

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM

Emanuella Gomes Maia

**POTENCIAL IMPACTO FINANCEIRO ÀS FAMÍLIAS NA ADOÇÃO DAS
RECOMENDAÇÕES DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA**

Belo Horizonte - MG

2020

EMANUELLA GOMES MAIA

**POTENCIAL IMPACTO FINANCEIRO ÀS FAMÍLIAS NA ADOÇÃO DAS
RECOMENDAÇÕES DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Enfermagem da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Enfermagem.

Área de concentração: Saúde e Enfermagem.

Linha de pesquisa: Promoção da saúde, prevenção e controle de agravos.

Orientador: Professor Dr. Rafael Moreira Claro.

Belo Horizonte - MG

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFMG

Maia, Emanuella Gomes.

Potencial impacto financeiro às famílias na adoção das recomendações do guia alimentar para a população brasileira [manuscrito] / Emanuella Gomes Maia. - 2020.

143 f.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Moreira Claro.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem.

1. Indicadores Econômicos. 2. Comportamento Alimentar. 3. Doença Crônica. 4. Obesidade. 5. Saúde Pública. I. Claro, Rafael Moreira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Enfermagem. III. Título.

Escola de Enfermagem da UFMG
Colegiado de Pós-Graduação em Enfermagem
Av. Alfredo Balena, 190 | 30130-100
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil
+55 31 3409-9836 | 31 3409-9839
caixa postal: 1556 | colpgrad@enf.ufmg.br

25
anos
1994 2019

enfermagem
pós-graduação UFMG

UFMG
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS

ATA DE NÚMERO 154 (CENTO E CINQUENTA E QUATRO) DA SESSÃO PÚBLICA DE ARGUIÇÃO E DEFESA DA TESE APRESENTADA PELA CANDIDATA EMANUELLA GOMES MAIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTORA EM ENFERMAGEM.

Aos 6 (seis) dias do mês de março de dois mil e vinte, às 14:00 horas, realizou-se no Anfiteatro da Pós-Graduação da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, a sessão pública para apresentação e defesa da tese "IMPACTO FINANCEIRO RELACIONADO À ADOÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA", da aluna *Emanuella Gomes Maia*, candidata ao título de "Doutora em Enfermagem", linha de pesquisa "Promoção da Saúde, Prevenção e Controle de Agravos". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes professores doutores: Rafael Moreira Claro (orientador), Renata Bertazzi Levy, Ana Paula Bortoletto Martins (participou por videoconferência), Luana Giatti Gonçalves e Larissa Loures Mendes, sob a presidência do primeiro. Abrindo a sessão, o Senhor Presidente da Comissão, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do seguinte resultado final:

APROVADA:
 REPROVADA.

A Comissão examinadora recomendou a mudança do título para:
"POTENCIAL IMPACTO FINANCEIRO ÀS FAMÍLIAS NA ADOÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA"

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Senhor Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, eu, Andréia Nogueira Delfino, Secretária do Colegiado de Pós-Graduação da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 06 de março de 2020.

Prof. Dr. Rafael Moreira Claro
Orientador (Esc.Enf/UFMG)

Prof. Dr. Renata Bertazzi Levy
(USP)

Prof. Dr. Ana Paula Bortoletto Martins
(Inst. Brasileiro de Defesa do Consumidor)

Prof. Dr. Luana Giatti Gonçalves
(Fac. Medicina/UFMG)

Prof. Dr. Larissa Loures Mendes
(Esc.Enf/UFMG)

Andréia Nogueira Delfino
Secretária do Colegiado de Pós-Graduação

Rafael Moreira Claro

Renata Bertazzi Levy

Ana Paula B. Martins

Luana Giatti Gonçalves

Larissa Loures Mendes

Andréia Nogueira Delfino

HOMOLOGADO em reunião do CPQ
Em 06/03/2020

Dedicalória



Dedico esta conquista aos grandes incentivadores de toda essa jornada!

Meus queridos pais, **Maria e Ronaldo,**

Meu querido irmão **Ronaldo,**

Meu amado esposo, **Vinícius.**

Vocês foram essenciais para tornar meu sonho uma realidade! Amo vocês!

Agradecimentos



A **Deus e a Nossa Senhora**, por me ensinar que minhas grandes conquistas estão na superação dos meus grandes desafios. Por me proteger e me guiar em todos os momentos da minha vida! Bem como **Santa Dulce dos Pobres**, minha santa protetora.

Aos meus queridos pais, **Maria e Ronaldo**, pelo amor incondicional e pelas sábias palavras. Mãe, obrigada por ser meu maior exemplo de perseverança e dedicação. Pai, obrigada por ser meu maior exemplo de resistência e comprometimento. Sem dúvida, vocês são meus maiores mestres!

Ao meu querido irmão, **Ronaldo**, pelo apoio e incentivo diário. Tinho, tudo fica mais fácil quando tenho você por perto. Obrigada por essa parceria linda, tão forte e verdadeira!

Ao meu amado esposo, **Vinícius**, pelo cuidado e companheirismo de sempre. Amor, você ilumina meus caminhos. Obrigada por se fazer tão presente e por compartilhar todos os momentos comigo. Juntos, somos mais fortes!

Estendo os agradecimentos a toda minha família, pelo apoio, torcida e manifestações de carinho. Em especial, à minha **vó Manuela** (in memoriam), meu grande exemplo de fé e de humanidade. A melhor professora de todos os tempos! Espero sempre fazer jus ao seu nome, meu amor. Te amo para sempre! E a minha madrinha **Sandra**, sempre tão presente em todos os momentos da minha vida.

Ao meu amigo e orientador, professor **Rafael Moreira Claro**, pelos aprendizados dessa jornada e pela oportunidade dessa conquista. Rafa, não tenho palavras para lhe agradecer! Admiro e respeito muito seu trabalho. Você é uma pessoa maravilhosa e um profissional exemplar. Sinto-me privilegiada pela nossa convivência diária ao longo desses anos, e por ter sido sua primeira aluna de mestrado-doutorado na UFMG. Obrigada pela confiança e pelo apoio de sempre!

Estendo os agradecimentos a toda sua família, Rafa. **Bruna**, obrigada por compartilhar momentos tão especiais e inesquecíveis comigo. Vocês, juntamente com o pequeno grande **Pedro**, serão lembrados eternamente com muito amor e carinho.

Aos mestres. Em especial, professora **Ada Ávila Assunção**, com quem tive oportunidade de trabalhar e adquirir valiosos ensinamentos. Seu compromisso com o trabalho me encanta, professora! Obrigada pelo apoio e incentivo nessa jornada.

Aos amigos mineiros. Agradeço a todos integrantes do grupo GEPPAAS e do núcleo NEST.

Em especial à **Fernanda, Camila, Luíza, Júlia, Marina, Thais e Juliana** pelo convívio diário e pela parceria incondicional. Agradeço também pela amizade e torcida constante da **Helena, Marcela, Izabella, Roberta, Laura, Danielle, Paulo, Priscila, Nayara, Pâmela, Carolina, Jacqueline e Ana Maria**. E aos amigos do doutorado, em especial **Cinara e Rayssa**, pelo companheirismo e apoio ao longo desses anos.

A morada em Belo Horizonte foi inesquecível. Agradeço a **Dayane, Cássia, Nívely e Débora** pela acolhida e amizade desde o mestrado. Mas agora no doutorado, de modo especial, agradeço a **Larissa**, a amiga filha mais top que eu poderia encontrar. Lala, obrigada pelo cuidado diário e pelas palavras de incentivo!

Aos amigos baianos. Em especial **Cíntia e Catharine**, amigas de infância e de uma vida inteira. Mesmo distantes, se fizeram presentes em todos os momentos. Agradeço também a **Jannine e Leandro**, pelo apoio e momentos de descontração. Obrigada a todos os meus alunos e colegas de trabalho da **UESC**, pela acolhida, incentivo e torcida constante. Meu muito obrigada!

Agradecimento especial aos funcionários do Programa de Pós-graduação em Enfermagem e do Departamento de Nutrição da Escola de Enfermagem da UFMG pelo apoio e incentivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**) pelo apoio financeiro via bolsa de estudos. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (**FAPEMIG**) e *International Development Research Centre* (**IDRC**) pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Por fim, aos leitores dessa tese e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

MAIA, E.G. Potencial impacto financeiro às famílias na adoção das recomendações do Guia Alimentar para a população brasileira. 2020. 143 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

RESUMO

Introdução: A adesão de um padrão alimentar não saudável pela população depende não só das características individuais (como psicológicas e sociais), mas também de características ambientais, que envolvem desde a acessibilidade ao local de compra e a disponibilidade do alimento, até a exposição desse alimento nas mídias, e principalmente, suas políticas de preço. Considerando esse padrão não saudável como o principal determinante da epidemia de obesidade e de doenças crônicas não transmissíveis, o atual Guia Alimentar para a População Brasileira recomenda priorizar o consumo de alimentos frescos (não processados ou minimamente processados) e evitar alimentos ultraprocessados do cotidiano da população. Entretanto, ainda não está claro se o cenário econômico brasileiro favorece essas recomendações e a adoção de uma dieta saudável. **Objetivo:** Analisar os aspectos econômicos relacionados à adoção das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira. **Metodologia:** Trata-se de um trabalho ecológico com delineamento misto, envolvendo estudo de série temporal e estudos transversais. Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008/09) e do Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC), além do sistema de classificação de alimentos NOVA utilizado no Guia Alimentar para a População Brasileira, foram utilizados. No manuscrito 01, dietas isoenergéticas (2.000 kcal) foram otimizadas por modelos de programação linear no intuito de analisar o impacto econômico das recomendações do Guia no custo atual da dieta. Os modelos foram identificados não só ao atender as recomendações do Guia Alimentar (considerando a participação dos grupos alimentares) e preservar ao máximo a composição alimentar atual, mas também ao respeitar as restrições nutricionais (baseadas em recomendações internacionais) e os limites de aceitação alimentar na população. O impacto do Guia Alimentar foi analisado comparando-se o custo das dietas otimizadas com o da dieta atual, para a população total e de acordo com o nível de renda. No manuscrito 02, um índice de inadequação da composição dietética (IICD) foi calculado no intuito de analisar a influência do preço dos alimentos sobre a composição alimentar da dieta dos brasileiros. O IACD foi calculado a partir da participação (%) dos grupos de alimentos classificados no Guia, indicando a diferença na composição alimentar da dieta atual e da dieta recomendada (esta identificada no manuscrito 01). A influência do preço dos alimentos no IICD foi analisada por meio do modelo de regressão log-log. O modelo final foi ajustado por renda (R\$) e características sociodemográficas. Todos os modelos foram desenvolvidos para a população total e de acordo com o nível de renda. No manuscrito 03, a série de preço real (R\$/kg) dos alimentos mais consumidos no país (n=102) foi calculada no intuito de analisar a mudança do preço de grupos alimentares ao longo do tempo no Brasil. Dados sobre preço de alimentos e bebidas da POF 2008/09 foram utilizados para calcular o preço real ao longo do tempo (de janeiro de 1995 até dezembro de 2017), usando a variação mensal dos preços do SNIPC. O preço mensal médio de cada grupo e subgrupo alimentar foram calculados considerando a quantidade adquirida de cada produto. Modelos polinomiais fracionários foram empregados para sintetizar as mudanças dos preços, e para estimar o preço

de cada grupo e subgrupo até dezembro de 2030. **Resultados:** No manuscrito 01, o custo atual da dieta foi de R\$3,37, menor entre as famílias de baixa renda (R\$2,62) e maior entre as famílias de alta renda (R\$4,17). Independentemente do nível de renda familiar, o custo da dieta e a parcela do orçamento alimentar foram diminuindo de forma gradativa ao atender as recomendações do Guia. Ainda assim, as famílias de baixa renda comprometem o orçamento duas vezes mais que as famílias de alta renda (20,20% vs 7,96%). No manuscrito 02, alimentos ultraprocessados responderam por 18,3% da dieta atual, enquanto alimentos não processados e minimamente processados responderam por pouco menos da metade das calorias. A otimização sugere valores para esses grupos de 9,1% e 69,4%, respectivamente, na dieta recomendada. Um aumento de 1,00% no preço de alimentos não processados ou minimamente processados aumentou o IICD em 0,76% (dieta menos saudável), enquanto um aumento de 1,00% no preço de alimentos ultraprocessados diminuiu o IICD em 0,70% (dieta saudável). A associação inversa entre preço de alimentos ultraprocessados e IICD permaneceu significativa apenas entre os estratos de baixa renda (-1,11%; $p < 0,05$). No manuscrito 03, o grupo de alimentos ultraprocessados foi o mais caro (R\$6,51/Kg), seguido pelos grupos de alimentos processados (R\$6,44/Kg), e de alimentos não processados ou minimamente processados e ingredientes culinários processados (R\$3,45/Kg) em 1995. Desde o início dos anos 2000, o preço dos alimentos ultraprocessados passou por sucessivas reduções, ficando mais baratos que os alimentos processados e reduzindo a distância entre eles e o preço do outro grupo. As previsões indicaram que alimentos não saudáveis se tornarão mais baratos que alimentos saudáveis em 2026. **Conclusão:** A adoção de práticas alimentares mais saudáveis ainda pode ser realizada com o mesmo ou menor orçamento da dieta atual. Entretanto, se nada for feito, o preço dos alimentos no Brasil mudarão desfavoravelmente considerando as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira. A tributação de alimentos ultraprocessados e subsídios para alimentos não processados ou minimamente processados são alternativas para favorecer a adoção das recomendações do Guia Alimentar e melhorar a composição da dieta dos brasileiros.

Palavras-chave: Indicadores Econômicos. Comportamento Alimentar. Obesidade. Doença Crônica. Saúde Pública.

MAIA, E.G. Potential financial impact on families in adopting the Brazilian Dietary Guidelines. 2020. 143 f. Thesis (Doctorate in Nursing) – School of Nursing, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

ABSTRACT

Introduction: Adherence to an unhealthy dietary pattern by the population depends not only on individual characteristics (such as psychological and social), but also on environmental characteristics, which range from accessibility to the place of purchase and availability of food, to the exposure of this food in the media, and mainly, its price policies. Considering this unhealthy pattern as the main determinant of the obesity epidemic and non-communicable diseases, the current Brazilian Dietary Guidelines recommends prioritizing the consumption of fresh foods (unprocessed or minimally processed) and avoiding ultra-processed foods from the population's daily life. However, it is still unclear whether the Brazilian economic scenario favors these recommendations and the adoption of a healthy diet. **Objective:** To analyze the economic aspect related to the adoption of the Brazilian Dietary Guidelines. **Methodology:** It is an ecological work with a mixed design, involving a time series study and cross-sectional studies. Data from the Household Budget Survey (2008/09 HBS) and from the National System of Consumer Price Indexes (NSCPI), besides that NOVA food classification system used in the Brazilian Dietary Guidelines, were used. In manuscript 01, isoenergetic diets (2,000 kcal) were optimized by linear programming models in order to analyze the economic impact of the Brazilian Dietary Guidelines on current diet cost. The models were identified according to Brazilian Dietary Guidelines (considering the share (%) of food groups) and in order to preserve current diet, beside that to respect nutritional constraints (based on international recommendations) and food acceptance limits (obtained direct in the studied population). The impact of the Brazilian Dietary Guidelines was analyzed by comparing the cost of optimized diets with that of the current diet, for the total population and according to income level. In manuscript 02, a Dietary Composition Inadequacy Index (DCII) was calculated in order to analyze the influence of food prices on the dietary composition from Brazilians. The DCII was calculated from the share (%) of the food groups according to NOVA, indicating the difference in the food composition of the current diet and the recommended diet (this identified in manuscript 01). The influence of food prices on the DCII was analyzed using the log-log regression model. The final model was adjusted by income (R\$) and sociodemographic characteristics. All models were developed for the total population and according to income level. In manuscript 03, the series of real prices (R\$/kg) of the most consumed foods in the country (n = 102) was calculated in order to measure change in price of food groups over time in Brazil. Data on price of foods and beverages from 2008/09 HBS were used to calculate real price over time (from January 1995 to December 2017), using the monthly variation in prices from NSCPI. The average monthly price of each group and subgroup were calculated considering the quantity purchased of each product. Fractional polynomial models were used to synthesize price changes, and to estimate the price of each group and subgroup by December 2030. **Results:** In manuscript 01, current diet cost was R\$3.37, lower among low-income families (R\$2.62) and higher among high-income families (R\$4.17). Regardless of income, diet cost and budget compromise decreased when

approaching the Guidelines. Even so, the low-income families compromised the budget twice as much as high-income families (20.20% vs 7.96%). In manuscript 02, ultra-processed foods responded for 18.3% of the current diet, while unprocessed and minimally processed foods responded for slightly less than half of the calories. The optimization suggests values for these groups of 9.1% and 69.4%, respectively, in the recommended diet. A 1.00% increase in the price of unprocessed or minimally processed food increased the DCII by 0.76% (less healthy diet), while a 1.00% increase in the price of ultra-processed food decreased the DCII by 0.70% (healthy diet). The inverse association between the price of ultra-processed foods and DCII remained significant only among the low-income strata (-1.11%; $p < 0.05$). In manuscript 03, the group of ultra-processed foods was the most expensive (R\$6.51/Kg), followed by the groups of processed foods (R\$6.44/Kg), and of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients (R\$3.45/kg) in 1995. Since the early 2000s, the price of ultra-processed foods underwent successive reductions, becoming cheaper than processed foods and reducing the distance between it and the price of the other group. Predictions indicated that unhealthy foods will become cheaper than healthy foods in 2026. **Conclusion:** The adoption of healthier eating practices can still be performed with the same or lower budget than the current diet. However, if nothing is done, the food prices in Brazil will change unfavorably considering the Brazilian Dietary Guidelines recommendations. Taxation of ultra-processed foods and subsidies for unprocessed or minimally processed foods are alternatives to favor the adoption of the Brazilian Dietary Guideline and to improve the dietary composition of the Brazilians.

Key words: Economic Indexes. Feeding Behavior. Obesity. Chronic Disease. Public Health.

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO 1

Tabela 1	Relative contribution (%) of food groups to total energy availability, macro- and micronutrient for the current diet and optimized diets by linear programming models, for the total population and for levels of per capita income distribution. Brazil, 2008-2009	70
Tabela 2	Cost (R\$) of food groups and commitment of income for the current diet and optimized diets by linear programming models, for the total population and for levels of per capita income distribution. Brazil, 2008-2009.	71
Tabela S1	Relative contribution (%) of food subgroups to total energy availability for the current diet and optimized diets by linear programming models, for the total population and for levels of per capita income distribution. Brazil, 2008-2009.	72
Tabela S2	Cost (R\$) of food subgroups for the current diet and optimized diets by linear programming models, for the total population and for levels of per capita income distribution. Brazil, 2008-2009.	73

MANUSCRITO 2

Tabela 1	Sociodemographic and economic characteristics (Mean (95% CI)) of the study units (550 household strata). Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.	90
Tabela 2	Relative contribution (%) of food groups and subgroups to total energy availability for the quintiles of Dietary Composition Inadequacy Index (DCII). Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.	91
Tabela 3	Crude and income-adjusted mean DCII value (95%CI) according to quartiles of price distribution for the price of each of the four food groups. Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.	92
Tabela 4	Price elasticity of the Dietary Composition Inadequacy Index (DCII) in Brazil obtained by log-log regression models, according to median per capita income of the strata households. Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.	93

MANUSCRITO 3

Tabela 1 Mean price (95% CI) of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients, processed and ultra-processed foods according to three time periods. Brazil, 1995 – 2017. 112

LISTA DE FIGURAS

Figura A	Modelo Teórico Comunitário de Ambiente Nutricional	26
-----------------	--	----

MANUSCRITO 1

Figura 1	Relative contribution (%) of food groups to total energy availability, macro- and micronutrient constraints in the three optimized diets by linear programming models, for the total population and for levels of per capita income distribution. Brazil, 2008-2009.	68
Figura 2	Acceptability constraints on food content (kcal/day), by income level (tertiles of per capita income distribution), imposed by the linear programming model. Brazil, 2008-2009.	69

MANUSCRITO 3

Figura 1	Mean monthly price (R\$/Kg) of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients, processed foods and ultra-processed foods for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030. Brazil, 1995-2030.	113
Figura 2	Price of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients relative to the price of ultra-processed foods (%) for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030. Brazil, 1995-2030.	114
Figura 3	Mean monthly price (R\$/Kg) of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030. Brazil, 1995-2030.	115
Figura 4	Mean monthly price (R\$/Kg) of processed foods and ultra-processed foods for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030. Brazil, 1995-2030.	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLA

ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CDC	Código de Defesa do Consumidor
Cempre	Cadastro Central de Empresas
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
DALYs	Anos de vida saudáveis perdidos ajustados por incapacidade
DCNT	Doenças Crônicas não Transmissíveis
DPP	Domicílios particulares permanentes
FC	Fatores de correção
FNS	Fundo Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de confiança
Idec	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
IICD	Índice de Inadequação da Composição Dietética
IMC	Índice de massa corporal
IPC	Índices de preços ao consumidor
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PDA	Personal Digital Assistant
PEPS	Pesquisa de Especificação de Produtos e Serviços
PIB	Produto Interno Bruto
PLC	Pesquisa de Locais de Compra
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
SNIPC	Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor
STJ	Superior Tribunal de Justiça
SUS	Sistema Único de Saúde
TACO	Tabela brasileira de composição de alimentos
ZFM	Zona Franca de Manaus

Apresentação



A tese foi apresentada em formato de artigos atendendo a Resolução nº 035-2018-CPG do Colegiado de Pós-Graduação em Enfermagem da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais. As seções “Resultados” e “Discussão” foram compostas por três artigos, dos quais um já foi publicado. Todos os manuscritos foram apresentados segundo as normas do periódico, e correspondem a cada objetivo específico da tese. O primeiro artigo abordou sobre o impacto econômico na adoção das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira no custo atual da dieta (foi submetido na revista “Cadernos de Saúde Pública” (Fator de impacto: 1.026; Qualis CAPES B1 – Enfermagem)). O segundo artigo, analisou a influência do preço de diferentes grupos alimentares (classificados segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira) sobre a composição alimentar da dieta dos brasileiros (será submetido na revista “Nutrition” (Fator de impacto: 3.591; Qualis CAPES A2 – Enfermagem)). E o terceiro, analisou a mudança de preço dos grupos de alimentos ao longo do tempo (1995-2030) no Brasil, considerando as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira (foi publicado na revista “Public Health Nutrition” (Fator de impacto: 2.526; Qualis CAPES A2 – Enfermagem)).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3.1 ESTADO NUTRICIONAL DA POPULAÇÃO E O RISCO DIETÉTICO.....	22
3.2 MACRO AMBIENTE DA ALIMENTAÇÃO E A REALIDADE BRASILEIRA: DESTAQUE AOS ASPECTOS ECONÔMICOS	25
3.2.1 Aspectos econômicos.....	28
3.3 O PAPEL DOS DETERMINANTES ECONÔMICOS NA PROMOÇÃO DA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E O GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA	31
4. METODOLOGIA	36
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E AMOSTRAS	36
4.1.1 Pesquisa de Orçamentos Familiares	36
4.1.2 Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor	39
4.2 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	42
4.2.1 Objetivo específico 1	42
4.2.2 Objetivo específico 2	44
4.2.3 Objetivo específico 3	47
4.3 ASPECTOS ÉTICOS	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
5.1 MANUSCRITO 01.....	52
5.2 MANUSCRITO 02.....	74
5.3 MANUSCRITO 03.....	94
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
REFERÊNCIAS.....	121
APÊNDICES	133
ANEXOS	139

Introdução



1. INTRODUÇÃO

O excesso de peso é um agravo de etiologia complexa, que devido ao aumento contínuo da sua prevalência em países desenvolvidos e em desenvolvimento, foi conceituado como pandemia global (FINUCANE et al., 2011; POPKIN; ADAIR; NG, 2012; GBD, 2017). Nas últimas décadas, a prevalência de excesso de peso triplicou, alcançando mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo em 2013 (NG et al., 2014). Esse cenário contribuiu também para o aumento de morbimortalidade relacionada às Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), que segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), já atingiam cerca de 4 a cada 6 mortes (71,0%) em 2015, principalmente entre os países de baixa e média renda (WHO, 2016). No Brasil, esse cenário constitui um problema de saúde igualmente relevante. Estimativas da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), em 2013, apontaram que mais da metade da população adulta brasileira (56,9%) estava com excesso de peso, e aproximadamente 1 a cada 5 adultos já era obeso (20,8%) (IBGE, 2015). Em sentido coincidente, as DCNT correspondem a mais de 75% das causas de mortes na população (IHME, 2017a).

Considerando a alimentação inadequada como um dos principais determinantes desse cenário (IHME, 2017b; PEÑALVO et al., 2017), em 2014, o Ministério da Saúde do Brasil publicou a segunda edição do Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014a). Pela primeira vez, a influência do processamento industrial dos alimentos sobre a saúde foi considerada, e quatro grandes grupos foram criados (com base no sistema de classificação alimentar NOVA): i) alimentos não processados ou minimamente processados, ii) ingredientes culinários processados, iii) alimentos processados e iv) alimentos ultraprocessados (MONTEIRO et al., 2017). As orientações do Guia incluem um conjunto completo de informações e recomendações sobre alimentos, refeições e práticas alimentares, destacando a recomendação do consumo de alimentos frescos (alimentos não processados ou minimamente processados) e a remoção de alimentos ultraprocessados do consumo alimentar cotidiano da população (BRASIL, 2014a). Suas diretrizes não estão baseadas em porções ou no teor nutricional do alimento, mas sim, nas dimensões biológicas, sociais, culturais, ambientais e econômicas que envolvem a nutrição.

Dentre os fatores associados ao processo de escolha alimentar, os determinantes econômicos, como preço do alimento e renda, são destacados como determinante primário pela teoria do consumidor (MANKIW, 2016) e pelo próprio Guia no capítulo “A compreensão e a superação de obstáculos” (BRASIL, 2014a). Um conjunto robusto de evidências tem indicado a associação entre os aspectos econômicos e o consumo alimentar em

diferentes países (BEYDOUN et al., 2015; LAXY et al. 2015; SHAMAH-LEVY; MUNDO-ROSAS; RIVERA-DOMMARCO, 2014). No Brasil, até o momento da conclusão dessa tese, todo o corpo de evidências disponível tem apontado para o maior custo por unidade energética (R\$/1.000kcal) de frutas e hortaliças, além de outros alimentos não processados ou minimamente processados (CLARO et al., 2007; CLARO; MONTEIRO, 2010; CLARO et al., 2012; RICARDO; CLARO, 2012; CLARO et al., 2016). Entretanto, o consumo de grãos secos (como arroz e feijão) ainda é mais barato do que o consumo de alimentos ultraprocessados pela população, despontando assim como uma alternativa mais econômica para adoção de práticas alimentares saudáveis (CLARO et al., 2016).

Ainda assim, não está claro se o cenário econômico brasileiro favorece a adoção do consumo alimentar recomendado pelo Guia Alimentar para a População Brasileira. A presente tese pretende complementar o cenário estabelecido de evidências ao responder o seguinte questionamento: Qual a relação entre o preço do alimento e a renda familiar com a adoção das recomendações do novo Guia Alimentar para a População Brasileira? A principal hipótese desse estudo é que o aumento do preço de alimentos não processados ou minimamente processados e a redução do preço de alimentos ultraprocessados influenciam negativamente a adoção das recomendações do Guia, e que essas relações são mais acentuadas entre aqueles com menor renda. A utilização de bases de dados representativa da população brasileira reforçou a relevância desse estudo, permitindo não só aprofundar o entendimento acerca das barreiras para adoção de dietas saudáveis no Brasil, como também contribuir para o aperfeiçoamento de políticas, programas e medidas regulatórias para promover alimentação saudável, e conseqüentemente, a prevenção do excesso de peso e DCNT na população brasileira.

Objetivos



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar os aspectos econômicos relacionados à adoção das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar o impacto econômico da adoção de dietas otimizadas e nutricionalmente equilibradas para as famílias brasileiras, considerando as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira e as disparidades econômicas da população;
- Analisar a influência do preço dos alimentos sobre a composição alimentar da dieta dos brasileiros, segundo as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira e a distribuição da renda per capita no país;
- Analisar a mudança do preço de grupos alimentares ao longo do tempo (1995-2030) no Brasil, considerando as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira.

Revisão de literatura



3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ESTADO NUTRICIONAL DA POPULAÇÃO E O RISCO DIETÉTICO

O aumento contínuo da prevalência de excesso de peso em diferentes países tem conferido ao problema o status de pandemia global (FINUCANE et al., 2011; POPKIN; ADAIR; NG, 2012; GBD, 2017). Em 1980, 921 milhões de pessoas em todo o mundo estavam acima do peso, sendo que em 2013, esse número quase triplicou, totalizando mais de 2 bilhões de pessoas (37,4% da população global) (NG et al., 2014). Em 2015, 5,0% das crianças (107,7 milhões) e 12,0% dos adultos (603,7 milhões) já se encontravam obesos, de modo que em muitos países, a taxa de aumento da obesidade infantil tem sido ainda maior do que aquela identificada para os adultos (GBD, 2017). Esse cenário se torna ainda mais alarmante ao destacar que 39,0% das mortes globais e 36,6% dos anos de vida saudáveis perdidos (ajustados por incapacidade) (DALYs) estavam relacionados ao excesso de peso da população (GBD, 2017).

Durante as últimas três décadas, a prevalência de obesidade tem aumentado a um ritmo mais acelerado que a carga de doença associada. Entretanto, tanto a tendência quanto a magnitude da carga de doenças associadas ao índice de massa corporal (IMC) têm variado amplamente entre os países (GBD, 2017). A morbimortalidade da população por DCNT - como as cardiovasculares, diabetes tipo II, certos tipos de câncer e hipertensão - está diretamente associada ao aumento do excesso de peso (WHO, 2014; MAHMOODNIA; TAMADON, 2017). Em 2015, quase 70% das mortes relacionadas ao IMC elevado ocorreram devido às doenças cardiovasculares, e mais de 60% dessas mortes ocorreram entre pessoas obesas ($IMC \geq 30$) (GBD, 2017). As DCNT têm se destacado como as principais causas de morte e incapacidade no mundo. Estimativas da OMS apontam que em 2015, as DCNT já atingiam cerca de 4 a cada 6 mortes (71,0%), atingindo principalmente os países de baixa e média renda (WHO, 2016).

No Brasil, a quantidade de pessoas obesas tem crescido de forma mais acelerada do que a média identificada em países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), chegando a alcançar o perfil da taxa dos países ricos (FAO; OPS; WFP; UNICEF, 2019). Dados de inquéritos nacionais, de base populacional, realizados entre 1974 e 2009, evidenciam o avanço da prevalência de excesso de peso em todas as faixas etárias, regiões e classes de renda do País (IBGE, 2010a). Entre os adultos (≥ 20 anos), a prevalência de excesso de peso aumentou de 18,5% para 50,1% entre os homens, e de 28,7% para 48,0%

para as mulheres; enquanto que entre as crianças (5 a 9 anos), a prevalência de excesso de peso triplicou para os indivíduos do sexo masculino (de 10,9% para 34,8%) e feminino (de 8,6% para 32,0%) (IBGE, 2010a). Segundo dados da PNS, para o ano de 2013, no conjunto da população adulta do Brasil, mais da metade dos indivíduos (56,9%) se encontrava com excesso de peso, e aproximadamente 1 a cada 5 adultos já era obeso (20,8%) (IBGE, 2015). Não obstante, esse quadro tem favorecido a instalação de DCNT, que em 2017 já eram responsáveis por mais de 75% das mortes e 70% do total de DALYs na população (IHME, 2017a). Destaca-se que diante das iniquidades em saúde vivenciadas no Brasil, a carga dessas doenças tem sido ainda maior nos estados das regiões norte e nordeste do país (GBD, 2018).

Esse cenário tem repercussão não só na qualidade de vida da população, como também no aumento de gastos financeiros às famílias, à sociedade e ao Sistema Único de Saúde (SUS). Segundo dados do Ministério da Saúde, em 2011, o tratamento de média e alta complexidade aos pacientes adultos obesos ou com alguma doença atribuível à obesidade (como doença cardíaca isquêmica, câncer de mama, insuficiência cardíaca congestiva e diabetes) foi de aproximadamente US\$ 270 milhões (cerca de R\$ 1.169 bilhão) (OLIVEIRA; SANTOS; SILVA, 2015). Dentre os custos relacionados à atenção hospitalar e ambulatorial no Brasil, 1,86% correspondeu àqueles atribuíveis à obesidade (sendo 59,2% referentes às internações hospitalares e 40,8% aos procedimentos ambulatoriais) (OLIVEIRA; SANTOS; SILVA, 2015). Estima-se que entre 2020 e 2050, o excesso de peso reduzirá a expectativa de vida da população brasileira em 3,3 anos, e apenas a obesidade será responsável pela redução de 5,5% no produto interno bruto (PIB) do país (BBC News, 2019). A obesidade e as DCNT ainda proporcionam um gasto indireto para o sistema relacionado ao mercado de trabalho, reduzindo a produtividade ou aumentando o absenteísmo e a taxa de desemprego (SHEKAR; POPKIN, 2020). Por fim, não só a sustentabilidade financeira do SUS, mas também a estrutura socioeconômica do Brasil dependem do manejo dessas doenças na população. O investimento em políticas para a promoção da saúde e a prevenção de doenças deve ser incentivado em detrimento dos tratamentos evitáveis em unidades de alta complexidade.

Dentre os fatores de risco para o excesso de peso e DCNT, aqueles referentes à alimentação despontam entre os principais determinantes desse cenário (IHME, 2017b; PEÑALVO et al., 2017). Nas últimas décadas (1990-2017), as mortes globais por DCNT atribuíveis ao risco dietético aumentaram de 8 para 11 milhões, e as DALYs, de 184 para 255 milhões (GBD, 2019). Embora haja diferenças entre os países, globalmente, a alta ingestão de sódio, a baixa ingestão de grãos integrais e a baixa ingestão de frutas foram apontadas como os principais riscos dietéticos para mortes e DALYs por DCNT (GBD, 2019). No Brasil, de

1990 a 2017, no ranking dos principais fatores comportamentais, os riscos dietéticos aumentaram uma colocação tanto em relação à mortalidade quanto em relação às DALYs na população, atingindo o primeiro (cerca de 15% do total de mortes) e segundo lugar (cerca de 8% para o total de DALYs), respectivamente (IHME, 2017a). A alta ingestão de sódio, a baixa ingestão de grãos integrais e a baixa ingestão de frutas e hortaliças também são evidenciadas na realidade brasileira (IHME, 2017a).

O padrão de dieta associado ao maior risco de obesidade e DCNT é caracterizado pelo consumo elevado de alimentos ultraprocessados, em paralelo ao consumo insuficiente de alimentos in natura ou minimamente processados (SCHULZE et al., 2018; SILVA et al., 2018; JUUL et al., 2018). O consumo de alimentos ultraprocessados (como refrigerantes, biscoitos e salgadinhos chips) aumentou de forma significativa (de 18,7% para 29,6%) entre a população brasileira, enquanto os alimentos não processados ou minimamente processados (como arroz, feijão, hortaliças, ovos, raízes e tubérculos) tiveram seu consumo reduzido de 44,0% para 38,9% (MARTINS et al., 2013). Segundo dados da PNS (2013), no conjunto da população adulta do Brasil, observou-se alta prevalência de marcadores de alimentação não saudável, como consumo de carne ou frango com excesso de gordura (37,2%), consumo regular (≥ 5 dias/semana) de refrigerante (23,4%) e de alimentos doces (21,7%). Enquanto o consumo recomendado (≥ 5 vezes/dia) de frutas e hortaliças foi alcançado por apenas 37,3% da população (IBGE, 2014). No Brasil, embora a maioria dos alimentos ainda seja consumida dentro do domicílio, uma proporção crescente tem sido consumida fora do domicílio, estimulando assim o consumo de alimentos ultraprocessados e a substituição de refeições por lanches (BEZERRA et al., 2017).

Os alimentos ultraprocessados têm um impacto negativo no perfil nutricional da dieta, especialmente pelo alto teor de açúcar livre e gorduras, e pelo baixo teor de proteínas, fibras alimentares, vitaminas e minerais (LOUZADA et al., 2018; STEELE et al., 2017). Além disso, estão prontos para consumo ou para aquecer, e contam com uma série de características para induzir seu superconsumo, como praticidade, durabilidade e palatabilidade (OPAS, 2018). Além de açúcar, óleos, gorduras e sal, os alimentos ultraprocessados incluem ingredientes que normalmente não são usados ou nunca utilizados em preparações culinárias, como proteínas hidrolisadas, amidos modificados e óleos hidrogenados. Eles também são formulados com aditivos, alguns dos quais imitam ou melhoram as qualidades sensoriais de alimentos não processados ou minimamente processados e suas preparações culinárias, ou mesmo disfarçam qualidades indesejáveis do produto final, como cores, aromas e adoçantes não açucarados (MONTEIRO et al., 2017). Essas características têm contribuído para o

consumo excessivo de alimentos ultraprocessados e os tornam produtos altamente lucrativos para os setores de alimentos, bebidas e restaurantes, que tem sido atores dominantes no sistema alimentar global (MONTEIRO et al., 2019).

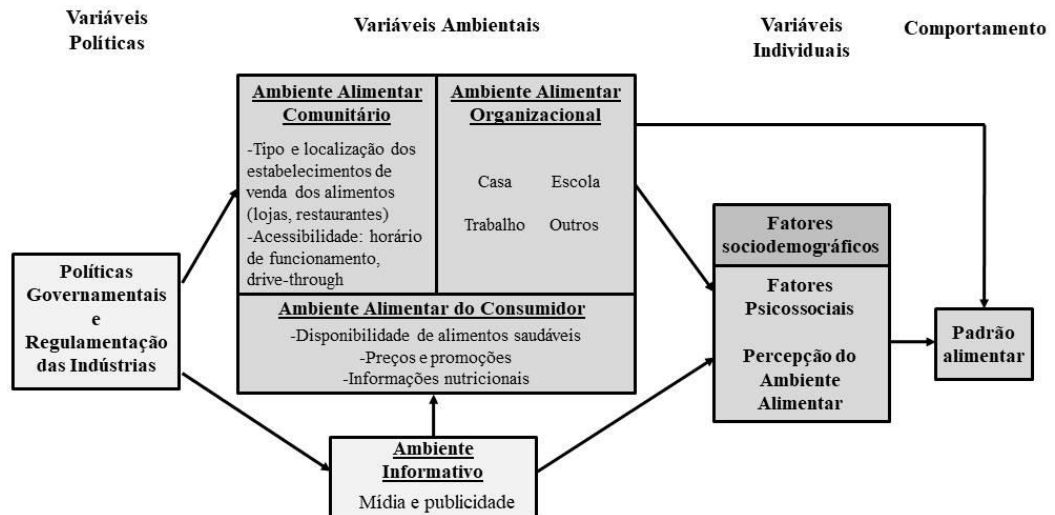
Cadeias de supermercados nacionais e multinacionais, assim como as cadeias de *fast food*, aumentam rapidamente a escala e o alcance dos seus produtos, sendo na sua maioria, produtos caracterizados pelo alto grau de processamento (POPKIN; REARDON, 2018). Ou seja, os sistemas e suprimentos de alimentos estão mudando globalmente e estão determinando mudanças na compra e no consumo, beneficiando a realização de refeições fora de casa e o consumo de alimentos prontos (MONTEIRO et al., 2013; POPKIN; REARDON, 2018). As vendas de produtos ultraprocessados aumentou nos últimos anos, principalmente nos países de renda média do hemisfério sul (Ásia, África, Leste Europeu e América Latina). Em 2000, a América Latina foi responsável por 16,3% das vendas de produtos ultraprocessados em volume global; e o Brasil, dentre 13 países da América Latina, alcançou o sexto lugar no ranking dessas vendas, com um aumento de 30,6% no período (cresceu de 86,0Kg em 2000 para 112,3Kg em 2013) (OPAS, 2018).

3.2 MACRO AMBIENTE DA ALIMENTAÇÃO E A REALIDADE BRASILEIRA: DESTAQUE AOS ASPECTOS ECONÔMICOS

Segundo o modelo teórico “Modelo Comunitário de Ambiente Nutricional” (Figura A), três eixos de variáveis (políticas, ambientais e individuais) estão associados, direta ou indiretamente, à composição do padrão alimentar (GLANZ et al., 2005). As variáveis políticas são compostas pelas “políticas governamentais” e pela “regulamentação das indústrias”, e iniciam o fluxo de associação dentre os determinantes da alimentação. Na sequência, as variáveis ambientais, compostas por quatro tipos de ambiente alimentar: i) “Ambiente alimentar comunitário” (Tipo e localização dos estabelecimentos de venda dos alimentos, bem como a acessibilidade dos mesmos), ii) “Ambiente alimentar organizacional” (Casa, escola, trabalhos e outros), iii) “Ambiente alimentar do consumidor” (Disponibilidade de alimentos saudáveis, preços e promoções, informações nutricionais), e iv) “Ambiente informativo” (Mídia e publicidade). As três primeiras se relacionam entre si na determinação direta ou indireta do padrão alimentar, enquanto a última interfere de forma indireta, seja via as demais variáveis ambientais ou por meio das variáveis individuais. As variáveis individuais são compostas pelos fatores sociodemográficos e pelos fatores psicossociais (percepção do

ambiente alimentar). E por fim, em um fluxo unilateral, culmina com a adesão de um comportamento (padrão alimentar) (GLANZ et al., 2005).

Figura A: Modelo Teórico Comunitário de Ambiente Nutricional



Fonte: Glanz, K.; Sallis, J. F.; Saelens, B.E.; Frank L.D. Healthy Nutrition Environments: Concepts and Measures. *Am J Health Promot*; v.19, n.5, p.:330–333, 2005. (Versão traduzida). Vide versão original em ANEXO A.

Dentre os componentes do macro ambiente da alimentação, destacam-se àqueles referentes ao ambiente, passíveis de interferências diretas pelas políticas governamentais e regulamentação das indústrias.

Aspectos ambientais como a disponibilidade, acesso e tipo de local para venda dos alimentos, bem como a qualidade e variedade dos alimentos que são ofertados, são determinantes importantes no processo de escolha alimentar (DURAN et al., 2016). Quanto maior a disponibilidade de locais vendendo alimentos saudáveis, menor o consumo de alimentos não saudáveis e melhor o padrão de alimentação da população (BLACK; MOON; BAIRD, 2014). Projetos para a criação de zonas livres de produtos ultraprocessados dentro das escolas e em suas redondezas têm sido desenvolvidos em alguns países, como Chile, México, Costa Rica, Estados Unidos e outros (OPAS, 2014). O Brasil, após a implementação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) em 1955 (BRASIL, 2006a), tem avançado com melhorias no ambiente escolar ao fornecer alimentação adequada e saudável de forma gratuita em todas as escolas públicas do País. O PNAE exige que pelo menos 70% dos alimentos fornecidos aos estudantes sejam naturais ou tenham processamento mínimo, e que

pelo menos 30% do programa seja usado para comprar alimentos produzidos pela agricultura familiar. Além disso, o PNAE também estabeleceu a inclusão do tema transversal “educação alimentar e nutricional” no currículo escolar, contribuindo para o desenvolvimento de práticas saudáveis de vida na perspectiva da segurança alimentar e nutricional (BRASIL, 2018a; IDEC, 2020). Entretanto, sabe-se que tão importante quanto a oferta de alimentos saudáveis, é a regulamentação da venda de alimentos não saudáveis, não só no ambiente escolar e seu entorno, mas em todo ambiente organizacional. O projeto de Lei nº 1.755/2007, que proíbe a venda de refrigerantes em escolas públicas e privadas da Educação Básica, ainda está em tramitação pelo Plenário da Câmara dos Deputados, sem que seja possível prever seu desfecho (BRASIL, 2019a).

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), rótulos claros e objetivos também são ferramentas importantes para orientar as escolhas alimentares (OPAS, 2016). O alimento ultraprocessado pode ser identificado por meio da sua composição, em que ingredientes nunca ou raramente utilizados em ambiente doméstico se fazem presentes (MONTEIRO et al., 2019). Entretanto, ainda que o acesso à informação sobre o que comemos seja um direito básico, o Brasil ainda não possui uma rotulagem adequada, considerando o tamanho das letras, os termos técnicos e a poluição visual das embalagens para facilitar o entendimento dos consumidores. Em 2014, um grupo de trabalho da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) foi instituído para auxiliar na elaboração de propostas regulatórias relacionadas à rotulagem nutricional (BRASIL, 2014b). Desde então, a rotulagem nutricional frontal tem sido destacada como modelo eficiente, agregada a alguns elementos técnicos, como: i) Focar nos nutrientes negativos de preocupação para Saúde Pública (açúcares livres ou totais, gorduras saturadas e sódio); ii) Exigir a declaração dos valores nutricionais com base na quantidade de 100 gramas ou mililitros do alimento tal como exposto à venda; e iii) Substituir os percentuais de valores diários (% VD) e os números por descritores qualitativos, cores e outros elementos gráficos relevantes para interpretação (ANVISA, 2017). Uma consulta pública sobre rotulagem nutricional foi realizada no Brasil no segundo semestre de 2019; e baseado na experiência exitosa do Chile, uma das propostas apresentadas na consulta pública foi o modelo de rotulagem nutricional frontal de advertências, utilizando a figura de um octógono de cor preta (alusão à placa “Pare”), com informações simples e diretas ao consumidor. Entretanto, até o momento, nenhuma decisão sobre sua implementação foi divulgada (O JOIO E O TRIGO, 2019). Segundo pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec), apenas 5,1% da população é capaz de compreender totalmente o que dizem os rótulos (IDEC, 2019).

Considerando a associação entre o marketing de alimentos e a alimentação, mudanças regulatórias têm sido recomendadas para proteger principalmente o público infantil (WHO, 2018). No Brasil, sabe-se que alimentos e bebidas representam a terceira maior categoria de anúncios na televisão, sendo 60,7% referentes à publicidade de alimentos ultraprocessados (MAIA et al., 2017), e que na internet (*facebook*), duas das dez páginas mais curtidas pelos brasileiros são referentes às marcas de alimentos ultraprocessados, contendo uma diversidade de estratégias de marketing como *links*, fotos, vídeos, promoções, preços especiais, prêmios e brindes (HORTA; RODRIGUES; SANTOS, 2018). O Código de Defesa do Consumidor (CDC) (Lei Federal nº 8.078/1990) defende a proibição de qualquer publicidade enganosa ou abusiva que seja capaz de induzir o consumidor a se comportar de forma prejudicial ou perigosa à saúde (BRASIL, 1990). Em 2016, o Superior Tribunal de Justiça (STJ), utilizando pela primeira vez o CDC, considerou como abusivo uma campanha publicitária direcionada ao público infantil de uma empresa específica de alimentos, e destacou ainda a promoção como venda casada (ESTADÃO, 2016). Ainda que tenha sido uma decisão isolada, ela pode impactar toda a publicidade infantil uma vez que a decisão do STJ tende a ser replicado em tribunais de instâncias inferiores. Entretanto, recentemente, o então ministro da Justiça e Segurança Pública do Brasil, anunciou consulta pública para flexibilizar a publicidade infantil na televisão (UOL, 2020a). Portanto, observa-se uma discrepância do poder judiciário quanto ao entendimento da lei, prejudicando sua execução no país.

3.2.1 Aspectos econômicos

A associação entre os aspectos econômicos e o processo de escolha alimentar tem sido analisada por um conjunto robusto de evidências em diferentes países, sejam eles desenvolvidos, como Estados Unidos e Alemanha (DE IRALA-ESTEVEZ et al., 2000; BEYDOUN et al., 2015; LAXY et al. 2015), ou em desenvolvimento, como Brasil e México (CLARO; MONTEIRO, 2010; SHAMAH-LEVY; MUNDO-ROSAS; RIVERA-DOMMARCO, 2014; CLARO et al., 2016). De modo geral, os alimentos com baixa densidade energética e alto valor nutricional (alimentos saudáveis como frutas e hortaliças e carnes in natura) custam mais por calorias, e tendem a ser selecionados por grupos de status socioeconômico superior (DARMON; DREWNOWSKI, 2015). Estudo longitudinal realizado no Reino Unido, sobre o consumo alimentar de aproximadamente 35 mil mulheres, identificou que dentre os 7 padrões alimentares analisados, o padrão mais saudável “*Health Conscious*” (caracterizado por alimentos como leguminosas, peixe, salada e frutas) foi

também o padrão mais caro, com maior adesão entre as mulheres de maior nível socioeconômico (MORRIS et al., 2014). Em sentido coincidente, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição do México, os custos mais baixos por caloria foram observados para alimentos com alta densidade energética acima do limite de 275kcal/100g, incluindo salgadinhos processados, doces, tortas e cereais com açúcares adicionados (MENDOZA et al., 2017).

No Brasil, segundo dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008/09), alimentos frescos (como carnes, leite, frutas e hortaliças) também tendem a custar mais caro que produtos ultraprocessados, entretanto, grãos secos (como o arroz e o feijão) ainda despontam como uma alternativa mais econômica para práticas alimentares saudáveis (CLARO et al., 2016). Os brasileiros com menor nível econômico tendem a não possuir renda suficiente para realizar uma dieta saudável (BORGES et al., 2015), ao passo que os brasileiros de status socioeconômico superior tendem a possuir acesso à maior variedade de alimentos, facilitando o acesso não só aos alimentos saudáveis (leite e produtos lácteos, frutas e vegetais) como também aos não saudáveis (gordura animal e refeições prontas) (LEVY et al., 2012).

Nesse contexto, a OMS tem recomendado a adoção de políticas fiscais para melhorar o consumo alimentar da população (WHO, 2017). Medidas de tributação e subsídios podem interagir de forma sinérgica, beneficiando a adoção de um padrão alimentar mais saudável (WATERLANDER et al., 2019; LUDBROOK, 2019), além de reduzir as chances de efeitos colaterais indesejados (THOW et al., 2018). Evidências sugerem que a tributação e os subsídios devem ser implementados com um mínimo de 10 a 15% para maximizar o sucesso e o efeito da intervenção dos preços nos comportamentos alimentares (NIEBYLSKI et al., 2015). Dentre as medidas para reduzir o preço de alimentos saudáveis, destaca-se a isenção de impostos para produtos selecionados, e os subsídios ou sistemas de cupons direcionados a grupos de alto risco (LEE et al., 2013; NIEBYLSKI et al., 2015). Dentre as medidas para aumentar o preço de alimentos não saudáveis, destaca-se estabelecer preço unitário mínimo obrigatório para os alimentos não saudáveis (BLECHER et al., 2017), desencorajar a venda desses alimentos com descontos (BLECHER et al., 2017), e principalmente, aumentar os impostos sobre alimentos específicos (WRIGHT et al., 2017; MAHESH et al., 2018). A tributação tem sido a estratégia mais empregada (NG et al., 2018), possivelmente devido à facilidade de sua aplicação em relação às demais opções.

No México, em 2014, foi implementada a tributação de 10% sobre as bebidas açucaradas e de 8% sobre alimentos não essenciais de alta densidade calórica (≥ 275 kcal/100g) (COLCHERO et al., 2016). Após um ano de implementação, observou-se a

redução de 12% no consumo de bebidas açucaradas na população (COLCHERO et al., 2016), e a redução de 5% no consumo de alimentos altamente calóricos, destacando-se principalmente entre aqueles de menor poder aquisitivo (BATIS et al., 2016). Impostos sobre gordura, açúcar e produtos com alto teor de sal também tem sido implementados em países como Hungria, Finlândia e Portugal (LLOYD-WILLIAMS et al., 2014), entretanto, dentre os produtos já tributados, destaca-se as bebidas açucaradas cuja repercussão na redução do seu consumo tem se tornado cada vez mais evidente (BACKHOLER; BLAKE; VANDEVIJVERE, 2017). Atualmente, a tributação de bebidas açucaradas já foi implementada em mais de 30 países (GLOBAL FOOD RESEARCH PROGRAM, 2017), como México, Chile, França, Hungria e Reino Unido.

O Brasil tem percorrido um caminho contrário aos demais países por incentivar a produção de alimentos ultraprocessados. Concessões históricas de benefícios fiscais à grande indústria de refrigerante (Big Soda) têm sido praticadas no país (ESTADÃO, 2018; JOTA, 2018), principalmente na Zona Franca de Manaus (ZFM) (BRASIL, 2019b). Os fabricantes de concentrado (usado na produção de refrigerantes) localizados na ZFM são isentos do imposto sobre produtos industrializados (IPI). Além da isenção, o valor da alíquota do IPI não pago é abatido como crédito em fases subsequentes da produção. Ou seja, quanto maior a alíquota, maior o incentivo fiscal recebido em formato de crédito. A alíquota chegou a ser de 20%, mas foi reduzida para 4% em 2018 no país. Em 2019, por meio do Decreto nº 9.897/2019, a alíquota aumentou para 12% no primeiro semestre, e oscilou sucessivamente para 8% e 10% no segundo semestre (BRASIL, 2019b). Em 2020, o presidente brasileiro tem afirmado que o aumento na alíquota do IPI para o setor de concentrados de refrigerantes na ZFM será temporário, pois esse aumento representa perda de arrecadação do governo federal (UOL, 2020b). Segunda a receita federal do Brasil, cerca de R\$ 3,8 bilhões de impostos deixam de ser arrecadados por ano (BRASIL, 2019c), além é claro, de todos os prejuízos à saúde e os gastos públicos ao Sistema Único de Saúde do país.

Além disso, alguns projetos de lei sobre a tributação de bebidas açucaradas estão em discussão no Congresso Nacional. O CIDE Refrigerante (PL nº 2.183/2019) tem sido o projeto mais recente no intuito de defender o aumento de tributos sobre as bebidas açucaradas no Brasil (ACT, 2019). O preço elevado dessas bebidas irá não só desencorajar o consumo e aumentar a consciência pública sobre seus riscos, mas também aumentar as receitas do governo para a prevenção e promoção da saúde, pois o montante arrecadado será recolhido ao Tesouro Nacional e repassado diretamente ao Fundo Nacional de Saúde (FNS). A alíquota definida na Lei é de 20% sobre o preço do refrigerante e incidirá sobre a comercialização da

produção ou importação, no mercado interno, de bebidas e refrigerantes açucarados (ACT, 2019). Entretanto, assim como os demais projetos de lei, pouco progresso foi feito até o momento devido à forte resistência da indústria do setor de bebidas e legisladores federais (financiados principalmente pela indústria de alimentos e bebidas) (O JOIO E O TRIGO, 2017a; O JOIO E O TRIGO, 2017b). Recentemente, o ministro da Economia do País anunciou possíveis mudanças na tributação de produtos prejudiciais à saúde, como produtos com excesso de açúcar, bebida alcoólica e cigarro (FOLHA DE SÃO PAULO, 2020a). Entretanto, o presidente brasileiro nega possibilidade na implementação desses impostos (FOLHA DE SÃO PAULO, 2020b).

Em 2013, por meio da lei nº 12.839, foi implementada a única medida de subsídio no Brasil (BRASIL, 2013). Impostos federais dos produtos da cesta básica brasileira foram removidos (5 alimentos ainda tarifados - carne, café, óleo, manteiga e açúcar – foram isentos de impostos) (BRASIL, 2013; REUTERS, 2013). Entretanto, essa medida teve pouco impacto tanto no cenário de preços quanto no consumo de alimentos saudáveis pela população (ESTADÃO, 2013; DIEESE, 2013).

3.3 O PAPEL DOS DETERMINANTES ECONÔMICOS NA PROMOÇÃO DA ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E O GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA

Segundo a OMS, reduzir os fatores de risco modificáveis para DCNT, bem como os determinantes sociais subjacentes, são medidas imprescindíveis para prevenção dessas doenças e a promoção da saúde (WHO, 2013). Em 2011 e 2014, o compromisso de estabelecer planos de ação e políticas multissetoriais para a prevenção e o controle de DCNT foi, respectivamente, firmado e fortalecido entre líderes mundiais, tendo como metas globais não só a redução de DCNT, mas também a redução dos seus principais fatores de risco até 2025 (WHO, 2014). No Brasil, o Ministério da Saúde assumiu o compromisso e estabeleceu, em 2011, o Plano de Enfrentamento das DCNT (2011-2022) (BRASIL, 2011), e em 2014, o Plano Intersetorial de Prevenção e Controle da Obesidade (CAISAN, 2014). Ambos representam uma atuação conjunta dos diferentes níveis de governo, onde se define e prioriza as ações necessárias para redução da prevalência dos principais fatores de risco, e consequente redução da obesidade e DCNT.

Tanto o Plano de Enfrentamento das DCNT no Brasil, quanto o Plano Intersetorial de Prevenção e Controle da Obesidade, tem incentivado a adoção de medidas fiscais - tais como

redução de impostos, taxas e subsídios - para estimular o consumo de alimentos saudáveis na população, como o consumo de frutas e hortaliças (BRASIL, 2011; CAISAN, 2014). Além disso, destaca-se a importância de mecanismos de circulação dos gêneros alimentícios dentro do próprio território, por reduzir a intermediação na comercialização dos alimentos, e assim, beneficiar o consumo de alimentos locais, saudáveis e mais baratos (CAISAN, 2014). Desde o início dos anos 2000, as políticas direcionadas aos agricultores familiares, responsáveis pela produção de cerca de 70% de todos os alimentos consumidos nos domicílios brasileiros (BRASIL, 2009) tem sido intensificadas. Entretanto, nos últimos anos, tais ações têm sido atenuadas e a produção de commodities (como milho, soja e cana-de-açúcar), pelo seu papel central no mercado econômico do país, tem sido favorecida pela política agrícola nacional (BRASIL, 2018b; BOGNAR; MONDOU; SKOGSTAD, 2017).

Em 2014, integrada à Política Nacional de Alimentação e Nutrição, a segunda versão do Guia Alimentar para a População Brasileira foi publicada pelo Ministério da Saúde, constituindo-se como ferramenta norteadora das estratégias de incentivo à promoção da alimentação adequada e saudável na população (BRASIL, 2014a). Essa versão do Guia trouxe importantes mudanças conceituais em relação à edição anterior de 2006 (BRASIL, 2006b). Suas diretrizes não estão baseadas em porções ou no teor nutricional do alimento, mas sim, nas dimensões políticas, ambientais (como aspectos econômicos, organizacionais, acesso físico e informativo aos alimentos) e individuais (como aspectos sociais, culturais, demográficos, psicológicos) que envolvem a nutrição (BRASIL, 2014a). As orientações do Guia podem ser utilizadas em qualquer ambiente, seja nos domicílios, nas unidades de saúde, nas escolas, ou qualquer outra organização que envolva a promoção de saúde. Além disso, destaca-se pelos artifícios gráficos atrativos e a linguagem direta e de fácil entendimento para o leitor.

O Guia Alimentar para a População de 2014, baseado no sistema de classificação alimentar NOVA, tem sido reconhecido mundialmente e destacado pela sua inovação (FAO, 2020). Diferentemente da maioria dos estudos, que em grande parte ignoram ou minimizam a importância do processamento industrial a qual os alimentos são submetidos, a nova edição do guia alimentar brasileiro considera não só o tipo de processamento, mas também sua extensão e seu propósito (MONTEIRO et al., 2017). Assim, permite que alimentos tão distintos na sua composição não pertençam ao mesmo grupo alimentar como, por exemplo, carne fresca e carnes processadas (hambúrgueres, embutidos e “nuggets”), ambos classificados, anteriormente, no grupo de “carnes e derivados”. Desse modo, a classificação NOVA foi empregada e quatro grandes grupos foram criados: a) alimentos não processados

ou minimamente processados; b) ingredientes culinários processados; c) alimentos processados; e d) alimentos ultraprocessados (Classificação e descrição detalhada no APÊNDICE A).

O primeiro grupo é considerado o alicerce primário de uma dieta saudável, pois além de seus atributos nutricionais, ainda incentivam a prática de refeições completas. Uma vez que o consumo de alimentos frescos demanda, frequentemente, preparação e ou cozimento, o consumo do segundo grupo (ingredientes culinários), como óleos, sal e açúcar, é necessário. Desde que consumidos em quantidade adequada, esses também favorecem o consumo de refeições completas e de dietas saudáveis. Porém, se a adição desses ingredientes ocorrer em escala comercial (como carne seca e conservas) resulta nos alimentos processados. Logo, o Guia recomenda um consumo moderado desses ingredientes. Por fim, os alimentos ultraprocessados - como refrigerantes, chips e embutidos; reconhecidos como produtos alimentícios de alta densidade energética, ultra palatáveis e prontos para consumo - devem ser evitados por favorecer padrões não saudáveis de alimentação e promover a ingestão excessiva de calorias e substâncias nocivas à saúde como sódio e açúcar livre (MONTEIRO et al., 2017; LOUZADA et al., 2018).

A classificação NOVA tem sido utilizada não só no Brasil (MARTINS et al., 2013; MONTEIRO et al., 2011; SPARRENBERGER et al., 2015; LOUZADA et al., 2015; LOUZADA et al., 2018; CLARO et al., 2016), mas em outros países, como Estados Unidos (STEELE et al., 2017), Canadá (MOUBARAC et al., 2013), Reino Unido (MOREIRA et al., 2015), Noruega (SOLBERG; TERRAGNI; GRANHEIM, 2016) e Espanha (MENDONÇA et al., 2016). Essa classificação NOVA tem subsidiado a realização de vários estudos, desde a avaliação da qualidade nutricional (STEELE et al., 2017; LOUZADA et al., 2015) e da participação de alimentos ultraprocessados (SOLBERG; TERRAGNI; GRANHEIM, 2016; MARTINS et al., 2013; MONTEIRO et al., 2011) na dieta, até análises sobre o impacto do consumo de alimentos ultraprocessados sobre o excesso de peso e DCNT na população (MOREIRA et al., 2015; MENDONÇA et al., 2016; CANELLA et al., 2014), e o custo do consumo de alguns alimentos (RICARDO; CLARO, 2012; CLARO et al., 2016).

Ao considerar a epidemia de obesidade e doenças associadas, conclui-se que a adoção das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira é necessária e urgente, mas que os obstáculos para a promoção de uma alimentação saudável precisam ser transpostos por meio de políticas públicas, e principalmente, de medidas regulatórias. Nesse contexto, destaca-se a definição de políticas tributárias para limitar o consumo de alimentos e bebidas não saudáveis, restrição do marketing de alimentos e bebidas, regulamento de

lanchonetes em ambientes organizacionais, rotulagem frontal com informações completas e visíveis nas embalagens, avaliação de subsídios agrícolas e a identificação de alimentos destinados a grupos vulneráveis (OPAS; 2018). Dentre essas ações regulatórias, a definição de políticas tributárias é a que menos avançou nos últimos anos no Brasil. No intuito de aprofundar o entendimento acerca das barreiras para adoção de uma alimentação saudável no Brasil, essa tese deu continuidade aos estudos sobre os aspectos econômicos da alimentação, considerando dados representativos de toda população brasileira. A finalidade desse trabalho é contribuir com o monitoramento de saúde do país, a instalação de estratégias nutricionais efetivas e a criação de medidas regulatórias no Brasil.

Metodologia



4. METODOLOGIA

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E AMOSTRAS

Trata-se de um projeto ecológico com delineamento misto, envolvendo estudo de série temporal e estudos transversais, conduzidos a partir de dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008/09) (IBGE, 2010b) e do Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC - no período entre 1995 e 2017) (IBGE, 2013; IBGE, 2016), ambos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

4.1.1 Pesquisa de Orçamentos Familiares

População de estudo e amostragem

As Pesquisas de Orçamentos Familiares visam medir as estruturas de consumo, os gastos e a renda das famílias, bem como identificar o perfil das condições de vida da população brasileira. Além disso, permite atualizar a cesta básica de consumo e obter novas estruturas de ponderação para os índices de preços que compõem o SNIPC.

A POF 2008/09 foi realizada por meio de amostra probabilística, representativa do conjunto de domicílios do país. Adotou-se um plano amostral complexo por conglomerado, com sorteio dos setores censitários no primeiro estágio e dos domicílios no segundo estágio (IBGE, 2010b). Inicialmente, 12.800 setores do conjunto de setores censitários (informações obtidas no Censo Demográfico de 2000) foram agrupados para obtenção de estratos domiciliares com elevada homogeneidade geográfica e socioeconômica. Para isso, a localização dos setores (região, unidade da federação, capital ou interior, área urbana ou rural) e o espectro de variação do nível socioeconômico das famílias foram considerados. Os setores censitários foram selecionados por amostragem sistemática, com probabilidade de seleção proporcional ao número de domicílios em cada estrato com pelo menos três setores, compondo assim a amostra mestra do IBGE (IBGE, 2010b). O conjunto de setores para a POF 2008/09 foi selecionada por amostragem aleatória simples em cada estrato, totalizando 4.696 setores e 550 estratos. Em seguida, os domicílios particulares permanentes (DPP) foram selecionados por meio de amostragem aleatória simples sem reposição, dentro de cada um desses setores selecionados: 68.373 domicílios foram selecionados e 55.970 domicílios foram efetivamente entrevistados. O número de domicílios com entrevistas, por setor, foi fixado de

acordo com a área de pesquisa, ou seja, 12 domicílios nos setores urbanos e 16 nos setores rurais (IBGE, 2010b).

No intuito de reproduzir a variação sazonal de rendimentos e aquisições de alimentos (e outros produtos), os estratos da POF foram distribuídos ao longo dos 12 meses de duração da pesquisa, os setores de cada estrato foram aleatoriamente alocados por trimestre e seus domicílios espalhados ao longo do mesmo.

Os pesos amostrais (ou fatores de expansão) foram estimados para cada domicílio ao término da coleta, de modo a garantir a obtenção de estimativas de interesse para o universo da pesquisa. Inicialmente, os pesos foram calculados com base no plano de amostragem utilizado, incorporando ajustes para compensar a não resposta de algumas unidades. Posteriormente, os pesos sofreram ajustes de pós-estratificação para que o total de domicílios fosse equivalente às respectivas projeções populacionais (obtidas para 15 de janeiro de 2009): municípios das capitais, regiões metropolitanas (menos o município da capital) e o restante das Unidades da Federação (IBGE, 2010b).

O curto período de referência empregado para o registro das despesas com alimentação em cada domicílio não permite que se conheça o padrão usual de aquisição de alimentos de cada domicílio estudado. Assim, optou-se por utilizar os agregados de domicílios em cada um dos 550 estratos amostrais como unidade de estudo. Cada estrato corresponde ao agregado de domicílios do mesmo *locus* geográfico (região, unidade da federação, capital ou interior, área urbana ou rural) e com nível socioeconômico semelhante, ou seja, os estratos variam desde o agregado de domicílios situado em regiões rurais de menor nível socioeconômico da região com menor nível de desenvolvimento do país, até o agregado de domicílios situado em regiões urbanas de maior nível socioeconômico da região com maior nível de desenvolvimento do país. Tal artifício é frequentemente utilizado por resultar em unidades de estudo cujo padrão de aquisição anual de alimentos possa ser identificado com alta precisão (BORGES et al., 2015; PEREIRA et al., 2015).

Coleta dos dados

A POF 2008/09 foi realizada entre 19 de maio de 2008 e 31 de maio de 2009, e a coleta de dados foi feita ao longo de 9 dias consecutivos em cada família sorteada. No primeiro dia foi feita a confirmação da condição do DPP e o levantamento de informações sobre os moradores, no segundo ao oitavo dia, o preenchimento efetivo dos questionários, e no nono dia, o encerramento da entrevista (IBGE, 2010b).

A aplicação de questionários específicos sob a forma de entrevista presencial foi o método utilizado para a obtenção dos dados dos orçamentos familiares. A coleta desses dados foi feita por meio de sete questionários: POF 1 (Questionário de características do domicílio e dos moradores), POF 2 (Questionário de aquisição coletiva), POF 3 (Caderneta de aquisição coletiva), POF 4 (Questionário de aquisição individual), POF 5 (Questionário de trabalho e rendimento individual), POF 6 (Avaliação das condições de vida) e POF 7 (Bloco de consumo alimentar pessoal). Os grupos de despesas foram registrados com base em períodos de referência diferentes, definidos em função da natureza e frequência das despesas. Ou seja, para as aquisições com ocorrências frequentes, como é o caso da alimentação, optou-se pelo registro prospectivo diário (IBGE, 2010b). Por outro lado, despesas com grupos menos frequentes e de maior valor eram registradas de forma retrospectiva, por períodos mais prolongados diário (IBGE, 2010b)

Os dados coletados no questionário “POF 3” são aqueles de interesse central deste estudo, pois contém informações sobre as aquisições de alimentos e bebidas feitas pelas famílias para consumo domiciliar. Durante sete dias consecutivos, a descrição detalhada de cada produto adquirido, a quantidade, a unidade de medida (com o seu equivalente em peso ou volume), o valor da despesa em reais, o local de compra e a forma de aquisição do produto (monetária ou não monetária) foi registrada por um dos moradores do domicílio (quem administra as despesas no orçamento doméstico) ou por entrevistador do IBGE. A falta de informações sobre o valor de aquisição ou preço dos produtos ou serviços (devido a não resposta ou valores rejeitados na etapa de informação crítica) foi alocada de acordo com o procedimento de hot deck (IBGE, 2010b). Fazem-se disponíveis informações a cerca de 1.700 alimentos e bebidas.

Ao final da coleta de dados, os registros de despesas foram atualizados com preços de aquisição deflacionados para uma data de referência intermediária ao período de coleta (15 de janeiro de 2009) (IBGE, 2010b).

O rendimento total de cada família é calculado pela somatória de todos os rendimentos monetários (por exemplo, salários e aluguéis) e não-monetários (por exemplo, doações) obtidos pelos membros do domicílio no período de um mês. A idade de cada membro do domicílio – em anos completos de vida – é calculada com base na data de nascimento referida pelo morador durante entrevista, enquanto a escolaridade (em anos completos) é estimada com base na combinação entre três variáveis que indicam a frequência ou não à escola, o nível atual da escolaridade e a última série cursada.

4.1.2 Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor

Características gerais e o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

O SNIPC, implantado e gerido pela Coordenação de Índices de Preços do IBGE, calcula os índices de preços ao consumidor (IPC) de forma contínua e sistemática no intuito de identificar a oscilação dos preços de bens e serviços relativos à cesta de mercadorias na população brasileira. Desde a implantação do SNIPC, a definição das cestas de consumo e a atualização das estruturas de ponderação dos IPC foram obtidas por meio de informações das Pesquisas de Orçamentos Familiares realizadas no país, permitindo investigar sobre os hábitos de consumo das famílias segundo a distribuição de rendimento (IBGE, 2013).

Dentre os tipos de IPC, destaca-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), cujo objetivo é identificar o movimento geral dos preços no mercado varejista, bem como o indicador da inflação segundo o consumo pessoal, caracterizando-se como principal parâmetro no monitoramento do sistema de metas de inflação no Brasil. A população-objetivo do IPCA é composta pelas famílias com rendimentos de 1 a 40 salários mínimos, qualquer que seja a fonte de rendimentos. Os extremos da distribuição de rendimento (famílias com renda abaixo de 1 salário mínimo e acima de 40 salários mínimos) são excluídos em virtude de sua instabilidade e atipicidade referente aos hábitos de consumo. Além disso, a cobertura populacional do IPCA contempla mais de 90% das famílias residentes nas áreas urbanas de cobertura do SNIPC (IBGE, 2013).

Assim como a grande maioria dos países, o IBGE tem delimitado o acompanhamento de preços de bens e serviços de consumo àqueles adquiridos por famílias domiciliadas em regiões urbanas, pois nesse caso a existência de estrutura formal de comercialização já se encontra consolidada e possibilita o acompanhamento contínuo da evolução dos preços praticados nos mercados varejistas (IBGE, 2013).

Amostragem, cadastro dos produtos e dos informantes

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), é recomendável que o IPC se refira a todos os bens e serviços (incluídas as importações) adquiridos, consumidos ou pagos pela população de referência sem fins comerciais. Entretanto, considerando a dimensão territorial do Brasil, bem como o tempo necessário para essa coleta de dados e seu elevado custo, a pesquisa seria inviabilizada. Sendo assim, técnicas que permitem o uso de um subconjunto do total de domicílios e locais de compra foram utilizados (IBGE, 2016). Na definição da amostra, são usados processos estatísticos (peso amostral ou fator de expansão)

de tal modo que a população fique representada com todas as suas características (IBGE, 2012).

A cesta padrão da população foi caracterizada por meio do levantamento das quantidades de bens e serviços adquiridos pelas Pesquisas de Orçamentos Familiares, e organizadas em categorias de consumo de uma mesma natureza: alimentação e bebidas, transportes, habitação, saúde e cuidados pessoais, despesas pessoais, vestuário, comunicação, artigos de residência e educação. Destaca-se o grupo “Alimentação e bebidas” pelo maior peso em relação ao gasto da população (cerca de 24,0% desde a década de 80 até os dias atuais). Esse grupo, assim como os demais, é desagregado em subgrupos (como “alimentação no domicílio”), em itens (como “frutas”) e subitens (como “laranja-pera”). Apenas os subitens mais consumidos terão seus preços investigados e explicitados na Classificação de Bens e Serviços do SNIPC: i) subitens com participação $\geq 0,07\%$, ou ii) subitens com participação $\geq 0,01\%$ e $< 0,07\%$ para assegurar que o item do qual fazem parte tenha cobertura de 70% dos gastos realizados com os componentes do item (IBGE, 2013). Além desse levantamento, a identificação do nível ideal de descrição de cada produto por meio da Pesquisa de Especificação de Produtos e Serviços (PEPS) também é realizada: i) código do produto (em seus diversos níveis de agregação), ii) descrição do produto (tal como utilizada no questionário eletrônico para a coleta de preços), iii) quantidade de preços a serem coletados em cada local, e iv) identificação da população que consome o produto. A atualização desse cadastro é contínua ao longo do tempo (IBGE, 2013).

A criação e atualização do cadastro de informantes para a pesquisa mensal de preço, bem como a criação de um “cadastro reserva”, são realizadas por meio do Cadastro Central de Empresas (Cempre) do IBGE, e pela Pesquisa de Locais de Compra (PLC). Estabelecimentos comerciais varejistas de venda de produtos e prestadores de serviços, empresas concessionárias responsáveis pela prestação de serviços e profissionais autônomos são algumas das unidades de coleta de dados para fins da pesquisa de preços (IBGE, 2013). O cadastro de informantes contém todos os dados básicos necessários para que as unidades cadastradas sejam identificadas: código, endereço e telefone do estabelecimento, nome do morador ou do estabelecimento, e o período de pesquisa no mês.

Coleta dos preços e o cálculo dos índices

A coleta dos preços consiste em uma tarefa contínua, de modo que um calendário anual de coleta deve ser seguido. O mês apresenta-se dividido em quatro remessas (equivalente à cerca de uma semana), e um conjunto fixo de estabelecimentos são visitados

sempre no mesmo período mensal. A organização, integralização e aprimoramento dessas atividades são responsabilidades da Coordenação de Índices de Preços do SNIPC (IBGE, 2013). Assim, a homogeneidade em âmbito nacional dos métodos de campo fica garantida pela uniformidade das instruções a cada equipe de coleta, e assegura a consistência do SNIPC (IBGE, 2013).

O informante de cada local corresponde a um questionário eletrônico de coleta de preços instalado no PDA (*Personal Digital Assistant*), no qual estão descritas as características (especificações) dos produtos ou serviços nele investigados. O nível de detalhamento da especificação do produto determina quantos preços coletar. Em casos em que o produto possui especificação completa no questionário, coleta-se apenas um preço. Já em casos que a especificação foi incompleta (quando existe mais de um produto que corresponda àquela descrição), é coletado o preço de até cinco ou dez produtos mais vendidos (a orientação vem indicada no questionário de campo). Além disso, deve-se registrar o preço de venda à vista, pago em dinheiro ou cheque, realmente cobrado ao público em geral. A visita aos locais cadastrados para a realização da coleta possibilita a observação de alterações ocorridas na característica do local e/ou produto, possibilitando a atualização do sistema (IBGE, 2013).

Os preços coletados mensalmente para cada produto compõem a primeira fase no processo de cálculo dos IPC. O cálculo mensal dos índices é resultado da diferença relativa dos preços de cada produto em dois meses consecutivos (mês corrente da pesquisa e o mês anterior, respectivamente). Nos casos de descrição incompleta do produto, o preço registrado na série histórica corresponde à média aritmética dos preços obtidos no respectivo estabelecimento. O ideal seria que o painel de locais e de produtos fosse fixo ao longo do período de coleta, entretanto, locais que encerram suas atividades ou mudam de ramo de comercialização, ou mesmo produtos que não mais são encontrados no momento da coleta são situações que podem ocorrer. Sendo assim, para manter-se o painel “fixo” por dois meses consecutivos, aplica-se, como recurso, a imputação de preços. Esse processo de imputação não se justifica em ampla escala, reforçando a importância da atualização periódica dos painéis de locais e produtos investigados.

De modo geral, a média geométrica dos preços de cada produto permite identificar a variação de preços do respectivo subitem. Em seguida, a fórmula de Laspeyres permite identificar tanto o preço dos itens investigados (pelo conjunto dos subitens), tanto o índice regional (pelo conjunto dos itens investigados em cada região). Atualmente, dez regiões metropolitanas (Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São

Paulo, Curitiba, Porto Alegre e Vitória), Brasília-DF e os Municípios de Goiânia e Campo Grande são investigados. Assim, os resultados dos IPC nacionais são obtidos a partir de médias aritméticas ponderadas dos índices regionais calculados para cada uma dessas regiões (IBGE, 2016).

4.2 ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.2.1 Objetivo específico 1

Inicialmente, os registros da POF sobre cada um dos alimentos adquiridos pelas famílias de um mesmo estrato, ao longo de 7 dias, foram somados. Do total somado de cada alimento, quando apropriado, foi excluída a fração não comestível do alimento de acordo com os fatores de correção (FC) correspondentes (IBGE, 1978). A quantidade total diária adquirida de cada alimento foi convertida em energia (Kcal), empregando-se para tanto a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (UNICAMP, 2011) ou, de forma complementar, a tabela oficial de composição nutricional dos Estados Unidos (USDA, 2010). A quantidade total de energia (kcal) comprada e os custos foram divididos por sete e pelo número de indivíduos no estrato para expressar o consumo diário per capita e um valor proporcional da despesa. A média da renda per capita mensal, expressa em reais (R\$), foi estimada dividindo-se a somatória das rendas domiciliares no estrato pelo total de indivíduos no estrato.

Depois de convertidos para energia, os registros foram organizados e classificados em 4 grupos e 35 subgrupos de alimentos segundo as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira (classificação NOVA) (MONTEIRO et al., 2017): i) Alimentos não processados e minimamente processados (13 subgrupos: arroz; feijão; macarrão; farinha de trigo; farinha de mandioca; frutas; hortaliças; raízes e tubérculos; bebidas lácteas; carne branca (aves e peixes), carne vermelha (boi e porco); ovos; outros alimentos não processados ou minimamente processados), ii) Ingredientes culinários processados (6 subgrupos: açúcar; sal; condimentos; gordura e óleo vegetal; gordura animal; outros ingredientes culinários processados), iii) Alimentos processados (4 subgrupos: pão francês; queijo processado; carnes processadas; vegetais processados), e iv) Alimentos ultraprocessados (12 subgrupos: pães industriais; biscoitos, bolos e tortas doces; sorvetes, chocolates e outros doces; biscoitos salgados e salgadinhos; refrigerantes; sucos artificiais, bebidas lácteas industrializadas e outras bebidas não alcoólicas; carnes ultraprocessadas e embutidos; refeições prontas e

misturas industrializadas; molhos e caldos industrializados; cereais matinais; margarina; queijos ultraprocessados).

Todos os alimentos e bebidas foram agrupados nos 35 subgrupos apresentados acima. A dieta atual foi definida com base na quantidade média per capita de cada subgrupo (ajustado para representar uma dieta de 2.000kcal). Depois, estimou-se a contribuição média de cada grupo de alimentos no total de calorias para representar a dieta atual. A composição da dieta atual foi estabelecida como referência para as dietas otimizadas, que por sua vez, atenderam, gradativamente, as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira para uma alimentação saudável.

O modelo de otimização por programação linear é definido por três características: A função objetivo, as variáveis de decisão e a lista de restrições lineares (NYKÄNEN et al., 2018). A função objetivo foi definida para minimizar a distância entre a composição das dietas otimizadas e a dieta atual (quantidade per capita de cada subgrupo). As variáveis de decisão foram as contribuições relativas (%) dos quatro principais grupos de alimentos da classificação NOVA. As restrições lineares foram: i) restrições nutricionais para macronutrientes (carboidratos, açúcares livres, proteína, gordura total e saturada, e fibra total) e micronutrientes (sódio, cálcio, ferro, vitaminas C e A, e potássio), baseadas em recomendações internacionais da Organização Mundial de Saúde e do Instituto de Medicina; ii) restrições de aceitabilidade, limitada entre os percentis 10 e 90 da distribuição de calorias per capita nos estratos, a fim de impedir que os modelos resultassem em dietas não factíveis com a realidade (ajustadas para representar uma dieta de 2.000kcal).

As variáveis de decisão da programação linear foram definidas com base na "regra de ouro" do Guia Alimentar para a População Brasileira: "Prefira sempre alimentos in natura ou minimamente processados e preparações culinárias a alimentos ultraprocessados" (BRASIL, 2014a). Assim, os quintis de participação de alimentos não processados ou minimamente processados e de alimentos ultraprocessados nas calorias totais foram estimados para fornecer limites aceitáveis a serem usados nas dietas otimizadas (dietas isoenergéticas de 2.000kcal). Resumidamente, a otimização de dietas mais saudáveis compreendeu, ao mesmo tempo, as seguintes condições: i) O aumento gradual de alimentos não processados ou minimamente processados (até exceder a aquisição média desse grupo de alimentos no quinto quintil da contribuição relativa - maior aquisição); ii) A redução de ingredientes culinários e alimentos processados (a contribuição relativa desses grupos foi igual ou menor que a dieta atual); e iii) A redução gradual dos alimentos ultraprocessados (até exceder a aquisição média desse grupo de alimentos no primeiro quintil da contribuição relativa - menor aquisição). Informações

detalhadas sobre as variáveis de decisão e as restrições lineares usadas nos modelos de otimização por programação linear estão disponíveis nas figuras 1 e 2 (do manuscrito 01).

O impacto das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira no custo da dieta foi analisado comparando o custo das dietas otimizadas com o custo atual da dieta, calculado para o conjunto completo da população e para os níveis de distribuição de renda per capita (tercis). A parcela do orçamento utilizado para o custo alimentar também foi estimada considerando a renda per capita mensal da população total (R\$ 887,6), dos estratos de baixa renda (estratos do 1º tercil da renda familiar, R\$ 389,8) e dos estratos de alta renda (estratos do 3º tercil da renda familiar, R\$ 1570,6). O custo diário foi multiplicado por 30 para refletir o custo mensal com alimentos.

Modelos de programação linear foram executados por meio do suplemento Solver do Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corp., Estados Unidos). O software estatístico Stata (versão 14.2) foi utilizado na organização e análise dos dados, pois permite considerar os fatores de ponderação e todos os aspectos da amostragem complexa utilizada na POF.

4.2.2 Objetivo específico 2

Inicialmente, os registros de cada um dos alimentos adquiridos pelas famílias de um mesmo estrato, ao longo de 7 dias, foram somados. Do total somado de cada alimento, quando apropriado, a fração não comestível do alimento foi excluída de acordo com os fatores de correção (FC) correspondentes (IBGE, 1978). A quantidade total diária adquirida de cada alimento foi convertida em energia (Kcal), empregando-se para tanto a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (UNICAMP, 2011) e, de forma complementar, a tabela oficial de composição nutricional dos Estados Unidos (USDA, 2010).

Depois de convertidos para energia, os registros foram organizados e classificados em 4 grupos e 35 subgrupos de alimentos segundo as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira (classificação NOVA) (MONTEIRO et al., 2017): i) Alimentos não processados e minimamente processados (13 subgrupos: arroz; feijão; macarrão; farinha de trigo; farinha de mandioca; frutas; hortaliças; raízes e tubérculos; bebidas lácteas; carne branca (aves e peixes), carne vermelha (boi e porco); ovos; outros alimentos não processados ou minimamente processados), ii) Ingredientes culinários processados (6 subgrupos: açúcar; sal, condimentos; gordura e óleo vegetal; gordura animal; outros ingredientes culinários processados), iii) Alimentos processados (4 subgrupos: pão francês; queijo processado; carnes processadas; vegetais processados), e iv) Alimentos ultraprocessados (12 subgrupos: pães

industriais; biscoitos, bolos e tortas doces; sorvetes, chocolates e outros doces; biscoitos salgados e salgadinhos; refrigerantes; sucos artificiais, bebidas lácteas industrializadas e outras bebidas não alcoólicas; carnes ultraprocessadas e embutidos; refeições prontas e misturas industrializadas; molhos e caldos industrializados; cereais matinais; margarina; queijos ultraprocessados).

O valor total adquirido (Kcal) e os custos foram divididos por sete e pelo número de indivíduos no domicílio para expressar o consumo per capita diário e um valor proporcional da despesa. O preço médio de cada grupo de alimentos (expresso em R\$/1.000kcal) foi estimado dividindo-se o total gasto nos estratos das famílias pelo total de calorias de cada produto adquirido. O resultado foi multiplicado por mil.

A média da renda familiar per capita em cada estrato foi obtida dividindo-se a somatória das rendas domiciliares no estrato pelo total de indivíduos no estrato. De modo análogo, foram calculadas as médias de idade e de anos de escolaridade dos indivíduos no estrato. Um conjunto de seis variáveis sociodemográficas complementou a caracterização das unidades de estudo: i) Anos de estudo (adultos com idade ≥ 18 anos), ii) Idade média dos indivíduos, iii) Proporção de indivíduos nas diferentes faixas etárias (<5, > 64 anos), iv) A proporção de indivíduos do sexo masculino e feminino, v) Área (Rural e Urbana) e vi) Região geográfica (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste).

Inicialmente, a população do estudo foi descrita por suas características sociodemográficas e econômicas, utilizando medidas de tendência central e dispersão (média e IC95%).

Um Índice de Inadequação da Composição Dietética (IICD) foi calculado para medir a diferença entre a dieta atual e a recomendada. A dieta atual foi representada pela contribuição média de cada grupo de alimentos no total de calorias, e sua composição serviu como referência para as dietas otimizadas, que por sua vez, apresentaram limites gradualmente crescentes para atender cada vez mais as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira. Três dietas foram otimizadas, sendo a terceira dieta aquela com características mais próximas do que é recomendado pelo Guia Alimentar (“dieta recomendada”), e portanto, sua composição nutricional foi utilizada para o cálculo do IICD.

As dietas otimizadas foram calculadas por programação linear, cuja definição é baseada em três características: as variáveis de decisão, a função objetivo, e a lista de restrições lineares (NYKÄNEN et al., 2018). As variáveis de decisão foram definidas com base na "regra de ouro" do Guia Alimentar para a População Brasileira: "Prefira sempre alimentos in natura ou minimamente processados e preparações culinárias a alimentos

ultraprocessados” (BRASIL, 2014a). Portanto, a otimização de dietas mais saudáveis compreendeu, ao mesmo tempo, as seguintes condições: i) Aumento gradual de alimentos não processados ou minimamente processados; ii) Diminuição ou manutenção de ingredientes culinários e alimentos processados; iii) Diminuição gradual de alimentos ultraprocessados. A função objetivo foi definida para minimizar a distância entre a composição das dietas otimizadas e a dieta atual. E as restrições lineares foram definidas por: i) Restrições nutricionais para macro e micronutrientes (com base em recomendações internacionais da Organização Mundial de Saúde e do Instituto de Medicina), e ii) Restrições de aceitabilidade, limitada entre os percentis 10 e 90 da distribuição de calorias per capita entre os estratos, a fim de impedir que os modelos resultassem em dietas não factíveis com a realidade (ajustadas para representar uma dieta de 2.000kcal). Uma descrição detalhada desses modelos otimizados está disponível em outro trabalho (MAIA et al., 2020).

Para o cálculo do IICD, inicialmente, a fórmula a seguir foi empregada para cada um dos 35 subgrupos alimentares: $[(A-B)/B]$, onde A é a contribuição relativa (%) dos subgrupos para a disponibilidade total de energia na dieta atual e B é a contribuição relativa (%) dos subgrupos à disponibilidade total de energia na dieta recomendada. O valor final do IICD em cada estrato foi obtido pela soma dos resultados absolutos de cada um dos 35 subgrupos alimentares. Assim, quanto maior o valor do IICD, maior o afastamento da dieta recomendada. A participação de cada grupo e subgrupo alimentar na dieta foi então apresentada para a população total e de acordo com os quintis da distribuição do IICD.

O valor médio do IICD bruto e ajustado por renda (e IC 95%) foram estimados de acordo com os quartis da distribuição dos preços para o preço de cada um dos quatro grupos de alimentos em análise.

Finalmente, a relação entre o IICD (variável contínua) e o preço dos grupos de alimentos foi avaliada usando coeficientes de elasticidade. Eles correspondem aos coeficientes de regressão (β) das variáveis explicativas nos modelos de regressão linear do tipo log-log. Nesses modelos, os coeficientes de regressão indicam a variação percentual (positiva ou negativa) no IICD para variação de 1,0% no preço do grupo de alimentos (elasticidade do preço). Os modelos iniciais consideraram apenas os preços dos alimentos como exposição, os modelos intermediários incluíram os preços dos alimentos e a renda per capita, e os modelos finais incluíram os preços dos alimentos, a renda per capita e um conjunto de fatores de confusão em potencial (proporção de mulheres (%), idade média dos membros do estrato familiar (em anos), área e região geográfica foram as características sociodemográficas que permaneceram no modelo final). Todos os modelos foram

desenvolvidos para a população total e para a metade superior e inferior da distribuição de renda per capita.

Para organização e análise das bases de dados foi utilizado o software Stata 14.2, que possibilita considerar os fatores de ponderação e todos os aspectos da amostragem complexa utilizada na POF.

4.2.3 Objetivo específico 3

Os dados da Pesquisa Nacional de Orçamento Familiar mais recente (POF 2008/09) e do Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC), disponíveis ao público e coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram usados para criar um novo conjunto de dados contendo preços mensais (R\$/kg) para os alimentos e bebidas mais consumidos no país entre janeiro de 1995 e dezembro de 2017. O SNIPC não fornece dados reais de preços, apenas variação mensal de preços (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA). Assim, os preços unitários da POF 2008/09 foram utilizados para calcular os preços de 1995 a 2017, usando a variação mensal do SNIPC.

A análise foi limitada ao período de janeiro de 1995 a dezembro de 2017 porque considerou não só a disponibilidade dos dados no site do IBGE (até julho de 1989 não estava disponível), mas também a estabilidade econômica do país (a instabilidade permaneceu até a implementação da nova moeda “Real” em 27 de fevereiro de 1994). O IPCA foi usado da maneira mais desagregada possível. Dados sobre 152 itens, predominantemente referentes a um único produto, estavam inicialmente disponíveis. Desses, 46 foram descartados devido aos dados insuficientes (essas séries de preços foram disponibilizadas por um período reduzido, inferior a cinco anos ou faltavam vários meses). Infusões (café moído e chá mate) e bebidas alcoólicas (cerveja e bebida alcoólica não especificada) também foram excluídas, pois seu padrão de consumo difere dos demais itens da lista. Por fim, foram incluídos no estudo 102 itens (alimentos ou bebidas) com informações completas para o período (1995-2017).

Essa lista de IPCA dos produtos serviu de base para o novo conjunto de dados, uma vez que continha uma coleção de itens menor, mais agregada e pouco descrita (que poderia abranger uma variedade de alimentos diferentes, por exemplo, "biscoitos"). Um processo qualitativo foi usado para determinar a correspondência da POF 2008/09 mais apropriada para cada um dos 102 itens da lista do IPCA. Para os itens agregados na lista do IPCA, uma agregação semelhante foi realizada para os dados da POF. Nos casos em que vários itens da POF foram considerados adequados para um item de IPCA, o produto mais comprado foi

usado como referência da série de preços (por exemplo, "biscoito salgado"). Este procedimento foi inicialmente conduzido de forma independente por dois pesquisadores e as duas listas foram comparadas ($Kappa > 0,98$, excelente concordância). Discordâncias foram julgadas por um terceiro pesquisador. A mesma cesta de alimentos com 102 itens foi usada uniformemente ao longo do tempo para permitir a comparação desses preços.

A classificação alimentar NOVA (MONTEIRO et al., 2017) foi então empregada. Os alimentos foram divididos em quatro grupos e seus respectivos subgrupos: i) alimentos não processados ou minimamente processados (carnes; leite e ovos; legumes; frutas; raízes e tubérculos; cereais e leguminosas); ii) ingredientes culinários processados (gorduras vegetais e animais; açúcar; sal); iii) alimentos processados (carnes processadas; vegetais processados; pão francês); e iv) alimentos ultraprocessados (doces; embutidos; bolos, pães e bolachas; refrigerantes; outros alimentos ultraprocessados). Considerando que os alimentos não processados ou minimamente processados são geralmente consumidos com ingredientes culinários processados, o preço desses grupos combinados foi calculado. Os alimentos processados incluíam frutas e legumes enlatados ou engarrafados; pastas de frutas açucaradas; carnes salgadas ou enlatadas; peixe enlatado; e pães artesanais. Enquanto iogurtes com sabor; maionese; biscoitos; margarina; sorvete; chocolate e outros foram considerados alimentos ultraprocessados (APÊNDICE B).

A partir do preço de cada produto em janeiro de 2009 (da POF de 2008-09), as séries de preços atuais (ou "séries de preços nominais") foram calculadas para cada produto usando duas fórmulas: $[A = B * (1 + (C / 100))]$ para os meses após janeiro de 2009 e $[A = B / (1 + (C / 100))]$ para os meses anteriores a janeiro de 2009 (HOFFMANN, 1991). Onde A é o preço nominal no mês atual, B é o preço nominal no mês base (ou o preço nominal calculado no mês anterior da sequência) e C é o índice de preços no mês atual. As séries de preços deflacionadas (ou "séries de preços reais") desses produtos também foram calculadas, usando a seguinte fórmula: $[D = (E / F) * G]$ (HOFFMANN, 1991). Onde D é o preço real no mês atual, E é o número do índice da categoria de alimentos no mês base (dados oficiais de inflação dos preços) (FIPE, 2018), F é o número do índice da categoria de alimentos no mês atual e G é o preço nominal no mês atual. Dezembro de 2017 foi considerado o mês base para o cálculo da série de preços reais. O preço médio de cada grupo e subgrupo de alimentos foram estimados com base na média ponderada do preço de seus constituintes (ponderado pela quantidade adquirida (em quilogramas) de cada item de acordo com a POF 2008/09).

Inicialmente, o preço médio de cada grupo e subgrupo e o intervalo de confiança de 95% (IC95%) foram estimados para todo o período do estudo e de acordo com três períodos

de tempo: 1995-2002, 2003-2010 e 2011-2017. O teste ANOVA foi utilizado para comparar o valor entre os períodos. O preço mensal de cada grupo e de seus principais subgrupos foi plotado para analisar as mudanças de preço no período de 1995 a 2017. Modelos polinomiais fracionários foram empregados para sintetizar as variações de preço e também para prever o preço de cada grupo e subgrupo de alimentos até 2030. Polinômios do primeiro ao quinto grau foram avaliados e aquele com o maior R^2 foi escolhido. Além disso, foram calculados os preços relativos entre alimentos saudáveis (alimentos não processados ou minimamente processados e ingredientes culinários processados) e alimentos não saudáveis (alimentos ultraprocessados), baseado nas séries de preço real e estimado de ambos os grupos.

A premissa central é que os determinantes das variações de preços observados no período de 1995 a 2017 continuarão com seu comportamento no período seguinte, apoiando a redução da diferença entre o preço de alimentos saudáveis e não saudáveis observado no período em que os dados foram mensurados.

O software estatístico Stata (versão 14.1) foi utilizado na organização e análise dos dados.

Análises envolvendo os preços dos alimentos por caloria (R\$/1.000Kcal) foram realizadas para complementar os resultados do artigo. Esse material foi disponibilizado como material suplementar online no processo de publicação do artigo. No volume da tese consta como (APÊNDICE C).

4.3 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo foi desenvolvido tendo como referência a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (Parecer: 85804418.1.0000.5149) (ANEXO B).

Os microdados da POF e as informações sobre os IPCA encontram-se disponíveis para acesso e utilização pública no site do IBGE, de modo que não há possibilidade de identificação nem das famílias nem dos estabelecimentos estudados.

Resultados e Discussão



5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção “Resultados e Discussão” desta tese foi apresentada no formato de três manuscritos originais. Todos os manuscritos foram elaborados segundo as normas para publicação dos periódicos às quais foram submetidos.

Manuscrito 1: Replacing ultra-processed foods with fresh foods to meet the dietary recommendations, a matter of cost?

O manuscrito será submetido na revista “Cadernos de Saúde Pública” (Fator de impacto: 1.026; Qualis CAPES B1 – Enfermagem).

Autores: Emanuella Gomes Maia, Camila Mendes dos Passos, Fernanda Serra Granado, Renata Bertazzi Levy, Rafael Moreira Claro.

Manuscrito 2: What are the main regulatory measures to benefit the adoption of the Brazilian Dietary Guidelines?

O manuscrito será submetido na revista “Nutrition” (Fator de impacto: 3.591; Qualis CAPES A2 – Enfermagem).

Autores: Emanuella Gomes Maia, Camila Mendes dos Passos, Fernanda Serra Granado, Renata Bertazzi Levy, Rafael Moreira Claro.

Manuscrito 3: What to expect from the price of healthy and unhealthy foods over time? The case from Brazil.

O artigo foi publicado na revista “Public Health Nutrition” (Fator de impacto: 2.526. Qualis CAPES A2 - Enfermagem). (ANEXO C)

Autores: Emanuella Gomes Maia, Camila Mendes dos Passos, Renata Bertazzi Levy, Ana Paula Bortoletto Martins, Laís Amaral Mais, Rafael Moreira Claro.

5.1 MANUSCRITO 01

Research Article

REPLACING ULTRA-PROCESSED FOODS WITH FRESH FOODS TO MEET THE
DIETARY RECOMENDATIONS, A MATTER OF COST?

Emanuella Gomes Maia^{a,b*}, Camila Mendes dos Passos^{b,c}, Fernanda Serra Granado^d, Renata Bertazzi Levy^e, Rafael Moreira Claro^f

^aDepartment of Health Sciences, State University of Santa Cruz. Ilhéus (BA), Brazil. manugmaia@hotmail.com

^bNursing Postgraduate Program, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6655-0230>

^cDepartment of Medicine and Nursing, Federal University of Viçosa. Viçosa (MG), Brazil. camilampassos@yahoo.com.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1230-2500>

^dPublic Health Postgraduate Program, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. fegranado@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5397-2685>

^eDepartment of Preventive Medicine, University of São Paulo. São Paulo (SP), Brazil. rlevy@usp.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5388-7002>

^fDepartment of Nutrition, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. rafael.claro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9690-575X>

*Corresponding author: Emanuella Gomes Maia. State University of Santa Cruz. Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Salobrinho. Zip code: 45662-900. Ilhéus (BA), Brazil. +55 73 36805116.

Authorship: The authors EGM and RMC conceptualized the study, performed the statistical analysis, data interpretation and drafted and reviewed the manuscript. CMP, FSG and RBL participated in data interpretation and reviewed the manuscript critically for important intellectual content. All authors approved of the final version to be published.

Declarations of interest: None.

Funding sources: This work was supported by *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq; grant numbers 309293/2016-2 and 407331/2016-6),

Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG; grant numbers APQ-02329-15 – 01/2015 and PPM-00325-17 – 02/2017), the International Development Research Centre (IDRC; project ID – 108166) and the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil* (CAPES; finance code 001).

Ethics of human subject participation: This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Minas Gerais (approval number: 85804418.1.0000.5149). Microdata are freely available from the IBGE website and do not allow respondents' identification.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the economic impact of the adoption of optimized and nutritionally balanced diets to Brazilian families, considering the Brazilian Dietary Guidelines recommendations and the economic disparities of the population. Data from the last national Household Budget Survey from 2008-2009 (n=55,970 households, divided in 550 strata) were used. About 1.7 thousand foods and beverages purchased by the Brazilian population were classified into 4 groups and 35 subgroups according to NOVA system. Linear programming models estimated isoenergetic diets (2,000kcal) preserving the current diet (baseline) and optimizing healthier diets gradually based on the relative contribution (%) of the 4 groups, respecting nutritional constraints (based on international recommendations) and food acceptance limits (obtained from the studied population). The impact of Brazilian Dietary Guidelines on diet cost was analyzed by comparison between the cost of optimized and current diets for the total population and by income level. Three healthier diets were optimized. Current diet cost was R\$3.37 differing among low- and high-income strata (R\$2.62 vs. R\$4.17). Regardless of income, diet cost decreased when approaching the Guidelines. However, low-income strata compromised their household budget more than two times the high-income strata (20.20% vs 7.96%). Thus, the adoption of healthier eating practices can be performed with the same or lower budget.

Keywords: Costs and Cost Analysis. Eating. Linear programming. Public Health.

INTRODUCTION

The non-communicable diseases (NCD) are the leading causes of death worldwide, but their greatest burden can be seen among low- and middle-income countries. In 2016, NCD were responsible for 78% of deaths in these countries, resulting in major burden not only to population's health and quality of life, but also to workforce productivity and country's economic prosperity¹. Thus, efforts must be focused on reducing the prevalence of major risk factors for NCD, with special focus on unhealthy food consumption^{2,3}.

In this sense, food-based dietary guidelines offer a unique opportunity to favorably impact the population health. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), these guidelines provides context-specific advice and principles on healthy diets and lifestyles, in order to establish basis for public food and nutrition policies, to promote healthy eating and to prevent diseases⁴. Brazil has an innovative and a worldwide recognized Dietary Guideline⁵, based on the NOVA food classification system. This system has been used in several countries not only to effectively address the quality of diets and their impact on all forms of malnutrition, but also on the sustainability of food systems⁶. The consumption of fresh food (unprocessed or minimally processed foods) is enforced as the basis of food consumption, while the consumption ultra-processed foods is discouraged⁶.

Appropriate knowledge about the relation between diet and health is not enough for the adoption of a healthy diet. Economic factors have also been highlighted (among others) as a primary determinant of food choices⁷. A robust set of evidence from high- income countries indicates that fresh foods with low energy density and high nutritional value (such as fresh meat, fruits and vegetables) cost more by calories than lower-quality ultra-processed foods^{8,9}, suggesting that healthy diets could be unaffordable for an expressive share of the population. In Brazil, the price variation between foods classified as unprocessed or minimally processed is high, ranging from cheapest foods like rice, beans, roots and tubers, to more expensive foods such as vegetables, fish, meats and fruits¹⁰. Thus, the diet cost to meet the Brazilian Dietary Guidelines recommendations is still uncertain.

Diet cost can only be partially understood by the comparison between the prices of different food groups, demanding more complex experiments for an accurate conclusion, such as linear programming mathematical method. This method can be used to optimize a function (healthy diets for example) from a set of constraints (such as nutritional recommendations of the country). This approach was already used to develop cost-minimized nutritionally adequate food baskets both in high-income countries^{9,11} and in middle- and low-income

countries^{12,13}. However, these studies tend to focus exclusively on the nutritional profile of the diet to define healthy eating. Thus, the objective of the present study was to analyze the economic impact of the adoption of optimized and nutritionally balanced diets to Brazilian families, considering the Brazilian Dietary Guidelines recommendations and the economic disparities of the population.

METHODS

Study design, sampling and data collection

We performed an ecological study based on data from the last national Household Budget Survey (2008-2009 HBS) conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE).

The 2008-2009 HBS employed a complex clustered sampling procedure in two-stages with the random selection of census tracts in the first stage and of households in the second stage, resulting in a representative sample of households in the country. Initially, the 12,800 census tracts of the country (from the 2000 Demographic Census) were organized into strata with high geographic and socioeconomic homogeneity. Census tracts were then randomly selected from each stratum, proportionally to the number of households in the stratum. Households from each tract were selected by simple random selection without replacement. The selected census tracts and their households were distributed uniformly throughout the four quarters of the year of data collection in order to cover all seasonal variations in expenditures and family income in each stratum. The final sample was composed of 550 strata, involving 4,696 Census tracts and 55,970 households. A detailed description of the sampling process is available elsewhere¹⁴.

The data collection of 2008-2009 HBS was conducted from May 2008 to May 2009 through seven questionnaires in each selected household. Information of food and beverage purchased for household consumption, and family income were the main information from the 2008-2009 HBS used in the present study. All foods and beverages purchased for household consumption were registered in an electronic booklet by the head of the household for seven consecutive days (supported by a trained interviewer, if necessary). Detailed information was registered for each purchase, such as the name of the product, the amount acquired (in shopping units and in grams or millilitres) and the total value expended. Data from 1.7 thousand foods and beverages were available. Expenditures values were deflated considering a reference date in the middle of the data collection period (January 15th, 2009)¹⁴.

The short reference period (7 consecutive days) used in the 2008-2009 HBS to record food expenditures does not allow the identification of the usual food purchase patterns of each household studied. Thus, the 550 household strata were defined as units of analysis. These units of analysis allowed the identification of the annual food purchase pattern with great precision, without compromising the geographic and socioeconomic variation in the data¹⁵.

Data organization and classification of foods

Initially, the records of each food items purchased by the families of the same stratum were added. When appropriate, the inedible fraction of foods was excluded using the corresponding correction factors¹⁶. The total amount of each food was converted into energy (Kcal), using the Brazilian Food Composition Table (TACO)¹⁷ or, in a complementary way, the official food composition table of the United States¹⁸. The total energy amount (kcal) purchased and the costs were divided by seven and by the number of individuals in the stratum to express daily *per capita* consumption and a proportional expenditure value. Monthly *per capita* income, expressed in *Reais* (R\$), was estimated by dividing the sum of the income of all households in the stratum by the total number of individuals in the stratum.

Foods were classified into 4 groups and 35 subgroups according to NOVA food classification system used in the Brazilian Dietary Guidelines⁶: i) Unprocessed or minimally processed foods (13 subgroups: rice; bean; pasta; wheat flour; cassava flour; fruits; vegetables; roots and tubers; milk and plain yoghurt; poultry and fish; beef and pork; eggs; others unprocessed or minimally processed foods), ii) Processed culinary ingredients (6 subgroups: sugar; salt; spice; plant oils; animal fats; others processed culinary ingredients), iii) Processed foods (4 subgroups: fresh bread; processed cheeses; processed meats; processed vegetables), and iv) Ultra-processed foods (12 subgroups: industrial breads; cookies, cakes and pastries; ice creams, chocolates and other sweets; crackers and salty snacks; soft drinks; other non-alcoholic sweetened beverages; ultra-processed meats and sausages; ready meals and industrial blends; sauces and broths; breakfast cereals; margarine; ultra-processed cheeses).

Model of optimization by linear programming and data analysis

All foods and beverages were grouped in the 35 above presented subgroups, distributed in the 4 major food groups. Current diet was defined based on the average *per capita* amount of each subgroup (adjusted to represent a 2,000kcal diet). After, the average contribution of each food group on total calories was estimated to represent the current diet.

The current diet was preserved as baseline and optimized diets presented gradually increasing limits to increasingly meet the Brazilian Dietary Guidelines towards a healthy eating.

The model of optimization by linear programming is defined by three features: the goal function, the decision variables and the list of linear constraints¹³. The goal function in the present study was defined to minimize the distance between the nutritional composition of the optimized diets and the current diet (*per capita* amount of each subgroup). The decision variables were the relative contribution (%) of the four food groups from NOVA system. The linear constraints were: i) nutritional restrictions for macronutrients (carbohydrates, free sugars, protein, total and saturated fat and total fiber) and micronutrients (sodium, calcium, iron, vitamins C and A, and potassium), based on international recommendations from the World Health Organization and the Institute of Medicine; and ii) acceptability constraints, limited to the 10th and 90th percentiles of the *per capita* calorie distribution in the strata in order to prevent the models from resulting in non-acceptable diets (adjusted to represent a 2,000kcal diet).

The decision variables of linear programming were defined based on the "golden rule" of the Brazilian Dietary Guidelines: "Always prefer natural or minimally processed foods and freshly made dishes and meals to ultra-processed foods"⁶. Thus, quintiles of participation of unprocessed and minimally processed foods and of ultra-processed foods on total calories were estimated to provide acceptable limits for the optimized diets (isoenergetic diets - 2,000kcal). Briefly, the optimization of healthier diets comprised, at the same time, the following conditions: i) Gradual increase of unprocessed or minimally processed foods (until it exceeded the average acquisition of this food group in its fifth quintile of the relative contribution - largest acquisition); ii) Decrease of processed culinary ingredients and processed foods (relative contribution of these groups were equal or less than the current diet); and iii) Gradual decrease of ultra-processed foods (until it exceeded the average acquisition of this food group in its first quintile of the relative contribution - lowest acquisition).

Detailed information about the decision variables and the linear constraints used in the models of optimization by linear programming is available in figures 1 and 2.

The impact of the Brazilian Dietary Guidelines on diet cost was analyzed by comparing the cost of the optimized diets to the cost of the current diet, calculated for the total population and for levels of *per capita* income distribution (tertiles). Additionally, the food budget share was also estimated considering the monthly *per capita* income of the total population (R\$887.6), of the low-income strata (strata from 1st tertile of per capita income

distribution, R\$389.8) and of the high-income strata (strata from 3rd tertile of per capita income distribution, R\$1,570.6). Daily food expenditures were multiplied by 30 to reflect the entire month.

Linear programming models were executed in the function Solver of the Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corp., United States). The Stata statistical software (version 14.2) was used in the organization and analysis of the data, allowing the use of weighting factors and all aspects of the complex sampling of the dataset.

RESULTS

About half (48.9%) of the calories in the current diet were from unprocessed or minimally processed foods, 24.3% from processed culinary ingredients, 8.9% from processed foods and 17.8% from ultra-processed foods. According to income distribution, the relative contribution of unprocessed or minimally processed foods and of processed culinary ingredients in the current diet was greater among low-income strata in comparison to high-income strata (55.3% vs. 43.4% and 25.4% vs. 22.8%, respectively), while the relative contribution of processed and ultra-processed foods was greater among high-income strata (9.5% vs. 7.5% and 24.3% vs. 11.8%, respectively) (Table 1).

Three diets were optimized, presenting gradually increases contributions on its nutritional profile, which maximized the most the recommendations of Brazilian Dietary Guidelines, especially in the third optimized diet (Table 1). The relative contribution of unprocessed or minimally processed foods gradually increased in the optimized diets from 54.9% to 69.4% (vs. 48.9% from the current diet), the relative contribution of processed foods remained stable (8.9%), while the relative contribution of processed culinary ingredients and ultra-processed foods decreased from 18.4% to 12.7% (vs. 24.3% from the current diet) and from 17.8% to 9.1% (vs. 17.8% from the current diet), respectively. A similar scenario was observed in the analysis according to income distribution (Table 1).

For the optimized diets, the nutritional constraints for macronutrients were adequately accepted in the linear programming model. However, it was not possible to find a feasible solution when the constraints for micronutrients were imposed on the linear programming model. The infeasible micronutrients were sodium, calcium, vitamin C and potassium. In this sense, a feasible solution was obtained after relaxing the constraints for these micronutrients in order to improve the nutritional profile of the optimized diets in relation to the current diet (Table 1).

The average cost of the current diet was R\$3.37, ranging from R\$1.90 for the purchase of unprocessed or minimally processed foods to R\$0.20 for the purchase of processed culinary ingredients (Table 2). As optimized diets became healthier, their diet cost gradually decreased (from R\$3.17 to R\$2.91 vs. R\$ 3.37 from the current diet). In the comparison, it meant a decreased of 13.65% (from R\$3.37 to R\$2.91) with the changes based on the Brazilian Dietary Guidelines towards a healthy eating (Table 2). According to income distribution, the current diet cost was lower among low-income strata (R\$2.62) compared to high-income strata (R\$4.17) (Table 2). The cost of optimized diets decreased for both levels of income in comparison to current diet costs, representing a reduction of 5.34% for low-income strata (from R\$2.51 to R\$2.48 vs. R\$2.62 from the current diet) and of 8.15% for high-income strata (from R\$4.06 to R\$3.83 vs. R\$4.17 from the current diet) (Table 2).

The commitment of food budget share from current diet was 11.38% for the total population, being greater among low-income strata (20.20%) in comparison to high-income ones (7.96%) (Table 2). Food budget share decreased as the adoption of the Brazilian Dietary Guidelines were gradually increasing in the optimized diets, especially between the optimized diet 3 and the current diet: -1.55 percentage points (pp) for the total population (from 11.38% to 9.83%, a reduction of 13.62%), -1.10 pp for low-income strata (from 20.20% to 19.10%, a reduction of 5.45%) and -0.65 pp for high-income strata (from 7.96% to 7.31%, a reduction of 8.17%) (Table 2).

The relative contribution (%) of food subgroups to total energy availability and its cost for the current diet and optimized diets are available in the online supplementary material (Table S1 and S2), both for the total population and for income distribution.

DISCUSSION

This is the first study to analyze the economic impact of the NOVA food classification system over Brazilian families. Based on the current population diet, three healthier diets were optimized by linear programming according to the Brazilian Dietary Guidelines, respecting nutritional constraints and acceptability. These optimized diets involved a gradual increase in the contribution of unprocessed or minimally processed foods, a reduction or stability of culinary ingredients and processed foods, and a gradual reduction of ultra-processed foods. The current diet cost (R\$3.37) was lower in low-income strata (R\$2.62) than in high-income ones (R\$4.17). Regardless of income distribution, diet cost and the food budget share decreased with the adoption of the Brazilian Dietary Guidelines.

The Brazilian Dietary Guidelines do not provide quantitative recommendations for food group consumption. Instead, it offers a more holistic approach to a healthier eating¹⁹. The greater advantage of this approach remains in the direct communication with the entire population, as no technical knowledge is necessary to apply the guidelines and benefit from it. As the result, individuals accessing the Guidelines probably see this kind of recommendation as something closer to reality and thus, something feasible²⁰. The present study is based on the core guidelines on how to choose foods: “i) Make natural or minimally processed foods the basis of your diet (mainly of plant origin); ii) Use oils, fats, salt, and sugar in small amounts for seasoning and cooking foods, and to create culinary preparations; iii) Limit the use of processed foods, consuming them in small amounts as ingredients in culinary preparations or as part of meals, based on natural or minimally processed foods; and iv) Avoid ultra-processed foods”⁶.

However, transforming these recommendations in numeric parameters is a complex task that could be conducted in multiple ways. As the Brazilian Dietary Guidelines has a qualitative proposal, international nutritional parameters were necessary to complement the present analysis. In this sense, the main concern of the present study was to provide alternatives that gradually reduce the gap between the current diet and the guidelines, being also feasible and acceptable by the population. The adoption of a plant-based diet could be difficult for many people, since it may require significant changes in food consumption and behavior²¹. Analogous reasoning can also be applied to the considerable reduction or even removal of ultra-processed foods from the population diet. Thus, we chose to obtain the guiding parameters of the estimated diets direct from the Brazilian population, considering cultural and traditional factors, which could strongly affect food choices²². For this, the linear programming models were optimized to satisfy acceptability constraints, limited to the between of 10th and 90th percentiles of the *per capita* calorie distribution of each food in the total population and for levels of *per capita* income distribution (tertiles). In addition, threshold levels of contribution of unprocessed or minimally processed foods and decrease of ultra-processed foods were based on levels of consumption for these groups already proven to be feasible, considering that they are already adopted by about one out of five individuals in the country. It is worth mentioning that studies investigating effective food consumption data (based on 24hr dietary recall or food record) suggested that even more aggressive limits for the contribution of ultra-processed foods in the diet could be feasible (about 2%)²³. However, we chose for the conservative approach on this sense, as we are modeling different kind of

data (food purchases for household consumption for 7 days). Anyway, models with more aggressive threshold levels were estimated and reinforced our results (data not shown).

The impossibility to find a feasible solution when the constraints for micronutrients were imposed means that changes more aggressive than the one allowed here would be necessary in order to satisfy these constraints. However, when working with dietary guideline parameters estimated directly from the Brazilian population, our results identified a feasible improvement in the nutritional profile. Besides that, the international recommendations have been met to the maximum, since the Brazilian Dietary Guidelines do not provide quantitative recommendations for nutrients (macro or micro).

The relationship between diet cost and the adoption of healthy diets has been intensely studied worldwide^{8,9}. In a nationally representative sample of French adults (20-79 years), the diet cost increased for most individuals after reaching nutritional adequacy, and less adequate diets were associated with lower income individuals⁹. A representative sample of Japanese adults (20 or more years) also showed that the diet cost was inversely associated with dietary energy density. Lower diet cost was associated with a lower intake of vegetables, fruits, fish, meat and dairy products, and a higher intake of grain, eggs, fats and oils⁸. Unlike developed countries, where healthy diets are considerably more expensive than unhealthy diets, our results showed that Brazilian Dietary Guidelines can be adopted without harming the total cost of the diet. Although this is the first study to analyze the economic impact on families related to the adoption of the most recent Brazilian Dietary Guidelines, evidence suggesting that Brazilian traditional diets based on rice and beans can help achieve these recommendations without increasing costs, has been available for a few years¹⁰. However, the data of the present study complement this information, showing that the greater the consumption of unprocessed or minimally processed foods (with the exception of foods of animal origin) with the reduction of the consumption of ultra-processed foods, the lower the diet cost for the population and better the nutritional composition of the diet.

The inverse relationship between income and food budget share is known for more than a century²⁴ and has been demonstrated in low, middle and high-income countries. Our results also reinforce this relationship as the population in the first tertile of *per capita* income distribution compromises their budget more than two times the ones from the third tertile (20.20% vs. 7.96%, respectively). This scenario favors the exposure of the lower income population to unhealthy eating practices, that added to limited access to health services, result in a disproportionate increase in the burden of obesity and associated NCD in this population^{25,26}. According to the present study, incorporating the Brazilian Dietary Guidelines

to current diet would benefit more low-income population strata (food budget share decreased 1.10pp) than high-income population strata (food budget share decreased 0.65pp). Thus, the viability of adopting the Brazilian Dietary Guideline emerges as an important tool for improving dietary without increasing the cost and contributing to the reduction of these health inequities.

Although our results demonstrate the economic viability of Brazilian Dietary Guidelines, this is conditioned to the maintenance of the price scenario here observed. The World Health Organization (WHO) has encouraged action to change the food prices in order to improve population diet³. Three common pricing strategies may be adopted by the governments: i) exemption of selected goods from a tax, ii) taxes on specific foods and iii) subsidies or voucher systems targeted to high-risk groups^{27,28}. In recent years, the strategy most practiced has been the sugary drinks tax, since it is an easily defined category of products that are energy-dense and nutrient-poor, but with healthier substitutes^{29,30}. However, Brazil is going in the opposite way, often subsidizing the production of ultra-processed foods with generous fiscal incentives^{31,32}. For instance, since 1990, tax exemptions have been granted by the Brazilian government to Big Soda industry, totaling an exemption of about US\$ 2.0 billion of tax in little less than three decades^{32,33}. Several bills aiming to correct this scenario are currently under discussion on the National Congress (such as Bill 8541/17³⁴), but with strong opposition from the Big Food and Big Soda industry, which often finance groups of Federal Legislators³⁵.

Some limitations of the study should be highlighted. First, although the Brazilian Dietary Guidelines do not provide quantitative recommendations for macro- and micronutrients, these international recommendations were used to guarantee the variety of foods in the optimized diets. According to Brazilian Dietary Guidelines, varieties within the same food group imply not only the diversity of flavors, aromas, colors and textures of the food and the supply of nutrients, but are also indispensable to accommodate regional and personal preferences¹⁹. Second only food and beverages purchased for household consumption were analyzed, as data of food consumption away from home was not available with sufficient information (most registers involved aggregated items – such as “fast food meal” or “Breakfast Buffet”– without specific details on weights or the specific foods included). However, in 2008-2009, household food consumption responded by about 70% of total food consumption¹⁴ and about 84% of the calories consumed among Brazilians³⁶. Therefore, it is believed that such fraction has been enough to provide information with good validity.

The results showed that Brazilian population can meet the Brazilian Dietary Guidelines with the improvement of their diet quality and a lower diet cost. Regardless of household income, the diet cost decreased with the adoption of the Brazilian Dietary Guideline. Although small changes in food prices do not tend to invalidate our conclusions, more acute variations (especially in relative prices) can do so. Thus, food price surveillance and policies capable to preserve economic advantage related to healthy eating practices are necessary to ensure the current viability of the Brazilian Dietary Guidelines for the coming years. Food price surveillance (of healthy and unhealthy foods) is required not only to guide future public actions, but also to indicate to the population more affordable ways to engage in healthy eating practices.

REFERENCES

1. World Health Organization. Noncommunicable diseases country profiles 2018, <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-profiles-2018/en/>; 2019 [accessed 20 January 2019].
2. Institute for Health Metrics and Evaluation, <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>; 2019 [accessed 20 January 2019].
3. World Health Organization. Fiscal Policies for Diet and Prevention of Noncommunicable Diseases, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250131/9789241511247-eng.pdf?sequence=1>; 2019 [accessed 12 March 2019].
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines>; 2019 [accessed 21 February 2019].
5. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food-based dietary guidelines. <http://www.fao.org/nutrition/education/food-based-dietary-guidelines/regions/countries/brazil/en/> [accessed 09 April 2020].
6. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr.* 2017; 21: 5-17. <https://doi.org/10.1017/S1368980017000234>.
7. Mankiw NG. Principles of economics. 6^a ed. norte-americana; 2013. Traduzido por: HASTINGS, A.V.; LIMA, E.P. Introdução à economia. São Paulo, Cengage Learning; 2016.

8. Okubo H, Murakami K, Sasaki S. Monetary value of self-reported diets and associations with sociodemographic characteristics and dietary intake among Japanese adults: analysis of nationally representative surveys. *Public Health Nutr.* 2016; 19: 3306-3318.
<https://doi.org/10.1017/S1368980016001695>
9. Maillot M, Vieux F, Delaere F, Lluch A, Darmon N. Dietary changes needed to reach nutritional adequacy without increasing diet cost according to income: An analysis among French adults. *PLoS ONE.* 2017; 12: e0174679.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174679>
10. Claro RM, Maia EG, Costa BVL, Diniz DP. Preço dos alimentos no Brasil: prefira preparações culinárias a alimentos ultraprocessados. *Cad. Saúde Pública.* 2016; 32: e00104715. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00104715>
11. Parlesak A, Tetens I, Dejgard J, Smed S, Gabrijelcic B, et al. Use of Linear Programming to Develop Cost-Minimized Nutritionally Adequate Health Promoting Food Baskets. *PLoS One.* 2016; 11(10):e0163411. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163411>
12. Akhter N, Saville N, Shrestha B, Manandhar DS, Osrin D, et al. Change in cost and affordability of a typical and nutritionally adequate diet among socio-economic groups in rural Nepal after the 2008 food price crisis. *Food Secur.* 2018; 10: 615-629.
<https://doi.org/10.1007/s12571-018-0799-y>
13. Nykänen E-PA, Dunning HE, Aryeetey RNO, Robertson A, Parlesak A. Nutritionally Optimized, Culturally Acceptable, Cost-Minimized Diets for Low Income Ghanaian Families Using Linear Programming. *Nutrients.* 2018; 10: 461.
<https://doi.org/10.3390/nu10040461>
14. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009: Aquisição alimentar domiciliar *per capita*. Rio de Janeiro; 2010.
15. Pereira RA, Souza AM, Duffey KJ, Sichieri R, Popkin BM. Beverages consumption in Brazil: results from the first National Dietary Survey. *Public Health Nutr.* 2015; 18: 1164-1172. <https://doi.org/10.1017/S1368980014001657>
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estudo Nacional da Despesa Familiar: Consumo alimentar e despesas das famílias. Rio de Janeiro; 1978.
17. Universidade Estadual de Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). UNICAMP, Campinas; 2011.
18. United States Department of Agriculture. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 23 ed. U.S. Department of Agriculture, USDA, Washington; 2010.

19. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed., 1. reimpr. Brasília; 2014.
20. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac J-C, Martins APB, Martins CA, et al. Dietary guidelines to nourish humanity and the planet in the twenty-first century. A blueprint from Brazil. *Public Health Nutr.* 2015; 18: 2311-2322.
<https://doi.org/10.1017/S1368980015002165>
21. van Dooren C, Marinussen M, Blonk H, Aiking H, Vellinga P. Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: a comparison of six dietary patterns. *Food Policy.* 2014; 44: 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.11.002>
22. Maillot M, Darmon N, Drewnowski A. Are the lowest-cost healthful food plans culturally and socially acceptable? *Public Health Nutr.* 2010; 13: 1178-1185.
<https://doi.org/10.1017/S1368980009993028>
23. Louzada MLC, Martins APB, Canella DS, Baraldi LG, Levy RB, et al. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Rev Saúde Pública.* 2015; 49: 38.
<https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049006132>
24. Houthakker HS. An International Comparison of Household Expenditure Patterns, Commemorating the Centenary of Engel's Law. *Econometrica.* 1957; 25: 532-551.
25. Allen L, Williams J, Townsend N, Mikkelsen B, Roberts N, et al. Socioeconomic status and non-communicable disease behavioural risk factors in low-income and lower-middle-income countries: a systematic review. *Lancet Glob Health.* 2,17; 5:e277–89.
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30058-X](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30058-X)
26. World Health Organization. Noncommunicable disease: What are the socioeconomic impacts of NCDs? <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/en/> [accessed 12 November 2019].
27. Lee A, Mhurchu CN, Sacks G, Swinburn B, Snowdon W et al. Monitoring the price and affordability of foods and diets globally. *Obes rev.* 2013; 14: 82-95.
<https://doi.org/10.1111/obr.12078>
28. Niebylski ML, Redburn KA, Duhaney T, Campbell NR. Healthy food subsidies and unhealthy food taxation: A systematic review of the evidence. *Nutrition.* 2015; 31:787-795. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.12.010>
29. World Health Organization. Taxes on Sugary Drinks: Why Do It? Geneva; 2017.
30. Nakamura R, Mirelman AJ, Cuadrado C, Silva-Illanes N, Dunstan J et al. Evaluating the 2014 sugar-sweetened beverage tax in Chile: An observational study in urban areas. *PLoS Med.* 2018; 15: e1002596. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002596>.

31. Associação dos Fabricantes de Refrigerantes do Brasil. Por trás do rótulo: créditos de IPI quebram o setor de bebidas, <https://afrebras.org.br/conteudos/>; 2019 [accessed 15 March 2019].
32. O Joio e o Trigo. Após taxaço, pesquisa mostra queda no consumo de bebidas adoçadas no México. E no Brasil? <https://outraspalavras.net/ojoioeotrigo/2019/01/apos-taxacao-pesquisa-mostra-queda-no-consumo-de-bebidas-adocadas-no-mexico/>; 2019 [accessed 15 March 2019].
33. O Joio e o Trigo. Toma essa: os bilhões que damos todos os anos à indústria de refrigerantes, <https://outraspalavras.net/ojoioeotrigo/2017/10/toma-essa-os-bilhoes-que-damos-todos-os-anos-industria-de-refrigerantes/>; 2019 [accessed 15 March 2019].
34. Brasil. Draft Law 8541/17. Aumento da tributação para bebidas açucaradas não é consenso em comissão. <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2150996> [accessed 15 March 2019].
35. O Joio e o Trigo. Presidente do PSDB usou o cargo para tratar de atividade como investidor da Coca, <http://outraspalavras.net/ojoioeotrigo/2017/10/presidente-do-psdb-usou-o-cargo-para-tratar-de-atividade-como-investidor-da-coca/>; 2019 [accessed 20 February 2019].
36. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro; 2011.
37. World Health Organization. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series no. 916. Geneva; 2003.
38. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington; 2006.
39. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington; 2000.
40. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington; 2011.

Figure 1: Relative contribution (%) of food groups to total energy availability, macro- and micronutrient constraints in the three optimized diets* by linear programming models, for the total population and for levels of *per capita* income distribution. Brazil, 2008-2009.

Variables	Total				Tertiles of <i>per capita</i> income distribution							
	CD	Optimized diets			CD	1st ^{††}			CD	3rd ^{†††}		
		1	2	3		1	2	3		1	2	3
Relative contribution (%) of food groups to total energy availability												
Unprocessed or minimally processed foods	48.9	48.9-54.9	54.9-60.8	≥ 60.8 [◊]	55.3	55.3-61.5	61.5-67.7	≥ 67.7 [◊]	43.4	43.4-46.8	46.8-50.2	≥ 50.2 [◊]
Processed culinary ingredients	24.3	≤ 24.3	≤ 24.3	≤ 24.3	25.4	≤ 25.4	≤ 25.4	≤ 25.4	22.8	≤ 22.8	≤ 22.8	≤ 22.8
Processed foods	8.9	≤ 8.9	≤ 8.9	≤ 8.9	7.5	≤ 7.5	≤ 7.5	≤ 7.5	9.5	≤ 9.5	≤ 9.5	≤ 9.5
Ultra-processed foods	17.8	17.8-13.5	13.5-9.1	≤ 9.1 ^{◊◊}	11.8	11.8-9.0	9.0-6.2	≤ 6.2 ^{◊◊}	24.3	24.3-21.1	21.1-17.8	≤ 17.8 ^{◊◊}
Macronutrients												
Carbohydrates (%E)	59.1	55-75 ^{**}	55-75 ^{**}	55-75 ^{**}	63.3	55-75 ^{**}	55-75 ^{**}	55-75 ^{**}	55.8	55-75 ^{**}	55-75 ^{**}	55-75 ^{**}
Free sugars (%E)	16.0	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	16.1	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	15.6	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}
Protein (%E)	11.31	10-15 ^{**}	10-15 ^{**}	10-15 ^{**}	10.8	10-15 ^{**}	10-15 ^{**}	10-15 ^{**}	11.7	10-15 ^{**}	10-15 ^{**}	10-15 ^{**}
Total fat (%E)	29.6	15-30 ^{**}	15-30 ^{**}	15-30 ^{**}	25.9	15-30 ^{**}	15-30 ^{**}	15-30 ^{**}	32.5	15-30 ^{**}	15-30 ^{**}	15-30 ^{**}
Saturated fat (%E)	8.2	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	6.8	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	9.4	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}	≤ 10 ^{**}
Total fiber (g)	19.5	≥ 31 ^{***}	≥ 31 ^{***}	≥ 31 ^{***}	20.9	≥ 31 ^{***}	≥ 31 ^{***}	≥ 31 ^{***}	21.4	≥ 31 ^{***}	≥ 31 ^{***}	≥ 31 ^{***}
Micronutrients												
Sodium (mg)	3951.2	≤ 3951	≤ 3951	≤ 3951	4434.0	≤ 4434	≤ 4434	≤ 4434	3699.3	≤ 3699	≤ 3699	≤ 3699
Calcium (mg)	314.0	≥ 315	≥ 315	≥ 315	268.2	≥ 269	≥ 269	≥ 269	380.6	≥ 381	≥ 381	≥ 381
Iron (mg)	11.7	≥ 10.7 [◊]	≥ 10.7 [◊]	≥ 10.7 [◊]	11.4	≥ 10.7 [◊]	≥ 10.7 [◊]	≥ 10.7 [◊]	13.4	≥ 10.7 [◊]	≥ 10.7 [◊]	≥ 10.7 [◊]
Vitamin C (mg)	28.5	≥ 29	≥ 29	≥ 29	21.9	≥ 22	≥ 22	≥ 22	38.6	≥ 39	≥ 39	≥ 39
Vitamin A (μg)	1115.1	≥ 803 [◊]	≥ 803 [◊]	≥ 803 [◊]	967.5	≥ 803 [◊]	≥ 803 [◊]	≥ 803 [◊]	1434.6	≥ 803 [◊]	≥ 803 [◊]	≥ 803 [◊]
Potassium (mg)	1402.3	≥ 1403	≥ 1403	≥ 1403	1445.2	≥ 1446	≥ 1446	≥ 1446	1478.5	≥ 1479	≥ 1479	≥ 1479

CD: Current diet

*These diets explicit three gradual situations of approximation to the Brazilian Dietary Guidelines recommendations (increasing from 1 to 3). For further information, see the Methods section.

◊ Average acquisition of the unprocessed or minimally processed food group in the its fifth quintile of the relative contribution - largest acquisition).

◊◊ Average acquisition of the ultra-processed food group in the its first quintile of the relative contribution - lowest acquisition).

** World Health Organization³⁷

*** Institute of Medicine³⁸

◊ Derived from the Estimated Average Requirement^{38,39,40}

† Strata from 1st tertile of per capita income distribution (R\$389.8 per month; n = 262 strata).

†† Strata from 3rd tertile of per capita income distribution (R\$1570.6 per month; n = 146 strata).

Figure 2: Acceptability constraints on food content (kcal/day), by income level (tertiles of *per capita* income distribution), imposed by the linear programming model. Brazil, 2008-2009.

Food groups and subgroups	Total		Tertiles of <i>per capita</i> income distribution			
	Lower 10th percentile	Upper 90th percentile	1st		3rd	
			Lower 10th percentile	Upper 90th percentile	Lower 10th percentile	Upper 90th percentile
Unprocessed or minimally processed foods	387.82	942.87	352.44	839.35	431.10	848.76
Rice	36.85	203.76	38.83	215.84	32.55	151.38
Bean	14.66	59.67	17.14	66.90	11.33	36.86
Pasta	5.63	24.47	5.15	25.95	5.92	23.28
Wheat flour	1.11	39.14	0.66	20.79	2.17	40.72
Cassava flour	0.66	63.11	2.16	89.61	0.00	14.04
Fruits	23.89	131.21	17.47	92.75	53.47	169.78
Vegetables	22.69	92.48	15.71	62.63	41.98	105.13
Roots and tubers	6.65	47.25	3.17	34.40	14.38	47.61
Milk and plain yoghurt	25.04	237.62	16.01	167.50	74.75	255.38
Poultry and fish	23.72	83.22	25.51	95.63	24.21	70.98
Beef and pork	30.32	95.12	28.05	86.70	33.95	92.64
Eggs	4.28	18.30	3.25	15.24	5.77	18.84
Others unprocessed or minimally processed foods ^a	4.27	58.97	5.27	83.26	3.65	21.24
Processed culinary ingredients	58.77	184.49	62.20	173.23	48.86	159.86
Sugar	31.15	113.64	37.37	112.48	22.83	93.38
Salt	2.94	21.60	3.77	21.82	2.09	18.63
Spice	0.12	4.84	0.00	3.55	0.36	7.07
Plant oils	11.20	43.58	10.51	40.68	10.06	43.77
Animal fats	0.39	6.50	0.21	3.48	1.75	8.65
Others processed culinary ingredients ^b	0.33	13.40	0.43	16.46	0.36	10.08
Processed foods	18.57	90.49	11.26	79.54	40.20	99.30
Fresh bread	8.06	68.52	4.69	63.85	24.43	69.23
Processed cheeses	0.58	14.56	0.00	8.01	4.81	20.99
Processed meats	0.67	13.06	0.71	15.85	1.10	9.89
Processed vegetables	0.55	6.96	0.27	3.89	1.97	10.01
Ultra-processed foods	65.01	322.04	50.50	170.89	179.88	409.91
Industrial breads	0.35	16.15	0.00	6.16	3.82	27.17
Cookies, cakes and pastries	5.22	25.73	3.61	17.15	10.03	31.73
Ice creams, chocolates and other sweets	1.65	23.57	0.86	8.11	8.88	34.09
Crackers and salty snacks	2.44	14.04	2.64	15.98	3.00	13.04
Soft drinks	22.95	147.78	12.69	80.36	56.56	183.30
Other non-alcoholic sweetened beverages	2.64	37.92	1.33	15.72	14.25	69.86
Ultraprocessed meats and sausages	5.05	30.84	2.32	18.69	12.70	34.93
Ready meals and industrial blends	2.56	30.25	1.11	15.27	10.36	40.19
Sauces and broths	1.02	13.43	0.52	6.83	4.75	17.38
Breakfast Cereals	0.00	10.28	0.17	12.59	0.18	9.33
Margarine	2.07	9.86	1.62	8.25	3.01	10.17
Ultraprocessed cheeses	0.00	2.01	0.00	0.70	0.32	3.56

^aSeafood; Other cereals; Other Flours; Legumes; Nuts and Seeds; Normal or organic pure soy protein; Dry/dehydrated fruits, legumes and vegetables.

^bOther sugars; Coconut milk.

Table 1: Relative contribution (%) of food groups to total energy availability, macro- and micronutrient for the current diet and optimized diets* by linear programming models, for the total population and for levels of *per capita* income distribution. Brazil, 2008-2009.

Variables	Total			Tertiles of <i>per capita</i> income distribution								
	CD	Optimized diets			CD	1st ^{††}			CD	3rd ^{†††}		
		1	2	3		1	2	3		1	2	3
Relative contribution (%) of food groups to total energy availability												
Unprocessed or minimally processed foods	48.9	54.9	60.8	69.4 [°]	55.3	61.5	67.7	71.9 [°]	43.4	46.8	50.2	62.4 [°]
Processed culinary ingredients	24.3	18.4	16.9	12.7	25.4	19.2	15.8	14.6	22.8	19.4	19.3	10.3
Processed foods	8.9	8.9	8.9	8.9	7.5	7.5	7.5	7.3	9.5	9.5	9.5	9.5
Ultra-processed foods	17.8	17.8	13.5	9.1 ^{°°}	11.8	11.8	9.0	6.2 ^{°°}	24.3	24.3	21.1	17.8 ^{°°}
Macronutrients												
Carbohydrates (%E)	59.1	64.3 ^{**}	67.1 ^{**}	72.2 ^{**}	63.3	66.4 ^{**}	70.5 ^{**}	71.9 ^{**}	55.8	59.4 ^{**}	61.3 ^{**}	69.6 ^{**}
Free sugars (%E)	16.0	9.5 ^{**}	8.4 ^{**}	7.8 ^{**}	16.1	10.0 ^{**}	9.6 ^{**}	9.0 ^{**}	15.6	10.0 ^{**}	10.0 ^{**}	7.9 ^{**}
Protein (%E)	11.3	10.9 ^{**}	10.8 ^{**}	10.7 ^{**}	10.8	10.6 ^{**}	10.8 ^{**}	10.9 ^{**}	11.7	11.1 ^{**}	11.2 ^{**}	11.3 ^{**}
Total fat (%E)	29.6	24.8 ^{**}	22.2 ^{**}	17.1 ^{**}	25.9	23.0 ^{**}	18.8 ^{**}	17.2 ^{**}	32.5	29.5 ^{**}	27.5 ^{**}	19.1 ^{**}
Saturated fat (%E)	8.2	6.6 ^{**}	6.0 ^{**}	5.0 ^{**}	6.8	5.9 ^{**}	5.2 ^{**}	4.9 ^{**}	9.4	8.2 ^{**}	7.7 ^{**}	6.1 ^{**}
Total fiber (g)	19.5	31.0 ^{***}	31.0 ^{***}	31.0 ^{***}	20.9	31.0 ^{***}	31.2 ^{***}	31.2 ^{***}	21.4	31.0 ^{***}	31.0 ^{***}	31.0 ^{***}
Micronutrients												
Na (mg)	3951.2	3951.0	3320.3	3449.2	4434.0	3364.0	3366.0	3717.4	3699.3	3699.0	3154.9	2910.5
Ca (mg)	314.0	315.0	315.0	315.0	268.2	291.6	305.3	314.4	380.6	381.0	381.0	381.0
Fe (mg)	11.7	16.5 [°]	15.6 [°]	14.8 [°]	11.4	15.1 [°]	14.3 [°]	13.6 [°]	13.4	17.9 [°]	17.1 [°]	16.4 [°]
Vitamin C (mg)	28.5	41.4	43.6	44.6	21.9	32.0	33.6	33.9	38.6	54.9	55.7	56.7
Vitamin A (µg)	1115.1	960.0 [°]	925.6 [°]	813.4 [°]	967.5	861.5 [°]	904.4 [°]	913.6 [°]	1434.6	1345.4 [°]	1202.1 [°]	803.0 [°]
K (mg)	1402.3	1748.1	1797.9	1848.9	1445.2	1819.2	1882.7	1941.5	1478.5	1715.5	1745.0	1798.0

CD: Current diet

*These diets explicit three gradual situations of approximation to the Brazilian Dietary Guidelines recommendations (increasing from 1 to 3). For further information, see the Methods section.

[°]Average acquisition of the unprocessed or minimally processed food group in the its fifth quintile of the relative contribution - largest acquisition).

^{°°}Average acquisition of the ultra-processed food group in the its first quintile of the relative contribution - lowest acquisition).

^{**}World Health Organization³⁷

^{***}Institute of Medicine³⁸

[°]Derived from the Estimated Average Requirement^{38,39,40}

[†]Strata from 1st tertile of per capita income distribution (R\$389.8 per month; n = 262 strata).

^{†††}Strata from 3rd tertile of per capita income distribution (R\$1570.6 per month; n = 146 strata).

Table 2: Cost (R\$) of food groups and commitment of income for the current diet and optimized diets* by linear programming models, for the total population and for levels of *per capita* income distribution. Brazil, 2008-2009.

Variables	Total					Tertiles of <i>per capita</i> income distribution											
	CD	Optimized diets			Delta (3-CD)	CD	1st [†]				Delta (3-CD)	CD	3rd ^{††}				Delta (3-CD)
		1	2	3			1	2	3	1			2	3			
Diet Cost (R\$)																	
Unprocessed or minimally processed foods	1.90	1.81	1.94	2.07	0.17	1.71	1.68	1.78	1.85	0.14	2.09	2.07	2.17	2.34	0.25		
Processed culinary ingredients	0.20	0.16	0.15	0.12	-0.08	0.18	0.15	0.13	0.12	-0.06	0.22	0.20	0.19	0.12	-0.10		
Processed foods	0.36	0.34	0.34	0.35	-0.01	0.26	0.25	0.26	0.26	-0.01	0.45	0.43	0.44	0.41	-0.04		
Ultra-processed foods	0.92	0.86	0.63	0.37	-0.54	0.47	0.43	0.35	0.26	-0.21	1.41	1.37	1.18	0.95	-0.45		
Total	3.37	3.17	3.06	2.91	-0.46	2.62	2.51	2.50	2.48	-0.14	4.17	4.06	3.98	3.83	-0.34		
Food budget share (%)																	
	11.38	10.72	10.33	9.83	-1.55	20.20	19.33	19.28	19.10	-1.10	7.96	7.76	7.61	7.31	-0.65		

CD: Current diet

*These diets explicit three gradual situations of approximation to the Brazilian Dietary Guidelines (increasing from 1 to 3). For further information, see the Methods section.

[†]Strata from 1st tertile of per capita income distribution (R\$389.8 per month; n = 262 strata).

^{††}Strata from 3rd tertile of per capita income distribution (R\$1570.6 per month; n = 146 strata).

Table S1: Relative contribution (%) of food subgroups to total energy availability for the current diet and optimized diets* by linear programming models, for the total population and for levels of per capita income distribution. Brazil, 2008-2009.

Relative contribution (%) of food subgroups to total energy availability	Total			Tertiles of per capita income distribution								
				1st ^{¶¶}			3rd ^{¶¶¶}					
	CD	Optimized diets			CD	Optimized diets			CD	Optimized diets		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Unprocessed or minimally processed foods												
Rice	14.94	16.79	18.61	22.34	17.38	14.00	16.21	15.51	12.59	14.82	16.18	23.85
Bean	5.30	10.19	10.16	10.19	7.09	11.33	11.35	11.40	3.83	6.29	6.29	6.29
Pasta	2.41	2.17	2.38	2.75	2.51	2.43	2.67	3.00	2.39	2.23	2.31	3.88
Wheat flour	2.14	1.85	1.98	2.25	1.28	1.17	1.29	1.44	2.55	2.35	2.38	3.99
Cassava flour	2.93	4.02	5.46	7.29	6.16	10.78	12.62	14.92	0.80	0.79	0.87	1.56
Fruits	2.49	4.16	4.28	4.36	2.00	3.35	3.49	3.50	3.17	5.17	5.25	5.25
Vegetables	0.80	1.20	1.34	1.34	0.60	0.88	0.92	0.93	0.99	1.51	1.51	1.51
Roots and tubers	1.10	1.21	1.40	1.72	0.83	0.87	0.97	1.09	1.25	1.30	1.59	1.88
Milk and plain yoghurt	4.56	3.84	3.96	3.98	3.61	3.04	3.26	3.42	5.06	4.90	5.39	5.76
Poultry and fish	4.21	2.18	2.13	2.12	5.03	3.31	3.28	3.36	3.50	2.07	2.07	2.07
Beef and pork	5.07	2.68	2.69	2.68	4.73	3.18	3.17	3.27	5.10	2.99	2.99	2.99
Eggs	0.71	0.55	0.54	0.58	0.66	0.57	0.62	0.69	0.73	0.57	0.53	0.40
Others unprocessed or minimally processed foods ^a	2.28	4.02	5.88	7.76	3.47	6.59	7.82	9.33	1.40	1.78	2.79	2.91
Processed culinary ingredients												
Sugar	11.61	6.21	6.21	6.21	13.54	7.58	7.64	7.77	9.40	5.26	6.29	4.55
Salt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spice	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05	0.06
Plant oils	11.21	10.88	9.20	5.04	10.31	10.11	6.54	5.15	11.92	12.76	11.63	4.53
Animal fats	0.77	0.63	0.65	0.58	0.47	0.42	0.46	0.48	0.91	0.83	0.77	0.52
Others processed culinary ingredients ^b	0.71	0.65	0.76	0.80	1.00	1.04	1.15	1.16	0.54	0.54	0.55	0.67
Processed foods												
Fresh bread	6.62	7.08	7.05	6.89	5.77	6.01	5.89	5.60	6.62	7.14	7.10	7.75
Processed cheeses	1.03	0.78	0.76	0.79	0.47	0.41	0.45	0.49	1.66	1.28	1.15	0.72
Processed meats	0.91	0.68	0.63	0.63	1.04	0.86	0.92	0.97	0.78	0.59	0.53	0.20
Processed vegetables	0.32	0.34	0.44	0.57	0.22	0.21	0.24	0.27	0.42	0.47	0.70	0.81
Ultra-processed foods												
Breads	1.20	2.37	2.39	2.40	0.46	0.53	0.56	0.56	2.05	4.02	4.02	4.02
Cookies, cakes and pastries	3.20	5.22	2.83	1.13	2.23	3.17	2.34	0.75	4.19	5.88	2.77	2.01
Ice creams, chocolates and other sweets	2.07	0.74	0.29	0.29	0.82	0.63	0.54	0.32	3.46	1.54	1.54	1.54
Crackers and salty snacks	1.58	2.59	2.84	2.87	1.88	3.51	2.42	2.15	1.43	2.00	2.52	2.88
Soft drinks	1.63	0.42	0.43	0.42	0.88	0.53	0.39	0.29	2.23	1.01	1.01	1.01
Other non-alcoholic sweetened beverages	0.53	0.38	0.26	0.07	0.23	0.20	0.20	0.20	0.88	0.72	0.37	0.37
Ultra-processed meats and sausages	2.48	0.67	0.67	0.67	1.53	0.65	0.32	0.35	3.22	1.65	1.65	1.65
Ready meals and industrial blends	2.18	3.89	2.41	0.34	1.06	1.08	1.00	0.69	3.46	5.33	5.33	3.13
Sauces and broths	0.41	0.34	0.28	0.17	0.18	0.16	0.17	0.17	0.60	0.52	0.37	0.25
Breakfast Cereals	0.67	0.51	0.35	0.02	0.96	0.69	0.55	0.22	0.57	0.55	0.44	0.03
Margarine	1.78	0.62	0.62	0.62	1.56	0.64	0.49	0.49	2.00	0.91	0.90	0.90
Ultra-processed cheeses	0.12	0.09	0.09	0.09	0.03	0.03	0.03	0.03	0.22	0.18	0.14	0.04

CD: Current diet. [¶]These diets explicit three gradual situations of approximation to the Brazilian Dietary Guidelines (increasing from 1 to 3). For further information, see the Methods section. ^aSeafood; Other cereals; Other Flours; Legumes; Nuts and Seeds; Normal or organic pure soy protein; Dry/dehydrated fruits, legumes and vegetables. ^bOther sugars; Coconut milk. ^{¶¶}Strata from 1st tertile of per capita income distribution (R\$389.8 per month; n = 262 strata). ^{¶¶¶}Strata from 3rd tertile of per capita income distribution (R\$1570.6 per month; n = 146 strata).

Table S2: Cost (R\$) of food subgroups for the current diet and optimized diets* by linear programming models, for the total population and for levels of *per capita* income distribution. Brazil, 2008-2009.

Diet cost (R\$)	Total			Tertiles of per capita income distribution								
	Optimized diets			1st			3rd					
	CD	1	2	3	CD	1	2	3	CD	1	2	3
Unprocessed or minimally processed foods												
Rice	0.17	0.19	0.21	0.25	0.19	0.16	0.18	0.17	0.14	0.17	0.19	0.27
Bean	0.10	0.19	0.19	0.19	0.12	0.20	0.20	0.20	0.07	0.12	0.12	0.12
Pasta	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.08
Wheat flour	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04
Cassava flour	0.02	0.03	0.05	0.06	0.05	0.09	0.10	0.12	0.01	0.01	0.01	0.01
Fruits	0.19	0.32	0.33	0.33	0.12	0.21	0.21	0.21	0.27	0.45	0.46	0.46
Vegetables	0.15	0.23	0.25	0.25	0.11	0.16	0.16	0.17	0.20	0.30	0.30	0.30
Roots and tubers	0.05	0.05	0.06	0.07	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06	0.06	0.07	0.08
Milk and plain yoghurt	0.23	0.19	0.20	0.20	0.16	0.13	0.14	0.15	0.28	0.27	0.29	0.31
Poultry and fish	0.27	0.14	0.13	0.13	0.30	0.20	0.20	0.20	0.25	0.15	0.15	0.15
Beef and pork	0.56	0.30	0.30	0.30	0.46	0.31	0.31	0.32	0.64	0.37	0.37	0.37
Eggs	0.05	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
Others unprocessed or minimally processed foods ^a	0.05	0.09	0.13	0.17	0.06	0.10	0.12	0.15	0.05	0.07	0.11	0.11
Processed culinary ingredients												
Sugar	0.06	0.03	0.03	0.03	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05	0.03	0.03	0.02
Salt	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Spice	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Plant oils	0.08	0.08	0.07	0.04	0.07	0.07	0.05	0.04	0.10	0.11	0.10	0.04
Animal fats	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
Others processed culinary ingredients ^b	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Processed foods												
Fresh bread	0.19	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.14	0.21	0.22	0.22	0.24
Processed cheeses	0.08	0.06	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03	0.04	0.14	0.11	0.10	0.06
Processed meats	0.06	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.04	0.04	0.01
Processed vegetables	0.03	0.03	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.08	0.09
Ultra-processed foods												
Breads	0.05	0.10	0.10	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.09	0.17	0.18	0.18
Cookies, cakes and pastries	0.11	0.18	0.10	0.04	0.06	0.09	0.07	0.02	0.16	0.22	0.10	0.07
Ice creams, chocolates and other sweets	0.11	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.19	0.08	0.08	0.08
Crackers and salty snacks	0.04	0.07	0.08	0.08	0.04	0.08	0.06	0.05	0.04	0.06	0.08	0.09
Soft drinks	0.12	0.03	0.03	0.03	0.07	0.04	0.03	0.02	0.17	0.08	0.08	0.08
Other non-alcoholic sweetened beverages	0.09	0.06	0.04	0.01	0.04	0.03	0.04	0.04	0.15	0.12	0.06	0.06
Ultra-processed meats and sausages	0.13	0.04	0.04	0.04	0.07	0.03	0.01	0.02	0.19	0.10	0.10	0.10
Ready meals and industrial blends	0.15	0.27	0.17	0.02	0.06	0.06	0.06	0.04	0.27	0.41	0.41	0.24
Sauces and broths	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.06	0.04	0.03
Breakfast Cereals	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00
Margarine	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02
Ultra-processed cheeses	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00

CD: Current diet. *These diets explicit three gradual situations of approximation to the Brazilian Dietary Guidelines (increasing from 1 to 3). For further information, see the Methods section. ^aSeafood; Other cereals; Other Flours; Legumes; Nuts and Seeds; Normal or organic pure soy protein; Dry/dehydrated fruits, legumes and vegetables. ^bOther sugars; Coconut milk. [¶]Strata from 1st tertile of per capita income distribution (R\$389.8 per month; n = 262 strata). ^{‡‡}Strata from 3rd tertile of per capita income distribution (R\$1570.6 per month; n = 146 strata).

5.2 MANUSCRITO 02

Research Article

WHAT ECONOMIC BASED POLICY WOULD BENEFIT THE MOST THE ADOPTION
OF HEALTHY EATING: THE CASE FROM BRASIL

Emanuella G Maia^{a,b*}, Camila M dos Passos^{b,c}, Fernanda S Granado^d, Renata Bertazzi Levy^e,
Rafael M Claro^f

^aDepartment of Health Sciences, State University of Santa Cruz. Ilhéus (BA), Brazil. manugmaia@hotmail.com

^bNursing Postgraduate Program, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil.

^cDepartment of Medicine and Nursing, Federal University of Viçosa. Viçosa (MG), Brazil. camilampassos@yahoo.com.br

^dPublic Health Postgraduate Program, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. fegranado@gmail.com

^eDepartment of Preventive Medicine, University of São Paulo. São Paulo (SP), Brazil. rlevy@usp.br

^fDepartment of Nutrition, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. rafael.claro@gmail.com

*Corresponding author: Emanuella Gomes Maia. State University of Santa Cruz. Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, Salobrinho. Zip code: 45662-900. Ilhéus (BA), Brazil. +55 73 36805116. manugmaia@hotmail.com

Authorship: The authors EGM and RMC conceptualized the study, performed the statistical analysis, data interpretation and drafted and reviewed the manuscript. CMP, FSG and RBL participated in data interpretation and reviewed the manuscript critically for important intellectual content. All authors approved of the final version to be published.

Conflict of interest: None.

Financial support: This work was supported by *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq; grant numbers 309293/2016-2 and 407331/2016-6), *Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais* (FAPEMIG; grant numbers APQ-02329-15 – 01/2015 and PPM-00325-17 – 02/2017), the International Development Research Centre (IDRC; project ID – 108166) and the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* - Brasil (CAPES; finance code 001).

ABSTRACT

Introduction: Tax measures can be used to encourage the consumption of healthy diets by the population. **Objective:** To analyze how the price of different groups associates to the adoption of a healthy diet, based on the Brazilian Dietary Guidelines and the distribution of income per capita in the country. **Methods:** The study used data from the Brazilian Household Budget Survey from 2008/09 (550 strata with a total of 55,570 households). Foods and beverages were categorized into 35 subgroups and 4 groups, according to NOVA food classification system used in the Brazilian Dietary Guidelines. The total amount acquired (Kcal) and the average price of each food group (R\$/1,000kcal) were estimated. Considering the share (%) of food groups of current and recommended diet, a Dietary Composition Inadequacy Index (DCII) was calculated to synthetize and quantify the difference between both diets. For this, firstly, the recommended diet (based on the Brazilian Dietary Guidelines) was developed through linear programming. The influence of food price on DCII was analyzed using log-log regression model, adjusted by income (R\$) and sociodemographic characteristics. All models were developed for the total population and for the upper and lower half of the per capita income distribution. **Results:** The share of processed and ultra-processed foods increased directly with DCII (respectively, from 6.8% to 11.1%, and from 11.2% to 22.8%) while that from unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients decreased (respectively, from 54.1% to 45.5%, and from 28.0% to 20.6%). The DCII was associated to the price of unprocessed or minimally processed foods, processed foods and ultra-processed foods (0.76%, 0.26% and -0.70%, respectively; $p < 0.05$), but no relation was found regarding the price of processed culinary ingredients (0.08%; $p \geq 0.05$). In the stratified analysis by income, this inverse association between price of ultra-processed foods and DCII remained significant only among lower-income families (-1.11%; $p < 0.05$). **Conclusion:** Taxation of unhealthy food and subsidies for healthy food would lead to improvements in the dietary composition of Brazilians.

Keywords: Food price. Diet composition. Dietary index. Household Budget Survey. Dietary guidelines.

INTRODUCTION

Unhealthy diet has been the main determinant of the unacceptably high global burden of non-communicable diseases (NCD) (IHME, 2017), with over 70% of global deaths (WHO, 2018a). High consumption of ultra-processed foods has been highlighted as the main dietary aspect related to NCD (Monteiro et al., 2019). Studies performed in developed and developing countries evidenced that the consumption of these foods is directly associate to the occurrence of NCD, such as obesity (Passos et al., 2019), cardiovascular diseases and cancers (Schnabel et al., 2019), metabolic diseases (Steele et al., 2019), frailty and depression (Sandoval-Insausti et al., 2019). However, it is known that the consumption of ultra-processed foods increases both in developed and developing countries (Chen et al., 2018; Martins et al., 2013).

Considering that the price is a key determinant of food choice, the World Health Organization (WHO) has encouraged fiscal policies as interventions capable to improve population diet and curb obesity and associated NCD prevalence (WHO, 2016). Studies have supported efficacy of subsidies to increase consumption of healthful foods; and taxation to reduce intake of unhealthful beverages and foods (Afshin et al., 2017). However, a combination of different subsidy and tax policies might be the most effective way to reduce intake of unhealthy ultra-processed foods and improve diet (Waterlander et al., 2019). Brazil, contrary to scientific evidence, has subsidized the production of ultra-processed foods with generous fiscal incentives, mainly for soft drinks (AFREBRAS, 2017; O Joio e o Trigo 2017).

Current Brazilian Dietary Guidelines are based on the NOVA food classification system (which classifies all foods into four groups according to the nature, extent and purposes of the industrial processes), widely employed in the scientific literature (Lawrence and Baker, 2019). The consumption of fresh food (specially vegetables) is encouraged as the basis of food consumption in the Brazilian Dietary Guidelines, while the consumption ultra-processed foods is discouraged (Monteiro et al., 2017), a recommendation that has been shown to be useful for obtaining healthier diets also in countries with a different food pattern than Brazil, such as those in North America (Juul et al., 2018), Europe (Srour et al., 2019) and other countries in Latin America (Cediel et al., 2018). Evidence places food prices in the center of this process, but is not clear about the price scenario that would benefit the most the adoption of a healthy diet. Thus, the aim of the present study was to analyze how the price of different food groups associates to the adoption of a healthy diet, based on the Brazilian Dietary Guidelines and the distribution of income per capita in the country. The present study

intends to contribute to the improvement of regulatory measures and public policies directed toward a healthy eating promotion and reduction in the prevalence of obesity and associated NCD.

METHODS

Study sampling and data collection

The data used for this study came from the national Household Budget Survey (HBS) conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) in 2008/2009.

The HBS used a clustered sampling procedure, with the random selection of Census tracts in the first stage and of households in the second stage. Initially, the 12,800 Census tracts of the country (information obtained from the 2000 Demographic Census) were organized into strata with high geographic and socioeconomic homogeneity. The number of Census tracts from each stratum was proportional to the total number of households, considering the adoption of at least three tracts in the sample of each stratum. Then, in each tract, the households were selected by simple random selection without replacement. The selected Census tracts and their households were uniformly distributed throughout four quarters of the year of data collection in order to reproduce seasonal variations in income, prices and purchases of foods and other products in each stratum. The final sample was composed of 550 strata, involving 4,696 Census tracts and 55,970 households, resulting in a representative sample of households in the country. A detailed description of the sampling process is available elsewhere (IBGE, 2010).

Data on foods and beverages acquired for household consumption, collected during a period of 7 consecutive days in each household, were used. During this period, detailed information on each product purchased was registered in an electronic booklet by the head of the household supported by a trained interviewer (for this, daily visits were conducted in the households). The information recorded was the name of the product, the amount acquired (in shopping units and in grams or milliliters), the total value of the expenditure, and the outlet where the purchase was made (such as supermarket, hypermarket, bakery, greengrocery, convenience store). The short reference period (seven days) for recording household food expenditures did not allow the identification of the usual food purchase patterns of each household. Thus, the 550 household strata were defined as units of analysis. These units of analysis allowed the identification of the annual food purchase pattern with great precision,

without compromising the geographic and socioeconomic variation in the data (Pereira et al., 2015).

Data on a total of 1.7 thousand foods and beverages was available (except for brand information). Costs were deflated considering a reference date in the middle of the collection period (January 15th, 2009) (IBGE, 2010).

Data organization and variable creation

The records of all foods and beverages purchased by households of the same stratum were added. When appropriate, the inedible fraction of the food was excluded using the corresponding correction factors (IBGE, 1978). The total amount of each food was converted into energy (kcal) using the Brazilian Food Composition Table (TACO) (UNICAMP, 2011) complemented by the national nutrient database of the United States Department of Agriculture (USDA, 2010).

According to the NOVA food classification system used in the Brazilian Dietary Guidelines (Monteiro et al., 2017), the foods were classified into 4 groups and 35 subgroups: i) Unprocessed or minimally processed foods (13 subgroups: rice; bean; pasta; wheat flour; cassava flour; fruits; vegetables; roots and tubers; milk and plain yoghurt; poultry and fish; beef and pork; eggs; others unprocessed or minimally processed foods), ii) Processed culinary ingredients (6 subgroups: sugar; salt; spice; plant oils; animal fats; others processed culinary ingredients), iii) Processed foods (4 subgroups: fresh bread; processed cheeses; processed meats; processed vegetables), and iv) Ultra-processed foods (12 subgroups: industrial breads; cookies, cakes and pastries; ice creams, chocolates and other sweets; crackers and salty snacks; soft drinks; other non-alcoholic sweetened beverages; ultra-processed meats and sausages; ready meals and industrial blends; sauces and broths; breakfast cereals; margarine; ultra-processed cheeses).

The total amount acquired (Kcal) and the costs were divided by seven and by the number of individuals in the household to express daily per capita consumption and a proportional expenditure value. The average price of each food group (expressed in R\$/1,000kcal) was estimated by dividing the total expended in the household strata by the total calories of each product acquired. The result was multiplying by a thousand.

The mean income in the stratum, expressed in *Reais* (R\$) as monthly per capita income, was obtained by dividing the total monthly income of all households in the stratum

by the total number of residents in the stratum. The mean age and years of schooling of the individuals in the stratum were estimated in an analogous way.

A set of six sociodemographic variables complemented the characterization of study units: i) Years of schooling (adults only ≥ 18 years old), ii) The mean age of the individuals, iii) The proportion of individuals in the different age groups (< 5 years old; > 64 years old), iv) The proportion of male and female individuals, v) Area (Rural and urban), and vi) Geographic region (North, Northeast, Southeast, South and Midwest).

Data Analysis

Initially, the study population was described through its socio-demographic and economic characteristics, using measures of central tendency and dispersion (mean and 95% CI).

A Dietary Composition Inadequacy Index (DCII) was calculated to measure the difference between the current and recommended diet. The current diet was calculated using the average contribution of each food group to the total calories, and its composition was preserved as baseline for optimized diets. This optimized diets presented gradually increasing limits to increasingly meet the Brazilian Dietary Guidelines towards a healthy eating. Three diets have been optimized. The nutritional composition of the third optimized diet was used as a “recommended diet” for calculating the DCII because it was the diet that most met the Brazilian Dietary Guidelines.

The optimized diets were calculated by linear programming, whose definition is based on three characteristics: the decision variables, the objective function, and the list of linear restrictions (Nykänen et al., 2018). The decision variables were defined based on the "golden rule" of the Food Guide for the Brazilian Population: "Always prefer natural or minimally processed foods and freshly made dishes and meals to ultra-processed foods" (Brasil, 2014). Therefore, the optimization of diets healthier comprised, at the same time, the following conditions: i) Gradual increase of unprocessed or minimally processed foods; ii) Decrease or maintenance of processed culinary ingredients and processed foods; iii) Gradual decrease of ultra-processed foods. The objective function was defined to minimize the distance between the composition of the optimized diets and the current diet. And the linear restrictions were defined by: i) Nutritional restrictions for macro and micronutrients (based on international recommendations from the World Health Organization and the Institute of Medicine), and ii) Acceptability restrictions, limited between the 10th and 90th percentiles of the per capita

calorie distribution among the strata, in order to prevent the models from resulting in diets not feasible with reality (adjusted to represent a 2,000kcal diet). A detailed description of these optimized models is available in other work (Maia et al., 2020a).

To calculate the DCII, initially, the following formula was employed for each of the 35 food subgroups: $[(A-B)/B]$, where A is the relative contribution (%) of the subgroups to total energy availability in current diet, and B is the relative contribution (%) of the subgroups to total energy availability in recommended diet. The final value of the DCII in each stratum was obtained by summing the absolute results of each of the 35 food subgroups. Thus, the higher the DCII value, the higher the departure from recommended diet. The share of each food group and subgroup in total diet was then presented for total population and according to quintiles of DCII distribution.

Crude and income adjusted mean DCII value (and 95%CI) were then estimated according to quartiles of price distribution for the price of each of the four food groups under analysis.

Finally, the relationship between the DCII (continuous variable) and the price of food groups was assessed using elasticity coefficients. These correspond to regression coefficients (β) of explanatory variables in linear regression models of log-log type. In these models, the regression coefficients indicate the percentage variation (positive or negative) in the DCII to 1.0% variation in the price of food group (price elasticity). Initial model considered only food prices as exposure, intermediate models included food prices and per capita income, and final models included food prices, per capita income and a set of potential confounders (The proportion of women (%), mean age of household strata members (in years), area and geographic region were the sociodemographic characteristics that remained in the final model). All models were developed for the total population and for the upper and lower half of the per capita income distribution.

The Stata software (version 14.1) was used to organize, process and analyse the data, considering the complex sample design of the HBS.

This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Minas Gerais (approval number: 85804418.1.0000.5149). Data from the HBS are publicly available and do not allow the identification of families.

RESULTS

The study population was composed mostly by females (51.3%). Average age was 32.0 years. About 6.9% of the population was under 5 years old and about 8.0% was over 64 years old. Average years of schooling (considering adults only ≥ 18 years) was 8.0 years. The average monthly per capita income was R\$887.6 (about US\$209.0). Most of the individuals lived in urban areas (84.4%) and almost half in the Southeast region (44.1%). The price of ultra-processed foods (R\$2.47) was greater than the price of unprocessed or minimally processed foods (R\$2.05), processed culinary ingredients (R\$0.41) and processed foods (R\$2.04) (Table 1).

Unprocessed or minimally processed foods accounted for 48.3% of calories from current diet, processed culinary ingredients for 23.9%, processed foods for 9.5% and ultra-processed foods for 18.3% (Table 2). In the optimized diet based on the Brazilian Dietary Guidelines (ideal diet), these shares were, respectively, 69.4%, 12.7%, 8.9% and 9.1%. As expected, the share of processed and ultra-processed foods increased directly with DCII (respectively, from 6.8% to 11.1%, and from 11.2% to 22.8%) while that from unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients decreased (respectively, from 54.1% to 45.5%, and from 28.0% to 20.6%) (Table 2).

The DCII, without adjustment for income, increased in a direct relationship with the price of unprocessed or minimally processed foods, of processed culinary ingredients and of processed foods; and in an opposite one with the price of ultra-processed foods. This scenario was reinforced in income-adjusted analyzes. Average DCII was 79.2, varying from 74.9 to 83.6 (Table 3).

Table 4 presents price elasticity coefficients of the 4 food groups for DCII, with different adjustment levels. The price of unprocessed or minimally processed foods and ultra-processed foods showed the greatest associations to DCII (Model 3). Price elasticity coefficients for unprocessed or minimally processed foods was 0.76, indicating that a 1.00% increase in price would increase the DCII by 0.76% (less healthy diet). On the other hand, price elasticity coefficients for ultra-processed foods was -0.70, indicating that a 1.00% increase in price would decrease the DCII by 0.70% (healthier diet). Income elasticity was 0.30, indicating that a 1.00% increase in per capita income would increase the DCII by 0.30% (Table 4). The decrease in the price of unprocessed or minimally processed foods favored the dietary composition among lower-income (0.55%, $p < 0.05$) and higher-income families (0.76%, $p < 0.05$). While that the increase in the price of ultra-processed foods favored the

dietary composition only among lower-income families (-1.11%, $p < 0.05$). Income was directly associated to DCII only lower-income families (0.30%, $p < 0.05$) (Table 4).

DISCUSSION

Based on nationally representative data from Brazil, the association between food prices and the departure between current and recommended diet in Brazil was analyzed by the first time. Linear programming optimization techniques were used to translate and quantify the Brazilian Dietary Guidelines (based on NOVA system) in a culturally accepted recommended diet. A Dietary Composition Inadequacy Index was used to synthesize and quantify the difference between current and recommended diet. Ultra-processed foods responded for 18.3% of current diet, while unprocessed and minimally processed foods respond for slightly less than half of the calories. The optimization suggests values for these groups of 9.1% and 69.4%, respectively, in the recommended diet. Current departure from recommended diet was 79.2 (DCII value). The DCII increased in a direct relationship with the price of unprocessed or minimally processed foods, of processed culinary ingredients and of processed foods; and in an opposite one with the price of ultra-processed foods. In the final regression model, the index was associated to the price of unprocessed or minimally processed foods, processed foods and ultra-processed foods (0.76%, 0.26% and -0.70%, respectively; $p < 0.05$), but no relation was found regarding the price of processed culinary ingredients (0.08%; $p \geq 0.05$). That is, to decrease the price of unprocessed or minimally processed foods as well as to increase the price of ultra-processed foods is associated with healthier diet (lower DCII). In the stratified analysis by income, this inverse association between price of ultra-processed foods and DCII remained significant only among lower-income families (-1.11%; $p < 0.05$).

The World Health Organization (WHO) has encouraged fiscal policies (including taxes and subsidies) to encourage consumption of healthy foods and discourage the consumption of less healthy options (WHO, 2016). Evidence suggests that to maximize success and effect from pricing intervention in the eating behaviors, both taxation and subsidies must be implemented with a minimum of 10–15% (Niebylski et al., 2015). Some countries have already implemented these price intervention strategies on food prices (Gittelsohn et al., 2017; Thow et al., 2018). In Mexico, in addition to implementing 10% tax on sugar-sweetened beverages, 8% tax on nonessential foods with energy density ≥ 275 kcal/100g was also implemented in 2014. In both cases, according to data on Mexican household food purchases from 2012–2015, the effect of this tax increased further in the

second year post-implementation. The effect taxed increased from -4.8% to -7.4% on food purchases (Taillie et al., 2017), and from -5.5% to -9.7% on sugar-sweetened beverages (Colchero et al., 2017). In Brazil, both the reduction in the price of fruits and vegetables and the increase in the price of sweetened beverages were inversely associated with their consumption, improving the dietary profile (Claro et al., 2010; Claro et al., 2012). Our data strengthen and extrapolate these findings by verifying this association not only between markers of healthy and unhealthy eating, but in the departure between current diet and a recommended one based on the Brazilian Dietary Guidelines (NOVA classification). Not only the taxation on ultra-processed foods, but also subsidy measures on unprocessed or minimally processed foods favored the adoption of the Brazilian Dietary Guidelines indicating that a combination of measures could be the most effective policy to promote healthy eating in Brazil and similar settings.

As also evidenced in our results, literature already stated the greater role of price over income on food consumption determination (Claro et al., 2010; Claro et al., 2012), and the greater influence of both of lower income population when compared to higher income ones (Green et al., 2013; Muhammad et al., 2017). Our results showed that subsidy measures favored both lower-income and higher-income families; while taxation favored specially those families in the lower half of national income distribution. The regressive nature of sales taxes can justify this result (IPEA, 1996) once low income individuals spend a larger share of their income on feeding, thus, their relative tax burden is higher than the more affluent sections of the population (Houthakker, 1957). However, it is worth mentioning that this regressive character of the tax on lower income population is offset by the reduction in health inequities, since the burden of obesity and associated NCD increase disproportionately higher in these population group (Allen et al., 2017; WHO, 2018b). The benefits for this population could be even higher if tax revenues were targeted at obesity prevention and health promotion policies and actions (WHO, 2016).

In Brazil, although our study has shown that the price of ultra-processed foods is higher than the price of other food groups studied, evidence indicates that the gap between these groups has been rapidly reduced. Study based on data from Household Budget Survey and from National System of Consumer Price Indexes from Brazil demonstrated that this decrease on price gap has occurred over the years, indicating that healthy foods will become more expensive than unhealthy foods in 2026 (Maia et al., 2020b). According to our data, both taxation and subsidy measures can be used to reverse or slowdown this trend and favor healthy choices.

Some evidence also highlights that the combination of subsidies and taxation may increase effectiveness synergistically (Ludbrook, 2019), and reduce the odds of changes in the consumption of non-targeted foods (Thow et al., 2018).

Countries experience great challenges in policy implementation from the undue pressure of the Big Food and Big Soda industries. In Brazil it is no different. Until now, the only fiscal measure in order to favor the consumption of healthy food was implemented in 2013 with the disbursement of products from the basic food basket (5 foods that were still tariffed - meat, coffee, oil, butter and sugar - were exempt from taxes) (Brasil, 2013). However, this had little impact on the quality of food consumption of the population. It is known that the practice of increasing taxes has been more widely used across countries to make unhealthy food less accessible (Nakamura et al., 2018; Caro et al., 2017), especially sugary drinks because they are the largest source of carbohydrate (WHO, 2017) and well characterized as a food group. However, Brazil is still one of the countries that goes against the best practices and subsidizes the sweetened beverage industry with tax incentives. Several bills to avoid reducing the price of sweetened beverage are under discussion in the National Congress, with little progress. However, in 2019, through Decree No. 9,897 / 2019, the government increased the tax benefit for companies in the Manaus Free Trade Zone of Brazil (Brasil, 2019a). This brings damage not only to the health of the population, but also to public finances in about R\$ 3.8 billion of unpaid taxes per year, according to the Brazil's federal revenue (Brasil, 2019b).

Some limitations of the study should be highlighted. While our study was unable to identify the exact magnitude of the most efficient fiscal measure for Brazil, it reinforces that fiscal policies (taxation and subsidies) are effective in increasing access to healthy foods in Brazil and similar settings. Other limitation relies on the fact that our food price information was based exclusively on purchases for household consumption. However, food consumption at home responded by about 70% of total food related expenditures (IBGE, 2010), representing about just 84% of the calories consumed among Brazilians (IBGE, 2011). Therefore, the values presented in the results can be seen as a reliable proxy for food prices in the country.

The policymakers should carefully consider the policy experiences (even from other countries) and the market structure before implementation of a tax. According to the Pan American Health Organization, public policies and actions should protect the production, manufacture, distribution, sale and consumption of healthy food (PAHO, 2019). For this, regulatory actions from governments and increased efforts from industry and civil society will

be necessary to break the vicious cycles of ultra-processed food production (Roberto et al., 2015). In Brazil, according to a survey conducted by Datafolha / ACT in 2019, about 5 out of 7 interviewers (72%) were in favor of the government creating measures to reduce the consumption of foods and drinks high in sugar, salt or fat; and about 4 out of 6 interviewers (65%) were opposed to companies that manufacture soft drinks in Manaus Free Zone to continue to receive subsidies (ACT, 2019).

CONCLUSION

The departure between current and recommended diet was sensitive to the price of unprocessed or minimally processed foods and ultra-processed foods. This indicates that unhealthy food taxation or healthy food subsidy measures would lead to improvements in the dietary composition of Brazilians.

REFERENCES

ACT Promoção da Saúde e Aliança Pela Alimentação Saudável (2019) Opinião da população brasileira sobre alimentos e bebidas não saudáveis. <https://actbr.org.br/post/opiniao-da-populacao-brasileira-sobre-alimentos-e-bebidas-nao-saudaveis/18122/> (accessed January 2020).

AFREBRAS (2017) Associação dos Fabricantes de Refrigerantes do Brasil. Por trás do rótulo: créditos de IPI quebram o setor de bebidas. https://issuu.com/afrebras/docs/por_tr_s_do_r_tulo_-_cr_ditos_de (accessed October 2019).

Afshin A, Peñalvo JL, Del Gobbo L et al. (2017) The prospective impact of food pricing on improving dietary consumption: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 12(3):e0172277. doi: 10.1371/journal.pone.0172277.

Allen L, Williams J, Townsend N, Mikkelsen B, Roberts N, Foster C, Wickramasinghe K (2017) Socioeconomic status and non-communicable disease behavioural risk factors in low-income and lower-middle-income countries: a systematic review. *Lancet Glob Health*. 5:e277–89.

Brasil (2013) Câmara dos deputados. MP isenta cesta básica de tributos federais. <https://www.camara.leg.br/noticias/399149-mp-isenta-cesta-basica-de-tributos-federais/> (accessed December 2019)

Brasil (2014) Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed. Brasília.

Brasil (2019a) Decreto nº 9.897, de 1º de Julho de 2019. Altera a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados - TIPI, aprovada pelo Decreto nº 8.950, de 29 de dezembro de 2016. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9897.htm (accessed December 2019)

Brasil (2019b) Receita federal. Análise da tributação do setor de refrigerantes e outras bebidas açucaradas. <http://receita.economia.gov.br/sobre/acoes-e-programas/simplificacao-tributaria/operacao-deflagrada/arquivos-e-imagens/nota-imprensa-bebidas-kit-e-royalties-substituir-26-11-18.pdf> (accessed December 2019)

Caro JC, Ng SW, Taillie LS, Popkin BM (2017) Designing a tax to discourage unhealthy food and beverage purchases: The case of Chile. *Food Policy*, 71:86-100. doi: 10.1016/j.foodpol.2017.08.001

Cediel G, Reyes M, Louzada, MLC, Steele EM, Monteiro CA, Corvalán C, Uauy R (2018) Ultra-processed foods and added sugars in the Chilean diet (2010). *Public Health Nutrition*. 21(1):125-133 doi:10.1017/S1368980017001161.

Chen YC, Huang YC, Lo YC, Wu HJ, Wahlqvist ML, Lee MS (2018) Secular trend towards ultra-processed food consumption and expenditure compromises dietary quality among Taiwanese adolescents. *Food & Nutrition Research*, 62: 1565. doi: 10.29219/fnr.v62.1565

Claro RM, Monteiro CA (2010) Family income, food prices, and household purchases of fruits and vegetables in Brazil. *Rev Saúde Pública*, 44(6) doi: 10.1590/S0034-89102010000600005.

Claro RM, Levy RB, Popkin BM, Monteiro CA (2012) Sugar-sweetened beverage taxes in Brazil. *The American Journal of Public Health*, 102(1):178-83 doi: 10.2105/AJPH.2011.300313.

Colchero MA, Rivera-Dommarco J, Popkin B, Ng SW (2017) In Mexico, Evidence of Sustained Consumer Response Two Years after Implementing a Sugar-Sweetened Beverage Tax. *Health Affairs*. 36(3):564571. doi: 10.1377/hlthaff.2016.1231.

Gittelsohn J, Trude ACB, Kim H (2017) Pricing Strategies to Encourage Availability, Purchase, and Consumption of Healthy Foods and Beverages: A Systematic Review. *Prev Chronic Dis*, 14:170213. doi: 10.5888/pcd14.170213.

Green R, Cornelsen L, Dangour AD, Turner R, Shankar B, et al (2013) The effect of rising food prices on food consumption: systematic review with meta-regression. *BMJ*, 346:f3703 doi: 10.1136/bmj.f3703.

Houthakker HS (1957) An International Comparison of Household Expenditure Patterns, Commemorating the Centenary of Engel's Law. *Econometrica*, 25:532-51.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1978) Estudo Nacional da Despesa Familiar: Consumo alimentar e despesas das famílias. Rio de Janeiro. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81121.pdf> (accessed November 2019)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009: Aquisição alimentar domiciliar per capita. Rio de Janeiro. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv47307.pdf> (accesses November 2019)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf> (accessed December 2019)

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (1996) A Evolução do Sistema Tributário Brasileiro ao longo do século: Anotações e reflexões para futuras reformas. Rio de Janeiro. http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1839/1/td_0405.pdf

Institute for Health Metrics and Evaluation (2017) GBD Compare | Viz Hub. Graphic Risks by cause: Global, Category behavioral risks, Level two, Deaths and DALYs, Both sexes, All ages, 2017. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/> (accessed October 2019).

Juul F, Martinez-Steele E, Parekh N, Monteiro Carlos, Chang VW (2018) Ultra-processed food consumption and excess weight among US adults. *British Journal of Nutrition*. 120:90-100. doi: 10.1017/S0007114518001046.

Lawrence MA, Baker PI (2019) Ultra-processed food and adverse health outcomes. *British Medical Journal*, 365:l2289. doi: 10.1136/bmj.l2289.

Ludbrook A (2019) Fiscal measures to promote healthier choices: an economic perspective on price-based interventions. *Public Health*, 169:180-7. doi: 10.1016/j.puhe.2019.02.008

Maia EG, Claro RM (2020a) Replacing ultra-processed fresh foods, a matter of cost? *Cadernos de Saúde Pública*. (not published).

Maia EG, Passos CM, Levy RB, Martins APB, Mais LA, Claro RM (2020b) What to expect from the price of healthy and unhealthy foods over time? The case from Brazil. *Public Health Nutrition*. doi:10.1017/S1368980019003586

Martins APB, Levy RB, Claro RM et al (2013) Participação crescente de produtos ultraprocessados na dieta brasileira (1987-2009). *Rev Saude Publica* 47(4):656-65. doi: 10.1590/S0034-8910.2013047004968.

Monteiro CA, Cannon G, Lawrence M, Louzada MLC, Machado PP (2019) Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome, FAO.

Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC (2017) The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr*. 21: 5-17. doi: 10.1017/S1368980017000234.

Muhammad A, D'Souza A, Meade B, et al (2017) How income and food prices influence global dietary intakes by age and sex: evidence from 164 countries. *BMJ Glob Health*, 2:e000184. doi:10.1136/bmjgh-2016-000184.

Nakamura R, Mirelman AJ, Cuadrado C, Silva-Illanes N, Dunstan J, Suhrcke M (2018) Evaluating the 2014 sugar-sweetened beverage tax in Chile: An observational study in urban areas. *PLoS Med.* doi: 10.1371/journal.pmed.1002596

Nykänen E-PA, Dunning HE, Aryeetey RNO, Robertson A, Parlesak A (2018) Nutritionally Optimized, Culturally Acceptable, Cost-Minimized Diets for Low Income Ghanaian Families Using Linear Programming. *Nutrients*, v.10, p.461.

Niebylski ML, Redburn KA, Duhaney T, Campbell NR (2015) Healthy food subsidies and unhealthy food taxation: A systematic review of the evidence. *Nutrition*, 31:787-95. doi: 10.1016/j.nut.2014.12.010.

O Joio e o Trigo (2017) Toma essa: os bilhões que damos todos os anos à indústria de refrigerantes, <https://outraspalavras.net/ojoioetrigo/2017/10/toma-essa-os-bilhoes-que-damos-todos-os-anos-industria-de-refrigerantes/> (accessed October 2019).

Pan American Health Organization (2019) Ultra-processed Food and Drink Products in Latin America: Sales, Sources, Nutrient Profiles and Policy Implications. Washington, DC: PAHO. http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/51094/9789275120323_eng.pdf?sequence=5&isAllowed=y (accessed February 2020)

Passos CM, Maia EG, Levy RB, Bortoletto Martins AP, Claro RM (2019) Association between the price of ultra-processed foods and obesity in Brazil. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. doi: 10.1016/j.numecd.2019.12.011.

Pereira RA, Souza AM, Duffey KJ, Sichieri R, Popkin BM (2015) Beverages consumption in Brazil: results from the first National Dietary Survey. *Public Health Nutr*, 18:1164-72. doi: 10.1017/S1368980014001657

Roberto CA, Swinburn B, Hawkes C, Huang T T-K, Costa SA, et al (2015) Patchy progress on obesity prevention: emerging examples, entrenched barriers, and new thinking. *The Lancet*, 385(9985):P2400-09. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61744-X

Sandoval-Insausti H, Blanco-Rojo R, Graciani A, López-García E, Moreno-Franco B, Laclaustra M, Donat-Vargas C, et al (2019) Ultra-processed Food Consumption and Incident Frailty: A prospective Cohort Study of Older Adults. *The Journal of Gerontology*. doi: 10.1093/gerona/glz140.

Schnabel L, Kesse-Guyot E, Allès B, Touvier M, Srour B, Hercberg S, Buscail C, et al (2019) Association between ultraprocessed food consumption and risk of mortality among -aged adults in France. *JAMA Internal Medicine*. doi: 10.1001/jamainternmed.2018.7289.

Srour B, Fezeu LK, Kesse-Guvot E, Allès B, Debras C, Druetne-Pecollo N, et al (2019) Ultraprocessed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes Among Participants of the NutriNet-Santé Prospective Cohort. *JAMA Intern Med*. doi: 10.1001/jamainternmed.2019.5942.

Steele EM, Juul F, Neri D, Rauber F, Monteiro CA (2019) Dietary share of ultra-processed foods and metabolic syndrome in the US adult population. *Preventive Medicine*, 125:40-48. doi: 10.1016/j.ypmed.2019.05.004

Taillie LS, Rivera JA, Popkin BM, Batis C (2017) Do high vs. low purchasers respond differently to a nonessential energy-dense food tax? Two-year evaluation of Mexico's 8% nonessential food tax. *Prev Med*, 105S:S37-42. doi:10.1016/j.ypmed.2017.07.009.

Thow AM, Downs SM, Mayes C, Trevena H, Waqanivalud T, Cawley J (2018) Fiscal policy to improve diets and prevent noncommunicable diseases: from recommendations to action. *Bull World Health Organ*, 96(3):201-10 doi: 10.2471/BLT.17.195982.

United States Department of Agriculture (2010) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 23 ed. U.S. Department of Agriculture, USDA, Washington. https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/80400525/Data/SR23/sr23_doc.pdf (accessed November 2019)

Universidade Estadual de Campinas (2011) Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf (accessed November 2019)

Waterlander WE, Jiang Y, Nghiem N, Eyles H, Wilson N, et al (2019) The effect of food price changes on consumer purchases: a randomised experiment. *Lancet Public Health*, 4:e394-405. doi: 10.1016/S2468-2667(19)30105-7

World Health Organization (2016) Fiscal Policies for Diet and Prevention of Noncommunicable Diseases. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250131/9789241511247-eng.pdf?sequence=1> (accessed October 2019).

World Health Organization (2017) Taxes on sugary drinks: Why do it? <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260253/WHO-NMH-PND-16.5Rev.1-eng.pdf;sequence=1> (accessed November 2019).

World Health Organization (2018a) Noncommunicable diseases country profiles 2018. Geneva. Licence: CC BY-NC-SA 3.0.

World Health Organization (2018b) Noncommunicable disease: What are the socioeconomic impacts of NCDs? <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/en/> (accessed November 2019)

Table 1: Sociodemographic and economic characteristics (Mean (95% CI)) of the study units (550 household strata). Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.

Indicator	Total			
	Mean		95% CI	
Sex (%)				
Male	48.7	48.4	-	49.1
Female	51.3	50.9	-	51.6
Age (years)	32.0	31.5	-	32.4
Age range (%)				
< 5 years of age	6.9	6.7	-	7.2
> 64 years of age	8.0	7.6	-	8.5
Years of schooling (adults only ≥ 18years)	8.0	7.8	-	8.3
Monthly per capita income (R\$)	887.6	804.7	-	970.6
Area (%)				
Rural	15.6	12.5	-	19.3
Urban	84.4	80.7	-	87.5
Geographic region (%)				
North	6.8	4.5	-	10.2
Northeast	26.1	21.3	-	31.6
Southeast	44.1	36.7	-	51.8
South	15.4	11.2	-	20.7
Midwest	7.6	5.5	-	10.4
Food prices (R\$/1,000Kcal)				
Unprocessed or minimally processed foods	2.05	1.98	-	2.11
Processed culinary ingredients	0.41	0.39	-	0.42
Processed foods	2.04	1.98	-	2.10
Ultra-processed foods	2.47	2.40	-	2.53

Table 2: Relative contribution (%) of food groups and subgroups to total energy availability for the quintiles of Dietary Composition Inadequacy Index (DCII)[†]. Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.

Food groups and subgroups	Current diet	Ideal diet	Quintiles of DCII					
			1st		3rd		5th	
			Mean	95% CI	Mean	95% CI	Mean	95% CI
Unprocessed or minimally processed foods (%)	48.3	69.4	54.1	52.0 - 56.2	47.1	45.1 - 49.1	45.5	44.0 - 47.1
Rice	14.7	22.3	18.5	16.9 - 20.0	14.8	13.5 - 16.1	10.5	9.3 - 11.7
Bean	5.3	10.2	6.6	6.0 - 7.2	4.9	4.3 - 5.5	5.2	4.6 - 5.9
Pasta	2.4	2.8	2.3	2.1 - 2.5	2.2	2.0 - 2.5	2.7	2.4 - 2.9
Wheat flour	2.0	2.2	2.1	1.6 - 2.6	2.1	1.5 - 2.7	1.5	1.0 - 2.1
Cassava flour	2.7	7.3	4.8	3.2 - 6.4	2.2	1.0 - 3.5	2.5	1.9 - 3.2
Fruits	2.5	4.4	1.8	1.5 - 2.2	2.6	2.4 - 2.8	3.1	2.8 - 3.5
Vegetables	0.8	1.3	0.7	0.6 - 0.7	0.9	0.8 - 0.9	0.9	0.8 - 1.0
Roots and tubers	1.1	1.7	1.0	0.9 - 1.1	1.0	0.8 - 1.2	1.3	1.2 - 1.4
Milk and plain yoghurt	4.6	4.0	3.9	3.5 - 4.2	4.9	4.4 - 5.4	4.6	4.2 - 4.9
Poultry and fish	4.3	2.1	4.3	3.8 - 4.7	3.9	3.4 - 4.4	4.7	4.4 - 5.1
Beef and pork	5.1	2.7	5.0	4.6 - 5.4	5.4	4.9 - 5.8	4.7	4.3 - 5.0
Eggs	0.7	0.6	0.6	0.5 - 0.7	0.7	0.7 - 0.8	0.8	0.7 - 0.8
Others unprocessed or minimally processed foods ^a	2.2	7.8	2.6	2.2 - 3.0	1.7	1.4 - 2.0	3.0	2.5 - 3.5
Processed culinary ingredients (%)	23.9	12.7	28.0	26.7 - 29.3	24.3	23.0 - 25.5	20.6	19.5 - 21.7
Sugar	11.4	6.2	14.3	13.5 - 15.2	11.1	10.4 - 11.9	9.8	8.9 - 10.7
Salt	0.0	0.0	0.0	0.0 - 0.0	0.0	0.0 - 0.0	0.0	0.0 - 0.0
Spice	0.0	0.0	0.0	0.0 - 0.0	0.0	0.0 - 0.1	0.0	0.0 - 0.1
Plant oils	11.0	5.0	12.4	11.6 - 13.2	11.8	10.6 - 13.0	9.0	8.2 - 9.9
Animal fats	0.8	0.6	0.5	0.4 - 0.6	0.8	0.6 - 0.9	0.9	0.8 - 1.1
Others processed culinary ingredients ^b	0.7	0.8	0.7	0.6 - 0.9	0.5	0.4 - 0.7	0.8	0.6 - 1.0
Processed foods (%)	9.5	8.9	6.8	6.0 - 7.6	9.5	8.1 - 10.8	11.1	10.0 - 12.1
Fresh bread	7.2	6.9	5.0	4.3 - 5.8	7.3	6.0 - 8.7	8.0	7.0 - 9.0
Processed cheeses	1.1	0.8	0.6	0.5 - 0.7	1.0	0.9 - 1.2	1.6	1.3 - 1.8
Processed meats	0.9	0.6	1.0	0.7 - 1.2	0.8	0.6 - 0.9	1.0	0.9 - 1.2
Processed vegetables	0.3	0.6	0.2	0.2 - 0.2	0.3	0.3 - 0.4	0.5	0.4 - 0.5
Ultra-processed foods (%)	18.3	9.1	11.2	10.3 - 12.0	19.1	17.6 - 20.7	22.8	21.0 - 24.6
Breads	1.2	2.4	0.7	0.6 - 0.8	1.3	1.0 - 1.5	1.6	1.2 - 2.0
Cookies, cakes and pastries	3.3	1.1	2.2	2.0 - 2.5	3.5	3.2 - 3.9	4.0	3.6 - 4.4
Ice creams, chocolates and other sweets	2.1	0.3	1.1	0.9 - 1.2	2.5	2.1 - 2.9	2.6	2.1 - 3.2
Crackers and salty snacks	1.6	2.9	1.4	1.2 - 1.5	1.4	1.2 - 1.5	2.1	1.8 - 2.3
Soft drinks	1.7	0.4	1.1	1.0 - 1.2	1.9	1.6 - 2.2	1.7	1.5 - 1.9
Other non-alcoholic sweetened beverages	0.6	0.1	0.2	0.2 - 0.3	0.5	0.5 - 0.6	0.9	0.7 - 1.1
Ultra-processed meats and sausages	2.6	0.7	1.8	1.6 - 1.9	2.8	2.4 - 3.2	2.6	2.3 - 2.9
Ready meals and industrial blends	2.3	0.3	1.0	0.9 - 1.2	2.4	2.1 - 2.7	2.7	2.3 - 3.0
Sauces and broths	0.4	0.2	0.3	0.2 - 0.3	0.5	0.4 - 0.6	0.4	0.4 - 0.5
Breakfast Cereals	0.7	0.0	0.2	0.1 - 0.2	0.4	0.3 - 0.4	1.9	1.6 - 2.1
Margarine	1.8	0.6	1.2	1.0 - 1.4	1.9	1.7 - 2.1	2.3	2.1 - 2.5
Ultra-processed cheeses	0.1	0.1	0.1	0.0 - 0.1	0.1	0.1 - 0.2	0.2	0.1 - 0.2

[†]The average DCII was 79.2 for the total population. This index was calculated from current diet of the Brazilian population and diet recommended by the Brazilian Dietary Guidelines (NOVA classification). For further information, see the Methods section.

^aSea food; Other cereals; Other Flours; Legumes; Nuts and Seeds; Normal or organic pure soy protein; Dry/dehydrated fruits, legumes and vegetables.

^bOther sugars; Coconut milk.

Table 3: Crude and income-adjusted mean DCII¹ value (95%CI) according to quartiles of price distribution for the price of each of the four food groups. Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.

Quartiles of food prices (R\$/1,000kcal)	Dietary Composition Inadequacy Index (DCII)							
	Crude				Income adjusted			
	Mean	95%IC		Mean	95%IC		Mean	95%IC
Price of unprocessed or minimally processed foods			-				-	
First (1.42 - 1.49)	69.2	60.4	-	78.0	70.6	63.0	-	78.3
Second (1.83 - 1.87)	69.6	63.3	-	75.9	76.4	71.8	-	80.9
Third (2.11 - 2.16)	76.9	68.9	-	84.9	82.1	77.6	-	86.6
Fourth (2.63 - 2.88)	101.4	91.6	-	111.2	87.9	80.4	-	95.4
Price of processed culinary ingredients			-				-	
First (0.32 - 0.32)	63.7	57.4	-	70.0	69.0	62.8	-	75.2
Second (0.36 - 0.36)	77.4	67.8	-	87.1	75.8	71.6	-	80.1
Third (0.39 - 0.40)	76.4	68.4	-	84.3	82.7	78.2	-	87.2
Fourth (0.51 - 0.60)	99.6	90.5	-	108.6	89.5	82.8	-	96.3
Price of processed foods			-				-	
First (1.50 - 1.57)	72.2	63.8	-	80.6	75.7	67.9	-	83.5
Second (1.84 - 1.88)	71.7	64.4	-	79.0	78.1	73.6	-	82.6
Third (2.10 - 2.14)	78.2	70.5	-	86.0	80.4	75.6	-	85.2
Fourth (2.56 - 2.72)	95.1	84.7	-	105.5	82.8	74.4	-	91.1
Price of ultra-processed foods			-				-	
First (1.76 - 1.85)	89.6	78.8	-	100.3	93.2	83.9	-	102.6
Second (2.33 - 2.38)	66.3	60.1	-	72.6	83.8	78.5	-	89.2
Third (2.65 - 2.69)	71.6	64.3	-	78.8	74.4	70.7	-	78.2
Fourth (3.01 - 3.13)	89.8	80.3	-	99.4	65.0	58.4	-	71.6
Total	79.2	74.9	-	83.6				

¹The DCII was calculated from current diet of the Brazilian population and diet recommended by the Brazilian Dietary Guidelines (NOVA classification). For further information, see the Methods section.

Table 4: Price elasticity of the Dietary Composition Inadequacy Index (DCII)[†] in Brazil obtained by log-log regression models, according to median per capita income of the strata households. Household Budget Survey, Brazil, 2008-2009.

Indicator	Model 1		Model 2		Model 3*	
	coef.	p-value	coef.	p-value	coef.	p-value
Total						
Food prices (R\$/1,000kcal)						
Unprocessed or minimally processed foods	1.12	0.00	1.01	0.00	0.76	0.00
Processed culinary ingredients	0.41	0.00	0.33	0.02	0.08	0.53
Processed foods	0.22	0.08	0.15	0.24	0.26	0.02
Ultra-processed foods	-1.15	0.00	-1.35	0.00	-0.70	0.00
Monthly per capita income (R\$)	-	-	0.15	0.03	0.30	0.00
R-squared	0.352		0.359		0.503	
Lower-income families[‡]						
Food prices (R\$/1,000kcal)						
Unprocessed or minimally processed foods	0.92	0.00	0.81	0.00	0.55	0.00
Processed culinary ingredients	0.99	0.00	1.07	0.00	0.37	0.14
Processed foods	-0.01	0.93	0.00	0.98	0.08	0.55
Ultra-processed foods	-1.49	0.00	-1.68	0.00	-1.11	0.00
Monthly per capita income (R\$)	-	-	0.17	0.15	0.30	0.02
R-squared	0.323		0.328		0.500	
Higher-income families^{‡‡}						
Food prices (R\$/1,000kcal)						
Unprocessed or minimally processed foods	1.01	0.00	0.95	0.00	0.76	0.00
Processed culinary ingredients	0.19	0.24	0.12	0.45	0.08	0.62
Processed foods	0.34	0.08	0.25	0.23	0.33	0.14
Ultra-processed foods	-0.51	0.06	-0.60	0.03	-0.19	0.45
Monthly per capita income (R\$)	-	-	0.12	0.21	0.17	0.09
R-squared	0.420		0.426		0.552	

[†]The DCII was calculated from current diet of the Brazilian population and diet recommended by the Brazilian Dietary Guidelines (NOVA classification). For further information, see the Methods section.

*In addition to the variables presented, the model was also adjusted for proportion of women, mean age of household strata members (in years), area and geographic region.

[‡]Families from lower half of the per capita income distribution (Monthly per capita income of R\$471.06).

^{‡‡}Families from upper half of the per capita income distribution (Monthly per capita income of R\$1304.55).

5.3 MANUSCRITO 03

Research Article

WHAT TO EXPECT FROM THE PRICE OF HEALTHY AND UNHEALTHY FOODS
OVER TIME? THE CASE FROM BRAZIL

HEALTHY AND UNHEALTHY FOOD PRICES OVER TIME

Emanuella Gomes Maia^{1,*}, Camila Mendes dos Passos^{1,2}, Renata Bertazzi Levy³, Ana Paula Bortoletto Martins⁴, Laís Amaral Mais⁴, Rafael Moreira Claro⁵.

¹Nursing Postgraduate Program, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. manugmaia@hotmail.com

²Department of Medicine and Nursing, Federal University of Viçosa. Viçosa (MG), Brazil. camilampassos@yahoo.com.br

³Department of Preventive Medicine, University of São Paulo. São Paulo (SP), Brazil. rlevy@usp.br

⁴Brazilian Institute of Consumer Protection. São Paulo (SP), Brazil. anapaula@idec.org.br; lais.amaral@idec.org.br

⁵Department of Nutrition, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), Brazil. rafael.claro@gmail.com

***Corresponding author:** Emanuella Gomes Maia. Federal University of Minas Gerais. Avenue Professor Alfredo Balena, 190, Santa Efigênia. Zip code: 30130-100. Belo Horizonte (MG), Brazil. +55 31 34099112. manugmaia@hotmail.com

Financial support: This work was financed by the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil* (CAPES; finance code 001), *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq; grant numbers 309293/2016-2 and 407331/2016-6), *Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais* (FAPEMIG; grant numbers APQ-02329-15 – 01/2015 and PPM-00325-17 – 02/2017) and the International Development Research Centre (IDRC; project ID – 108166). The funding agencies had no role in the design, analysis or writing of this article.

Conflict of interest: None.

Authorship credit: The authors EGM and RMC conceptualized the study, performed the statistical analysis, data interpretation and drafted and reviewed the manuscript. The author CMP performed the statistical analysis, data interpretation and reviewed the manuscript. RBL, APBM and LAM participated in data interpretation and reviewed the manuscript critically for important intellectual content. All authors approved of the final version to be published.

Ethics of human subject participation: This study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Minas Gerais (approval number: 85804418.1.0000.5149). Microdata are freely available from the IBGE website and do not allow respondents' identification.

ABSTRACT

Objective: To measure change in price of food groups over time (1995-2030) in Brazil, considering the Brazilian Dietary Guidelines recommendations.

Design: Data from Household Budget Survey (2008-09 HBS) and from National System of Consumer Price Indexes (NSCPI) were used to create a dataset containing monthly prices for the foods and beverages most consumed in the country (n = 102), from January 1995 to December 2017. Data on price of foods and beverages from 2008-09 HBS (referring to January 2009) were used to calculate real price over time using the monthly variation in prices from NSCPI. All prices were deflated to December 2017. Foods and beverages were classified following the Brazilian Dietary Guidelines recommendations. The mean monthly price for each food group and subgroup was used to analyze changes in prices from 1995 to 2017 and to forecast prices up to 2030 using fractional polynomial models.

Setting: Brazil.

Participants: National estimates of foods and beverages purchase for Brazil.

Results: In 1995, ultra-processed foods were the most expensive group (R\$6.51/Kg), followed by processed foods (R\$6.44/Kg), unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients (R\$3.45/Kg). Since the early 2000s, the price of ultra-processed foods underwent successive reductions, becoming cheaper than processed foods and reducing the distance between it and the price of the other group. Predictions indicate that unhealthy foods will become cheaper than healthy foods in 2026.

Conclusions: Food prices in Brazil have changed unfavorably considering the Brazilian Dietary Guidelines recommendations. It may imply a decrease in the quality of the population's diet.

Keywords: Food prices. Time trends. Ultra-processed foods. Chronic Disease. Public Health.

INTRODUCTION

Non-communicable diseases (NCD) are the main cause of death and disability in the world⁽¹⁾. In 2016, NCD accounted for 4 out of 6 deaths worldwide (71%), mainly affecting low- and middle-income countries, with about 48% of deaths occurring before the age of 70 years⁽¹⁾. Due to growing burdens of NCD and rising rates of risk exposure, Brazil and 192 Member States of the United Nations adopted the Sustainable Development Goals as a guideline for the development of national policies and activities of international cooperation⁽²⁾. By 2030, these countries aim to have reduced premature mortality from NCD by one third, through prevention and treatment⁽²⁾.

Healthy food consumption is a central factor in tackling NCD^(3,4). The dietary pattern associated with higher NCD risk is characterized by the high consumption of ultra-processed foods (such as soft drinks and salty snacks) in parallel with the insufficient consumption of unprocessed or minimally processed items (such as fruits, vegetables and beans). Ultra-processed foods have a negative impact on health not only due to their nutrient profile (high in sodium, free sugar and total fats, and low in fiber, vitamins and minerals), but also on a series of mechanisms developed to produce overconsumption⁽⁵⁾. Evidence indicates that these products are gradually becoming dominant in the global food system^(6,7). In Brazil, this growing amount of ultra-processed foods in the population's diet has been observed in the last decades⁽⁸⁾.

In 2014, the Ministry of Health of Brazil published the second edition of the Brazilian Dietary Guidelines⁽⁹⁾. This was the first Dietary Guidelines to consider the influence of the industrial processing of food on health, recommending the consumption of unprocessed or minimally processed foods instead of ultra-processed ones. The Brazilian Dietary Guidelines recognize several barriers for the adoption of a healthy diet, with special emphasis on food prices⁽⁹⁾. Unlike the situation observed in developed countries^(10,11), in Brazil a diet based on unprocessed or minimally processed foods such as grains (e.g. rice and beans) is still cheaper than one based on ultra-processed foods⁽¹²⁾. However, as the price of food groups change over time with different intensities^(13,14), the long term maintenance of this scenario is unclear. Evidence suggests that unhealthy foods and beverages are becoming increasingly more affordable than the healthy alternatives in developing countries⁽¹⁵⁾, however, no comprehensive study considering the framework established by the Brazilian Dietary Guidelines is available so far.

In this context, the present study aimed to measure change in price of food groups over time (1995-2030) in Brazil, considering the Brazilian Dietary Guidelines recommendations. The central hypothesis is that the price gap between healthy and unhealthy foods has decreased over time. Therefore, this article intends to improve knowledge regarding the barriers for the adoption of healthy diets in the country (and similar settings), and also to contribute to the improvement of public policies and regulatory measures directed toward a healthy eating promotion.

METHODS

Methods summary

Data from the most recent national Household Budget Survey (2008-09 HBS) and from the National System of Consumer Price Indexes (NSCPI), both publicly available and collected by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), were used to create a novel dataset containing monthly prices (R\$/kg) for the foods and beverages most consumed in the country ($n = 102$) between January 1995 and December 2017. NSCPI doesn't provide actual price data, only monthly variation in prices. Thus 2008-09 HBS unit prices were used to calculate prices from 1995-2017 using the monthly variation from NSCPI. The same basket of foods with 102 items was used uniformly over time to allow for comparison these prices. All prices were deflated (according to the official national inflation index) to represent December 2017 values. The foods and beverages were classified following the Brazilian Dietary Guidelines recommendations (NOVA classification system) into four groups and 17 subgroups. The mean monthly price (R\$/kg) for each food group and subgroup was estimated considering the amount acquired (in kilograms) of these 102 foods and beverages according to 2008-09 HBS. These values were used to analyze changes in prices for the period from 1995 to 2017 and to forecast price values up to 2030 (using fractional polynomial models).

Analyses involving per calorie food prices (R\$/1,000Kcal) were available in the online supplementary material.

Food prices and food consumption data

HBS have been periodically conducted (generally once a decade) in the country since the 1970s⁽¹⁶⁾. The 2008-09 edition is the most recent one with available information up to the

moment of the conclusion of this study (a new survey was conducted in 2017-18 but data remain unavailable). The structure of consumption identified in these studies (based on families' expenditures and income) serve as the framework of the consumers price indexes estimated in the country. The 2008-09 HBS used two-stage cluster sampling strategy, with the random selection of census tracts in the first stage and of households in the second stage. All 12,800 census tracts of the country (information obtained from the 2000 Demographic Census) were previously grouped to obtain household strata with high geographical and socioeconomic homogeneity, constituting 550 household strata. Census tracts were then randomly selected from each stratum, proportionally considering the number of households in the stratum. Households from each tract were selected by simple random sampling without replacement. A detailed description of the sampling process is available elsewhere⁽¹⁶⁾.

The short reference period used for recording expenditures on eating in each household (seven days) does not allow identifying the usual food purchase pattern in each household. Thus, the unit of analysis of this study consisted of clusters of households belonging to each of the 550 sampling strata from the 2008-09 HBS, ensuring units of study with a wide range of geographic and socioeconomic variation, in which precise consumption information can be known. Households with family income smaller than 1 minimum wage or greater than 40 minimum wages were excluded from this database to match the NSCPI database. Therefore, the final sample was composed from 550 strata, involving 51,709 households).

Interviews were carried out throughout the year in order to replicate the seasonal variation in household expenditures and incomes in each stratum. The main information of the 2008-09 HBS used in the present study was data on foods and beverages acquired for household consumption, registered in an electronic booklet by the head of the household supported by a trained interviewer (for this, daily visits were conducted in the households). Detailed information was registered for each acquisition, such as the name of the product, the amount acquired (in shopping units and in grams or milliliters), the total value of the expenditure, and the outlet where the purchase was made (such as supermarket, hypermarket, bakery, greengrocery, convenience store). Data on a total of 1.7 thousand foods and beverages was available (except for brand information). Costs were deflated considering a reference date in the middle of the collection period (January 15th, 2009)⁽¹⁶⁾. The total amount acquired and the costs were divided by seven and by the number of individuals in the household to express daily per capita consumption and a proportional expenditure value. Food prices (in R\$/kg)

were estimated by dividing the total expended in the household strata by the total quantity of each product acquired.

A list containing the mean daily per capita quantity and price of each item was then created to be used in the novel dataset.

Variation in monthly food prices (price indexes) data

The NSCPI is responsible for the continuous and systematic estimation of consumer price indexes, having commercial (and service) facilities as data collection units. The consumer price index of interest in the present study was the Extended Consumer Price Index (E-CPI), in which the target population covers Brazilian families with monthly incomes ranging from 1 to 40 minimum wages (regardless of the source of income)⁽¹⁷⁾. This index has been calculated since October 1980 always through a framework of consumption provided by the most recent HBS available^(17,18). Price data for the E-CPI is collected from the 1st to the 30th day of each month, and the monthly index results from the comparison of the current prices with those from the 30 days of the preceding period⁽¹⁷⁾. More information regarding the data collection and calculation of the price index are available elsewhere^(17,18). Only data on the monthly variation of price is available (as a percentage of the value measured in the preceding month).

The E-CPI series from January 1995 to December 2017 was analyzed. Information collected prior to July 1989 was not available on the IBGE website and could not be included. The information from July 1989 to December 1994 was intentionally excluded due to the intense economic crisis experienced in the country from the late 1980s to the early 1990s, impacting on both data quality and price changes. This scenario led to the adoption of a new currency in Brazil on 27 February 1994 (the “Real”), which is still in use at the present time (2019).

Information was used in the most disaggregated way possible. Data on 152 items, predominantly concerning a single product, was initially available. Of these, 46 were discarded due to insufficient data (price series available was for a reduced period of time, less than five years, or had several months missing). Infusions (ground coffee and mate tea) and alcoholic beverages (beer and unspecified alcoholic beverage) were also excluded since their pattern of consumption differs from that of the other items on the list. Finally, 102 items (foods or beverages) with complete information for the period (1995-2017) were included in the study.

Linkage process, classification of foods and beverages and price series estimation

The E-CPI product list served as the basis for the novel dataset since it contained a smaller, more aggregated, and frequently not well described (that could cover a range of different foods, e.g. “biscuits”) collection of items. A qualitative process was used to determine the most appropriate 2008-09 HBS match for each of the 102 items from the E-CPI list. For the items aggregated in the E-CPI list, a similar aggregation was conducted for the HBS data. Where multiple HBS items were deemed a suitable match for an E-CPI item the most purchased product was used as the price series reference (e.g. “cracker”). This procedure was initially conducted independently by two researchers and both lists were compared ($\kappa > 0.98$, excellent agreement). Disagreements were judged by a third researcher.

The NOVA food classification⁽¹⁹⁾ was then employed. Foods were divided into four groups and their respective subgroups: i) unprocessed or minimally processed foods (meats; milk and eggs; vegetables; fruits; roots and tubers; cereals and pulses); ii) processed culinary ingredients (vegetable and animal fats; sugar; salt); iii) processed foods (processed meats; processed vegetables; French bread); and iv) ultra-processed foods (confectionery; sausages; cakes, bread and crackers; soft drink; other ultra-processed foods). Considering that unprocessed or minimally processed foods are usually consumed with processed culinary ingredients, the price of these groups combined was calculated. Processed foods included canned or bottled fruits and vegetables; sweetened fruit pastes; salted or canned meats; canned fish; and artisanal breads. While flavored yoghurts; mayonnaise; biscuits; margarine; ice cream; chocolate and others were considered ultra-processed foods.

Beginning with the price of each product in January 2009 (from the 2008-09 HBS), the current price series (or “nominal price series”) were calculated for each product using two formulas: $[A = B * (1 + (C/100))]$ for the months after January 2009, and $[A = B / (1 + (C/100))]$ for the months before January 2009⁽²⁰⁾. Where A is the nominal price in the current month, B is the nominal price in the base month (or the nominal price calculated in the previous month of the sequence), and C is the price index in the current month. The deflated price series (or “real price series”) of these products were also calculated, using the following formula: $[D = (E/F) * G]$ ⁽²⁰⁾. Where D is the real price in the current month, E is the index number of the food category in the base month (official price inflation data)⁽²¹⁾, F is the index number of the food category in the current month, and G is the nominal price in the current month. December 2017 was considered the base month for the calculation of the real price

series. Mean price of each food group and subgroup was estimated based on a weighted mean of the price of its constituents (weighted by the amount acquired (in kilograms) of each item according to 2008-09 HBS).

Statistical analysis

Initially, the mean price of each group and subgroup and the 95% confidence interval (95% CI) was estimated for the entire study period and according to three periods of time: 1995-2002, 2003-2010, and 2011-2017. The ANOVA test was used to compare the value between the periods. The monthly price of each group and its main subgroups was then plotted to analyze changes in prices for the period from 1995 to 2017. Fractional polynomial models were employed to synthesize price changes and also to forecast the price of each food group and subgroup up to 2030. Polynomials of the first to fifth degree were evaluated and the one with the highest R^2 was chosen. Besides that, the relative prices among healthy foods (unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients) and unhealthy foods (ultra-processed foods) were calculated, based on real and estimated price series of both groups.

The central assumption is that the determinants of price changes observed in the period from 1995 to 2017 will continue their behavior in the following period supporting the reduction of the difference between the price of healthy and unhealthy foods observed in the period in which the data were measured.

Stata statistical software (version 14.1) was used in the organization and analysis of the data.

RESULTS

From 1995 to 2017, processed foods were the most expensive group (R\$7.64/Kg), followed by ultra-processed foods (R\$6.92/Kg), unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients (R\$4.28/Kg) (Table 1). The food subgroups with the highest prices were processed meats (R\$16.75/Kg), confectionery (R\$16.40/Kg), sausages (R\$11.14/Kg) and meats (R\$11.07/Kg), and with lowest prices were salt (R\$1.22/Kg), sugar (R\$2.22/Kg) and soft drink (R\$2.81/Kg) (Table 1).

The price of unprocessed or minimally processed foods and of processed culinary ingredients increased continuously during the period studied (from R\$3.45/Kg in 1995 to

R\$4.69/Kg in 2017). The price of processed foods also increased (from R\$5.28/Kg in 1995 to R\$8.55/Kg in 2017), however, the increase magnitude was gradually reduced over the years. On the other hand, the price of ultra-processed foods increased during the first third of the study period (with a similar magnitude to the processed foods), and assumed an opposite trend after the early 2000s (Figure 1). Sustaining this trend, the forecast for 2030 indicates further increase in unprocessed or minimally processed food and processed culinary ingredients prices (R\$4.69/Kg in 2017 to R\$5.24/Kg in 2030), a decrease in ultra-processed foods prices (R\$6.62/Kg in 2017 to R\$4.34/Kg in 2030), and stability in processed foods prices. According to these predictions, healthy foods (unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients) will become more expensive than unhealthy foods (ultra-processed) in Brazil from 2026 (Figure 1). The relative price of these healthy foods in relation to unhealthy foods increased over the period, from 53.08% (1995) to 70.80% (2017) to 120.75% (2030) (Figure 2).

Among the unprocessed or minimally processed food groups, meats had the highest mean price (R\$11.07/kg), while roots and tubers presented the lowest price (R\$3.15/kg) (Table 1). Except for “cereals and pulses” and “milk and eggs”, all subgroups presented ascending trend up to 2030, especially fruits (R\$3.80/Kg in 2017 to R\$7.51/Kg in 2030) (Figure 3). The price of the processed culinary ingredients subgroups varied intensely during the study period, however, presented similar values in 1995 and 2017 (Figure 3). Among the processed foods, only the price of processed meats increased (from R\$12.92/Kg in 1995 to R\$20.13/Kg in 2017), further influencing the difference in price between these products and others in the groups (Figure 4). Finally, with the exception of soft drinks, the price of all ultra-processed foods groups decreased between 1995 and 2017, indicating further reduction until 2030 (Figure 4).

DISCUSSION

The organization of data from two different sources in a novel dataset allowed a comprehensive analysis of food prices in Brazil, considering the healthy eating concept adopted by the Brazilian Dietary Guidelines. Monthly data on the price of 102 foods and beverages were analyzed for a period of more than 20 years (from 1995 to 2017) and forecasted up to 2030. The mean prices of processed and ultra-processed foods were higher than those of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients in the period from 1995 to 2017. The price of unprocessed or minimally processed foods and

processed culinary ingredients increased continuously until 2017, while the price of processed foods also increased, however, with smaller magnitude. Meanwhile, the price of ultra-processed foods increased during the first third of the study period (up to the early 2000s) and decreased thereafter. If these forecasts are met, from 2026 healthy foods (unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients) will become more expensive than unhealthy foods (ultra-processed foods) in Brazil, increasing the price gap between these groups, but now unfavorable to the Brazilian Dietary Guidelines recommendations.

The relationship between food prices and the adoption of healthy diets has been intensely studied worldwide⁽²²⁾. Healthier diets, with high nutritional value, based on unprocessed or minimally processed foods, tend to cost more per calorie than less healthy diets, generally based on ultra-processed foods, both in developed^(10,11) and developing countries^(23,24).

Brazil is certainly no exception. According to a study based on data collected in the 2008-09 HBS, unprocessed or minimally processed foods, such as fresh meat, milk, fruits and vegetables, tend to cost more per calorie than ultra-processed foods. However, the same study highlights that, due to the low calorie cost of grains, such as rice and beans, traditional healthy diets were still cheaper than those based on ultra-processed foods⁽¹²⁾. The results of the present study indicate that these conclusions may become outdated in the near future. Although comparisons involving food price per calorie and per kilogram (as conducted by the present study) should be carefully conducted, the magnitude of relative change in price identified in the results may safely be applied to the calorie prices identified in the Claro's study⁽¹²⁾. Their data indicate a price of R\$1.56/1,000kcal of unprocessed and minimally processed foods and processed culinary ingredients, in comparison to R\$2.26/1,000kcal for ultra-processed foods. Based on the results of the present study, the price of unprocessed and minimally processed foods and processed culinary ingredients increased 5.53% (R\$4.50/Kg to R\$4.75/Kg) between 2009 and 2017, while ultra-processed food prices decreased 1.55% (R\$6.90/Kg to R\$6.79/Kg). When these rates of variation are applied to the above mentioned price values it is possible to identify that the price per calorie of unprocessed and minimally processed foods and processed culinary ingredients is approaching the price per calorie of ultra-processed foods in the present day (2019). While the price per calorie has the advantage of being nutritionally contextualized, it has the disadvantage of not being clearly perceived by consumers. Thus, the data complement this information by predicting that, in less than a decade (2026), the economic disadvantage in the consumption of healthy diets based on

unprocessed and minimally processed foods and processed culinary ingredients will be visible in the shelf prices.

Although this is the first study to analyze price trends in the context of the Brazilian Dietary Guidelines recommendations, evidence suggesting that healthy diets were becoming more expensive in the country was already available. A study based on price data for the municipality of São Paulo, the most populated city of the country with more than 12 million inhabitants, indicated an increase in the price of fruits and vegetables and a decrease in the price of fats, oils, condiments, sugars and processed foods (industrialized foods) between 1939 and 2010⁽¹³⁾.

The present study does not reveal the exact cause of the observed changes, but some factors can be listed as potentially responsible. First, Brazil's last burst of economic growth coincided with the change in the food price scenario seen in the results. This economic growth fomented technological improvements in industry, resulting in greater productivity and lower production costs over time⁽²⁵⁾. Although some of these improvements also apply to the production of unprocessed or minimally processed food items, they are certainly more effective in the Big Food and Big Soda industry, where successive rounds of food processing benefit from it^(6,7). Secondly, the production of unprocessed or minimally processed food relies less on governmental incentives in Brazil than the production of ultra-processed food. National agricultural policy is still organized in a way that favors commodities production, such as corn, soy and sugarcane, as these items and their byproducts, such as soy oil, animal feed, sugar and ethanol, have a central role in the commercial and economic life of the country⁽²⁶⁾. Since these items are widely used in the production of ultra-processed foods the food industry benefits from this scenario⁽⁶⁾. It should also be mentioned that policies directed toward family farmers, responsible for the production of around 70% of all foods consumed in Brazilian households (according to the data of the last agricultural CENSUS⁽²⁷⁾) have also undergone an intensification since the early 2000s. However, these actions have lost strength in recent years, jeopardizing more than a decade of incentives for the development of a new agricultural scenario in the country. Thirdly, still in relation to the governmental environment, a notorious amount of questionable fiscal benefits have historically been granted to the Big Soda and Food industry in Brazil, a practice that also intensified in the past decade^(28,29).

The increase in the consumption of ultra-processed foods and the reduction in the consumption of unprocessed or minimally processed foods is already a reality in Brazil⁽³⁰⁾. Between 1995 and 2009 (period included in our study for which household food acquisition data was available), the consumption of ultra-processed foods increased from 21.0% to 29.6%

of total calories, while the consumption of unprocessed or minimally processed foods decreased from 44.2% to 38.9%⁽⁸⁾. Ultra-processed products are dominating the global food system due to their profitability for the large multinational companies⁽⁶⁾. Thus, these companies provide promotions and volume discounts to induce retailers to shift to their products and win consumers with lower product prices⁽⁷⁾. In addition to the aggressive marketing, the convenience and ultra-palatability of this ultra-processed foods⁽³¹⁾, the price scenario identified (and predicted) in the present study will certainly intensify this consumption trend, and consequently increase the consumption of unhealthy diets and the risk for NCD. In 2016, NCD were already responsible for approximately three quarters (76%) of all deaths and more than half (71%) of the total years of healthy life lost due to premature death and disability⁽³²⁾.

Changes in food prices are an important step towards improving population health, and actions in this direction have been long recommended by international organizations such as the World Health Organization (WHO)⁽³³⁾. Policies aimed at food prices should encourage the consumption of healthy, unprocessed or minimally processed foods and discourage the consumption of unhealthy ultra-processed foods. The potential impact of strategies to change the food price scenario in relation to deaths from cardiometabolic diseases (CMD) was recently modeled for the United States population⁽⁴⁾. Using nationally representative data, a comparative risk assessment was performed to model the potential effects on CMD deaths and disparities in price subsidies (10%, 30%) for fruits, vegetables, whole grains, and nuts/seeds and taxes (10%, 30%) on processed meat, unprocessed red meats, and sugar-sweetened beverages. All the interventions would reduce CMD deaths, with large reductions in strokes, followed by diabetes and coronary heart disease. Jointly altering prices of all seven dietary factors (10% each) would prevent 23,174 CMD deaths/year and an even greater impact would be archived in the case of a 30% change⁽⁴⁾.

Such intense change is hardly achievable in the short-term, especially in relation to the reduction of the prices of healthy foods, which generally involves the need for large financial investments by the government. In Brazil, federal taxes were removed on the products of the basic food basket in 2013, including some fresh foods⁽³⁴⁾. Nevertheless, this measure had little impact on the population's food consumption or even on the price scenario⁽³⁵⁾. Thus, the debate in the countries has been more inclined towards making unhealthy foods less affordable through increasing taxes, having a mandatory minimum unit price or restricting price discounts for ultra-processed foods^(24,36). Taxation has been the strategy most employed⁽³⁷⁾, possibly due to its application and enforcement being simpler than the other

options. Current evidence supports the implementation of taxes that increase the price of products by 20% or more to reduce the consumption of unhealthy foods⁽³⁶⁾. The WHO already indicated this measure for sweetened beverages in 2016⁽³⁸⁾ and several countries have considered or already adopted this measure, such as Mexico (with 10% tax on sweetened beverages and 8% on ultra-processed foods with energy density over 275 kcal/100g)⁽²³⁾ and Chile (in 2014, the tax for beverages with an added sugar concentration over 6.25 grams/100 mL increased from 13% to 18%)⁽³⁹⁾. In Brazil, several bills on the subject are under discussion in the National Congress, however, due to strong resistance from the Big Soda industry and some groups of Federal Legislators (largely financed by the Big Food and Big Soda industry), little progress has been made so far⁽⁴⁰⁾. Although our results have shown a small increase in the price of soft drinks, they remain the cheapest ultra-processed product on the market, suggesting that the adoption of taxation could be an effective way to discourage its consumption in the country.

Some limitations of this study should be considered. Different approaches to measure food prices can produce conflicting results regarding the cost of healthy diets⁽⁴¹⁾. Per calorie prices tend to be highly influenced by the energy density of foods, sometimes resulting in data that is difficult to interpret (such as for low calorie foods and beverages). Therefore, the real price series were calculated considering price per unit of weight (R\$/kg), in order to decrease this bias and to provide information beyond the nutritional perspective. However, analysis involving food prices per calories (R\$/1,000Kcal) were presented in online supplementary material. Another limitation to consider is that the number of foods and beverages included in this study was small (n = 102) and only reflects those foods included in the E-CPI, rather than a full range of items available on the Brazilian market. However, the items included in the analysis reflect those items most commonly purchased by the Brazilian population (approximately 63% of the total caloric acquired), considering the role of the E-CPI as a measure of consumer inflation. The present study also did not account for variations in price by outlet type (since no specific information was available) and assumed the quantity acquired of each item to be constant in the studied period (based on the 2008-09 HBS, since changes in the structure of national HBS between 2002-03 and 2008-09 editions restricts comparability and more recent information is unavailable for Brazilian population). A final limitation concerns product aggregation in the E-CPI database, which made it impossible to produce individualized estimates for each of the products. The IBGE states that only products with similar inflation behavior are aggregated^(17,18), however, this is not verifiable, based on the data available.

In conclusion, the results illustrated significant changes in the food and beverage price scenario in Brazil between 1995 and 2017, which shall extend until at least 2030. This certainly imposes an important barrier for the adoption of the Brazilian Dietary Guidelines. Monitoring food prices over time complements the country's health monitoring framework and helps to improve nutritional strategies and fiscal policies, in order to encourage a healthier diet and the prevention of NCD in the population. Further research should be conducted to identify the ideal combination of interventions to maximize ultra-processed food prices and to reduce fresh food prices.

REFERENCES

1. World Health Organization (2016). http://www.who.int/gho/ncd/mortality_morbidity/en/ (accessed August 2018).
2. United Nations Organization (2017). The Sustainable Development Goals Report. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2017.pdf> (accessed May 2018).
3. Institute for Health Metrics and Evaluation (2017). <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/> (accessed September 2018).
4. Peñalvo JL, Cudhea F, Micha R et al. (2017) The potential impact of food taxes and subsidies on cardiovascular disease and diabetes burden and disparities in the United States. *BMC Med* 15, 208.
5. Louzada MLC, Ricardo CZ, Steele EM et al. (2017) The share of ultra-processed foods determines the overall nutritional quality of diets in Brazil. *Public Health Nutr* 21, Suppl. 1, 94-102.
6. Monteiro CA, Moubarac JC, Cannon G et al. (2013) Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obes Rev* 14, Suppl. 2, 21-28.
7. Popkin BM & Reardon T (2018) Obesity and the food system transformation in Latin America. *Obes Rev* 19, 1028-1064.
8. Martins APB, Levy RB, Claro RM et al. (2013) Participação crescente de produtos ultraprocesados na dieta brasileira (1987-2009). *Rev Saude Publica* 47, Suppl. 4, 656-665.
9. Brasil. Ministério da Saúde (2014). Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed. Brasília. http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf (accessed May 2018).

10. Morris MA, Hulme C, Clarke GP et al. (2014) What is the cost of a healthy diet? Using diet data from the UK Women's Cohort Study. *J Epidemiol Community Health* 68, 1043-1049.
11. Drewnowski A (2010) The cost of US foods as related to their nutritive value. *Am J Clin Nutr* 92, 1181-1188.
12. Claro RM, Maia EG, Costa BVL et al. (2016) Preço dos alimentos no Brasil: prefira preparações culinárias a alimentos ultraprocessados. *Cad Saude Publica* 32, Suppl. 8, e00104715.
13. Yuba TY, Sarti FM, Campino ACC et al. (2013). Evolução dos preços relativos de grupos alimentares entre 1939 e 2010, em São Paulo, SP. *Rev Saude Publica* 47, Suppl. 3, 549-559.
14. Jones NRV, Conklin AI, Suhrcke M et al. (2014) The Growing Price Gap between More and Less Healthy Foods: Analysis of a Novel Longitudinal UK Dataset. *PLoS One* 9, Suppl. 10, e109343.
15. Overseas Development Institute (2015). The rising cost of a healthy diet: Changing relative prices of foods in high-income and emerging economies. <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/9580.pdf>. (accessed August 2018).
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009: Aquisição alimentar domiciliar per capita. Rio de Janeiro. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv47307.pdf>. (accessed May 2018).
17. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013). Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor: Métodos de cálculo. Rio de Janeiro. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv65477.pdf>. (accessed May 2018).
18. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor: Estruturas de ponderação a partir da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro. https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/srmipca_pof_2008_2009.pdf. (accessed May 2018).
19. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac J-C et al. (2017) The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr* 21, Suppl. 1, 5-17.
20. Hoffmann R (1991). Estatística para economistas. São Paulo: Livraria Pioneira Editora. 426p.
21. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2018). <http://www.fipe.org.br/pt-br/indices/ipc/#indice-mensal&mindex> (accessed August 2018).

22. Afshin A, Peñalvo JL, Del Gobbo L et al. (2017) The prospective impact of food pricing on improving dietary consumption: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 12, Suppl. 3, e0172277.
23. Mendoza A, Pérez AE, Aggarwal A et al. (2017) Energy density of foods and diets in Mexico and their monetary cost by socioeconomic strata: analyses of ENSANUT data 2012. *J Epidemiol Community Health* 0, 1-9.
24. Caro JC, Ng SW, Taillie LS et al. (2017) Designing a tax to discourage unhealthy food and beverage purchases: The case of Chile. *Food Policy* 71, 86-100.
25. Confederação Nacional da Indústria (2018). Produtividade na indústria. https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/fb/4d/fb4da4e4-f09d-447b-901c-53e329cd1769/produtividade_na_industria_janeiro-marco_2018.pdf (accessed September 2018).
26. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018). Plano Agrícola e Pecuário 2018-2019. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-agricola-e-pecuario> (accessed September 2018).
27. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário (2009). O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil. Brasília. <https://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/agro/dwn/CensoAgropecuario.pdf> (accessed September 2018).
28. Food Navigator (2018). <https://www.foodnavigator-latam.com/Article/2018/07/03/Brazil-trucker-strike-impact-on-food-and-beverage-freight-tariffs-taxes> (accessed September 2018).
29. Estadão (2018). Senado aprova proposta que mantém benefícios à indústria de refrigerantes. <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,senado-aprova-decreto-que-mantem-beneficios-a-industria-de-refrigerantes,70002397662> (accessed September 2018).
30. Monteiro CA, Levy RB, Claro RM et al. (2011) Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Public Health Nutr* 14, 5-13.
31. Van Langeveld AWB, Gibbons S, Koelliker Y et al. (2017). The relationship between taste and nutrient content in commercially available foods from the United States. *Food Qual Prefer* 57, 1-7.
32. Institute for Health Metrics and Evaluation (2016). <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/> (accessed September 2018).
33. World Health Organization (2016) Fiscal Policies for Diet and Prevention of Noncommunicable Diseases. Geneva. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250131/9789241511247-eng.pdf?sequence=1> (accessed March 2019).

34. Reuters (2013). Brazil to abolish taxes on food staples – president. <https://www.reuters.com/article/brazil-food-taxes/brazil-to-abolish-taxes-on-food-staples-president-idUSL1N0B535T20130205> (accessed September 2018).
35. Estadão (2013). <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,desoneracao-dos-produtos-da-cesta-basica-e-um-tiro-no-pe-imp-,1009353> (accessed April 2019).
36. Wright A, Smith KE, Hellowell M (2017) Policy lessons from health taxes: a systematic review of empirical studies. *BMC Public Health* 17, 583.
37. Ng SW, Rivera JA, Popkin BM et al. (2018) Did high sugar-sweetened beverage purchasers respond differently to the excise tax on sugar-sweetened beverages in Mexico? *Public Health Nutr.* doi: 10.1017/S136898001800321X
38. World Health Organization (2017). Taxes on Sugary Drinks: Why Do It? Geneva. <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260253/WHO-NMH-PND-16.5Rev.1-eng.pdf;jsessionid=0E9B8D47590C451B389DC4561BFA6B09?sequence=1> (accessed September 2018).
39. Nakamura R, Mirelman AJ, Cuadrado C et al. (2018) Evaluating the 2014 sugar-sweetened beverage tax in Chile: An observational study in urban areas. *PLoS Med* 15, Suppl. 7, e1002596.
40. O Joio e o Trigo (2017) Presidente do PSDB usou o cargo para tratar de atividade como investidor da Coca. <http://outraspalavras.net/ojoioeotrigo/2017/10/presidente-do-psdb-usou-o-cargo-para-tratar-de-atividade-como-investidor-da-coca/> (accessed July 2018).
41. Carlson A & Frazão E (2012) Are healthy foods really more expensive? It depends on how you measure the price. Washington, DC: US Department of Agriculture, Economic Research Service. Economic Information Bulletin, Number 96.

Table 1. Mean price^a (95% CI) of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients, processed and ultra-processed foods according to three time periods. Brazil^b, 1995 – 2017.

Food groups and subgroups	Price (R\$/Kg) according to time periods			Total
	1995-2002	2003-2010	2011-2017	
Unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients	3.75 (3.71-3.80)	4.43 (4.41-4.46)	4.70 (4.66-4.73)*	4.28 (4.23-4.33)
Unprocessed or minimally processed foods				
Meats	9.08 (8.89-9.27)	11.28 (11.10-11.46)	13.10 (13.00-13.20)*	11.07 (10.85-11.28)
Milk and eggs	3.89 (3.82-3.95)	4.50 (4.44-4.55)	4.58 (4.52-4.63)	4.31 (4.26-4.36)
Vegetables	3.64 (3.56-3.72)	4.16 (4.05-4.27)	4.89 (4.75-5.02)*	4.20 (4.11-4.28)
Fruits	3.13 (3.06-3.20)	3.09 (3.05-3.12)	3.46 (3.38-3.54)	3.21 (3.17-3.25)
Roots and tubers	3.15 (3.04-3.25)	2.99 (2.89-3.08)	3.35 (3.20-3.50)	3.15 (3.08-3.22)
Cereals and pulses	2.97 (2.88-3.05)	3.76 (3.68-3.85)	3.64 (3.56-3.72)	3.45 (3.38-3.51)
Processed culinary ingredients				
Vegetable and animal fats	4.39 (4.27-4.50)	5.64 (5.49-5.78)	4.89 (4.79-4.99)	4.97 (4.88-5.07)
Sugar	1.80 (1.74-1.87)	2.45 (2.35-2.55)	2.44 (2.35-2.53)	2.22 (2.16-2.28)
Salt	0.79 (0.79-0.80)	1.28 (1.21-1.35)	1.64 (1.62-1.66)*	1.22 (1.17-1.27)
Processed foods	6.63 (6.51-6.76)	8.05 (8.01-8.09)	8.32 (8.26-8.38)*	7.64 (7.54-7.74)
Processed meats	13.75 (13.43-14.07)	17.38 (17.12-17.63)	19.47 (19.33-19.62)*	16.75 (16.44-17.07)
Processed vegetables	10.11 (10.02-10.20)	11.37 (11.23-11.52)	10.96 (10.89-11.04)	10.81 (10.72-10.90)
French bread	5.94 (5.81-6.07)	7.25 (7.21-7.30)	7.50 (7.43-7.56)*	6.87 (6.77-6.96)
Ultra-processed foods	6.75 (6.69-6.81)	7.31 (7.22-7.39)	6.67 (6.65-6.70)	6.92 (6.87-6.97)
Confectionery	15.64 (15.40-15.88)	17.71 (17.48-17.95)	15.75 (15.64-15.87)	16.40 (16.23-16.56)
Sausages	10.30 (10.23-10.38)	11.81 (11.68-11.94)	11.33 (11.26-11.39)	11.14 (11.05-11.23)
Cakes, bread and crackers	10.55 (10.41-10.68)	11.71 (11.59-11.84)	10.24 (10.19-10.30)	10.86 (10.76-10.96)
Soft drink	2.70 (2.66-2.74)	2.88 (2.84-2.91)	2.85 (2.83-2.86)	2.81 (2.78-2.83)
Other ultra-processed foods	10.22 (10.12-10.31)	10.08 (9.87-10.29)	8.36 (8.32-8.39)	9.60 (9.48-9.73)

95% CI, 95% confidence interval.

^aReal price, deflated to represent December 2017 values. For further information, see the Methods section.

^bBased on a novel dataset created by combining the 2008-09 HBS data and information from the NSCPI. For further information, see the Methods section.

*Mean price values were significantly different between the three periods ($P < 0.05$).

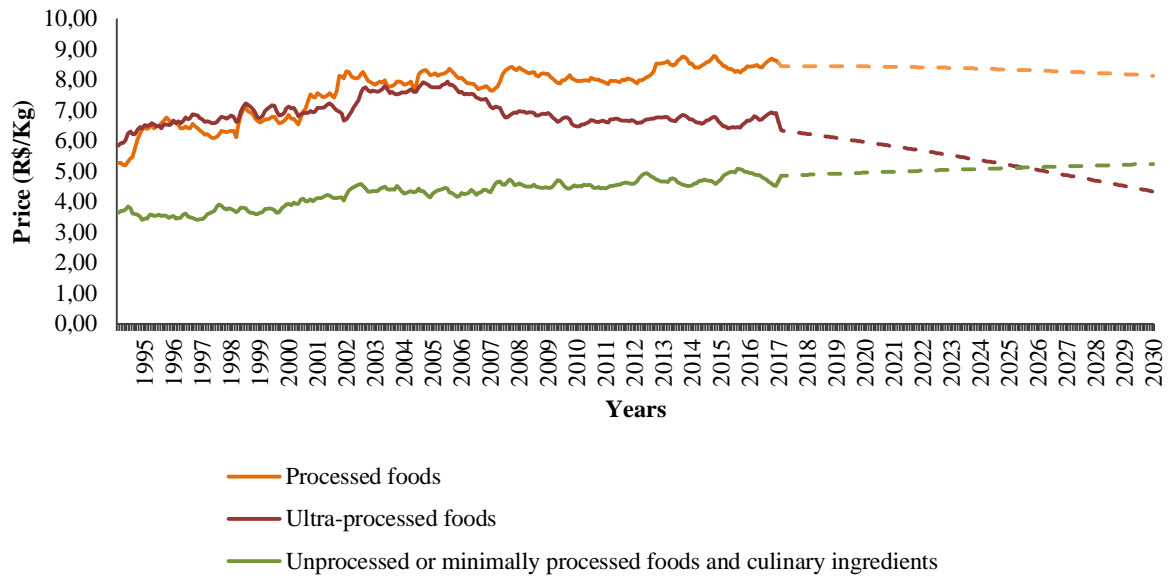


Figure 1. Mean monthly price^a (R\$/Kg) of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients, processed foods and ultra-processed foods for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030^b. Brazil^c, 1995-2030.

Legends:

^aReal price from January 1995 to December 2017, deflated to represent December 2017 values. For further information, see the Methods section.

^bFrom 2017 to 2030, estimated through fractional polynomial models. For further information, see the Methods section.

^cBased on a novel dataset created by combining 2008-09 HBS data and information from the NSCPI. For further information, see the Methods section.

Observations: The dashed segment of each group represents projected price estimates. R²: 0.89 (unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients), 0.87 (processed foods), 0.55 (ultra-processed foods).

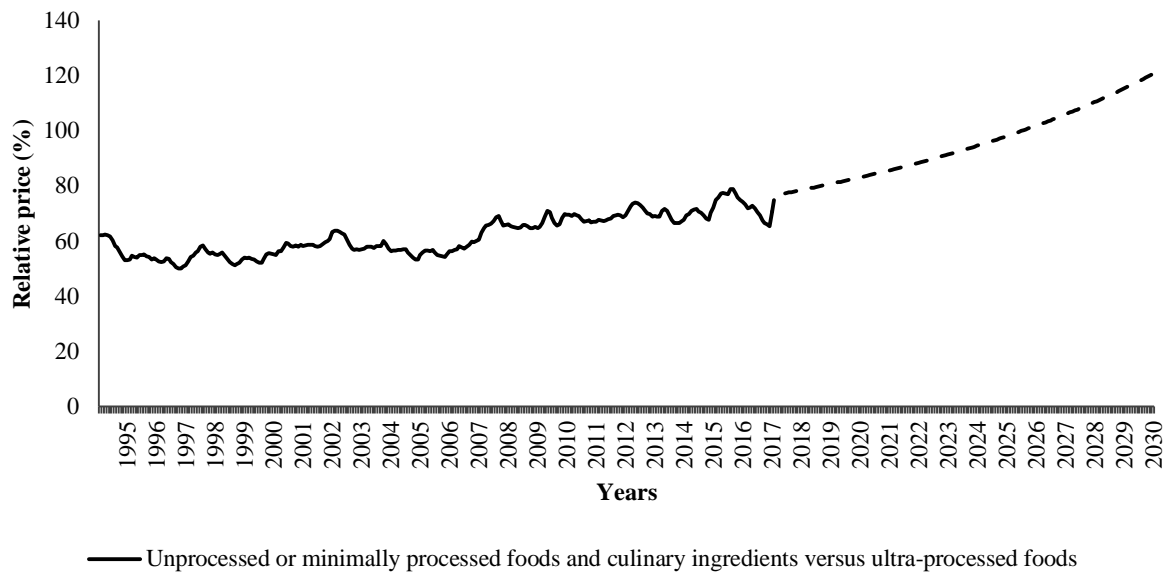


Figure 2. Price of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients relative to the price of ultra-processed foods (%)^a for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030^b. Brazil^c, 1995-2030.

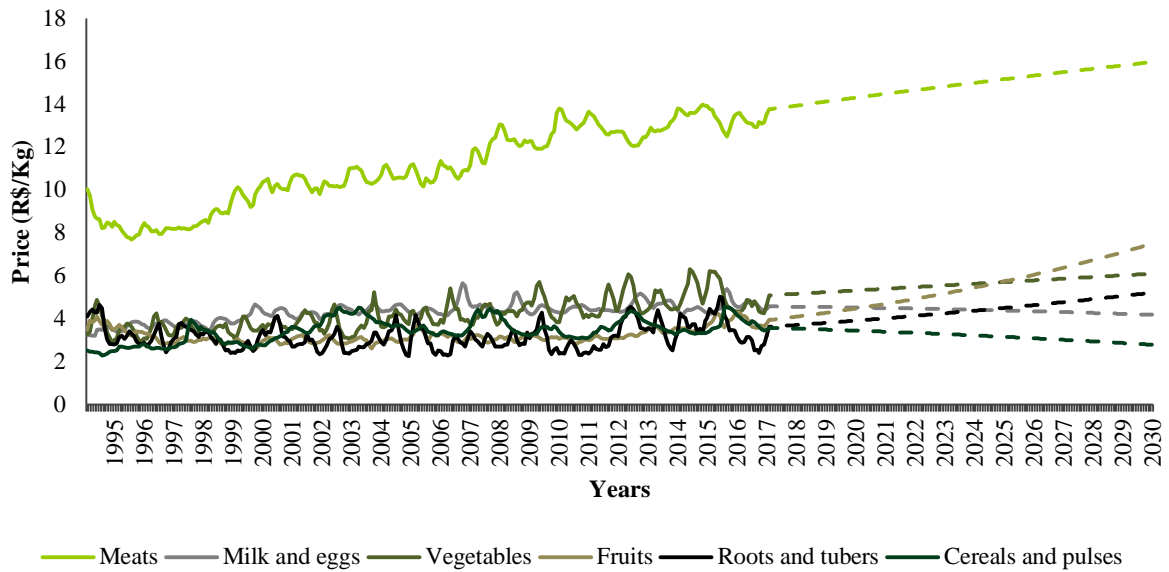
Legends:

^aRelative prices from January 1995 to December 2017, calculated through of real price of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients versus ultra-processed foods. For further information, see the Methods section.

^bRelative prices from 2017 to 2030, calculated through of estimated price of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients versus ultra-processed foods. For further information, see the Methods section.

^cBased on a novel dataset created by combining 2008-09 HBS data and information from the NSCPI. For further information, see the Methods section.

(a)



(b)

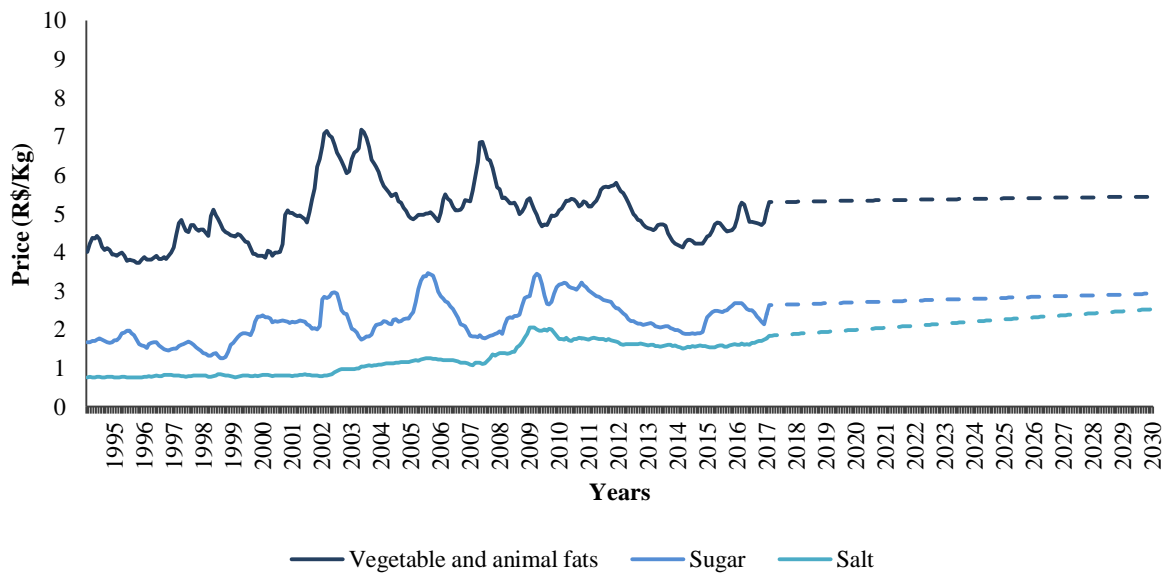


Figure 3. Mean monthly price^a (R\$/Kg) of unprocessed or minimally processed foods (a) and processed culinary ingredients (b) for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030^b. Brazil^c, 1995-2030.

Legends:

^aReal price from January 1995 to December 2017, deflated to represent December 2017 values. For further information, see the Methods section.

^bFrom 2017 to 2030, estimated through fractional polynomial models. For further information, see the Methods section.

^cBased on a novel dataset created by combining 2008-09 HBS data and information from the NSCPI. For further information, see the Methods section.

Observations: The dashed segment of each group represents projected price estimates. R²: 0.93 (meats), 0.68 (milk and eggs), 0.52 (vegetables), 0.65 (fruits), 0.16 (roots and tubers), 0.45 (cereals and pulses), 0.15 (vegetable and animal fats), 0.30 (sugar), 0.80 (salt).

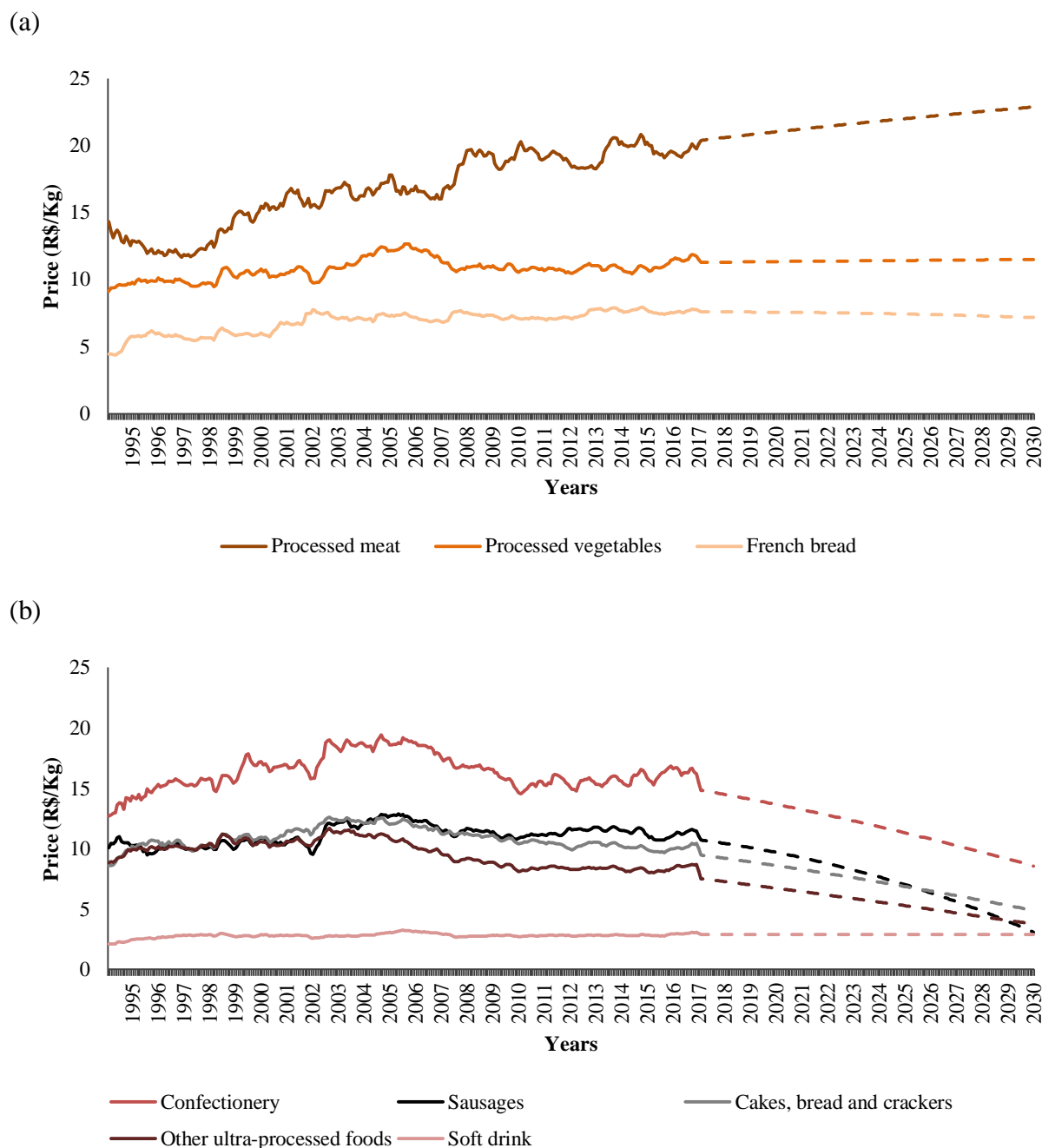


Figure 4. Mean monthly price^a (R\$/Kg) of processed foods (a) and ultra-processed foods (b) for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030^b. Brazil^c, 1995-2030.

Legends:

^aReal price from January 1995 to December 2017, deflated to represent December 2017 values. For further information, see the Methods section.

^bFrom 2017 to 2030, estimated through fractional polynomial models. For further information, see the Methods section.

^cBased on a novel dataset created by combining 2008-09 HBS data and information from the NSCPI. For further information, see the Methods section.

Observation: The dashed segment of each group represents projected price estimates. R²: 0.91 (processed meats), 0.40 (processed vegetables), 0.83 (French bread), 0.56 (confectionery), 0.48 (sausages), 0.70 (cakes, bread and crackers), 0.57 (soft drink), 0.75 (other ultra-processed foods).

Considerações Finais



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos econômicos relacionados à adoção das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira foram analisados por meio de três manuscritos originais, baseados em dados representativos da população brasileira, a Pesquisa de Orçamentos Familiares do IBGE e o Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor (SNIPC). O primeiro manuscrito analisou o impacto das recomendações do Guia Alimentar no custo atual da dieta entre os brasileiros. O segundo manuscrito analisou a influência do preço dos alimentos sobre a composição alimentar da dieta dos brasileiros, segundo as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira. E o terceiro manuscrito analisou a mudança de preço dos alimentos e bebidas mais consumidos no Brasil por um período superior a 20 anos (de 1995 a 2017) e previstos até 2030.

Identificou-se que as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira podem ser atendidas com o mesmo ou menor orçamento da dieta atual, independentemente do nível de renda familiar. Quanto maior o consumo de alimentos não processados ou minimamente processados (com exceção de alimentos de origem animal) e redução do consumo de alimentos ultraprocessados, menor o custo da dieta para a população e melhor a composição nutricional da dieta. Ainda que as famílias de baixa renda comprometam parcela de seu orçamento com alimentação duas vezes maior do que as famílias de alta renda (20,20% vs 7,96%), o comprometimento do orçamento diminuiu de forma gradativa ao atender as recomendações do Guia Alimentar (1,10pp entre os mais pobres e 0,65pp entre os mais ricos).

Embora pequenas mudanças nos preços dos alimentos não tendem a invalidar nossas conclusões, a manutenção da viabilidade econômica das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira está condicionada a estabilidade do cenário de preços aqui observado. Se nenhuma medida for implementada para manutenção desse cenário, espera-se que alimentos saudáveis (alimentos não processados ou minimamente processados e ingredientes culinários processados) se tornem mais caros do que alimentos não saudáveis (ultraprocessados) a partir de 2026, dificultando a adoção das recomendações do Guia.

A previsão para 2030 indica um aumento adicional nos preços de alimentos saudáveis (R\$4,69/Kg em 2017 para R\$5,24/Kg em 2030) e uma queda nos preços de alimentos não saudáveis (R\$6,62/Kg em 2017 para R\$4,34/Kg em 2030). Com exceção de “cereais e leguminosas” e “leite e ovos”, todos os subgrupos de alimentos saudáveis apresentaram tendência ascendente dos preços até 2030, principalmente as frutas (R\$3,80/kg em 2017 a R\$7,51/kg em 2030). Enquanto que, com exceção dos refrigerantes (produto mais barato

desde a década de 90), o preço de todos os subgrupos de alimentos não saudáveis diminuiu entre 1995 e 2017, indicando redução adicional até 2030.

Esse cenário de preços identificado (e previsto) para 2030 certamente intensificará a tendência de aumento do consumo dos alimentos ultraprocessados, e de piora da qualidade da alimentação no país. Entretanto, a implantação de um imposto para alimentos não saudáveis (alimentos ultraprocessados) e o direcionamento dos subsídios já em vigor no país para alimentos saudáveis (alimentos in natura ou minimamente processados) foram confirmadas como medidas efetivas para melhorar a composição da dieta dos brasileiros, bem como a possibilidade de tardar ou reverter o cenário previsto para 2026. Dentre os 4 grupos alimentares classificados no Guia Alimentar, o preço dos alimentos não processados ou minimamente processados e o de alimentos ultraprocessados foram os que apresentaram maiores associações ao Índice de Inadequação da Composição Dietética (IICD). O aumento de 1,00% no preço dos alimentos não processados ou minimamente processados aumentaria o IICD em 0,76% (dieta menos saudável), e o aumento de 1,00% no preço dos alimentos ultraprocessados reduziria o IICD em 0,70% (dieta mais saudável).

A influência do preço do alimento na determinação do consumo alimentar é maior do que a da renda familiar, cuja elasticidade foi de 0,30, indicando que o aumento de 1,00% na renda per capita aumentaria o IICD em 0,30% (dieta menos saudável). Na análise estratificada por renda, as medidas de subsídio favoreceram famílias de baixa e alta renda; enquanto a tributação favoreceu especialmente as famílias na metade inferior da distribuição de renda nacional (-1,11%; $p < 0,05$).

Portanto, os resultados da presente tese permitiram não só aprofundar o entendimento acerca das barreiras para adoção de dietas saudáveis no Brasil, como também contribuir para o aperfeiçoamento de políticas, programas e medidas regulatórias. Há necessidade de estabilizar o cenário de preço atual dos alimentos no Brasil, ou a adoção das recomendações do Guia Alimentar pela População Brasileira será totalmente desencorajada em 6 anos. Os formuladores de políticas devem considerar a elasticidade do preço dos alimentos, bem como a experiência exitosa de medidas fiscais em outros países e a estrutura de mercado do Brasil, no intuito de implementar medidas regulatórias mais eficazes e, conseqüentemente, enfrentar os desafios globais de nutrição e saúde. Mais pesquisas devem ser conduzidas para identificar a combinação e a magnitude ideal de intervenções para maximizar os preços dos alimentos ultraprocessados e reduzir os preços dos alimentos frescos.

Referências



REFERÊNCIAS

ACT Promoção da Saúde. **Pela aprovação da CIDE refrigerante**. Disponível em: <<https://actbr.org.br/post/pela-aprovacao-da-cide-refrigerante/18167/>> Acesso em: 20 dez. 2019.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Gerência-Geral de Alimentos. **Relatório do Grupo de Trabalho sobre Rotulagem Nutricional**. 2017. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/4712786/Relat%C3%B3rio+do+grupo+de+trabalho/1857cf12-246b-4a0a-846e-23e66632e684>> Acesso em: 04 mai. 2020.

BACKHOLER, K.; BLAKE, M.; VANDEVIJVERE, S. Sugarsweetened beverage taxation: an update on the year that was 2017. **Public Health Nutr**, v.20, p.3219-3224, 2017.

BATIS, C.; RIVERA, J.A.; POPKIN, B.M. et al. First-Year Evaluation of Mexico's Tax on Nonessential Energy-Dense Foods: An Observational Study. **PLOS Medicine**. 2016. doi:10.1371/journal.pmed.1002057

BBC News. **Obesidade cresce de forma acelerada no Brasil e se aproxima da taxa dos países ricos, indica OCDE**. 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50001245>> Acesso em: 20 jan. 2020.

BEZERRA, I.N.; MOREIRA, T.M.V.; CAVALCANTE, J.B. et al. Consumo de alimentos fora do lar no Brasil segundo locais de aquisição. **Rev Saúde Pública**, v.51, p.15, 2017.

BEYDOUN, M.A.; FANELLI-KUCZMARSKI, M.T.; ALLEN, A. et al. Monetary Value of Diet Is Associated with Dietary Quality and Nutrient Adequacy among Urban Adults, Differentially by Sex, Race and Poverty Status. **PLoS One**, v.10, n.11, p. e0140905, 2015.

BLACK, C.; MOON, G.; BAIRD, J. Dietary inequalities: what is the evidence for the effect of the neighbourhood food environment? **Health Place**, v. 27, p. 229-242, 2014.

BLECHER, E.; LIBER, A.C.; DROPE, J.M. et al. Global Trends in the Affordability of Sugar-Sweetened Beverages, 1990-2016. **Prev Chronic Dis**; v.14, p.160406, 2017.

BOGNAR, J.; MONDOU, M.; SKOGSTAD, G. **Best practices for biofuel policy: What Canada's biofuel industry can learn from experience in the US, the EU, and Brazil**. 2017. Disponível em: <http://biofuelnet.ca/wp-content/uploads/2017/09/2017.07.03_BFN_Policy-Brief_Best_Practices_for_Biofuel_Policy.pdf> Acesso em: 20 set. 2018.

BORGES, C.A.; CLARO, R.M.; MARTINS, A.P.B. et al. Quanto custa para as famílias de baixa renda obterem uma dieta saudável no Brasil? **Cad. Saúde Pública**, v.31, n.1, p.137-148, 2015.

BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Diário Oficial da União, 12 set. 1990.

BRASIL. **Resolução nº 32, de 10 de agosto de 2006**. Estabelece as normas para a execução do

Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Diário Oficial da União. Brasília, 2006a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia Alimentar para a População Brasileira: Promovendo a Alimentação Saudável**. Brasília, 2006b.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília, 2009.

Disponível em: <<https://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/agro/dwn/CensoAgropecuario.pdf>> Acesso em: 20 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.839, de 9 de julho de 2013**. Reduz a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep, da Cofins, da Contribuição para o PIS/Pasep-Importação e da Cofins-Importação incidentes sobre a receita decorrente da venda no mercado interno e sobre a importação de produtos que compõem a cesta básica. Diário Oficial da União, 2013.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº 949, DE 4 DE JUNHO DE 2014**. 2014b.

Disponível em:

<https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/prt0949_04_06_2014.html> Acesso em: 04 mai. 2020.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 13.666, de 16 de maio de 2018**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, para incluir o tema transversal da educação alimentar e nutricional no currículo escolar. 2018a.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13666.htm> Acesso em: 10 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2018-2019**. 2018b. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-agricola-e-pecuario>> Acesso em: 20 set. 2018.

BRASIL. Ministério da saúde. Conselho Nacional de Saúde. **CNS recomenda aprovação de PL que proíbe venda de refrigerantes nas escolas**. Brasília, 2019a. Disponível em: <<http://www.conselho.saude.gov.br/ultimas-noticias-cns/853-cns-recomenda-aprovacao-de-pl-que-proibe-venda-de-refrigerantes-nas-escolas>> Acesso em: 10 jan. 2019.

BRASIL. Decreto nº 9.897, de 1º de Julho de 2019. **Altera a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados - TIPI**, aprovada pelo Decreto nº 8.950, de 29 de dezembro de 2016. 2019b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9897.htm> Acesso em: 15 dez. 2019.

BRASIL. Receita federal. **Análise da tributação do setor de refrigerantes e outras bebidas açucaradas**. 2019c.

Disponível em: <<http://receita.economia.gov.br/sobre/acoes-e-programas/simplificacao-tributaria/operacao-deflagrada/arquivos-e-imagens/nota-imprensa-bebidas-kit-e-royalties-substituir-26-11-18.pdf>> Acesso em: 04 mai. 2020.

CAISAN. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. **Estratégia Intersetorial de Prevenção e Controle da Obesidade: recomendações para estados e municípios**. Brasília, 2014.

CANELLA, D.S.; LEVY, R.B.; MARTINS, A.P. et al. Ultraprocessed food products and obesity in Brazilian households (2008–2009). **PLoS One**, v.9, n.3, p:e92752, 2014.

CLARO, R.M.; CARMO, H.C.E.D.; MACHADO, F.M.S. et al. Renda, preço dos alimentos e participação de frutas e hortaliças na dieta. **Rev. Saúde Pública**, v.41, n.4, p.557-564, 2007.

CLARO, R.M.; MONTEIRO, C.A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v.44, n.6, p.1014-1020, 2010.

CLARO, R.M.; LEVY, R.B.; POPKIN, B.M. et al. Sugar-sweetened beverage taxes in Brazil. **Am J Public Health**, v.102, n.1, p.178-183, 2012.

CLARO, R.M.; MAIA, E.G.; COSTA, B.V.L. et al. Preço dos alimentos no Brasil: prefira preparações culinárias a alimentos ultraprocessados. **Cad. Saúde Pública**, v.32, n.8, p.e00104715, 2016.

COLCHERO, M.A.; POPKIN, B.M.; RIVERA, J.Á. et al. Beverage purchases from stores in Mexico under the excise tax on sugar sweetened beverages: observational study. **BMJ**, v.352, p.h6704, 2016.

DARMON, N.; DREWNOWSK, A. Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. **Nutrition Reviews**, v.73, n.10, p.643-60, 2015.

DE IRALA-ESTEVEZ, J.; GROTH, M.; JOHANSSON, L. et al. A systematic review of socioeconomic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. **Eur J Clin Nutr**, v.54, n.9, p.706-714, 2000.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Nota técnica: **A desoneração dos produtos da Cesta Básica**. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/notatecnica/2013/notaTec120DesoneracaoCestaBasica.pdf>> Acesso em: 5 out. 2018.

DURAN, A.C.; ALMEIDA, S.L.; LATORRE, M.R. et al. The role of the local retail food environment in fruit, vegetable and sugar-sweetened beverage consumption in Brazil. **Public Health Nutr**, v.19, n.6, p.1093-1102, 2016.

ESTADÃO. **Desoneração dos produtos da cesta básica é um tiro no pé**. 2013. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,desoneracao-dos-produtos-da-cesta-basica-e-um-tiro-no-pe-imp-,1009353>> Acesso em: 10 ago. 2018.

ESTADÃO. **Decisão do STJ define publicidade voltada à criança como “abusiva”**. 2016. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,decisao-do-stj-define-publicidade-voltada-a-criancas-como-abusiva,10000020623>> Acesso em: 12 fev. 2020.

ESTADÃO. **Senado aprova proposta que mantém benefícios à indústria de refrigerantes**. 2018. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,senado-aprova-decreto-que-mantem-beneficios-a-industria-de-refrigerantes,70002397662>> Acesso em: 20 set. 2018.

FAO, OPS, WFP y UNICEF. 2019. **Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2019**. Santiago. 135. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FINUCANE, M.M.; STEVENS, G.A.; COWAN, M.J. et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. **Lancet**, v.377, n.9765, p.557-567, 2011.

FIPE. **Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas**. Disponível em: <<http://www.fipe.org.br/pt-br/indices/ipc/#indice-mensal&mindex>> Acesso em: 10 set. 2018.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Governo avalia imposto do pecado para doces, afirma Guedes**: Medida equipararia tributo de produto açucarado ao de cigarro e álcool na reforma tributária. 2020a. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/01/governo-quer-criar-imposto-do-pecado-sobre-cigarro-alcool-e-doces-diz-guedes-em-davos.shtml>> Acesso em: 12 set. 2020.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Bolsonaro contraria Guedes e nega possibilidade de 'imposto do pecado**: Ministro havia pedido que sua equipe estudasse tributar produtos que possam ser

prejudiciais à saúde. 2020b. Disponível em:
<<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/01/bolsonaro-contraria-guedes-e-nega-possibilidade-de-imposto-do-pecado.shtml>> Acesso em: 12 set. 2020.

GBD. Global burden of disease. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. **N Engl J Med**, v.377, n.1, p.13-27, 2017.

GBD. Global Burden of Disease. Burden of disease in Brazil, 1990–2016: a systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **Lancet**, v.392, p.760-775, 2018.

GBD. Global Burden of Disease. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **Lancet**, v.393, p.1958-1972, 2019.

GLANZ, K.; SALLIS, J.F.; SAELENS, B.E.; FRANK L.D. Healthy Nutrition Environments: Concepts and Measures. **Am J Health Promot**; v.19, n.5, p:330–333, 2005.

GLOBAL FOOD RESEARCH PROGRAM. **Sugary Drinks Taxes: Africa, Middle East, Asia, and Pacific**. Chapel Hill: University of North Carolina, 2017.

HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora. 426p, 1991.

HORTA, P.M.; RODRIGUES, F.T.; SANTOS, L.C. Ultra-processed food product brands on Facebook pages: highly accessed by Brazilians through their marketing techniques. **Public Health Nutrition**, v.21, n.8, p.1515-1519, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estudo Nacional da Despesa Familiar: Consumo alimentar e despesas das famílias**. Rio de Janeiro, 1978.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. Rio de Janeiro, 2010a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008 - 2009: Aquisição alimentar domiciliar per capita**. Rio de Janeiro, 2010b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor: Estruturas de ponderação a partir da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Rio de Janeiro, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor: Métodos de cálculo**. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013: Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013: Ciclos de vida**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Para compreender o INPC: um texto simplificado**. Rio de Janeiro, 2016.

IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **População não entende rótulos, diz pesquisa**. 2019. Disponível em: <<https://idec.org.br/idec-na-imprensa/populacao-nao-entende-rotulos-diz-pesquisa>> Acesso em: 10 jan. 2019.

IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Ambiente alimentar das escolas: Guia para Gestores**. 2020. Disponível em: <<https://idec.org.br/ferramenta/ambiente-alimentar-das-escolas-guia-para-gestores>> Acesso em: 03 mai. 2020.

IHME. Institute for Health Metrics and Evaluation. **GBD compare**. 2017a. Disponível em: <<http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>>. Acesso em: 05 nov. 2019. Detalhes da busca: “Arrow diagram, Brazil, both sexes, all ages, percent of total deaths and percent of total DALYs”.

IHME. Institute for Health Metrics and Evaluation. **GBD compare**. 2017b. Disponível em: <<http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>>. Acesso em: 10 set. 2019. Detalhes da busca: “Risks by cause, Brazil, both sexes, all ages, deaths, behavioral risks”.

JOTA. **Setor de refrigerantes e Receita travam disputas bilionárias no Carf**. 2018. Disponível em: <<https://www.jota.info/tributos-e-empresas/tributario/setor-refrigerantes-receita-disputas-bilionarias-carf-07052018>> Acesso em: 20 set. 2018.

JUUL, F.; MARTINEZ-STEELE, E.; PAREKH, N. et al. Ultra-processed food consumption and excess weight among US adults. **British Journal of Nutrition**, v.120, p.90-100, 2018.

LAXY, M.; MALECKI, K.C.; GIVENS, M.L. et al. The association between neighborhood economic hardship, the retail food environment, fast food intake, and obesity: findings from the Survey of the Health of Wisconsin. **BMC Public Health**, v.15, p.237, 2015.

LEE, A.; MHURCHU, C.N.; SACKS, G.; et al. Monitoring the price and affordability of foods and diets globally. **Obes rev.** v.14, p.82-95, 2013.

LEVY, R.B.; CLARO, R.M.; MONDINI, L. et al. Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009. **Rev. Saúde Pública**, v.46, n.1, p.6-15, 2012.

LLOYD-WILLIAMS, F.; BROMLEY, H.; ORTON, L. et al. Smorgasbord or symphony? Assessing public health nutrition policies across 30 European countries using a novel framework. **BMC Public Health**, v.14, p.1195, 2014.

LOUZADA, M.L.; MARTINS, A.P.; CANELLA, D.S. et al. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. **Rev Saude Publica**, v.49, p.38, 2015.

LOUZADA, M.L.D.C.; RICARDO, C.Z.; STEELE, E.M. et al. The share of ultra-processed foods determines the overall nutritional quality of diets in Brazil. **Public Health Nutr**, v.21, n.1, p.94-102, 2018.

LUDBROOK, A. Fiscal measures to promote healthier choices: an economic perspective on price-based interventions. **Public Health**, v.169, p.180-187, 2019.

MAHESH, R.; VANDEVIJVERE, S.; DOMINICK, C.; SWINBURN, B. Relative contributions of recommended food environment policies to improve population nutrition: results from a Delphi study with international food policy experts. **Public Health Nutrition**, v.21, n.11, p.2142-2148, 2018.

MAHMOODNIA, L.; TAMADON, M.R. On the occasion of world kidney day 2017; obesity and its relationship with chronic kidney disease. **J Nephrothol**, v.6, n.3, p.105-109, 2017.

MAIA, E.G.; COSTA, B.V.L.; COELHO, F.S.; et al. Análise da publicidade televisiva de alimentos no contexto das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira. **Cad. Saúde Pública**, v.33, n.4, p.e00209115, 2017.

MAIA, E.G.; PASSOS, C.M.; GRANADO, F.S.; CLARO, R.M. Replacing ultra-processed fresh foods, a matter of cost? **Cad. Saúde Pública**, 2020. (Não publicado).

MANKIW, N.G. **Principles of economics**. 6ª ed. norte-americana, 2013. Traduzido por: HASTINGS, A.V.; LIMA, E.P. Introdução à economia. São Paulo, Cengage Learning, 2016.

MARTINS, A.P.B.; LEVY, R.B.; CLARO, R.M. et al. Participação crescente de produtos ultraprocessados na dieta brasileira (1987-2009). **Rev. Saúde Pública**, v.47, n.4, p.656-665, 2013.

MENDONÇA, R.; PIMENTA, A.; GEA, A. et al. Ultra-processed foods consumption and risk of overweight/obesity: the SUN cohort study. **Am J Clin Nutr**, v.104, p.1433-1440, 2016.

MENDOZA, A.; PÉREZ, A.E.; AGGARWAL, A. et al. Energy density of foods and diets in Mexico and their monetary cost by socioeconomic strata: analyses of ENSANUT data 2012. **J Epidemiol Community Health**, v.71, n.7, p.713-721, 2017.

MONTEIRO, C.A.; LEVY, R.B.; CLARO, R.M. et al. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. **Public Health Nutr**, v.14, n.1, p.5-13, 2011.

MONTEIRO, C.A.; MOUBARAC, J.C.; CANNON, G. et al. Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. **Obes Rev**; v.14, n.2, p.21-28, 2013.

MONTEIRO, C.A.; CANNON, G.; MOUBARAC, J-C. et al. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. **Public Health Nutrition**, v.21, n.1, p.5-17, 2017.

MONTEIRO, C.A.; CANNON, G.; LAWRENCE, M.; COSTA LOUZADA, M.L.; PEREIRA MACHADO, P. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome, FAO, 2019.

MOREIRA, P.; BARALDI, L.G.; MOUBARAC, J-C. et al. Comparing different policy scenarios to reduce the consumption of ultra-processed foods in UK: impact on cardiovascular disease mortality using a modelling approach. **PLoS One**, v.10, p.e0118353, 2015.

MORRIS, M.A.; HULME, C.; CLARKE, G.P. et al. What is the cost of a healthy diet? Using diet data from the UK Women's Cohort Study. **J Epidemiol Community Health**, v.68, p.1043-1049, 2014.

MOUBARAC, J-C.; MARTINS, A.P.; CLARO, R.M. et al. Consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health. Evidence from Canada. **Public Health Nutr**, v.16, p.2240-2248, 2013.

NG, M.; FLEMING, T.; ROBINSON, M. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **Lancet**, v.384, n.9945, p.766-781, 2014.

NG, S.W.; RIVERA, J.A.; POPKIN, B.M. et al. Did high sugarsweetened beverage purchasers respond differently to the excise tax on sugar-sweetened beverages in Mexico? **Public Health Nutr**. 2018. doi: 10.1017/S136898001800321X

NIEBYLSKI, M.L.; REDBURN, K.A.; DUHANEY, T.; CAMPBELL, N.R. Healthy food subsidies and unhealthy food taxation: A systematic review of the evidence. **Nutrition**., v.31, p.787-795, 2015.

NYKÄNEN, E-PA.; DUNNING, H.E.; ARYEETAY, R.N.O.; ROBERTSON, A.; PARLESAK, A. Nutritionally Optimized, Culturally Acceptable, Cost-Minimized Diets for Low Income Ghanaian Families Using Linear Programming. **Nutrients**, v.10, p.461, 2018.

O JOIO E O TRIGO. **Presidente do PSDB usou o cargo para tratar de atividade como investidor da Coca.** 2017a. Disponível em:

<<http://outraspalavras.net/ojoioeotrigo/2017/10/presidente-do-psdb-usou-o-cargo-para-tratar-de-atividade-como-investidor-da-coca/>> Acesso em: 25 jul. 2018.

O JOIO E O TRIGO. **Como a indústria de alimentos ultraprocessados utiliza a pesquisa científica para minar políticas públicas, desviar o foco e promover hábitos de consumo.** 2017b. Disponível em: <<http://outraspalavras.net/ojoioeotrigo/2017/12/os-bolsos-gordos-da-ciencia-da-obesidade/>> Acesso em: 25 jul. 2018.

O JOIO E O TRIGO. **Adiar veredito sobre rotulagem pode recuperar (ou não) confiança na ANVISA.** 2019. Disponível em: <<https://outraspalavras.net/ojoioeotrigo/2019/12/adiar-veredito-sobre-rotulagem-pode-recuperar-ou-nao-confianca-na-anvisa/>> Acesso em: 05 jan. 2019.

OLIVEIRA, M.L.; SANTOS, L.M.P.; SILVA, E.N. Direct Healthcare Cost of Obesity in Brazil: An Application of the Cost-of-Illness Method from the Perspective of the Public Health System in 2011. **PLoS ONE**, v.10, n.4, p.e0121160, 2015.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Plano de ação para prevenção da obesidade em crianças e adolescentes.** 53°. Conselho Diretor, 66ª Sessão do Comitê Regional da OMS para as Américas, Washington, DC, 29 de setembro a 3 de outubro de 2014. Washington: OPAS; 2014. Disponível em: <http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=26986&Itemid=270&lang=pt>. Acesso em: 23 jan. 2020.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Modelo de Perfil Nutricional da Organização Pan-Americana da Saúde.** Washington, DC: OPAS, 2016.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Alimentos e bebidas ultraprocessados na América Latina: tendências, efeito na obesidade e implicações para políticas públicas.** Brasília, DF: OPAS; 2018.

PEÑALVO, J.L.; CUDHEA, F.; MICHA, R. et al. The potential impact of food taxes and subsidies on cardiovascular disease and diabetes burden and disparities in the United States. **BMC Medicine**, v.15, p.208, 2017.

PEREIRA, R.A.; SOUZA, A.M.; DUFFEY, K.J. et al. Beverages consumption in Brazil: results from the first National Dietary Survey. **Public Health Nutr**, v.18, n.7, p.1164-1172, 2015.

POPKIN, B.M.; ADAIR, L.S.; NG, S.W. Now and Then: The Global Nutrition Transition: The Pandemic of Obesity in Developing Countries. **Nutr Rev**, v.70, n.1, p.3-21, 2012.

POPKIN, B.M.; REARDON, T. Obesity and the food system transformation in Latin America. **Obes Rev**, v.19, n.8, p.1028-1064, 2018.

REUTERS. **Brazil to abolish taxes on food staples - president**. 2013 Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/brazil-food-taxes/brazil-to-abolish-taxes-on-food-staples-president-idUSL1N0B535T20130205>> Acesso em: 20 set. 2018.

RICARDO, C.Z.; CLARO, R.M. Cost and energy density of diet in Brazil, 2008-2009. **Cad. Saúde Pública**, v.28, n.12, p.2349-2361, 2012.

SCHULZE, M.B.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M.A.; TUNG T. et al. Food based dietary patterns and chronic disease prevention. **BMJ**, v.361, p.k2396, 2018.

SHAMAH-LEVY, T.; MUNDO-ROSAS, V.; RIVERA-DOMMARCO, J.A. La magnitud de la inseguridad alimentaria en México: su relación con el estado de nutrición y con factores socioeconómicos. **Salud pública de México**, v.56, n.1, 2014.

SHEKAR, M.; POPKIN, B. International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. Obesity: Health and Economic Consequences of an Impending Global Challenge. 2020. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32383/9781464814914.pdf>> Acesso em: 03 mai. 2020.

SILVA, F.M.; GIATTI, L.; DE FIGUEIREDO, R.C. et al. Consumption of ultra-processed food and obesity: cross sectional results from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil) cohort (2008–2010). **Public Health Nutr**, v.21, n.12, p.2271-2279, 2018.

SOLBERG, S.L.; TERRAGNI, L.; GRANHEIM, S.I. Ultraprocessed food purchases in Norway: a quantitative study on a representative sample of food retailers. **Public Health Nutr**, v.19, p.1990-2001, 2016.

SPARRENBERGER, K.; FRIEDRICH, R.; SCHIFFNER, M. et al. Ultra-processed food consumption in children from a Basic Health Unit. **J Pediatr**, v.91, n.6, p.535-542, 2015.

STEELE, E.M.; POPKIN, B.; SWINBURN, B. et al. The share of ultra-processed foods and the overall nutritional quality of diets in the US: evidence from a nationally representative cross-sectional study. **Popul Health Metr**, v.15, n.1, p.6, 2017.

THOW, A.M.; DOWNS, S.M.; MAYES, C.; et al. Fiscal policy to improve diets and prevent noncommunicable diseases: from recommendations to action. **Bull World Health Organ**, v.96, n.3, p.:201-210, 2018.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. UNICAMP, Campinas, 2004.

UOL. **Moro anuncia consulta pública para flexibilizar publicidade infantil na TV**. 2020a. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/politica/ultimas-noticias/2020/02/09/moro-anuncia-consulta-publica-para-flexibilizar-publicidade-infantil-na-tv.htm>> Acesso em: 12 fev. 2020.

UOL. Economia. **Bolsonaro diz que aumento de IPI sobre concentrados de refrigerante na Zona Franca será temporário**. 2020b. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2020/01/15/bolsonaro-diz-que-aumento-de-ipi-sobre-concentrados-de-refrigerante-na-zona-franca-sera-temporario.htm>> Acesso em: 12 fev. 2020.

USDA. United States Department of Agriculture. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 23 ed. U.S. Department of Agriculture, USDA, Washington, D.C., 2010.

WATERLANDER, W.E.; JIANG, Y.; NGHIEM, N.; et al. The effect of food price changes on consumer purchases: a randomised experiment. **Lancet Public Health**, v.4, p.e394-405, 2019. doi: 10.1016/S2468-2667(19)30105-7

WHO. World Health Organization. WHO Library Cataloguing-In-Publication Data. **Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020**. Geneva, 2013.

WHO. World Health Organization. **Global status report on noncommunicable diseases 2014**. Geneva, 2014.

WHO. World Health Organization. **NCD mortality and morbidity**. 2016. Disponível em: <http://www.who.int/gho/ncd/mortality_morbidity/en/> Acesso em: 20 ago. 2018.

WHO. World Health Organization. **Taxes on sugary drinks: Why do it?** Geneva, 2017.

WHO. World Health Organization Regional Office for Europe. **Evaluating Implementation of the WHO Set of Recommendations on the Marketing of Foods and Non-Alcoholic Beverages to Children**. WHO Regional Office for Europe, 2018.

WRIGHT, A.; SMITH, K.E.; HELLOWELL, M. Policy lessons from health taxes: a systematic review of empirical studies. **Public Health**; v.17, p.583, 2017.

Apêndices



APÊNDICES

APÊNDICE A: Classificação dos alimentos pelo processamento industrial (extensão e propósito) a qual foram submetidos, segundo a nova versão do Guia Alimentar para a População Brasileira.

Grupo de alimentos	Extensão e propósito do processamento	Subgrupos de alimentos
Alimentos não processados ou minimamente processados	Nenhum processamento ou apenas aqueles utilizados para tornar os alimentos mais duráveis, acessíveis, convenientes, palatáveis e seguros, como por exemplo: limpeza, porcionamento, remoção da fração não comestível, extração de suco/sumo, descascamento, desidratação, resfriamento, congelamento, pasteurização, fermentação, redução do teor de gordura, engarrafamento e acondicionamento em embalagens tradicionais	Frutas e hortaliças frescas, refrigeradas, congeladas ou embaladas a vácuo; suco natural de fruta (100% fruta) sem açúcar; cogumelos e outros fungos; raízes e tubérculos; cereais em geral; feijão e outras leguminosas frescas, congeladas ou secas; oleaginosas e sementes sem adição de sal; carnes, aves e peixes, frescos, secos, refrigerados ou congelados; leite fresco ou pasteurizado, leites fermentados (como iogurte integral); ovos, chá, café, água
Ingredientes culinários processados	Extração e purificação de substâncias presentes em alimentos frescos, com a finalidade de produzir ingredientes culinários usados em preparações em casas ou restaurantes tradicionais. Processamentos específicos incluem: refinamento, moagem, compressão, hidrogenação, hidrólise e uso de enzimas	Óleos vegetais, manteiga, banha e creme de leite, açúcar, sal
Alimentos processados	Produtos fabricados em escala comercial com a adição de sal ou açúcar ou outra substância de uso culinário a alimentos frescos para torna-los duráveis e mais agradáveis ao paladar	Vegetais conservados em salmoura ou solução de sal e vinagre; extrato ou concentrados de tomate (com sal e ou açúcar); frutas em calda e frutas cristalizadas; carne seca e toucinho; queijos; e pães feitos de farinha de trigo, leveduras água e sal
Alimentos ultraprocessados	Processamento de uma mistura de alimentos do Grupo 1 e ingredientes do Grupo 2 com intenção de criar novos produtos, prontos ou semi-prontos, e que sejam altamente palatáveis, duráveis, acessíveis e convenientes e passíveis de serem consumidos como lanches (“snacks”) ou substitutos de refeições tradicionais. Técnicas específicas de processamentos incluem: cozimento, fritura, fritura de imersão, uso de aditivos e cosméticos, adição de vitaminas e minerais, salgamento, enlatamento e acondicionamento em embalagens sofisticadas	Pães, biscoitos, bolachas e bolos; sorvetes, geleias, frutas em calda, chocolates, produtos de confeitaria (doces), barras de cereais e cereais matinais com adição de açúcar; batata “chips”, molhos, queijos, bebidas adoçadas à base de fruta, “cola” ou leite (inclusive produtos “diet” e “light”); massas e pizza congeladas, pratos pré-preparados à base de carnes, aves, peixes ou vegetais; carnes processadas incluindo “nuggets” de frango, salsichas, hambúrgueres; sopas enlatadas ou desidratadas; fórmulas para lactentes, ou complementos alimentares para bebês

APÊNDICE B: Classificação dos 102 alimentos mais adquiridos pela população Brasileira segundo a nova versão do Guia Alimentar para a População Brasileira.

Grupos de alimentos	Subgrupos de alimentos	Alimentos
Alimentos não processados ou minimamente processados	Carnes	Fígado bovino, carne suína não especificada, filé mignon, contrafilé, alcatra, cha de dentro, patinho, lagarto redondo, lagarto comum, acem, pa, musculo bovino, peito bovino, costela bovina, peixe inteiro anchova, peixe inteiro corvina, peixe inteiro sardinha, peixe inteiro vermelho, peixe inteiro cavala, peixe inteiro serra, peixe inteiro pescada, camarão, carangueijo, peixe inteiro dourada, frango abatido
	Leite e ovos	Ovo de galinha, leite de vaca integral, leite em pó integral
	Vegetais	Abóbora, pimentão, quiabo, tomate, cebola, cenoura, alface, coentro verdura, couve, couve-flor, repolho, cheiro verde, couve brocolos, alho
	Frutas	Banana de água, banana prata, banana maçã, banana da terra, abacaxi, limão comum, maçã, mamão, maracujá, melancia, pêra, tangerina, uva, laranja pêra
	Raízes e tubérculos	Batata inglesa, inhame, mandioca
	Cereais e leguminosas	Arroz polido, feijão mulatinho, feijão preto, feijão fradinho, feijão rajado, macarrão com ovos, fubá de milho, farinha de trigo, farinha de mandioca
Ingredientes culinários processados	Gorduras vegetais e animais	Óleo de soja, manteiga com ou sem sal
	Açúcar	Açúcar refinado, açúcar cristal
	Sal	Sal refinado
	Outros ingredientes culinários processados	Fermento em pó, vinagre de álcool, leite de coco
Alimentos processados	Carnes processadas	Carne bovina em conserva, peixe sardinha em conserva, carne seca
	Conservas vegetais	Azeitona, ervilha em conserva, palmito em conserva, massa de tomate, doce de frutas em pasta de qualquer sabor
	Pão francês	Pão francês
Alimentos ultraprocessados	Doces	Sorvete de qualquer sabor industrializado, tablete de chocolate
	Embutidos	Presunto de qualquer tipo, salsicha em conserva, salsicha no varejo, linguiça no varejo, mortadela
	Bolos, pães e biscoitos	Pão doce, biscoito salgado, bolo de qualquer marca e sabor
	Refrigerante	Refrigerante de cola
	Outros alimentos ultraprocessados	Iogurte de qualquer sabor, margarina vegetal com ou sem sal, maionese, sopa desidratada de qualquer sabor, tempero misto industrializado em pasta, farinha vitaminada

APÊNDICE C: Figuras com a série de preço real por caloria (R\$/1.000Kcal) referentes ao material suplementar do Artigo 3.

Analyses involving per calorie food prices were available in this online supplementary material. The real price series per calorie (R\$/1,000Kcal) were estimated in a similar way to the real price series per kilograms (R\$/Kg). However, the total daily amount of each food was converted into energy (Kcal), using the TACO table (Brazilian Food Composition Table)⁽¹⁾ or the official table of nutritional composition of the United States⁽²⁾. The amount of these foods and beverages in calories was used to weigh the mean monthly price (R\$/1,000kcal) for each food group and subgroup.

References

1. UNICAMP (2011) Universidade Estadual de Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). UNICAMP, Campinas.
http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf (accessed February 2019).
2. USDA (2010) United States Department of Agriculture. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 23 ed. U.S. Department of Agriculture, USDA, Washington. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> (accessed February 2019).

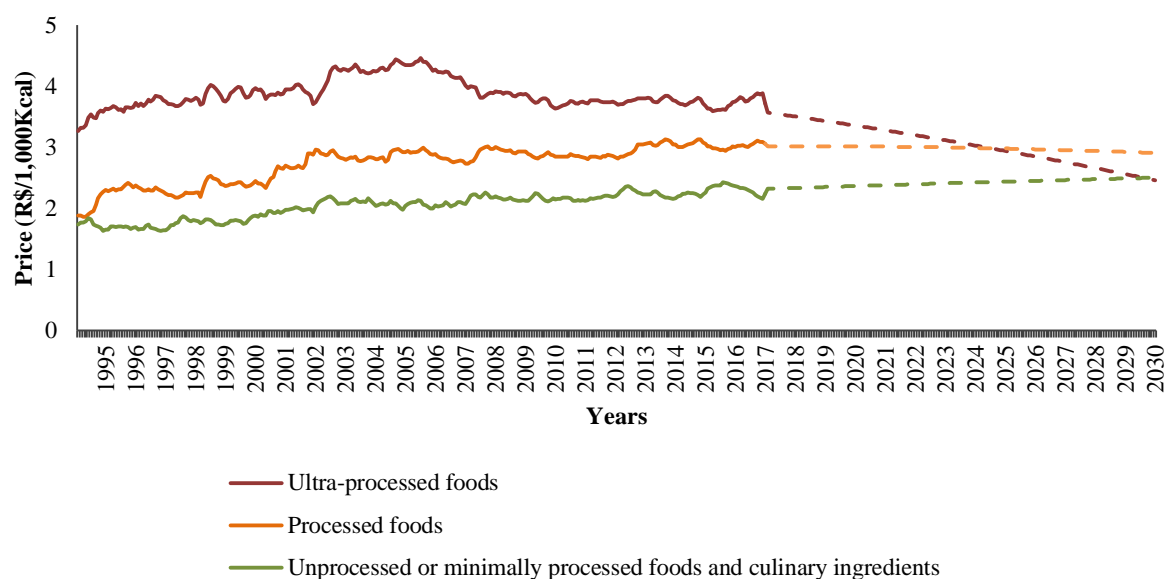


Figure S1. Mean monthly price^a (R\$/1,000Kcal) and of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients, processed foods and ultra-processed foods for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030^b. Brazil^c, 1995-2030.

Legends:

^aReal price from January 1995 to December 2017, deflated to represent December 2017 values. For further information, see the Methods section.

^bFrom 2017 to 2030, estimated through fractional polynomial models. For further information, see the Methods section.

^cBased on a novel dataset created by combining 2008-09 HBS data and information from the NSCPI. For further information, see the Methods section.

Observations: The dashed segment of each group represents projected price estimates. R²: 0.88 (unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients), 0.87 (processed foods), 0.55 (ultra-processed foods).

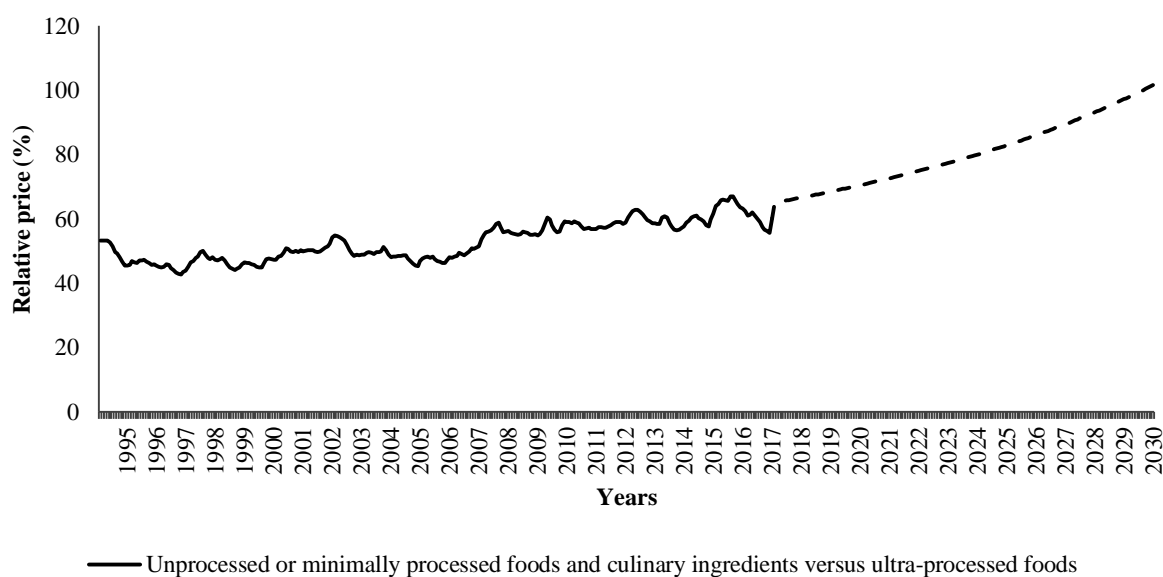


Figure S2. Price of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients relative to the price of ultra-processed foods (%)^a for the period from 1995 to 2017 and forecast for 2030^b. Brazil^c, 1995-2030.

Legends:

^aRelative prices from January 1995 to December 2017, calculated through of real price of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients versus ultra-processed foods. For further information, see the Methods section.

^bRelative prices from 2017 to 2030, calculated through of estimated price of unprocessed or minimally processed foods and processed culinary ingredients versus ultra-processed foods. For further information, see the Methods section.

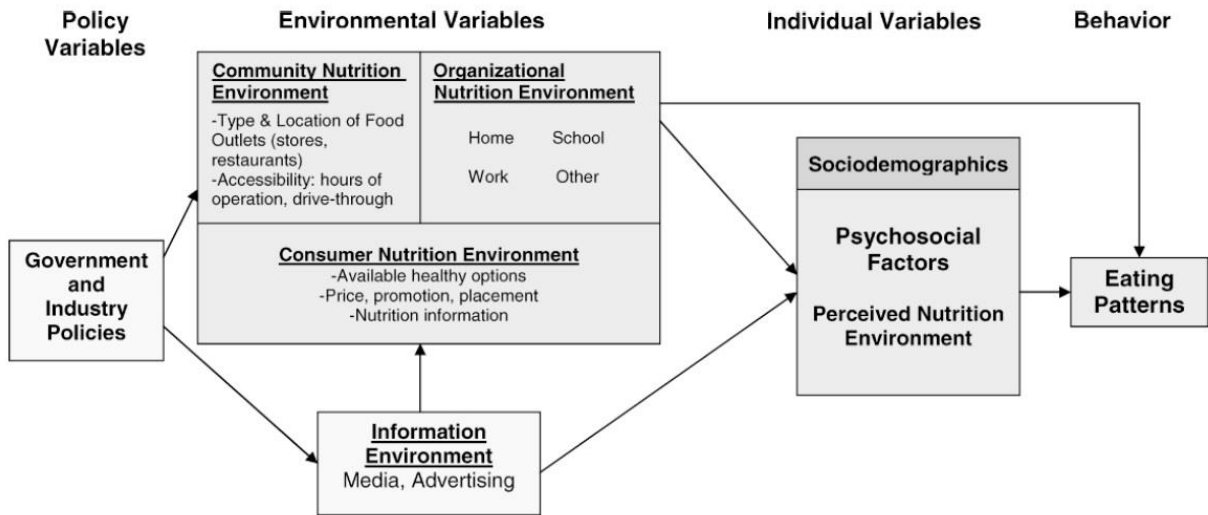
^cBased on a novel dataset created by combining 2008-09 HBS data and information from the NSCPI. For further information, see the Methods section.

Anexos



ANEXOS

ANEXO A: Model of Community Nutrition Environments



Fonte: Glanz, K.; Sallis, J. F.; Saelens, B.E.; Frank L.D. Healthy Nutrition Environments: Concepts and Measures. Am J Health Promot; v.19, n.5, p.:330–333, 2005.

ANEXO B: Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: BARREIRAS ECONÔMICAS RELACIONADAS À ADOÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA

Pesquisador: Rafael Moreira Claro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 85804418.1.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.596.693

Apresentação do Projeto:

Resumo do projeto anexado à plataforma: "Sabe-se que o consumo alimentar é um dos determinantes centrais para o cenário de epidemia global da obesidade, e que essas escolhas alimentares são determinadas não só por necessidades fisiológicas ou nutricionais, mas também pela influência de fatores sociais, econômicos e culturais, com grande destaque para a renda familiar e o preço dos alimentos. Assim, o objetivo do presente projeto é analisar os aspectos econômicos relacionados à adoção das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira. Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008/2009) e do Sistema Nacional de Índices de Preços."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar os aspectos econômicos relacionados à adoção das recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira.

Objetivo Secundário:

Identificar o padrão alimentar da população brasileira segundo as recomendações do Guia Alimentar e sua associação aos aspectos econômicos; Avaliar a evolução do preço de alimentos no Brasil no contexto do guia alimentar: 1995 a 2017; Analisar o impacto da adoção das recomendações do Guia Alimentar para População Brasileira sobre o custo atual da alimentação da

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S1 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 2.596.693

população; Analisar a influência dos preços dos alimentos e da renda das famílias brasileiras sobre o consumo dos grupos de alimentos definidos no Guia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios descritos no projeto de pesquisa: "Riscos:

O presente estudo analisará um banco de dados secundários (Pesquisa de Orçamentos Familiares), em que os microdados estão disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sendo assim, a pesquisa oferece mínimos riscos à saúde dos indivíduos, haja vista que não há contato direto com nenhum participante da pesquisa. Vale ressaltar que nenhuma informação sobre a identificação do domicílio ou mesmo

do setor censitário é disponibilizada pelo IBGE.

Benefícios:

O estudo permitirá não só aprofundar o entendimento acerca das barreiras para adoção de dietas saudáveis no Brasil, como também contribuir para o aperfeiçoamento de políticas e programas que visam a promoção de uma alimentação saudável na população."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa pertinente à saúde. Término previsto para 27/12/2019. Foi solicitada dispensa de TCLE.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram anexados os seguintes documentos: informações do projeto, folha de rosto data e assinada, volume do projeto e parecer de departamento de nutrição.

Recomendações:

Recomendamos a aprovação do projeto de pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Somos favoráveis à aprovação do projeto "BARREIRAS ECONÔMICAS RELACIONADAS À ADOÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DO GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA"

do (a) pesquisador(a) responsável Prof.(a) Dr (a.) Rafael Moreira Claro.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado conforme parecer.

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o COEP-UFGM recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 2.596.693

notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1095126.pdf	16/03/2018 17:23:56		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	16/03/2018 17:22:01	Emanuella Gomes Maia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	16/03/2018 17:20:25	Emanuella Gomes Maia	Aceito
Parecer Anterior	Parecer.pdf	16/03/2018 17:18:29	Emanuella Gomes Maia	Aceito
Outros	85804418aprovacao.pdf	12/04/2018 17:43:46	Vivian Resende	Aceito
Outros	85804418parecer.pdf	12/04/2018 17:44:00	Vivian Resende	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 12 de Abril de 2018

Assinado por:
Vivian Resende
(Coordenador)

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO C: Artigo intitulado “What to expect from the price of healthy and unhealthy foods over time? The case from Brazil” publicado na revista “Public Health Nutrition”.



Public Health Nutrition: page 1 of 10

doi:10.1017/S1368980019003586

What to expect from the price of healthy and unhealthy foods over time? The case from Brazil

Emanuella Gomes Maia^{1,2,*} , Camila Mendes dos Passos^{1,3}, Renata Bertazzi Levy⁴, Ana Paula Bortoletto Martins⁵, Laís Amaral Mais⁵ and Rafael Moreira Claro⁶

¹Nursing Postgraduate Program, Federal University of Minas Gerais, Avenue Professor Alfredo Balena 190, Santa Efigênia, Belo Horizonte, MG 30130-100, Brazil: ²Department of Health Sciences, State University of Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brazil: ³Department of Medicine and Nursing, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, Brazil: ⁴Department of Preventive Medicine, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil: ⁵Brazilian Institute of Consumer Protection, São Paulo, SP, Brazil: ⁶Department of Nutrition, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil

Submitted 11 January 2019; Final revision received 23 May 2019; Accepted 5 August 2019

Abstract

Objective: To measure change in price of food groups over time (1995–2030) in Brazil, considering the Brazilian Dietary Guidelines' recommendations.

Design: Data from the Household Budget Survey (2008–2009 HBS) and the National System of Consumer Price Indexes (NSCPI) were used to create a data set containing monthly prices for the foods and beverages most consumed in the country (n 102), from January 1995 to December 2017. Data on price of foods and beverages from 2008–2009 HBS (referring to January 2009) were used to calculate real price over time using the monthly variation in prices from NSCPI. All prices were deflated to December 2017. Foods and beverages were classified following the Brazilian Dietary Guidelines' recommendations. The monthly price for each food group and subgroup was used to analyse changes in prices from 1995 to 2017 and to forecast prices up to 2030 using fractional polynomial models.

Setting: Brazil.

Participants: National estimates of foods and beverages purchased for Brazil.

Results: In 1995, ultra-processed foods were the most expensive group (R\$ 6.51/kg), followed by processed foods (R\$ 6.44/kg), then unprocessed or minimally processed foods and culinary ingredients (R\$ 3.45/kg). Since the early 2000s, the price of ultra-processed foods underwent successive reductions, becoming cheaper than processed foods and reducing the distance between it and the price of the other group. Forecasts indicate that unhealthy foods will become cheaper than healthy foods in 2026.

Conclusions: Food prices in Brazil have changed unfavourably considering the Brazilian Dietary Guidelines' recommendations. This may imply a decrease in the quality of the population's diet.

Keywords

Food prices
Time trends
Ultra-processed foods
Chronic disease
Public health

Non-communicable diseases (NCD) are the main cause of death and disability in the world⁽¹⁾. In 2016, NCD accounted for four out of every six deaths worldwide (71%), mainly affecting low- and middle-income countries, with about 48% of deaths occurring before the age of 70 years⁽¹⁾. Due to growing burdens of NCD and rising rates of risk exposure, Brazil and 192 Member States of the UN adopted the Sustainable Development Goals as a guideline for the development of national policies and activities of international cooperation⁽²⁾. By 2030, these countries aim

to have reduced premature mortality from NCD by one-third, through prevention and treatment⁽²⁾.

Healthy food consumption is a central factor in tackling NCD^(3,4). The dietary pattern associated with higher NCD risk is characterized by the high consumption of ultra-processed foods (such as soft drinks and salty snacks) in parallel with the insufficient consumption of unprocessed or minimally processed items (such as fruits, vegetables and beans). Ultra-processed foods have a negative impact on health not only due to their nutrient profile (high in