

Artigo técnico

Consumo de alimentos industrializados e modelagem matemática: uma abordagem focada no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Consumption of industrialized foods and mathematical modeling: An approach focused on the development of chronic non-communicable diseases.

Tiaya Gallo Alvarez^a, Marcel Joly^{b*}

^a Mestrado em Processos Industriais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

^b Docente do Mestrado Profissional em Processos Industriais, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

* E-mail: mjoly@sp.gov.br

Palavras-chave: alimentos industrializados; alimentos ultraprocessados; NOVA; nutrição; doenças crônicas não transmissíveis; programação matemática.

Keywords: industrialized food; ultraprocessed food; NOVA; nutrition; non-communicable diseases; mathematical programming.

Resumo

A mudança dos hábitos alimentares desde o final do século XX é preocupante, visto a crescente substituição do consumo de alimentos in natura e minimamente processados por alimentos industrializados. Se, por um lado, quanto maior o consumo de alimentos industrializados menor o custo com alimentação, por outro lado, maior o risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, tais como câncer, obesidade e cardiovasculares. Neste sentido, a precariedade de recursos das classes sociais economicamente menos favorecidas traz uma reflexão sobre o direito humano à alimentação adequada. Este artigo apresenta uma análise do consumo de alimentos no Brasil e um modelo de otimização multiperíodo baseado em programação matemática com objetivo de fornecer uma solução matemática ótima de dieta nutricional que minimize o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis relacionadas aos alimentos industrializados. Para determinar a solução matemática ótima de dieta, utilizou-se a plataforma de modelagem baseada em linguagem de alto nível General Algebraic Modeling System (GAMS). Para a parametrização do modelo de otimização, adotou-se a classificação NOVA. Concluiu-se que a modelagem matemática proposta representou uma ferramenta eficaz no

apoio à decisão relacionada ao mapeamento de uma dieta mais saudável, que atenda aos requisitos nutricionais recomendados pelos profissionais de saúde e que minimize os possíveis riscos de desenvolvimento dessas doenças.

Abstract

The change in eating habits since the end of the 20th century is worrying, given the increasing replacement of the consumption of fresh and minimally processed foods by industrialized foods. If, on the one hand, the greater the consumption of processed foods, the lower the cost of food, on the other hand, the greater the risk of developing chronic non-communicable diseases, such as cancer, obesity and cardiovascular diseases. In this sense, the precariousness of resources of the less favored social classes brings a reflection on the human right to adequate food. This article presents an analysis of food consumption in Brazil and proposes a mathematical programming-based optimization model in order to provide an optimal mathematical solution for the nutritional diet that minimizes the development of non-communicable chronic diseases related to processed foods as well as the diet cost. The high-level modeling language platform General Algebraic Modeling System (GAMS) was used to implement the optimization model (which relies on the NOVA classification) and its solution method. We conclude that the proposed mathematical modeling represented an effective tool to support decision-making in determining a healthier diet, which meets the nutritional requirements recommended by health professionals and which minimizes the possible risks of developing these diseases.

1 Introdução

Impulsionada pelo desenvolvimento industrial, aqui incluídos o advento dos sistemas de refrigeração pelos cientistas Jacob Perkins e James Harrison em 1834 e 1857, e o desenvolvimento dos transportes e equipamentos movidos a vapor (MCMICHAEL, 2009; BAKER *et al.*, 2020), a indústria alimentícia começou a tomar forma durante os períodos colonial e mercantil-industrial, com a consolidação da produção em massa e o comércio global de commodities alimentares não perecíveis (como açúcar, café, chás, temperos e cacau) (KIPLE; ORNELAS, 2000). Foi neste contexto que se deu, por exemplo, o desenvolvimento dos produtos enlatados.

A partir da década de 1950, os alimentos industrializados, aqui caracterizados por alimentos processados (AP) e ultraprocessados (AUP) conforme o sistema NOVA, tornaram-se parte significativa da dieta populacional de diversos países, em especial nos países de alta renda como os Estados Unidos da América (EUA). Entretanto, o consumo de alimentos industrializados expandiu-se mundialmente somente a partir da década de 1970 com a globalização dos sistemas de produção e distribuição de

alimentos para países de mais baixa renda como o Brasil, China, Índia e África do Sul, que juntos representam hoje mais de dois terços da população mundial (BAKER; FRIEL, 2014; BAKER *et al.*, 2020).

Essa "transição nutricional", de uma dieta tradicional para uma dieta com relativo consumo de produtos processados e ultraprocessados, tem importantes implicações para a saúde global, visto que esses novos hábitos alimentares estão correlacionados a diversas doenças crônicas não transmissíveis (DNTs), como:

- Obesidade (precursora) (LOUZADA *et al.*, 2015; MENDONÇA *et al.*, 2016; BLEICH; VERCAMMEN, 2018; HALL *et al.*, 2019; BESLAY *et al.*, 2020; CANHADA *et al.*, 2020; SANDOVAL-INSAUSTI *et al.*, 2020);
- Doenças cardiovasculares (RANJBAR *et al.*, 2015; RAUBER *et al.*, 2015; MENDONÇA *et al.*, 2017; SROUR *et al.*, 2019; OTENG; KERSTEN, 2020);
- Câncer (FIOLET *et al.*, 2018; SROUR *et al.*, 2019);
- Diabetes (MALIK *et al.*, 2010; BASU *et al.*, 2013; HU, 2013; IMMAMURA *et al.*, 2015; SROUR *et al.*, 2020);
- Depressão (ADJIBADE *et al.*, 2019; GOMEZ-DONOSO *et al.*, 2020);
- Distúrbios gastrointestinais (SCHNABEL *et al.*, 2019), entre outras.

No entanto, é de extrema importância reconhecer que o processamento de alimentos tem proporcionado muitos benefícios à sociedade: há alimentos industrializados nutritivos e saudáveis no mercado; processos como a pasteurização, por exemplo, diminuem o risco de contaminação microbiana; a aplicação de calor à comida antes do consumo torna muitos alimentos mais fáceis de digerir, além do fato de que o preparo dos alimentos com o fogo contribuiu significativamente para a evolução humana; o enriquecimento e fortificação de alimentos processados fornece micronutrientes que certas populações vulneráveis podem ter dificuldades para consumir em suas quantidades ideais (MONTEIRO *et al.*, 2010; MONTEIRO *et al.*, 2019; BAKER *et al.*, 2020).

Estima-se, segundo o relatório de acompanhamento da Organização Mundial da Saúde (OMS), que 71% das principais causas de óbitos no mundo são decorrentes de DNTs, o que equivale à morte anual de cerca de 41 milhões de pessoas (WHO, 2021). No Brasil, o cenário é semelhante: dados informam que 74% dos óbitos ocorrem devido às DNTs, o que representa aproximadamente 975.000 óbitos anuais (WHO, 2020).

Claramente, aspectos comportamentais tais como dietas pouco saudáveis, falta de atividade física e consumo prejudicial de tabaco ou álcool, por sua vez, também contribuem para o excesso de peso e obesidade, aumentos da pressão arterial e níveis de colesterol, assim favorecendo o aparecimento de uma DNT (WHO, 2020).

Este artigo aborda estudos científicos relacionados ao desenvolvimento de câncer, obesidade e doenças cardiovasculares, reportadas como principais DNTs segundo a OMS (WHO, 2020), e extrai, de uma literatura mais ampla, um conjunto abrangente de dados para o desenvolvimento de um modelo matemático baseado em programação linear com objetivo de apoiar decisões relativas à composição de uma dieta mais saudável.

2 Procedimento metodológico

Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica considerando artigos científicos, resenhas e relatórios oficiais relacionados às DNTs e alimentação. Identificou-se que a produção de evidências sobre o impacto de alimentos industrializados no desenvolvimento de DNTs é recente, com publicações a partir dos anos 2000 com a proposta do Sistema de classificação NOVA por Monteiro *et al.* (2010). Em seguida, a partir dos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF, 2019), analisou-se o perfil da dieta brasileira no período para compor os dados a serem inseridos no modelo matemático. O detalhamento do problema a ser otimizado, bem como as informações nutricionais, custo e estimativa de risco de desenvolvimento de DNTs por alimento também são parte do procedimento metodológico. Por fim, desenvolveu-se um modelo matemático baseado em programação linear (PL) para obtenção de uma dieta mais saudável, ou seja, cuja função objetivo a ser minimizada é o risco de desenvolvimento de DNTs, respeitando as restrições orçamentárias e energéticas envolvidas, ponderando-se o aspecto inflacionário que, novamente, passa a ser relevante no contexto econômico nacional.

3 Resultados

3.1 Análise de consumo de alimentos no Brasil

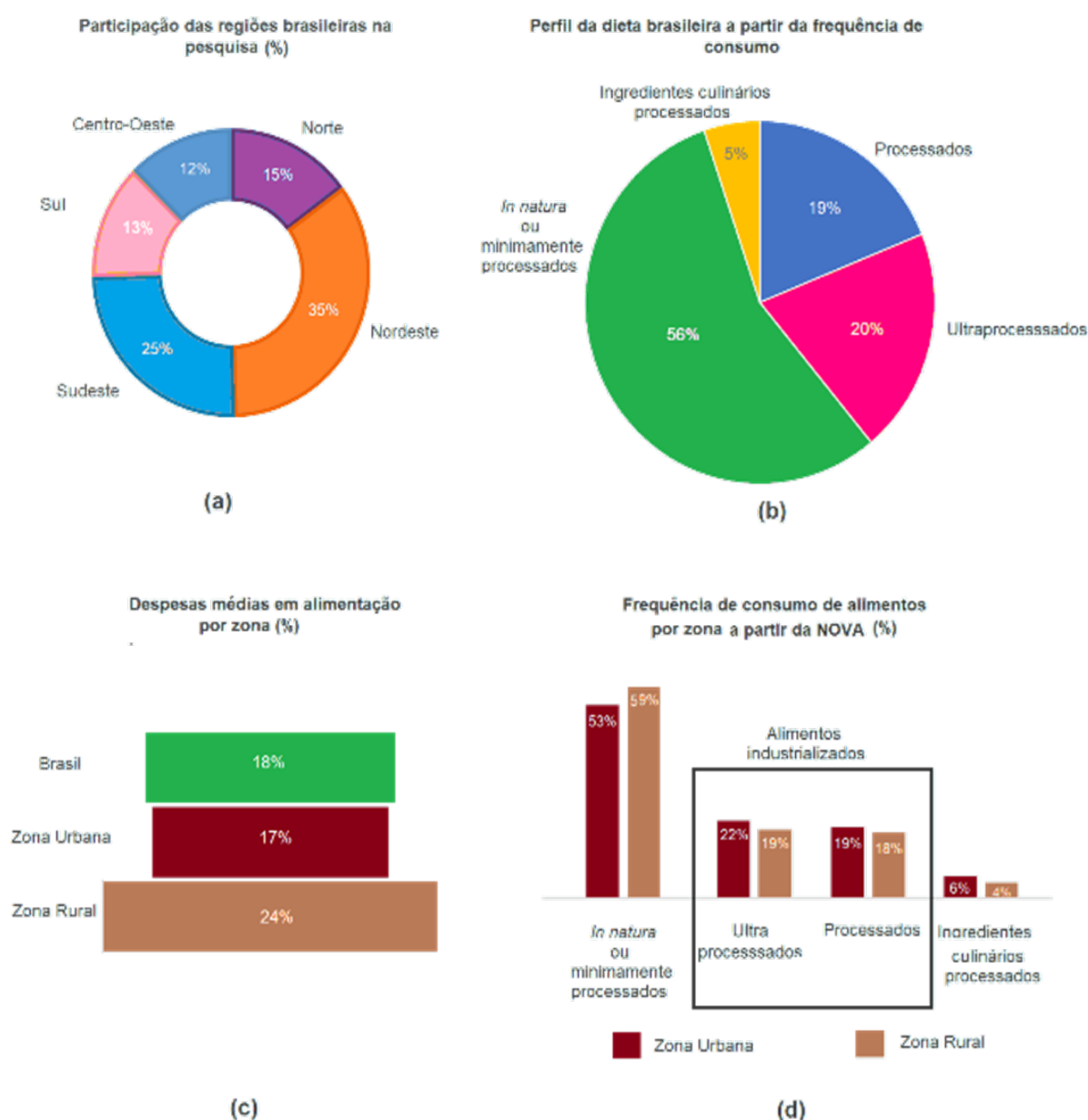
O cenário socioeconômico brasileiro tem passado por diversas mudanças, com transformações que influenciam os hábitos alimentares da população, principalmente durante o período pandêmico decorrente da doença Covid-19.

A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) (POF, 2019) foi realizada nas diferentes regiões brasileiras e considerou o número de sujeitos por domicílio (**Figura 1a**). Verificou-se que a dieta brasileira em geral é formada por um consumo de 56% de alimentos in natura ou minimamente processados, 20% de alimentos ultraprocessados, 19% de alimentos processados e 5% de ingredientes culinários processados (**Figura 1b**).

Ao analisar a diferença de despesas entre as zonas urbana e rural, verificou-se que a zona urbana apresentou menor dispêndio com alimentação e tem um maior consumo de alimentos processados e ultraprocessados, que tipicamente são alimentos de menor custo. Da mesma forma, a zona rural

tem maior dispêndio com alimentação e maior consumo de alimentos in natura e minimamente processados (**Figuras 1c e 1d**). Isto evidencia que o custo geral de dietas com maiores quantidades de alimentos industrializados é mais baixo do que a dieta com maiores quantidades de alimentos in natura e minimamente processados.

Figura 1 – Análise preliminar de consumo e despesa a partir da NOVA.



Fonte: elaborado pelos autores

Com base em POF (2019), determinou-se que os alimentos da cesta básica mais consumidos são: café, arroz, feijão, carne e farinha. Por outro lado, os alimentos de consumo sazonal mais consumidos no país (a partir das comemorações típicas brasileiras) são: cerveja, espumante, chocolate e panetone.

3.2 Modelo de otimização.

Para criar o modelo de otimização no GAMS, o problema foi representado na forma algorítmica. Presupondo-se a relação linear entre as características do problema, utilizou-se a PL para obtenção da solução matemática ótima de dietas mais saudáveis e viáveis economicamente. Assim, as características do problema foram representadas e relacionadas por meio de equações e inequações lineares, definindo-se os: sets, parameters, scalars, variables, equations e o solver. Utilizou-se o Microsoft Excel para representar os dados graficamente.

Na parametrização do modelo, foram adotadas as médias de preço dos alimentos selecionados a partir do ano base de 2021 (AGROLINK, 2021; PRECIOSMUNDI, 2021). Já as informações nutricionais de cada alimento foram baseadas na **Tabela** Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2021), desenvolvida de forma integrada pela Rede de Sistemas de Dados de Alimentos (Infoods/Brasilfoods), Universidade de São Paulo (USP) e Centro de Pesquisa em Alimentos (FoRC) (INFOODS, 2021; FORC, 2021; USP, 2021).

Como restrições do modelo de otimização, considerou-se que a ingestão energética (kcal) associada ao período de inverno deve ser, no mínimo, 40% superior ao limite inferior especificado para o consumo energético relativo ao período de verão, que foi adotado como valor de referência para os demais períodos do ano. Para a primavera, o limite inferior para a necessidade calórica foi assumido como sendo 10% superior àquele especificado para o verão ao passo que, para o outono, considerou-se o aumento da necessidade calórica em 20% com relação ao verão.

O cálculo dos riscos de desenvolvimento de DNTs por alimento e por doença foi realizado com base nos estudos de Fiolet *et al.* (2018), Dutra *et al.* (2020), Beslay *et al.* (2020) e Srour *et al.* (2019).

Definiu-se o orçamento destinado à alimentação como 18% da renda, conforme estabelecido em POF (2019), e analisaram-se os resultados da modelagem matemática para três situações, considerando:

- Variação orçamentária destinada à alimentação trimestral das classes sociais A/B (média de R\$11.880,00), C (R\$3.564,00), D (R\$ 1.782,00) e E (R\$ 594,00), considerando o consumo médio de 2000 kcal/dia e o aumento da inflação de 5% por período;
- Variação inflacionária correspondente à classe D nos cenários de 5% e 15% por trimestre para simulação de um cenário comparativo de dieta numa crise econômica da classe baixa, devido ao fato de que a renda da classe E é um aspecto restritivo, e à questão de viabilidade do modelo matemático para o orçamento estabelecido;

3.2.1 Formulação matemática.

Na formulação do modelo matemático de otimização, foi adotada a seguinte nomenclatura:

c	Conjunto dos nutrientes;
a	Conjunto dos alimentos, aqui incluídos alimentos da cesta básica, in natura, industrializados e de consumo sazonal;
t	Conjunto dos intervalos de tempo (cada intervalo correspondendo a um trimestre);
d	Conjunto das doenças crônicas não transmissíveis.
$precoa$	Preço de cada alimento a por unidade de massa (R\$/kg);
$preco_pera,t$	Preço do alimento a , por unidade de massa, no período t , considerando a inflação (R\$/kg);
$orcamentot$	Orçamento destinado à alimentação por período t (R\$);
qct	Limite inferior energético da dieta para o período t (kcal);
lmc_dc,t	Limite inferior para o consumo diário de cada nutriente c no período t (mg);
lmc_pc,t	Limite inferior para o consumo trimestral de cada nutriente c no período t (mg);
CAa,c	Quantidade do nutriente c no alimento a por unidade de massa (mg/kg), e
PAa,d	Probabilidade de risco (%) para a doença d provocado pelo consumo do alimento a por unidade de massa (%/kg).

Uma taxa de inflação trimestral foi considerada com vistas a incorporar aspectos econômicos ao modelo, especificamente para se avaliar o impacto que este índice tem sobre a dieta (degradação do poder de compra). Entretanto, nesta análise foi admitido o cenário hipotético em que o valor da cesta básica é fixo ao longo do ano, com o objetivo de simular uma política pública voltada à segurança alimentar. Claramente, esta hipótese pode ser removida do modelo através da consideração da inflação sobre o preço da cesta básica.

Expressa em termos da linguagem de alto nível da plataforma de modelagem adotada (GAMS), tem-se que o parâmetro $preco_pera,t$ fica definido como abaixo, sendo que, por premissa, o índice dos alimentos da cesta básica é 1:

$$preco_per(a,t)\$(ord(t) \ge 2) = preco(a) * ((100 + inflacao) / 100) ** ord(t);$$

$$preco_per(a,t)\$(ord(t) \text{ eq } 1) = preco(a);$$

As variáveis de decisão do modelo de otimização estão apresentadas abaixo:

$x_{a,t}$ Variável positiva que representa a quantidade do alimento a que compõe a dieta do período t (kg);

A variável de otimização é descrita a seguir:

z Risco total para o conjunto de doenças não transmissíveis em função da dieta (%).

As restrições do modelo de otimização, já expressas em termos da linguagem de código do ambiente de modelagem GAMS, são como segue:

- Restrição orçamentária para aquisição de alimentos no período 't'

$$\sum_a x_{a,t} \cdot \text{preco_per}_{a,t} \leq \text{orcamento}_t \quad \forall t \quad (1)$$

- Restrição de consumo mínimo de energia no período 't':

$$\sum_a x_{a,t} \cdot CA_{a,t} \geq QC_{p_t} \quad \forall t \quad (2)$$

- Restrição de consumo mínimo de cada nutriente por período 't'

$$\sum_a x_{a,t} \cdot CA_{a,t} \geq LMC_{p_{c,t}} \quad \forall t \quad (3)$$

A função objetivo adotada correlaciona as características nutricionais, temporais, de saúde e financeiras para obtenção de uma dieta ótima que atenda todas as restrições estabelecidas acima, minimizando o risco de desenvolvimento das doenças crônicas, ainda observando o orçamento disponível para aquisição dos alimentos.

$$z = \sum_{a,d,t} x_{a,t} \cdot PA_{a,d} \quad (4)$$

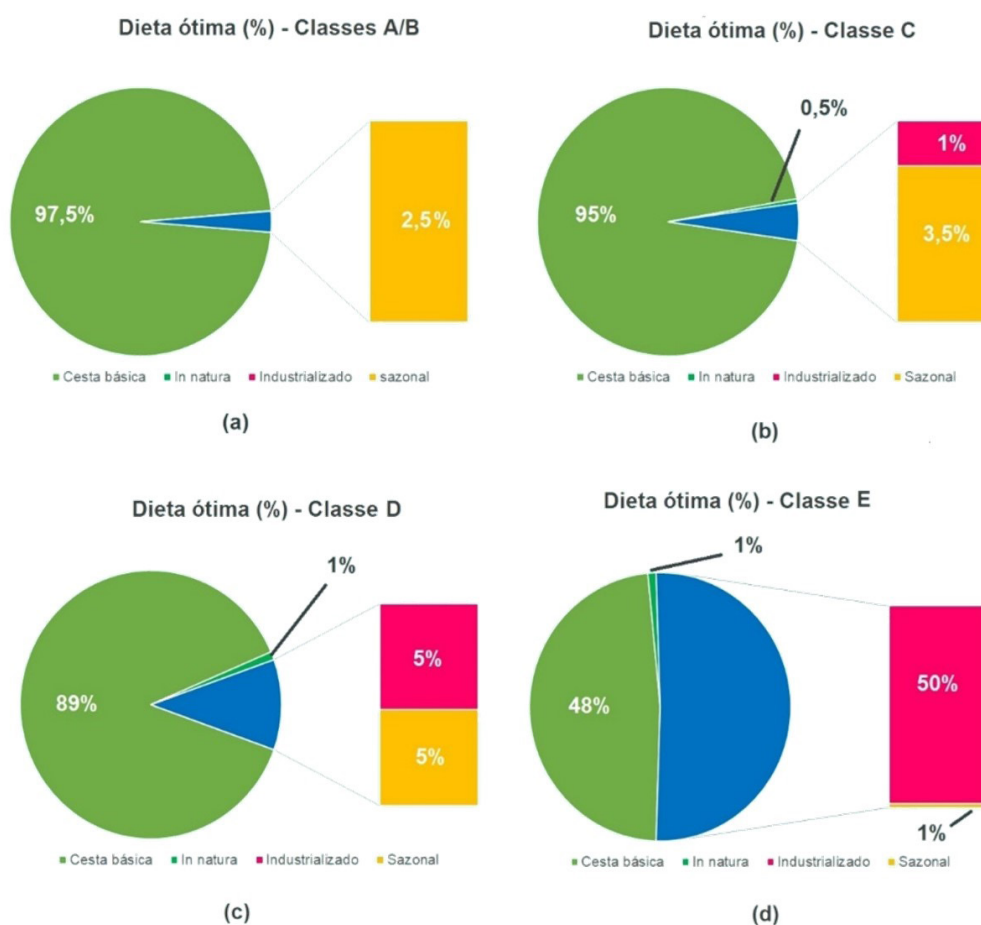
Note-se que as restrições pontuais de consumo de determinado alimento por período t podem ser expressas simplesmente como limites sobre as variáveis.

Como mencionado, o ambiente de modelagem GAMS foi empregado para implementação do modelo e da técnica de solução, sendo utilizado o solver CPLEX para a resolução do modelo de otimização baseado em programação linear.

3.2.2 Cenário de variação orçamentária.

As dietas ótimas do modelo para cada classe social considerando as premissas e restrições operacionais citadas estão esquematicamente apresentadas na **Figura 4**.

Figura 4 – Dieta ótima (%) por classe social.



Fonte: os autores.

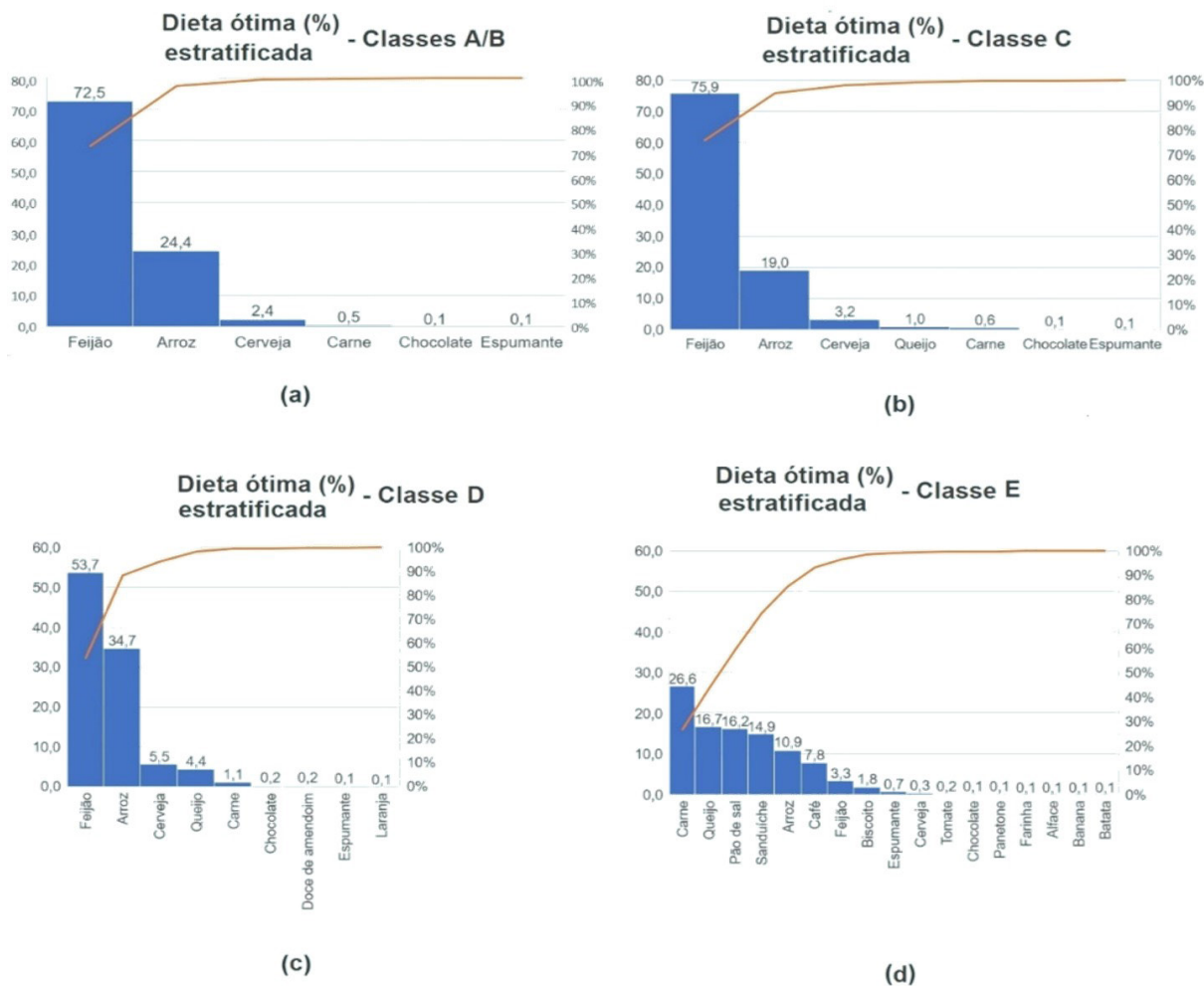
Os experimentos computacionais mostraram que as classes A/B, C e D devem consumir, respectivamente, 0%, 1% e 5% de alimentos industrializados, enquanto a classe E, que possui menor orçamento disponível para a alimentação comparada às demais, tem sua dieta ótima caracterizada pelo alto consumo de alimentos industrializados, com 50% da dieta composta por estes (**Figuras 4a, 4b, 4c e 4d**).

Já em relação aos alimentos da cesta básica, os resultados computacionais indicam que, quanto maior o orçamento disponível para compra, maior o consumo desses itens. As classes A/B, C e D destacam-se pela dieta majoritariamente formada desses alimentos minimamente processados com consumos de, respectivamente, 97,5%, 95% e 89%, enquanto a Classe E consta com 48% da dieta destes alimentos.

No entanto, observa-se que a solução ótima fica caracterizada pelo baixo consumo de alimentos in natura em todas as classes sociais. Isto se dá pelo fato de a complexidade da matriz alimentar não ser um item mensurável para ser inserido ao modelo. Ou seja, estes resultados indicam a oportunidade para aprimoramentos da presente modelagem matemática a fim de incorporar novos aspectos que podem ser relevantes para o problema real.

Estratificando as dietas por itens (**Figura 5**), observou-se que a solução ótima sugere o alto consumo de alimentos minimamente processados pelas classes A/B, C e D, em especial o feijão, com consumos de, respectivamente, 72,5%, 75,9% e 53,7%, e arroz, com consumos de, respectivamente, 24,4%, 19,0% e 34,7% (**Figuras 5a, 5b e 5c**). Já a classe E caracteriza-se pela maior diversidade de itens como queijo (16,7%), pão de sal (16,2%), sanduíche (14,9%), arroz (10,9%), café (7,8%), feijão (3,3%), biscoito (1,8%), entre outros, apesar do alto percentual de alimentos industrializados (50%) (**Figura 5d**).

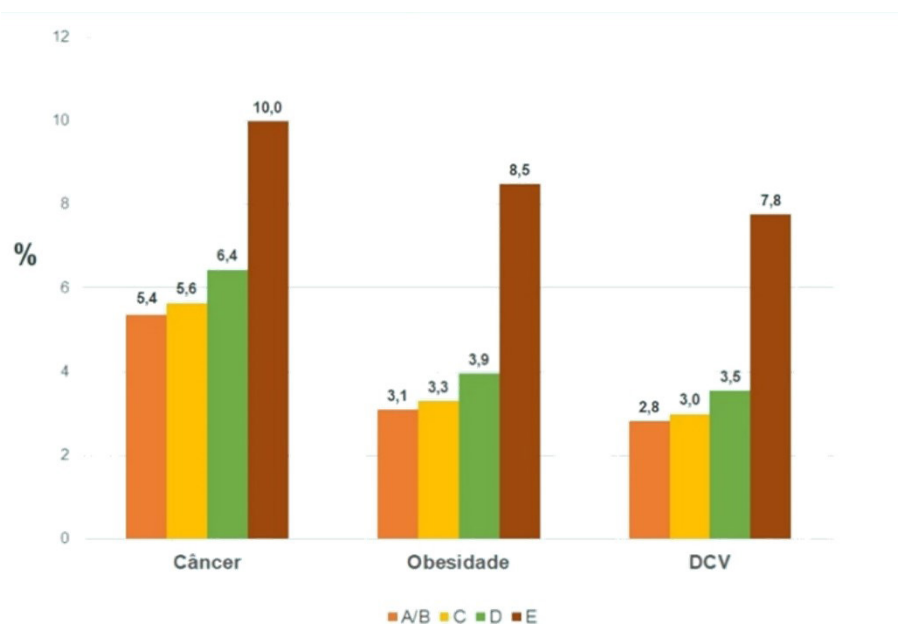
Figura 5 – Dieta ótima (%) por classe social.



Fonte: os autores.

A análise dos riscos de desenvolvimento de DNTs em função da dieta mostrou que, quanto menor o orçamento disponível para alimentação, maior o consumo de alimentos industrializados e maior o risco associado ao desenvolvimento de DNTs (Figura 6).

Figura 6 – Dieta ótima (%) por classe social.



Fonte: os autores.

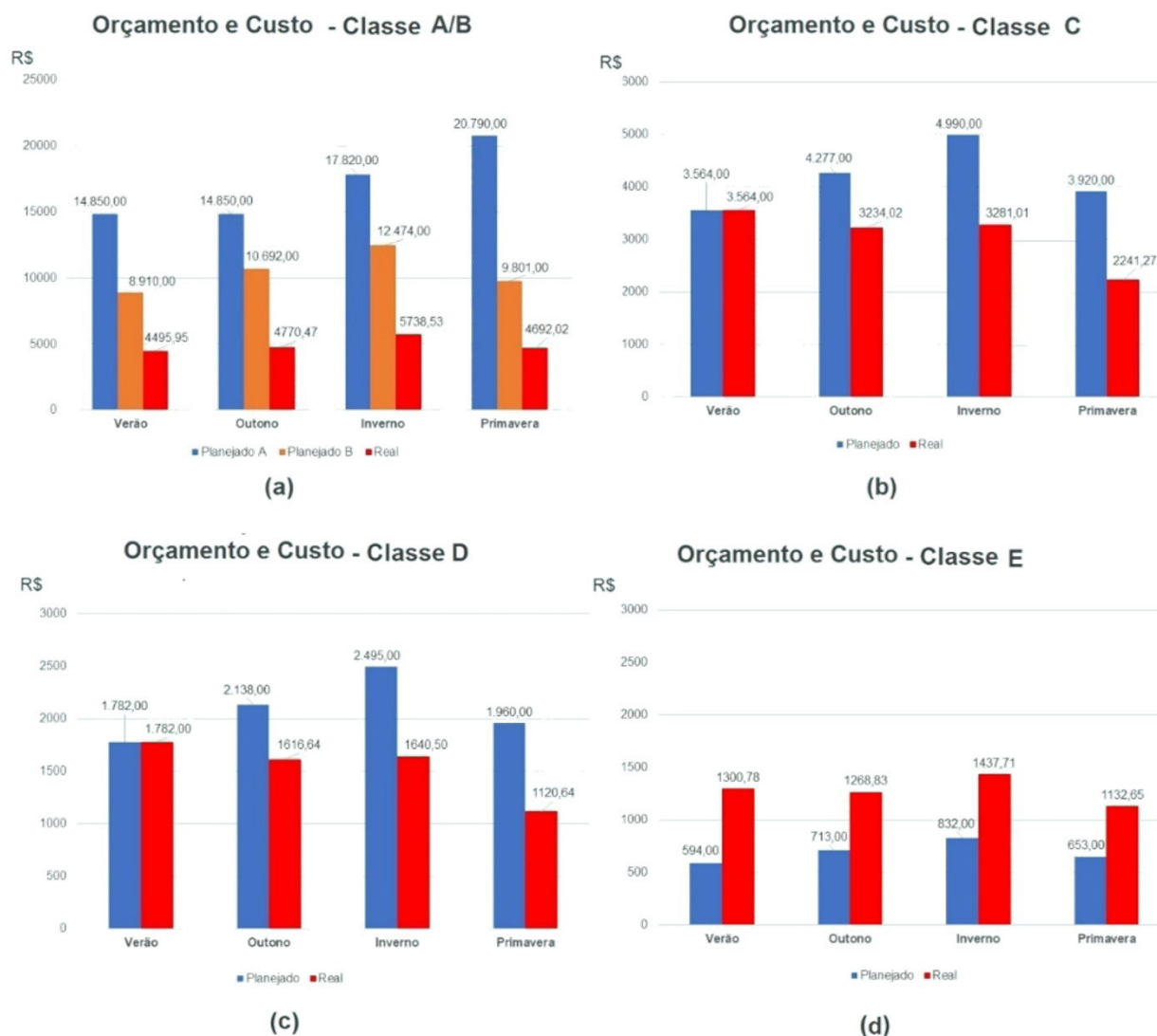
Em relação ao câncer, as soluções ótimas indicaram que a classe A/B apresentou risco de desenvolvimento de 5,4%, enquanto para a classe C o risco é de 5,6%, para a classe D de 6,4% e para a classe E de 10%. Ou seja, a classe E apresentou aproximadamente o dobro do risco médio comparado às demais classes sociais.

Em relação à obesidade, a classe A/B apresentou risco de desenvolvimento de 3,1%, enquanto para a classe C o risco é de 3,3%, para a classe D de 3,9% e para a classe E de 8,5%. Nota-se aqui que a classe E apresentou um aumento de aproximadamente 5% do risco médio de desenvolvimento de obesidade comparado às demais classes sociais.

Já em relação às doenças cardiovasculares (DCV), a classe A/B apresentou risco de desenvolvimento de 2,8%, a classe C de 3,0%, a classe D de 3,5% e a classe E de 7,8%. Novamente, a classe E se caracterizou por um cenário dietético mais crítico quando comparado às demais classes sociais, com aumento de aproximadamente 4,5% do risco médio de desenvolvimento de DCV comparado às demais classes sociais.

Para cada classe social, a diferença entre o orçamento planejado para gastos com alimentação (de 18% da renda) e o custo real necessário para uma alimentação mais saudável (calculado pelo modelo matemático), por período, é apresentada na **Figura 7**.

Figura 7 – Orçamento versus custo das dietas por classe social.



Fonte: os autores.

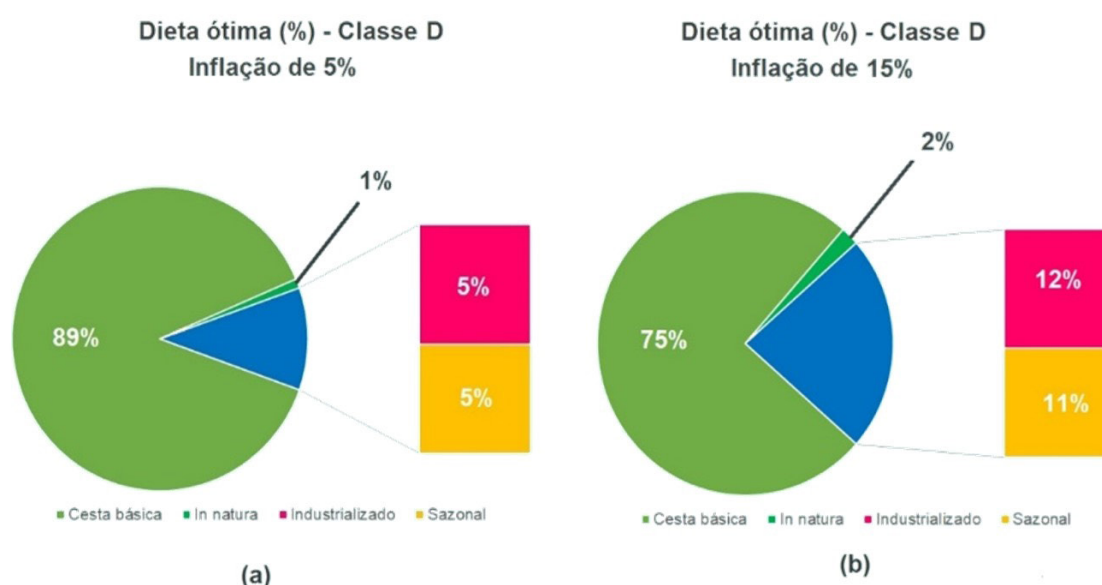
A dieta das classes A/B apresentou dispêndio com a alimentação (considerados de dentro do lar) significativamente inferiores ao custo planejado destinado à alimentação (**Figura 7a**). Por outro lado, as dietas das classes C e D apresentaram valores próximos ao orçamento real calculado pelo modelo para obtenção de uma dieta mais saudável (**Figura 7b e 7c**). Para a classe E, nenhuma solução viável foi obtida considerando-se os orçamentos planejados. Neste sentido, foi necessário aumentar os aludidos valores para que o modelo se tornasse viável e, assim, produzisse uma solução ótima (**Figura 7d**).

A análise do problema focada na classe E enfatizou a criticidade que o orçamento tem sobre a dieta, motivando uma reflexão sobre o direito humano à alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar e nutricional brasileiro, bem como questionamentos sobre o aumento dos custos da cesta básica por região.

3.2.3 Cenário de variação inflacionária.

A análise da dieta associada à classe D, que também faz parte do grupo da classe baixa, considerou diferentes cenários inflacionários. Para cada um deles, a dieta ótima e os riscos de desenvolvimento de DNTs em cada situação são, respectivamente, apresentados nas Figuras 8a e 8b e na Figura 9.

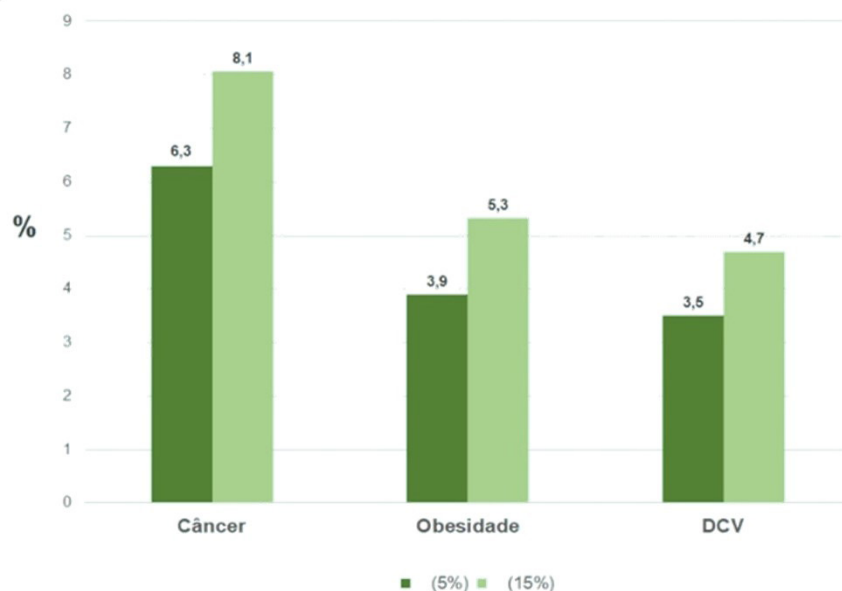
Figura 8 – Dieta ótima a partir da variação da inflação na classe D.



Fonte: os autores.

Dessa forma, observou-se que, quanto maior a inflação, maior o consumo de alimentos industrializados, em virtude do menor custo associado a estes.

Figura 9 – Dieta ótima a partir da variação da inflação na classe D.



Fonte: os autores.

Apesar da comodidade que é inerente à substituição dos alimentos in natura e minimamente processados por alimentos industrializados, o resultado acima também pode ser associado ao aumento do risco de desenvolvimento de DNTs, conforme mostra a **Figura 9**, com aumento de 1,8% do risco de desenvolvimento de câncer, 1,4% do risco de desenvolvimento de obesidade e 1,2% do risco de desenvolvimento de DCV. Destaca-se, ainda, o desenvolvimento de câncer (com 8,1% de risco), o que impacta diretamente as políticas de saúde pública.

4 Conclusões.

Os resultados obtidos indicam que, quanto menor o orçamento disponibilizado para alimentação, seja este devido à classe social ou ao cenário inflacionário, maior é o consumo de alimentos processados e ultraprocessados (e.g., pão de sal, sanduíche, queijo, farinha e cerveja) e, por conseguinte, maiores são os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, com destaque para câncer, seguido de obesidade e doenças cardiovasculares nestas soluções ótimas de modelo. Não obstante, quanto maior o percentual da dieta de alimentos in natura e minimamente processados, maior o custo com alimentação.

Considerando-se que o aumento do consumo de alimentos industrializados, principalmente no cenário pandêmico de instabilidade econômica, social e política no Brasil – considerando o cenário do novo coronavírus em 2019 a 2022 – pode estar intimamente relacionado com o menor custo de aquisição de alimentos, isto pode implicar maiores riscos de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, o que se configura como um problema de saúde pública relevante.

Por fim, este estudo demonstrou que a modelagem matemática proposta pode ser uma ferramenta valiosa e poderosa para apoio a decisões relacionadas à formulação de uma dieta mais saudável, que atenda aos requisitos nutricionais recomendados pela área de saúde e que minimize os possíveis riscos de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Uma importante extensão desta pesquisa é o desenvolvimento de modelos baseados em programação não linear, de forma a capturar outros aspectos salientes do problema, como relações sinérgicas ou competitivas entre alimentos e suas propriedades, de forma a produzir soluções matemáticas que representem mais precisamente o complexo funcionamento da dieta humana e suas implicações na saúde.

5 Agradecimentos.

Agradecimento a todos os professores, mestres e doutores que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial ao Prof. Dr. Marcel Joly, ao Prof. Dr. Eduardo Luiz Machado, Profa. Dra. Roberta Jimenez De Almeida Rigueira, a Dra. Izabela Alvim e o Prof. Dr. Silas Derenzo. Agradecimento também a todos os profissionais do IPT, em especial à Mary, à Andreia, ao Adilson e ao Bruno.

6 Referências.

ADJIBADE, M., *et al.* **Prospective association between ultra-processed food consumption and incident depressive symptoms in the French NutriNet-Santé cohort.** BMC medicine, v.17:78, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1312-y>. Acesso em 15 abr. 2021.

AGROLINK (ed.). **Hortalças.** 2021. Ceasa. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/ceasa/hortalicas/>. Acesso em 18 set. 2021.

BAKER, P., *et al.* **Ultra-processed foods and the nutrition transition:** Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. Obesity Reviews, v. 21, n.12, p. 1-22, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/obr.13126>. Acesso em 12 mar. 2021.

BAKER, P.; FRIEL, S. **Processed foods and the nutrition transition:** evidence from Asia. Obesity Reviews, v. 15, n.7, p. 564-77, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/obr.12174>. Acesso em 6 mar. 2021.

BASU, S; *et al.* **Relationship of soft drink consumption to global overweight, obesity, and diabetes:** a cross-National Analysis of 75 countries. American Journal of Public Health, v.103, n.11, p. 2071-2077, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23488503/> . Acesso em 2 mar. 2021.

BESLAY, M., *et al.* **Ultra-processed food intake in association with BMI change and risk of overweight and obesity:** A prospective analysis of the French NutriNet-Santé cohort. PLoS Medicine, v.17, n.8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003256>. Acesso em 10 mai. 2021.

BLEICH, S.N, VERCAMMEN, K.A. **The negative impact of sugar-sweetened beverages on children's health:** an update of the literature. BMC Obesity, v. 5: 6, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40608-017-0178-9>. Acesso em 25 jun. 2021.

CANHADA, S.L.; *et al.* **Ultra-processed foods, incident overweight and obesity, and longitudinal changes in weight and waist circumference:** the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). Public Health Nutrition, v. 23, n.6, p. 1076-1086, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980019002854>. Acesso em 29 mai. 2021.

FOOD RESEARCH CENTER (FORC). **Website.** Disponível em: <http://forc.webhostusp.sti.usp.br/>. Acesso em 12 dez. 2021.

FIOLET, T.; *et al.* **Consumption of ultra-processed foods and cancer risk:** results from NutriNet-Santé prospective cohort. BMJ, v. 360, k322, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.k322>. Acesso em 15 abr. 2021.

GOMEZ-DONOSO, C.; *et al.* **Ultra-processed food consumption and the incidence of depression in a Mediterranean cohort: the SUN project.** European Journal of Nutrition, n. 59, p. 1093-1103, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01970-1>. Acesso em 05 mai. 2021.

HALL, K. D; *et al.* **Ultra-Processed Diets Cause Excess Calorie Intake and Weight Gain: An Inpatient Randomized Controlled Trial of Ad Libitum Food Intake.** Cell Metabolism, v. 30, n. 1, p. 67 – 77, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.008> . Acesso em 10 jul. 2021.

HU, F.B. Resolved: **there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases.** Obesity Reviews, v. 14, n. 1, p. 606 – 619, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/obr.12040>. Acesso em 10 de jun. 2021

IMAMURA, F.; *et al.* **Dietary quality among men and women in 187 countries in 1990 and 2010: a systematic assessment.** The Lancet Global Health, v.3, n.3, p.132-142, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(14\)70381-X](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(14)70381-X). Acesso em 14 abr. 2021

INFOODS. **Food and Agriculture Organization of the United Nations – Infoods.** 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/infoods/en/> . Acesso em 26 out. 2021.

KIPLE, K.; ORNELAS, K. (Eds.). **The Cambridge World History of Food**, p.730-738, 2000. Cambridge University Press. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=RSSkDNzKQacC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 02 abr. 2021.

LOUZADA, M.L., *et al.* **Consumption of ultraprocessed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults.** Preventive Medicine, v. 81, p. 9-15, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2015.07.018>. Acesso em 02 jun. de 2021.

MALIK, V.S.; *et al.* **Sugar sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk.** Circulation, v. 121, n. 11, p. 1356-1364, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.876185> . Acesso em 12 mai. 2021.

MCMICHAEL, P. A **Food Regime Genealogy.** Journal of Peasant Studies, v.36, p. 139- 170, 2009. Cornell University. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03066150902820354>. Acesso em 12 nov. 2021.

MENDONÇA, R.D.; *et al.* **Ultraprocessed food consumption and risk of overweight and obesity: the University of Navarra Follow-Up (SUN) cohort study.** The American Journal of Clinical Nutrition, v. 104:5, p. 1433-1440, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.135004>. Acesso em 18 mai. 2021.

MENDONÇA, R.D.; *et al.* **Ultra-processed food consumption and the incidence of hypertension in a Mediterranean cohort:** The Seguimiento Universidad de Navarra Project. *American Journal of Hypertension*, v.30, n.4, p. 358–366, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajh/hpw137> . Acesso em 18 mai. 2021.

MONTEIRO, C. A.; *et al.* **A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 26, n. 11, p. 2039–2049, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2010001100005>. Acesso em 14 de jun. 2021.

MONTEIRO, C.A.; *et al.* **Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca5644en/CA5644EN.pdf>. Acesso em 14 abr. 2021.

OTENG, A.B, KERSTEN, S. **Mechanisms of action of trans fatty acids.** *Advances in Nutrition*, v. 11, n. 3, p. 697–708, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/advances/nmz125>. Acesso em 14 abr. 2021.

PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES (POF). **Resultados 2017–2018.** Realizado em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&tt=publicacoes>. Acesso em: 14 jun. 2021.

PRECIOSMUNDI (comp.). **Preços dos alimentos nos supermercados no Brasil.** 2021. Disponível em: <https://pt.preciosmundi.com/brasil/precos-supermercado>. Acesso em: 06 set. 2021.

RANJBAR, M., *et al.* **Urinary biomarkers of polycyclic aromatic hydrocarbons are associated with cardiometabolic health risk.** *PLOS ONE*, v. 10(9): e0137536, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0137536>. Acesso em: 23 mai. 2021.

RAUBER, F.; *et al.* **Consumption of ultra-processed food products and its effects on children's lipid profiles:** A longitudinal study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, v. 25(1), p. 116–122, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2014.08.001>. Acesso em: 14 jun. 2021.

SANDOVAL-INSAUSTI, H.; *et al.* **Ultra-processed food consumption is associated with abdominal obesity: A prospective cohort study in older adults.** *Nutrients*, v. 12, n.8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12082368>. Acesso em: 2 de mar. 2021.

SCHNABEL, L.; *et al.* **Association between ultraprocessed food consumption and risk of mortality among middle-aged adults in France.** *JAMA internal medicine*, p. 490–498, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30742202/>. Acesso em 16 de mai. 2021.

SROUR, B.; *et al.* **Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: prospective cohort study (NutriNet-Santé).** BMJ, v. 365, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.l1451>. Acesso em 26 jun. 2021.

SROUR, B.; *et al.* **Ultraprocessed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes Among Participants of the NutriNet-Santé Prospective Cohort.** JAMA Intern Med, v. 180, n.2, p.283-291, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.l1451>. Acesso em 26 jun. 2021.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). **Composição de Alimentos.** 2021. Disponível em: http://www.tbca.net.br/base-dados/composicao_alimentos.php. Acesso em 22 jun. 2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Website.** Disponível em: <https://www5.usp.br/>. Acesso em 12 dez. 2021.

WHO. **Noncommunicable Diseases.** Progress Monitor 2020. Geneva: World Health Organization, 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330805/9789240000490-eng.pdf>. Acesso em 18 de mai. 2021.

WHO. **Non Communicable diseases.** Geneva: World Health Organization, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em 18 de mai. 2021.

10.34033/2526-5830-v6n20-2

