82, Dec. 2002.

MELA, D.J.; WOOLNER, E.M.. “Perspective: Total, Added, or Free: What kind of sugars show we be talking about?” **Advances in Nutrition**, v. 9, n. 2, p. 63-69, 2018.

- MELAKU, Y.A. *et al.* A comparison of principal component analysis, partial least-squares and reduced-rank regressions in the identification of dietary patterns associated with bone mass in aging Australians. **European Journal of Nutrition**, v. 57, n. 5, p. 1969–83, 2018.
- MENG, Y. *et al.* Sugar- and Artificially Sweetened Beverages Consumption Linked to Type 2 Diabetes, Cardiovascular Diseases, and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. **Nutrients**, v. 13, n. 8, Jul. 2021.
- MICHELS, K.B.; SCHULZE, M.B. Can Dietary Patterns Help Us Detect Diet-Disease Associations? **Nutrition research reviews**, v. 18, n. 2, p. 241–248, Dec. 2005.
- MILLER, C. *et al.* Consumption of Sugar-Sweetened Beverages, Juice, Artificially-Sweetened Soda and Bottled Water: An Australian Population Study. **Nutrients**, v. 12, n. 3, Mar. 2020.
- MILLER, V. *et al.* Global Dietary Database 2017: Data Availability and Gaps on 54 Major Foods, Beverages and Nutrients among 5.6 Million Children and Adults from 1220 Surveys Worldwide. **BMJ Global Health**, v. 6, n. 2, Feb. 2021.
- MIS, N.F. *et al.* Sugar in Infants, Children and Adolescents: A Position Paper of the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 65, n. 6, p. 681–696, Dec. 2017.
- MOORADIAN, A.D.; SMITH, M.; TOKUDA, M. The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 18, p. 1–8, 2017.
- MONTEIRO, L.S. *et al.* Use of Table Sugar and Artificial Sweeteners in Brazil: National Dietary Survey 2008-2009. **Nutrients**, v. 10, n. 3, Mar. 2018.
- MONTEIRO, L.S. *et al.* Snacking habits of Brazilian adolescents: Brazilian National Dietary Survey, 2017-2018. **Nutrition Bulletin**, v. 47, n. 4, p. 449-460, 2022.
- MORICONI, E. *et al.* Neuroendocrine and Metabolic Effects of Low-Calorie and Non-Calorie Sweeteners. **Frontiers in Endocrinology**, v. 11, p. 444, 2020.
- MORRIS, A.P. *et al.* Large-Scale Association Analysis Provides Insights into the Genetic Architecture and Pathophysiology of Type 2 Diabetes. **Nature Genetics**, v. 44, n. 9, p. 981–990, Sep. 2012.
- MOSHFEGH, A.J. *et al.* The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method Reduces Bias in the Collection of Energy Intakes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 88, n. 2, p. 324–332, Aug. 2008.
- MUNIZ, S.C.R.S. *et al.* Dietary pattern changes, obesity and excess body fat in adults of a Brazilian birth cohort. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 36, n. 1, p. 191-202, Feb. 2023.
- MURAKAMI, K.; LIVINGSTONE, M.B.E. Prevalence and characteristics of misreporting of energy intake in US adults: NHANES 2003–2012. **British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 8, p. 1294-1303, 2015.
- NASCIMENTO, L.F.C. *et al.* Análise hierarquizada dos fatores de risco para pneumonia em crianças. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 5, p. 445-451, 2004.

NASCIMENTO, S. *et al.* Dietary availability patterns of the Brazilian macro-regions. **Nutrition Journal**, v. 10, n. 1, p. 79, 2011.

NASPOLINI, N.F. *et al.* Dietary patterns, obesity markers and leukocyte telomere length among Brazilian civil servants: cross-sectional results from the Pro-Saude study. **Public Health Nutrition**, v. 26, n. 10, p. 2076–2082, 2023.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE; HEALTH AND MEDICINE DIVISION; FOOD AND NUTRITION BOARD; COMMITTEE ON THE DIETARY REFERENCE INTAKES FOR ENERGY. **Dietary Reference Intakes for Energy**. National Academies Press (US), 17 January 2023. Disponível em: doi:10.17226/26818. Acesso em: Jan. 2024.

NEUTZLING, M.B. *et al.* Risk factors of obesity among Brazilian adolescents: a case-control study. **Public Health Nutrition**, v. 6, n. 8, p. 743-749, 2003.

NEVES, M.E.A. *et al.* Association of dietary patterns with blood pressure and body adiposity in adolescents: a systematic review. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 10, p. 1440-1453, 2021.

NEWBY, P.K.; TUCKER, K.L. Empirically Derived Eating Patterns Using Factor or Cluster Analysis: A Review. **Nutrition Reviews**, v. 62, n. 5, p. 177–203, May 2004.

NEWENS, K.J.; WALTON, J. A Review of Sugar Consumption from Nationally Representative Dietary Surveys across the World. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 29, n. 2, p. 225–240, Apr. 2016.

NG, A.P.; JESSRI, M.; L'ABBE, M.R. Using partial least squares to identify a dietary pattern associated with obesity in a nationally-representative sample of Canadian adults: Results from the Canadian Community Health Survey-Nutrition 2015. **PloS One**, v. 16, n. 8, p. e0255415, 2021.

NILSON, E.A.F. *et al.* The projected burden of non-communicable diseases attributable to overweight in Brazil from 2021 to 2030. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 22483, 2022.

NOVOTNY, J.A. *et al.* Personality characteristics as predictors of underreporting of energy intake on 24-h dietary recall interviews. **Journal of the American Dietetic Association**, v.103, n.9, p. 1146–1151, Sep. 2003.

OCKÉ, M. C. Evaluation of Methodologies for Assessing the Overall Diet: Dietary Quality Scores and Dietary Pattern Analysis. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 72, n. 2, p. 191–199, May 2013.

PAGLIAI, G. *et al.* Consumption of Ultra-Processed Foods and Health Status: A Systematic Review and Meta-Analysis. **The British Journal of Nutrition**, v. 125, n. 3, p. 308–318, Feb. 2021.

OLINTO, M.T.A. Padrões Alimentares: análise de componentes principais. In: **Epidemiologia Nutricional** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ/Atheneu, p. 213–226, 2007

OLIVEIRA, F.C.R.; HOFFMANN, R. Consumo de alimentos orgânicos e de produtos light ou diet no Brasil: fatores condicionantes e elasticidades-renda. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 22, n. 1 SE, p. 541–557, Nov. 2015.

OLIVEIRA, P. S. *et al.* Estimation of underreporting of energy intake using different methods in a subsample of the ELSA-Brasil study. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 7, p. e00249821, 2022.

PEARLMAN, M.; OBERT, J.; CASEY, L. The Association Between Artificial Sweeteners and Obesity. **Current Gastroenterology Reports**, v. 19, n. 12, p. 64, Nov. 2017.

PEREIRA, M.A. Sugar-Sweetened and Artificially-Sweetened Beverages in Relation to Obesity Risk. **Advances in Nutrition**, v. 5, n. 6, p. 797–808, Nov. 2014.

PEREIRA, R.A.; ARAÚJO, M.C.; LOPES, TS. Índices de qualidade da dieta. In: **Análise de nutrientes e alimentos**. 1. ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2019. cap. 16, p. 196–214.

PERIN, A.D.; UCHIDA, N.S. Perfil dos consumidores de produtos *diet* e *light* nos supermercados varejistas de Campo Mourão, PR. **Revista Uningá**, v. 41, n. 1, Set. 2014.

PERRAR, I. *et al.* Age and Time Trends in Sugar Intake among Children and Adolescents: Results from the DONALD Study. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 3, p. 1043–1054, Apr. 2020.

POPKIN, B.M.; HAWKES, C. Sweetening of the Global Diet, Particularly Beverages: Patterns, Trends, and Policy Responses. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, v. 4, n. 2, p. 174–186, Feb. 2016.

POSLUSNA, K. *et al.* Misreporting of energy and micronutrient intake estimated by food records and 24 hour recalls, control and adjustment methods in practice. **The British Journal of Nutrition**, v. 101, suppl 2, p. S73–S85, 2009.

PREVIDELLI, A.N. *et al.* Índice de Qualidade da Dieta Revisado para população brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 4, p. 794–798, ago. 2011.

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, Jul. 2020.

RAMNE, S. *et al.* Association between Added Sugar Intake and Mortality is Nonlinear and Dependent on Sugar Source in 2 Swedish Population-Based Prospective Cohorts. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 109, n. 2, p. 411–423, Feb. 2019.

RENNIE, K.L.; COWARD, A.; JEBB, S.A. Estimating under-reporting of energy intake in dietary surveys using an individualised method. **The British Journal of Nutrition**, v. 97, n. 6, p. 1169–1176, 2007.

RENWICK, A.G. The Disposition of Saccharin in Animals and Man--a Review. **Food and Chemical Toxicology Journal**, v. 23, n. 4–5, p. 429–435, 1985.

REUTER, C.P.M. *et al.* Overweight and Obesity in Schoolchildren: Hierarchical Analysis of Associated Demographic, Behavioral, and Biological Factors. **Journal of Obesity**, p. 6128034, 2018.

RIMES-DIAS, K.A.; COSTA, J.C.; CANELLA, D.S. Obesity and health service utilization in Brazil: data from the National Health Survey. **BMC Public Health**, v. 22, n. 1, p. 1474, 2022.

RODA, C. *et al.* Lifestyle correlates of overweight in adults: a hierarchical approach (the SPOTLIGHT project). **The International Journal of Behavioral Nutrition And Physical Activity**, v. 13, n. 1, 114, 2016.

RODRIGUES, P. R. M. *et al.* Fatores associados a padrões alimentares em adolescentes: um estudo de base escolar em Cuiabá, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 15, n. 3, p. 662–674, 2012.

RODRIGUES, L.C.; CANELLA, D.S.; CLARO, R.M. Time trend of overweight and obesity prevalence among older people in Brazilian State Capitals and the Federal District from 2006 to 2019. **European journal of Ageing**, v. 19, n. 3, p. 555–565, 2021.

RICE, T. *et al.* A Review of Polyols - Biotechnological Production, Food Applications, Regulation, Labeling and Health Effects. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 12, p. 2034–2051, 2020.

RIOS-LEYVRAZ, M.; MONTEZ, J. Health effects of the use of non-sugar sweeteners: a systematic review and meta-analysis. Geneva: World Health Organization. 210 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240046429>. Acessado em: Jan. 2024.

RUANPENG, D. *et al.* Sugar and Artificially Sweetened Beverages Linked to Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. **QJM: Monthly Journal of the Association of Physicians**, v. 110, n. 8, p. 513–520, Aug. 2017.

RUIZ, E. *et al.* Dietary Intake of Individual (Free and Intrinsic) Sugars and Food Sources in the Spanish Population: Findings from the ANIBES Study. **Nutrients**, v. 9, n. 3, Mar. 2017.

SAFAEI, M. *et al.* A systematic literature review on obesity: Understanding the causes & consequences of obesity and reviewing various machine learning approaches used to predict obesity. **Computers in Biology and Medicine**, v. 136, p. 104754, 2021.

SANTOS, R.O. *et al.* The traditional lunch pattern is inversely correlated with body mass index in a population-based study in Brazil. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 33, 2017.

SANTOS, I.K.S.; CONDE, W.L. Variação de IMC, padrões alimentares e atividade física entre adultos de 21 a 44 anos. **Ciência & Saúde Coletiva**, n. 26, Supl. 2, p. 3853-3863, 2021.

SARTORELLI, D.S. *et al.* Dietary patterns during pregnancy derived by reduced-rank regression and their association with gestational diabetes mellitus. **Nutrition**, v. 60, p. 191–196, 2019.

SARWAR, N. *et al.* Diabetes Mellitus, Fasting Blood Glucose Concentration, and Risk of Vascular Disease: A Collaborative Meta-Analysis of 102 Prospective Studies. **Lancet**, v. 375, n. 9733, p. 2215–2222, Jun. 2010.

SBARAINI, M. *et al.* Prevalence of overweight and obesity among Brazilian adolescents over time: a systematic review and meta-analysis. **Public Health Nutrition**, v. 24, n. 18, p. 6415–6426, 2021.

SCHLESINGER, S. *et al.* Food Groups and Risk of Overweight, Obesity, and Weight Gain: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies. **Advances in Nutrition**, v. 10, n. 2, p. 205–218, 2019.

SCHOFIELD, W.N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. Human nutrition. **Clinical Nutrition**, v. 39, suppl 1, p. 5–41, 1985.

SCHULZ, C.A.; OLUWAGBEMIGUN, K.; NÖTHLINGS, U. Advances in Dietary Pattern Analysis in Nutritional Epidemiology. **European Journal of Nutrition**, v. 60, n. 8, p. 4115–4130, Dec. 2021.

SCHULZE, M.B. *et al.* Food Based Dietary Patterns and Chronic Disease Prevention. **BMJ**, v. 361, p. k2396, Jun. 2018.

SCHWERIN, H.S. *et al.* Food Eating Patterns and Health: A Reexamination of the Ten-State and HANES I Surveys. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 34, n. 4, p. 568–580, Apr. 1981.

SCHWERIN, H.S. *et al.* Food, Eating Habits, and Health: A Further Examination of the Relationship between Food Eating Patterns and Nutritional Health. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 35, n. 5, p. 1319–1325, May 1982.

SCAGLIUSI, F.B. *et al.* Underreporting of energy intake in Brazilian women varies according to dietary assessment: a cross-sectional study using doubly labeled water. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 108, n. 12, p. 2031–2040, Dec. 2008.

SEFERIDI, P.; MILLETT, C.; LAVERTY, A.A. Sweetened Beverage Intake in Association to Energy and Sugar Consumption and Cardiometabolic Markers in Children. **Pediatric Obesity**, v. 13, n. 4, p. 195–203, Apr. 2018.

SEGALL-CORRÊA, A.M. *et al.* Refinement of the Brazilian household food insecurity measurement scale: recommendation for a 14-item EBIA. **Revista de Nutrição**, v. 27, p. 241–251, 2014.

SHEARER, J.; SWITHERS, S.E. Artificial Sweeteners and Metabolic Dysregulation: Lessons Learned from Agriculture and the Laboratory. **Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders**, v. 17, n. 2, p. 179–186, Jun. 2016.

STELMACH-MARDAS, M. *et al.* Link between Food Energy Density and Body Weight Changes in Obese Adults. **Nutrients**, n. 8, p. 229, 2016.

SICHERI, R. *et al.* Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 44, n. 3, p. 227–232, 2000.

SILVA, B.D.P. *et al.* Dietary patterns and hypertension: a population-based study with women from Southern Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 5, p. 961–971 2014.

SICHERI, R. Dietary Patterns and Their Associations with Obesity in the Brazilian City of Rio de Janeiro. **Obesity research**, v. 10, n. 1, p. 42–48, Jan. 2002.

SICHERI, R.; CASTRO, J.F.G.; MOURA, A.S. Fatores associados ao padrão de consumo alimentar da população brasileira urbana. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, suppl 1, p. S47–S53, 2003.

SIERVO, M. *et al.* Sugar Consumption and Global Prevalence of Obesity and Hypertension: An Ecological Analysis. **Public Health Nutrition**, v. 17, n. 3, p. 587–596, Mar. 2014.

- SILVA, L.E.S.D. *et al.* Tendência temporal da prevalência do excesso de peso e obesidade na população adulta brasileira, segundo características sociodemográficas, 2006-2019. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 30, n. 1, p. e2020294, 2021.
- SILVEIRA, M.F. *et al.* Factors associated with condom use in women from an urban area in southern Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 5, p. 1557–1564, 2005.
- SILVEIRA, E.A. *et al.* Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition ESPEN**, v. 50, p. 63–73, 2021.
- SPECCHIA, M.L. *et al.* “Economic impact of adult obesity on health systems: a systematic review.” **European Journal of Public Health**, v. 25, n. 2, p. 255-262, Apr. 2015.
- SIQUEIRA, D.G.B. *et al.* Diferenças entre sexos nos determinantes da obesidade abdominal em adultos de 40 anos ou mais: estudo de base populacional. **Revista de Nutrição**, v. 28, n. 5, p.485–496, 2015.
- SIQUEIRA, J.H. *et al.* Consumo de bebidas alcoólicas e não alcoólicas: Resultados do ELSA-Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, suppl 2, p. 3825–3837, Aug. 2021.
- SJÖBLAD, S. Could the High Consumption of High Glycaemic Index Carbohydrates and Sugars, associated with the Nutritional Transition to the Western Type of Diet, Be the Common Cause of the Obesity Epidemic and the Worldwide Increasing Incidences of Type 1 and Type 2. **Medical hypotheses**, v. 125, p. 41–50, Apr. 2019.
- SLUIK, D. *et al.* Total, Free, and Added Sugar Consumption and Adherence to Guidelines: The Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. **Nutrients**, v. 8, n. 2, p. 70, Jan. 2016.
- STELLMAN, S.D.; GARFINKEL, L. Artificial Sweetener Use and One-Year Weight Change among Women. **Preventive Medicine**, v. 15, n. 2, p. 195–202, Mar. 1986.
- STELMACH-MARDAS, M. *et al.* Link between Food Energy Density and Body Weight Changes in Obese Adults. **Nutrients**, v. 8, n. 4, p. 229, 2016.
- SUBAR, A.F. *et al.* Using Intake Biomarkers to Evaluate the Extent of Dietary Misreporting in a Large Sample of Adults: The OPEN Study. **American Journal of Epidemiology**, v. 158, n. 1, p. 1–13, Jul. 2003.
- SYLVETSKY, A.C. *et al.* Consumption of Low-Calorie Sweeteners among Children and Adults in the United States. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 117, n. 3, p. 441- 448.e2, Mar. 2017.
- TABRIZI, J.S. *et al.* Prevalence and Associated Factors of Overweight or Obesity and Abdominal Obesity in Iranian Population: A Population-based Study of Northwestern Iran. **Iranian Journal of Public Health**, v. 47, n. 10, p. 1583–1592, 2018.
- TEICHMANN, L. *et al.* Fatores de risco associados ao sobrepeso e a obesidade em mulheres de São Leopoldo, RS. **Revista Brasileira De Epidemiologia**, v. 9, n. 3, p. 360–373, 2006.
- TOOZE, J.A. *et al.* Psychosocial predictors of energy underreporting in a large doubly labeled water study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 5, p. 795-804, May 2004.

TOOZE, J. A. *et al.* A New Statistical Method for Estimating the Usual Intake of Episodically Consumed Foods with Application to Their Distribution. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 10, p. 1575–1587, Oct. 2006.

TRIACA, L.M. *et al.* Socioeconomic inequalities in obesity in Brazil. **Economics & Human Biology**, v. 39, p. 100906, 2020.

TREMMELE, M. *et al.* “Economic Burden of Obesity: A Systematic Literature Review.” **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 4, p. 435. Apr. 2017.

TSENG, T.S. *et al.* Sugar Intake from Sweetened Beverages and Diabetes: A Narrative Review. **World journal of diabetes**, v. 12, n. 9, p. 1530–1538, Sep. 2021.

TYROVOLAS, S. *et al.* Weight Perception, Satisfaction, Control, and Low Energy Dietary Reporting in the U.S. Adult Population: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2012. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 4, p. 579–589, Apr. 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **A series of systematic reviews on the relationship between dietary patterns and health outcomes**. 501p., 2014. Disponível em: <https://nesr.usda.gov/sites/default/files/2019-06/DietaryPatternsReport-FullFinal2.pdf>. Acesso em: Jan. 2024.

VAESKEN, M.L.S.; PARTEARROYO, T.; VARELA-MOREIRAS, G. Presence and Consumption of Sugars and Low and No-Calorie Sweeteners in the Spanish Diet: An Updated Overview. **Nutricion Hospitalaria**, v. 36, spec. n. 3, p. 8–12, Aug. 2019.

VICTORA, C.G. *et al.* The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. **International Journal of Epidemiology**, v. 26, n. 1, p. 224–227, 1997.

VILELA, A.A. *et al.* Dietary patterns associated with anthropometric indicators of abdominal fat in adults. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 3, p. 502–510, 2014.

VERMUNT, J.K.; MAGIDSON, J. “**Latent Class Analysis**”. In: The Sage encyclopedia of social science research methods. 2004. Disponível em: <https://jeroenvermunt.nl/ermss2004a.pdf>. Acesso em: Jan. 2024.

WANG, H. *et al.* Consistency between Increasing Trends in Added-Sugar Intake and Body Mass Index among Adults: The Minnesota Heart Survey, 1980-1982 to 2007-2009. **American Journal of Public Health**, v. 103, n. 3, p. 501–507, Mar. 2013.

WEIKERT, C.; SCHULZE, M.B. Evaluating Dietary Patterns: The Role of Reduced Rank Regression. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 19, n. 5, p. 341–346, Sep. 2016.

WITTEKIND, A.; WALTON, J. Worldwide Trends in Dietary Sugars Intake. **Nutrition Research Reviews**, v. 27, n. 2, p. 330–345, Dec. 2014.

WILLEMSSEN, G. *et al.* The Concordance and Heritability of Type 2 Diabetes in 34,166 Twin Pairs from International Twin Registers: The Discordant Twin (DISCOTWIN) Consortium. **Twin Research and Human Genetics: The Official Journal of the International Society for Twin Studies**, v. 18, n. 6, p. 762–771, Dec. 2015.

WILLETT, W. 24h-Hour recall and diet record methods. In: **Nutritional Epidemiology**. 3 ed., p. 50-69, 2012. Oxford: Oxford University Press.

Willett W (2012) Implications of Total Energy Intake for Epidemiologic Analyses. In *Nutritional Epidemiology*. 3rd ed., pp. 161-286. Oxford: Oxford University Press.

WINGROVE, K; LAWRENCE, M.A.; MCNAUGHTON, S.A. A Systematic Review of the Methods Used to Assess and Report Dietary Patterns. *Frontiers Nutrition*, v. 9, p. 1-12, 2022.

_____. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization, 1998.

_____. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Report of the joint WHO/FAO expert consultation. Geneva, Switzerland, 2003. Disponível em: [who.int/publications/i/item/924120916X](https://www.who.int/publications/i/item/924120916X). Acesso em Abril 2024.

_____. **Guideline: sugars intake for adults and children**. Geneva: World Health Organization, 2015. 59 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028>. Acesso em: Jan. 2024.

_____. **Healthy diet WHO Fact Sheet**. No 394. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/healthy-diet-factsheet394>. Acesso em: Jan 2024.

_____. **Draft recommendations for the prevention and management of obesity over the life course, including potential targets**. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/who-discussion-paper-draft-recommendations-for-the-prevention-and-management-of-obesity-over-the-life-course-including-potential-targets>. Acesso em: Jan 2023.

YIN, J. *et al.* Intake of Sugar-Sweetened and Low-Calorie Sweetened Beverages and Risk of Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis and Systematic Review. **Advances in Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 89–101, Feb. 2021.

ZHAO, J. *et al.* A review of statistical methods for dietary pattern analysis. **Nutrition Journal**, v. 20, n. 1, p. 37, 2021.

ZANINI, R.V.; ARAÚJO, C.L.; MARTÍNEZ-MESA, J. Utilização de adoçantes dietéticos entre adultos em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil: um estudo de base populacional. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 924–934, maio 2011.



Use of table sugar and non-caloric sweeteners in Brazil: associated factors and changes across a decade

Iuna Arruda Alves^{1*}, Luana Silva Monteiro², Marina Campos Araújo³, Amanda de Moura Souza⁴, Bruna Kulik Hassan⁵, Paulo Rogério Melo Rodrigues⁶, Edna Massae Yokoo⁵, Rosely Sichieri⁷ and Rosângela Alves Pereira⁸

¹Programa de Pós-graduação em Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

²Instituto de Alimentação e Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil

³Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde, Rio de Janeiro, Brasil

⁴Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

⁵Departamento de Epidemiologia e Bioestatística, Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

⁶Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

⁷Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

⁸Departamento de Nutrição Social e Aplicada, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

(Submitted 4 July 2023 – Final revision received 5 December 2023 – Accepted 22 December 2023)

Abstract

This study evaluated changes in the use of sweeteners over one decade and the relationship between socio-demographics, diet and weight status with the type of sweetener. Data came from the Brazilian National Dietary Surveys of 2008–2009 and 2017–2018, including ≥ 10 -year-old individuals (n 32 749; n 44 744, respectively, after excluding pregnant and lactating women). The use of table sugar, non-caloric sweeteners (NCS), both or none was reported through a specific question. Food consumption was assessed using two non-consecutive food records (2008–2009) and 24-h recalls (2017–2018). For the last survey, means of energy, macro and micronutrient intake, food groups' contribution (%) to daily energy intake and age- and energy-adjusted nutrient intake were estimated according to the type of sweetener used. Differences in means and proportions across the categories of sweeteners used were evaluated based on the 95% CI. All analyses were stratified by sex and considered sample design and weights. Over 10 years, the use of table sugar decreased by 8%, while the habit of not using any sweetener increased almost three times, and the use of NCS remained stable. Larger reductions in the use of table sugar were observed in the highest income level and among men. Regardless of sex, compared with NCS users, table sugar users had greater mean intake of energy, carbohydrates and added sugar and lower micronutrient intake means. Although table sugar is still the most used sweetener, the increased choice of 'no sweetener' is noteworthy in Brazil.

Keywords: Sugars: Nutritive Sweeteners: Non-Nutritive Sweeteners: Dietary Surveys

High sugar intake has been associated with unfavourable health outcomes, mainly dental caries, obesity, type 2 diabetes and other metabolic disorders^(1,2). On the other hand, although it is still controversial, potential long-term use of non-caloric sweeteners (NCS)⁽³⁾, sugar substitutes with high sweetening power and none or negligible energetic content have also been associated with adverse health outcomes, such as weight gain or no weight reduction⁽⁴⁾, insulin resistance⁽⁵⁾ and imbalance of the

intestinal microbiota⁽⁶⁾. Therefore, reducing both sugar and NCS intakes has been recommended in nutrition guidelines^(3,7–9).

Hence, efforts to monitor trends in the use of these sweeteners are relevant to inform nutrition policies. Nevertheless, globally, data on sweetener use from National Dietary Surveys (NDS) are scarce and irregularly collected⁽¹⁰⁾. This gap in the literature may be due to several factors, for example the variability in the terminology used to name the

Abbreviations: NCS, non-caloric sweeteners; NDS, National Dietary Surveys.

* **Corresponding author:** Iuna Arruda Alves, email iunaarrudanut@gmail.com