



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA**

**TESE DE DOUTORADO**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL AVALIADA PELA BIOIMPEDÂNCIA:  
ASSOCIAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE DIABETES TIPO 2 E COM O  
CONSUMO DE ALIMENTOS ULTRAPROCESSADOS NO ESTUDO  
LONGITUDINAL DE SAÚDE DO ADULTO (ELSA-Brasil)**

**RAFAELA DA SILVEIRA CORRÊA**

**Orientadora: Profa. Dra. VIVIAN CRISTINE LUFT**

Porto Alegre, setembro de 2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA**

**TESE DE DOUTORADO**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL AVALIADA PELA BIOIMPEDÂNCIA: ASSOCIAÇÃO  
COM A INCIDÊNCIA DE DIABETES TIPO 2 E COM O CONSUMO DE  
ALIMENTOS ULTRAPROCESSADOS NO ESTUDO LONGITUDINAL DE SAÚDE  
DO ADULTO (ELSA-Brasil)**

**RAFAELA DA SILVEIRA CORRÊA**

**Orientadora: Profa. Dra. Vivian Cristine Luft**

A apresentação desta tese é exigência do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Doutor.

Porto Alegre, Brasil.

2022

## CIP - Catalogação na Publicação

Corrêa, Rafaela da Silveira  
COMPOSIÇÃO CORPORAL AVALIADA PELA BIOIMPEDÂNCIA:  
ASSOCIAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE DIABETES TIPO 2 E COM O  
CONSUMO DE ALIMENTOS ULTRAPROCESSADOS NO ESTUDO  
LONGITUDINAL DE SAÚDE DO ADULTO (ELSA-Brasil) /  
Rafaela da Silveira Corrêa. -- 2022.  
134 f.  
Orientador: Vivian Cristine Luft.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de  
Pós-Graduação em Epidemiologia, Porto Alegre, BR-RS,  
2022.

1. Diabetes Mellitus Tipo 2. 2. Composição  
Corporal. 3. Alimentos Ultraprocessados. I. Cristine  
Luft, Vivian, orient. II. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. Sandhi Maria Barreto, Faculdade de Medicina, Departamento de Medicina Preventiva e Social, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Profa. Dra. Maria de Jesus Mendes da Fonseca, Programa de Pós-graduação de Epidemiologia e Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Prof. Dr. Álvaro Vigo, Programa de Pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

*“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”*

*(Cora Coralina)*

## AGRADECIMENTOS

Há aproximadamente 5 anos atrás, na entrevista de seleção do doutorado, fui convidada pelo Professor Bruce Duncan a refletir sobre uma pergunta: “O que você se vê fazendo daqui há 10 anos?”. Imediatamente respondi ao professor: “Me vejo como professora em uma Universidade.” O Professor Bruce me retornou de certa forma com uma expressão de surpresa, ao passo que respondi “Espero que seja muito antes”. O que eu de fato não sabia é que a minha vida estava tomando novos rumos a partir daquele semestre. Ao mesmo tempo em que eu realizava o sonho de ingressar para o doutorado em um dos programas de Epidemiologia mais conceituados do país, eu também iniciava a minha carreira na docência no Centro Universitário Ritter dos Reis - UniRitter.

Desta forma, meus agradecimentos começam pelos professores e pesquisadores que me despertaram esse desejo de ser pesquisadora e docente, e, de constantemente, me dispor a aprender e ensinar. Agradeço imensamente ao professor Bruce Duncan e a Professora Maria Inês Schmidt que me abriram as portas e me acolheram no ELSA-Brasil. Pela maestria que conduzem o ELSA-Brasil e pela generosidade de compartilhar o tempo e o conhecimento de vocês com todos os alunos, que assim como eu, tiveram a sorte de fazer parte desse grande estudo epidemiológico. O programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFRGS e o ELSA-Brasil me oportunizaram o contato com professores e pesquisadores com os quais eu tanto aprendi. Agradeço a todos os colegas do ELSA-Brasil, que me acolheram durante as coletas de dados da Onda 3, e aos participantes do estudo por doarem seu tempo e engrandecerem minha caminhada como doutoranda.

Agradeço especialmente aos professores que compuseram a minha banca e que me oportunizaram novas reflexões a partir dos seus olhares sobre a minha pesquisa.

Agradeço também à minha querida orientadora Vivian Cristine Luft a quem devo muitos aprendizados. Obrigada por ao longo desses anos ter me auxiliado a desatar alguns nós, a enxergar para além dos dados com a sua clássica frase “Tá e daí?” e por me incentivar a exercer a autoconfiança. Pela paciência, pelo tempo (às vezes longo) das nossas reuniões e pelo olhar atento para todas as minhas entregas. És um exemplo de professora em quem me inspiro.

Não poderia deixar de citar a também professora da UFRGS Vera Lucia Bosa, pois ela foi a minha grande incentivadora lá no início dessa jornada acadêmica. Obrigada por ter confiado em mim e por teres me aberto tantos caminhos.

Ao longo desses 5 anos e alguns meses não foi fácil compor a equação de tempo para conciliar docência, doutorado e vida pessoal. E nesta conta difícil (até mais do que uma análise

estatística) foram à família e aos amigos a quem eu fiquei devendo. Não seria possível ter chegado até aqui não fosse o carinho, amor, paciência, zelo e apoio incondicional de todos vocês, em especial Rosane, Ney, Milena, Beta, Márcio, Alda e José Luiz. Foram muitas ausências, que por mais sentido que possam fazer, não deixaram de ser saudosas. Mas gostaria que vocês soubessem que foram uma fonte fundamental de energia ao longo de todos esses anos em que me dediquei à minha formação acadêmica. De agora em diante serei mais filha, mais irmã e mais dinda do que acadêmica ou professora. Devo isso a vocês e a mim também, pois nada é mais importante para mim do que o tempo que compartilho com aqueles que tanto amo: vocês. Em especial quero agradecer a Beta, minha irmã querida e melhor amiga. Obrigada por cuidar de mim nos momentos mais difíceis e por ser minha maior parceira de vida. Nossa amizade, para além da irmandade, foi um grande presente nesses últimos 5 anos e meio.

Falando em amor, agradeço imensamente ao Eduardo, meu agora marido e sempre companheiro. Tenho a felicidade de compartilhar contigo a vida e o amor à docência. Naquele mesmo ano em que eu pensava estar apenas começando o doutorado tu foi o meu maior incentivador no processo seletivo que me oportunizou iniciar minha caminhada como professora. Obrigada por trilhar esse caminho junto a mim e por sempre vibrar as minhas conquistas. Desconheço alguém que acredite mais em mim e no meu trabalho do que tu. O primeiro leitor leigo desta tese, que já brada pelas salas de aula do direito sobre a importância de reduzir o consumo de alimentos ultraprocessados. Que sorte teus alunos tem de ter um professor tão diferenciado, que os leva a reflexões muito além do direito penal.

Agradeço a todos os meus amigos que me fortaleceram nos momentos de cansaço e que me ajudaram a desconectar quando necessário. Após 5 anos dessa longa jornada sei da fortaleza que é ter amigas ao meu lado fazendo com que todas as dificuldades pareçam mais frágeis e todas as felicidades mais intensas. Em especial às minhas madrinhas, Beta, Mari, Luiza, Marta, Paula e Raíssa obrigada pelos mimos, carinhos e mensagens enviadas apenas para me lembrarem da minha força e me recordarem que as tenho ao meu lado para seguir em frente.

Em meio a pandemia, diante de tantas reinvenções necessárias e de sonhos e planos adiados, Raíssa e Gustavo vocês foram fundamentais para trazer leveza e para me ensinarem a enxergar o mundo com outras cores. Nem mesmo uma ameaça de furacão foi capaz de impedi-los de estarem ao meu lado, compartilhando brindes e colecionando memórias. As surpresas planejadas, as viagens e trilhas, o tempo compartilhado na mesma casa, as amizades que multiplicamos e as conexões que criamos também fizeram parte da força necessária para concluir essa tese.

Agradeço também aos meus colegas de doutorado com quem dividi as angústias e as

conquistas desse momento. Em especial ao Rafa e a Carol, que foram grandes parceiros especialmente na reta final dessa caminhada.

Aos colegas professores da UniRitter, com quem divido o dia a dia da sala de aula, e com quem aprendi o verdadeiro significado de coleguismo e parceria. Em 5 anos e meio de docência sempre contei com o apoio e incentivo de cada um de vocês, e isso fez com que a sala de aula fosse meu momento de realização plena.

E como não agradecer também a cada um dos alunos que cruzaram o meu caminho nesses 5 anos e meio de UniRitter. Agradeço semestre após semestre pela oportunidade de compartilhar um pouco do que sei, e, em troca, aprender muito com tudo que vocês me trazem. Que sorte eu tenho de receber tanto carinho em sala de aula. Vocês reafirmam a minha escolha diária, me dão forças em meio ao cansaço e fazem valer a pena as muitas horas de dedicação e estudo. Vocês, dia após dia, tornam verdadeiro o sonho daquela Rafaela que respondeu ao professor Bruce que almejava ser professora.



## SUMÁRIO

<b>ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>13</b>
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
2.1 O PAPEL DA ALIMENTAÇÃO NA OCORRÊNCIA DAS DCNTs .....	20
2.1.1 Ultraprocessados: definição e características .....	22
2.1.2 Reflexos do consumo de ultraprocessados na qualidade da alimentação .....	27
2.1.3 Para além dos macro, micronutrientes e calorias: quais outras características dos ultraprocessados podem afetar a saúde da população?.....	28
2.1.5 Consumo de AUPs, estado nutricional e desfechos associados.....	36
2.1.6 Consumo de AUPs e composição corporal.....	38
2.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	40
2.2.1 Componentes da composição corporal e métodos de aferição .....	40
2.3 DIABETES MELLITUS TIPO 2 .....	49
2.3.1 Definição do DM2 .....	49
2.3.2 Epidemiologia do DM2 .....	51
2.3.3 Impacto Econômico .....	53
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>
<b>ARTIGO 1</b> .....	<b>70</b>
<b>ARTIGO 2</b> .....	<b>71</b>
<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>73</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>75</b>

## ABREVIATURAS E SIGLAS

AUPs	Alimentos Ultraprocessados
ADA	<i>American Diabetes Association</i>
CC	Circunferência da Cintura
DALYs	<i>Disability adjusted life of years</i>
DAS	Diâmetro Abdominal Sagital
DCNTs	Doenças Crônicas não Transmissíveis
DCV	Doenças cardiovasculares
DM1	Diabetes mellitus tipo 1
DM2	Diabetes mellitus tipo 2
DMG	Diabetes mellitus Gestacional
DP	Desvio Padrão
DXA	Absorciometria de raios-X de dupla energia
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
ELSA-Brasil	Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FMR	<i>Fat-to-Muscle Ratio</i>
GBD	<i>Global Burden of Disease</i>
%GC	% de gordura corporal
%GT	% de gordura no tronco
HR	Hazard Ratio ou Razão de Risco
IC95%	Intervalo de Confiança de 95%
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
MME	Massa Muscular Esquelética
%MME	% de massa muscular esquelética
NIH	<i>National Institutes of Health</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Milênio
OMS	Organização Mundial de Saúde
OR	<i>Odds ratio</i>
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica

PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
QFA	Questionário de Frequência Alimentar
RI	Resistência à insulina
RM	Ressonância Magnética
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SM	Síndrome Metabólica
TOTG	Teste de tolerância oral à glicose
VET	Valor energético total diário
VIGITEL	Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico

## RESUMO

**Introdução:** a incidência do diabetes mellitus tipo 2 (DM2) aumentou drasticamente no Brasil, sendo esse aumento associado a maior participação dos alimentos ultraprocessados (AUPs) na alimentação e a piora no estado nutricional dos indivíduos. Medidas como o índice de massa corporal (IMC) e a circunferência da cintura (CC) são utilizadas para o rastreamento do risco de DM2, porém tais medidas não diferenciam a composição corporal, fator esse que poderia fornecer valor adicional para compreender o aumento do risco de DM2 na população. **Objetivo:** avaliar a associação de indicadores de composição corporal e antropométricos com a incidência de DM2 e com o consumo de alimentos ultraprocessados no estudo longitudinal da saúde do adulto (ELSA-Brasil). **Método:** a associação da composição corporal com o DM2 foi avaliada em um recorte longitudinal a partir do primeiro seguimento presencial do ELSA-Brasil (onda 2, 2012 e 2014) até o segundo seguimento presencial (onda 3, 2017 e 2018). Definiram-se casos incidentes de DM2 participantes sem esse diagnóstico até a realização da bioimpedância/antropometria (onda 2) e que no acompanhamento autorreferiram DM2, ou referiram uso de medicamentos para DM2 ou que apresentaram algum valor de laboratório alterado na onda 3. As medidas antropométricas analisadas foram IMC, CC e diâmetro abdominal sagital (DAS); e da composição corporal (bioimpedância) foram percentual de gordura corporal (%GC), percentual de gordura no tronco (%GT) e percentual de massa muscular esquelética (%MME). As associações dos indicadores antropométricos e de composição corporal com o DM2 incidente foram avaliadas pelo modelo de regressão de riscos proporcionais de Cox com *splines* cúbicos restritos. A associação da contribuição percentual de AUPs em relação ao total de energia consumido (obtida por um questionário de frequência alimentar) com os indicadores antropométricos e de composição corporal foi avaliada a partir de um recorte transversal da terceira visita do ELSA-Brasil sendo utilizada a regressão multivariável com *splines* cúbicos restritos. **Resultados:** Dentre 9.204 participantes, 10,4% (n=960) foram diagnosticados com DM2 durante o período de seguimento. Todos os indicadores antropométricos e de composição corporal analisados foram associados com aumento do risco de DM2, sendo observada relação dose-resposta, à exceção do percentual de massa muscular o qual foi inversamente associado à incidência de DM2. Indivíduos eutróficos (IMC < 25 kg/m<sup>2</sup>) com a medida da CC acima dos pontos de corte do ELSA-Brasil (92 cm para os homens e 86 cm para as mulheres) apresentam um HR maior do que o identificado para aqueles com sobrepeso (25 kg/m<sup>2</sup> ≤ IMC < 30 kg/m<sup>2</sup>) cuja medida da CC é inferior aos pontos de corte preconizados para a nossa população. Indivíduos eutróficos com %GT acima da

mediana apresentaram risco aumentado de DM2. Dentre os 10.868 participantes da onda 3, o percentual médio do valor energético proveniente de alimentos ultraprocessados representou  $16,2 \pm 8,4\%$  do consumo energético dos homens e  $17,0 \pm 8,9\%$  do consumo de mulheres. O maior consumo de AUPs foi associado a maiores medidas antropométricas e de composição corporal, à exceção do %MME que é menor entre os indivíduos com maior consumo de AUPs. Em ambos os sexos, até próximo ao P75 de consumo de AUPs observa-se um aumento gradativo das diferenças nas medidas antropométricas e de composição corporal em comparação ao percentil 10 (referência). A partir do P75 as diferenças permanecem significativas, no entanto são de menor magnitude em relação ao intervalo anterior. **Conclusão:** o risco de desenvolver DM 2 foi maior dentre os indivíduos que apresentaram quaisquer das medidas antropométricas ou de adiposidade aumentadas. Mesmo indivíduos eutróficos pelo IMC apresentam aumento do risco de desenvolver DM2 quando suas medidas de %GT ou CC estão aumentadas. O consumo aumentado de AUPs esteve associado ao aumento %GC e %GT e com a redução do %MME, bem como com aumento do IMC e CC na onda 3 do ELSA-Brasil. **Palavras-chave:** Diabetes Mellitus Tipo 2; Alimentos Ultraprocessados; Composição Corporal;

## ABSTRACT

**Introduction:** the incidence of type 2 diabetes mellitus (DM2) has increased dramatically in Brazil, and this increase is associated with inadequate food consumption and the nutritional status of individuals. Measures such as body mass index (BMI) and waist circumference (WC) are used for screening the risk of DM2, but such measures do not differentiate body composition, a factor that could provide additional value to understand the increased risk of DM2 in the population. **Objective:** to evaluate the association of body composition and anthropometric indicators with the incidence of DM2 and consumption of ultra-processed foods in the longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). **Method:** to evaluate the association of body composition indicators with DM2, a longitudinal cut was used from the first follow-up (wave 2, between 2012 and 2014) of ELSA-Brasil until the second follow-up, which took place between 2017 and 2018 (wave 3). Incident cases of DM2 were defined for participants without this diagnosis until bioimpedance/anthropometry was performed (wave 2) and who self-reported DM2 during follow-up, or reported use of medication for DM2 or who had some abnormal laboratory value in wave 3. The body composition measures explored were body mass index (BMI), waist circumference (WC) and sagittal abdominal diameter (SAD) obtained by anthropometry; and, body fat percentage (%BF), trunk fat percentage (%TF) and skeletal muscular mass percentage (%MME) evaluated by the segmental bioimpedance. In assessing the association of body composition with incident DM2, anthropometric measurements (BMI, WC, and SAD) and body composition indicators (%BF, %TF and %MME) were continuously evaluated by the Cox proportional hazard regression model with restricted cubic splines. The association of the percentage contribution of UPFs in relation to the total energy consumed (obtained by the food frequency questionnaire) with the anthropometric indicators (BMI and WC) and body composition (%BF, %TF and %MME) was evaluated from a cross-section of the third visit of ELSA-Brasil. The association of UPFs consumption with body composition was evaluated continuously by multivariable regression with restricted cubic splines. **Results:** Among 9,204 participants, 10.4% (n=960) were diagnosed with T2DM during the follow-up period. All anthropometric and body composition indicators analyzed were associated with an increased risk of DM2, with a dose-response relationship being observed, except for the percentage of muscle mass, which was inversely associated with the incidence of DM2. Eutrophic individuals (BMI < 25 kg/m<sup>2</sup>) with WC measurements above the ELSA-Brasil cutoff points (92 cm for men and 86 cm for women) have a higher HR than that identified for overweight individuals (25 kg/m<sup>2</sup> ≤ BMI < 30 kg/m<sup>2</sup>) whose WC measurement is lower than

the recommended cutoff points for our population. Eutrophic individuals with %GT above the median were at increased risk of T2DM. Among the 10,868 participants in wave 3, the mean percentage of energy from ultra-processed foods represented  $16.2 \pm 8.4\%$  of men's energy intake and  $17.0 \pm 8.9\%$  of women's intake. Higher UPF consumption was associated with higher anthropometric and body composition measurements, with the exception of %MME, which is lower among individuals with higher UPF consumption. In both sexes, until close to the P75 of UPF consumption, a gradual increase in differences in anthropometric measurements and body composition is observed compared to the 10th percentile (reference). From P75, the differences remain significant, however they are of lesser magnitude in relation to the previous interval.

**Conclusion:** the risk of developing DM 2 was higher among individuals who had any of the anthropometric measurements or increased adiposity. Even eutrophic individuals by BMI have an increased risk of developing DM2 when their %GT or WC measurements are increased. The increased consumption of AUPs was associated with an increase in %BF and %TG and with a reduction in %MME, as well as with an increase in BMI and WC in wave 3 of the ELSA-Brasil.

**Key words:** Diabetes Mellitus Type 2; ultra-processed foods; body composition.

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho consiste na tese de doutorado intitulada “*Composição corporal avaliada pela bioimpedância: associação com a incidência de diabetes tipo 2 e com o consumo de alimentos ultraprocessados no estudo longitudinal de saúde do adulto (ELSA-Brasil)*”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em setembro de 2022. O trabalho é apresentado em três partes, na ordem que segue:

1. Introdução, Revisão da Literatura e Objetivos
2. Artigo(s)
3. Conclusões e Considerações Finais.

Documentos de apoio estão apresentados nos anexos.



## 1. INTRODUÇÃO

No decorrer das últimas três décadas o Brasil apresentou mudanças importantes no padrão de saúde da população. De 1990 a 2016 houve um incremento de 6,8 anos na expectativa de vida, passando de 68,4 para 75,2 anos em média. A expectativa de vida saudável do brasileiro aumentou em 5,7 anos neste mesmo período, sendo este panorama um retrato da transição epidemiológica, caracterizada pelo envelhecimento populacional e diminuição da mortalidade (GBD 2016 BRAZIL COLLABORATORS, 2018).

Neste contexto, o padrão de adoecimento da população brasileira se modificou com o avanço crescente das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs). Doenças cardiovasculares (DCV), diabetes, neoplasias e enfermidades respiratórias crônicas, englobam o conjunto de DCNTs que responderam por 75,8% das mortes na população brasileira no ano de 2015. Ainda, mais alarmantes são as mortes prematuras atribuídas as DCNTs. Na faixa entre 30 e 69 anos de idade elas representam 15 dentre as 20 principais causas de morte (MALTA *et al.*, 2017a). Esses dados ratificam a importância do tema na agenda de ações e políticas de saúde pública, tanto pela mortalidade prematura quanto pela diminuição da qualidade de vida que causam (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014).

Dentre essas enfermidades, o diabetes mellitus (DM) apresenta uma taxa superior de crescimento da carga bruta em comparação as demais DCNTs. O Brasil ocupa a quarta posição dentre os países com maior número de pessoas com diabetes (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2017) e, em 2015, o coeficiente de mortalidade por diabetes foi de 26,82 /100.000 para a população masculina e de 33,18/100.000 para a feminina (DUNCAN *et al.*, 2017). Em 2021, estima-se que 537 milhões de pessoas no mundo tenham diabetes e esse número deve chegar a 643 milhões em 2030 e 783 milhões em 2045 (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021).

Tanto a *American Diabetes Association* (ADA) (DAVIDSON *et al.*, 2021), quanto a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) (COBAS *et al.*, 2022) reconhecem o excesso de peso como um dos principais fatores associados ao aumento do risco de desenvolver DM2. Para ambas as sociedades a definição do excesso de peso é dada pelo índice de massa corporal (IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>), englobando as categorias de sobrepeso e obesidade. O excesso de peso encontra-se incluído dentre os critérios que definem os indivíduos candidatos a triagem de DM2 quando assintomáticos, tanto nas diretrizes da ADA, quanto da SBD (COBAS *et al.*, 2022; DAVIDSON *et al.*, 2021). De fato, as epidemias da obesidade e DM2 caminham juntas, tanto que alguns

autores sugerem o uso da nomenclatura “diabesidade” para definir a simultaneidade desses fenômenos (ORTEGA *et al.*, 2020; REED; BAIN; KANAMARLAPUDI, 2021).

No entanto, observa-se que indivíduos que se encontram na mesma faixa de IMC podem apresentar risco variável para ocorrência de DM2. Essa observação pode ser, em parte, atribuída a diferenças na composição corporal, uma vez que o IMC não é capaz de discernir os tecidos que o compõem. As quantidades variáveis dos tecidos adiposo e muscular, bem como a localização desses podem explicar o aumento do risco de DM2 em indivíduos em uma mesma faixa de IMC e até mesmo em indivíduos que apresentam esse indicador dentro da faixa de normalidade (GÓMEZ-AMBROSI *et al.*, 2011; GUERRERO-ROMERO; RODRÍGUEZ-MORÁN, 2003; JO; MAINOUS, 2018).

Ao acúmulo do tecido adiposo atribuem-se respostas pró-inflamatórias, possivelmente associadas com à resistência insulínica (RI) (BURHANS *et al.*, 2019). O impacto pode ser ainda mais danoso quando essa gordura se concentra na parte superior do corpo e, em específico, no tronco. Nessa região normalmente há maior proporção de tecido adiposo visceral (JANOCHOVA; HALUZIK; BUZGA, 2019). Por essa razão, indicadores de adiposidade localizada, tais como a circunferência da cintura (JAYEDI *et al.*, 2022) e a medida do diâmetro abdominal sagital (FIROUZI *et al.*, 2018) são apontados como alternativas ao uso do IMC para avaliação do risco de DM2. Os indicadores obtidos por meio da análise de bioimpedância, tais como o percentual de gordura corporal, percentual de gordura no tronco e percentual de massa muscular esquelética também podem contribuir para explicar e avaliar o risco de DM2 (JO; MAINOUS, 2018). Em relação a massa muscular esquelética (MME), considerando que esse é o tecido mais sensível à ação da insulina (responsável pela internalização de 70-90% da glicose pós-prandial) entende-se que a redução desse pode ser um marcador de risco para o DM2 (REED; BAIN; KANAMARLAPUDI, 2021).

A composição corporal é influenciada por diversos fatores, dentre os quais destacam-se a idade, o sexo, a prática de atividades físicas e a alimentação. Dentre esses fatores, a adoção de hábitos alimentares não saudáveis pode contribuir tanto para o acúmulo de gordura corporal, quanto para a redução da massa muscular esquelética (CHANG *et al.*, 2022; HE *et al.*, 2018; LI; QI, 2019). A definição de alimentação saudável do Guia Alimentar Brasileiro sugere que alimentos ultraprocessados (AUPs) devam ser evitados, pois tais alimentos tendem a conter maiores quantidades de açúcar, sal e gordura, além da presença em grande número de aditivos alimentares (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA., 2014). Estudos prévios vem reforçando a orientação do guia alimentar, uma vez que identificaram que indivíduos que

consomem maiores proporções desses alimentos apresentam maiores riscos para diversos desfechos metabólicos desfavoráveis (VANDEVIJVERE *et al.*, 2019). Os mecanismos que explicam tal relação vão desde o perfil dos nutrientes dos alimentos consumidos (densidade calórica, tipos de lipídeos, presença de fibras, vitaminas e minerais) (LOUZADA *et al.*, 2015a, 2015b; MARTÍNEZ STEELE *et al.*, 2017) até relações potenciais de aditivos com o sistema neuroendócrino e a microbiota (GONZÁLEZ-CASANOVA *et al.*, 2020; ZINÖCKER; LINDSETH, 2018).

O aumento no risco de desenvolver obesidade já foi observado entre adultos do ELSA-Brasil com consumo aumentado de AUPs (CANHADA *et al.*, 2020), bem como com desfechos tais como hipertensão (SCARANNI *et al.*, 2021) e dislipidemia (SCARANNI *et al.*, 2022). Por outro lado, ainda são escassas as publicações que investigaram na comunidade os reflexos do consumo dessa classe de alimentos na composição corporal (HALL *et al.*, 2019). O aumento do conteúdo de gordura corporal e a redução da proporção de massa muscular esquelética podem ser fenômenos associados ao consumo aumentado de AUPs.

Ante o exposto, nesta tese, a composição corporal avaliada pela bioimpedância encontra-se na interface dos dois artigos apresentados: ora assumindo o papel de desfecho (alimentação *versus* composição corporal), ora assumindo o papel de exposição (composição corporal *versus* incidência de DM2).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A epidemia de DCNTs traz consequências aos indivíduos, às famílias e para a sociedade, com o seu impacto podendo levar a sobrecarga dos sistemas de saúde. Além da mortalidade precoce as DCNTs podem levar a incapacidades e redução da qualidade de vida. Para mensurar este impacto calculam-se os anos de vida ajustados por incapacidade (*disability adjusted life of years – DALYs*) somando-se os anos de vida perdidos em razão da mortalidade precoce e os anos de vida perdidos por problemas de saúde que afetam a qualidade de vida dos indivíduos para uma determinada doença. Um DALY representa um ano de vida saudável perdida, ou seja, essa é uma medida que representa o ônus de uma patologia para a população (WORLD HEALTH ORGANIZATION, [s. d.]).

As mortes prematuras por DCNTs são em sua maioria evitáveis, visto que são impulsionadas principalmente por fatores de risco comportamentais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013). Além dos fatores de risco comportamentais, riscos ambientais como produtos químicos tóxicos e poluição do ar em ambientes fechados e ao ar livre também impactam na carga de DCNTs (CHOWDHURY *et al.*, 2018). A análise de fatores de risco relacionados à carga global de doença (*Global Burden of Disease – GBD*) para o ano de 2015 demonstrou que 40,3% da carga quanto aos anos de vida ajustados por incapacidade foram atribuídos aos fatores de risco comportamentais. Compreenderam riscos comportamentais os seguintes fatores: tabagismo, uso de álcool e drogas ilícitas, atividade física insuficiente, alimentação inadequada, desnutrição materna e infantil, abuso sexual, violência por parceiro íntimo e sexo inseguro. Dentre os homens a alimentação inadequada, caracterizada por excesso de sódio e baixo consumo de frutas, contribuiu com 12,2% do total de DALYs em 2015, sendo o fator mais importante. Para as mulheres a alimentação também foi o principal fator, sendo 11,1% dos DALYs atribuídos à alimentação inadequada (MALTA *et al.*, 2017b).

Os fatores de risco comportamentais, e, especialmente o consumo alimentar inadequado, tem grande contribuição no desenvolvimento de alterações metabólicas, tais como elevação da pressão arterial, sobrepeso e obesidade, aumento da glicemia e do colesterol plasmático (GBD 2016 BRAZIL COLLABORATORS, 2018; MALTA *et al.*, 2017b). Portanto, uma das formas mais importantes para reduzir as DCNTs é controlar as escolhas prejudiciais que levam ao desenvolvimento dessas patologias. Isso inclui a redução do uso de tabaco e álcool, adoção de estilo de vida ativo e de uma alimentação saudável (WORLD HEALTH ORGANIZATION, [s. d.], 2013).

Dentre os movimentos governamentais para deter o avanço das DCNTs encontra-se a publicação do “Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos Não Transmissíveis no Brasil - Plano de Dant” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021), lançado em 2021 pelo Ministério da Saúde. A publicação alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Milênio (ODS) e suas metas e ações englobam o período de 2021 a 2030. A finalidade do documento é a implementação, de forma efetiva, integrada e sustentável, de políticas públicas de prevenção e controle das DCNTs e de seus fatores de risco. Dentre os indicadores e metas destacam-se, pela relação com o tema desta tese, reduzir o consumo de alimentos ultraprocessados e deter o crescimento da obesidade em adultos.

## 2.1 O PAPEL DA ALIMENTAÇÃO NA OCORRÊNCIA DAS DCNTs

Compreender as mudanças alimentares e o impacto dessas na ocorrência e distribuição das DCNTs é um ponto central no campo da saúde pública (SANTANA; SARTI, 2019). Este capítulo da tese apresenta em síntese os possíveis caminhos causais entre as mudanças na cadeia de fornecimento de alimentos e a ocorrência das DCNTs.

As mudanças na cadeia de produção de alimentos e, mais especificamente, a globalização do sistema alimentar, são consideradas um caminho para explicar a epidemia da obesidade e o conseqüente aumento de complicações relacionadas, tais como diabetes e doenças cardiovasculares. No entanto, a globalização do sistema alimentar, *per se*, também está diretamente associada a ocorrência da diabetes, síndrome metabólica (SM), doenças cardiovasculares e câncer, de forma independente da obesidade (ZOBEL *et al.*, 2016).

O plano de ação global para a prevenção e controle das DCNTs para o período de 2013-2020, da Organização Mundial de Saúde (OMS), incluiu dentre o conjunto de ações o desenvolvimento de políticas, diretrizes e recomendações para diferentes setores relacionados à alimentação com vistas à prevenção dessas patologias. Dentre as recomendações, incluem-se: redução do consumo de sal; aumento na disponibilidade e no acesso ao consumo de frutas e legumes; redução de ácidos graxos saturados e trans nos alimentos; diminuição no conteúdo de açúcares livres e adicionados em alimentos e bebidas não alcoólicas; e, a limitação do consumo excessivo de calorias, através da redução do tamanho das porções e da densidade energética dos alimentos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

Políticas públicas nessa direção são de grande relevância tendo em vista o cenário atual de globalização do sistema alimentar e sua estreita relação com a epidemia da obesidade e rápido crescimento de doenças relacionadas (MONTEIRO *et al.*, 2012). Conforme definição da

Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) entende-se como sistema alimentar o conjunto de ações e de atores que de forma interconectada estão envolvidos para que o alimento chegue ao consumidor. Incluem-se nesse processo fases agrícolas, de cultivo e colheita, e industriais, que compreendem embalagem, processamento, comercialização e, por fim, o consumo do alimento e descarte (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2018).

Sistemas alimentares locais dão origem a “alimentos locais” os quais aproximam geograficamente produtores e consumidores (MARTINEZ *et al.*, 2010) e potencialmente incentivam e desenvolvem a economia regional (OPA/OMS, 2017). Promover a “comida local” é uma questão complexa que depende de políticas, programas e ações em diversos setores, com destaque para a economia, o ambiente e a saúde (COELHO; COELHO; EGERER, 2018; OPA/OMS, 2017).

A globalização está impactando os sistemas alimentares em todo o mundo, causando mudanças na cultura alimentar local (tornando-a mais universal) e conseqüentemente modificando padrões de consumo alimentar e estado nutricional (KENNEDY; NANTEL; SHETTY, 2004). Sistemas alimentares globais comumente são geridos por empresas multinacionais e são reconhecidos como agroindustriais, pois caracterizam-se pela longa cadeia e pela produção em grande parte de alimentos industrializados (ultraprocessados em sua maioria), os quais não respeitam a cultura alimentar local (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2018; MACHADO; OLIVEIRA; MENDES, 2016). Esses sistemas emergiram nos países em desenvolvimento a partir da liberalização do mercado e em razão de investimento estrangeiro direto (KENNEDY; NANTEL; SHETTY, 2004).

O crescimento econômico global é um dos fatores associados a mudança no perfil alimentar da população, pois resultou no aumento do poder de compra e na disponibilidade de alimentos per capita, contribuindo para o fortalecimento de grandes redes de supermercado e *fast food*. À medida que a urbanização, a renda disponível e a proporção de mulheres inseridas no mercado de trabalho aumentou houve um incremento de venda e consumo de alimentos prontos para consumo cujo apelo é justamente ser conveniente e atraente para o consumidor (MONTEIRO *et al.*, 2013; OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, 2018). Essa modificação na oferta de alimentos é considerada um dos principais impulsionadores da epidemia de obesidade, da crescente prevalência de complicações associadas e das tendências atuais de mortalidade (OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, 2018).

No Brasil, também observa-se um aumento gradativo da participação de alimentos ultraprocessados provenientes de sistemas alimentares globalizados (MONTEIRO *et al.*, 2011). Análises de dados da pesquisa de orçamentos familiares (POF) sobre compra e disponibilidade domiciliar de alimentos dos anos de 1987-1988, 1995-1996, 2002-2003 e 2008-2009 apontam para a participação crescente de alimentos ultraprocessados (AUPs) e, em contraponto, para o decréscimo da participação dos alimentos básicos, in natura e minimamente processados. Essa tendência é observada em todas as classes de renda (LEVY-COSTA *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2013). Mais recentemente, em sua quinta edição, a POF de 2017-2018 ratificou o avanço da inclusão de AUPs na alimentação dos brasileiros. A participação relativa dos ultraprocessados no total de calorias disponíveis para consumo no domicílio em 2002-2003 era de 12,6%, em 2008-2009 passou a ser de 16,0% e, por fim, em 2017-2018 representou 18,4% da energia disponível para consumo nos domicílios brasileiros (IBGE, 2020).

A participação dos AUPs na alimentação já foi avaliada previamente dentre os participantes do Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil). Dentre os 14.378 participantes incluídos na análise, servidores públicos com idade entre 35 e 74 anos de seis instituições de ensino superior de cidades das regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, alimentos ultraprocessados contribuíram com 22,7% da ingestão calórica total, enquanto alimentos processados contribuíram com 11,6% e alimentos não ou minimamente processados e ingredientes culinários representaram quase dois terços (65,7%) da ingestão calórica total (SIMÕES *et al.*, 2018). A contribuição dos AUPs na alimentação dos participantes do ELSA-Brasil condiz com os resultados da POF 2017-2018, na qual a participação relativa no total de calorias determinado pela aquisição alimentar domiciliar representou 22% da energia consumida pelos brasileiros da região Sul (IBGE, 2020).

### **2.1.1 Ultraprocessados: definição e características**

O conceito de alimentos ultraprocessados é há algum tempo discutido no campo da epidemiologia nutricional, tendo sido apresentado por Monteiro e colaboradores no ano de 2010 (MONTEIRO *et al.*, 2010). No entanto, foi a partir da publicação da nova edição do Guia Alimentar para a População Brasileira que este tema ganhou maior notoriedade, pois foi adotada a classificação de alimentos baseada no seu nível de processamento (BRASIL, 2014). No Brasil, políticas públicas no campo da alimentação e nutrição são amplamente influenciadas pelo posicionamento dos guias alimentares. Sendo assim, ao contemplar em suas recomendações uma abordagem qualitativa pautada no grau de processamento dos alimentos o guia assumiu

uma posição central para reforçar e fortalecer os interesses da saúde pública, na busca do direito humano à alimentação adequada e garantia da soberania alimentar (BORTOLINI *et al.*, 2019).

Categorizar os alimentos conforme seu grau de processamento tornou-se uma necessidade frente ao avanço da epidemia de obesidade e das DCNTs. O aumento das taxas de excesso de peso e DCNTs coincidiu com um processo de substituição gradativa das refeições caseiras tradicionais por opções prontas, quer sejam elas comidas de pacote, congeladas ou oriundas de restaurantes estilo *fast food*. Diante dessa observação, a classificação dos alimentos quanto ao conteúdo de nutrientes deixou de ser suficiente para compreender a relação do consumo alimentar com as DCNTs (NUPENS/USP, 2021). A modernização das tecnologias de produção de alimentos aumentou a gama de produtos disponíveis, reduziu o tempo de preparo e ampliou o prazo de validade e a segurança dos alimentos. Entretanto, grande parte dos processos empregados na produção dos alimentos torna-os excessivamente ricos em energia, açúcar, gordura e/ou sal. Outrossim, são incontáveis os aditivos químicos adicionados (conservantes, corantes, aromatizantes...), os quais também podem trazer malefícios a saúde do consumidor (FAO/WHO, 2015; POPKIN, 2020).

Entende-se como processamento de alimentos qualquer procedimento que altere o estado natural do alimento. Incluem-se neste conceito desde técnicas de conservação como congelamento, pasteurização e desidratação, até adição de ingredientes, como sal, açúcar, gordura dentre outros aditivos (POPKIN, 2020). Quase todo alimento consumido é processado de alguma forma, portanto nem todo processamento é negativo. Compreender a extensão e o propósito do processamento é necessário para que uma classificação de alimentos seja útil e precisa em distinguir alimentos com potencial efeito danoso à saúde do consumidor (MOUBARAC *et al.*, 2014).

A classificação NOVA foi proposta justamente para contemplar a extensão e o propósito do processamento dos alimentos e, assim, tornar-se uma ferramenta para descrever sistemas e padrões alimentares e a associação desses com a saúde e o risco de doenças (MONTEIRO *et al.*, 2010). A NOVA divide os alimentos em quatro grupos: alimentos *in natura* ou minimamente processados, ingredientes culinários processados, alimentos processados e alimentos ultraprocessados (MONTEIRO *et al.*, 2019a, 2018). O quadro 1 apresenta a definição de cada grupo, suas principais características e exemplos de alimentos classificados em cada um dos grupos.



**Quadro 1** – Definição dos grupos da NOVA, principais características e exemplos de alimentos enquadrados em cada um dos grupos.

<b>Grupo 1 - Alimentos in natura ou minimamente processados</b>
<p><b>Definição e características:</b> Alimentos minimamente processados são alimentos in natura submetidos a processos como remoção de partes não comestíveis ou não desejadas dos alimentos, secagem, desidratação, trituração ou moagem, fracionamento, torra, cocção apenas com água, pasteurização, refrigeração ou congelamento, acondicionamento em embalagens, empacotamento a vácuo, e fermentação não alcoólica. A maior parte desses processos objetiva aumentar a duração dos alimentos in natura, permitindo estocagem prolongada. Outros propósitos incluem facilitar ou diversificar a preparação culinária dos alimentos (remoção de partes não comestíveis, fracionamento e trituração ou moagem) ou modificar o seu sabor (torra de grãos de café ou de folhas de chá e fermentação do leite para produção de iogurtes).</p> <p><b>Exemplos:</b> Arroz branco, integral ou parboilizado, a granel ou embalado; milho em grão ou na espiga, grãos de trigo e de outros cereais; batata, mandioca e outras raízes e tubérculos; feijão, lentilhas, grão de bico e outras leguminosas; carnes bovina, de porco e de aves; frutas frescas, congeladas ou secas, suco de frutas pasteurizado e sem adição de açúcar); legumes e verduras; ervas frescas ou secas; castanhas, nozes e sementes sem sal ou açúcar; farinhas de mandioca, de milho ou de trigo e macarrão ou massas frescas ou secas feitas com essas farinhas e água; leite pasteurizado, ultrapasteurizado ou em pó, iogurte (sem adição de açúcar), cogumelos frescos ou secos.</p>
<b>Grupo 2 - Ingredientes culinários processados</b>
<p><b>Definição e características:</b> Substâncias extraídas diretamente de alimentos do Grupo 1 ou da natureza e usualmente consumidas como itens de preparações culinárias. Os processos envolvidos na extração dessas substâncias incluem prensagem, trituração, moagem, pulverização, secagem e refino. O propósito do processamento é a fabricação de produtos para temperar e cozinhar alimentos in natura ou minimamente processados e, de modo geral, para confeccionar preparações culinárias baseadas nesses alimentos.</p> <p><b>Exemplos:</b> Sal de cozinha refinado ou grosso, açúcar de mesa, mel e rapadura, óleos vegetais e gorduras (manteiga, gordura de porco e gordura de coco), féculas e vinagre.</p>
<b>Grupo 3 - Alimentos processados</b>
<p><b>Definição e características:</b> Produtos fabricados com a adição de sal ou açúcar e eventualmente óleos, gorduras, vinagre ou outra substância do Grupo 2 a um alimento do Grupo 1, sendo em sua maioria produtos com dois ou no máximo três ingredientes. Os processos envolvidos na fabricação desses produtos podem incluir diferentes métodos de cocção e, no caso de queijos e pães, fermentação não alcoólica. O propósito do processamento subjacente à fabricação de alimentos processados é aumentar a duração de alimentos in natura ou minimamente processados ou modificar seu sabor, sendo, portanto, semelhante à finalidade do processamento empregado na fabricação de alimentos do G1.</p>

**Exemplos:** Conservas de legumes, de cereais ou de leguminosas; extrato ou concentrado de tomate com sal; carnes salgadas, secas e defumadas; peixe conservado em óleo ou água e sal; frutas em calda ou cristalizadas; queijos; pães feitos com farinha, levedura, água e sal; bebidas alcoólicas fermentadas.

#### **Grupo 4 - Alimentos ultraprocessados**

**Definição e características:** Este grupo inclui produtos fabricados com vários ingredientes envolvendo, além de substâncias do Grupo 2 (como sal, açúcar, óleos e gorduras), substâncias também extraídas diretamente de alimentos do Grupo 1, mas não habitualmente utilizadas em preparações culinárias (como caseína, soro de leite, isolado proteico de soja e de outros alimentos e hidrolisado de proteínas), substâncias sintetizadas a partir de constituintes de alimentos (como óleos hidrogenados ou interestereificados, amidos modificados e outras substâncias não naturalmente presentes nos alimentos) e aditivos usados com função cosmética para modificar as características organolépticas dos produtos (cor, odor, sabor ou textura). Várias técnicas industriais são usadas na fabricação de produtos ultraprocessados, incluindo extrusão, moldagem e pré-processamento por fritura.

**Exemplos:** Biscoitos doces e salgados; sorvetes, balas, chocolate e guloseimas em geral; cereais matinais e barras de cereal; bolos e misturas para bolo; sopas, macarrão e temperos instantâneos; molhos prontos; margarina; salgadinhos de pacote; bebidas adoçadas não carbonatadas (refrescos) e bebidas adoçadas carbonatadas (refrigerantes); iogurtes e outras bebidas lácteas adicionadas de corantes e ou aromatizantes; produtos congelados e prontos para aquecimento como pratos de massas, pizzas, hambúrgueres e extratos de carne de frango ou peixe empanados do tipo nuggets, salsichas e outros embutidos; pães de forma, pães para hambúrguer ou hot-dog; bebidas alcoólicas destiladas.

**Fonte:** Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

Conforme apresentado na descrição do quadro acima, AUPs são alimentos formulados industrialmente e constituídos majoritariamente de fragmentos extraídos de alimentos, geralmente de baixo custo (por exemplo açúcar, amido, isolados proteicos, dentre outros), modificados por processos químicos e adicionados de flavorizantes, corantes, emulsificantes dentre outros aditivos. O resultado dessas combinações são produtos hiper palatáveis, altamente lucrativos, atraentes em diferentes aspectos (preço, sabor, praticidade) porém insalubres (MONTEIRO *et al.*, 2019a).

Em geral, os AUPs são opções baratas e convenientes para os consumidores, enquanto para os fabricantes são opções altamente lucrativas. À medida que os consumidores passam a tomar ciência dos malefícios do consumo dos AUPs não raramente as indústrias adotam estratégias de reformulação dos produtos e marketing associado as novas características apresentadas. Por essa razão, a redução de gordura, sal e açúcar e/ou a adição de componentes tais como compostos bioativos ou vitaminas em AUPs é uma estratégia muitas vezes adotada

pela indústria alimentícia. No entanto, a reformulação de AUPs não os transformará em alimentos *in natura* ou minimamente processados. Estratégias direcionadas a modificação do perfil nutricional dos alimentos devem ser vistas com cautela, pois os alimentos alvo de reformulações são justamente aqueles poucos saudáveis cuja recomendação dos guias alimentares é de consumo ocasional. Ainda, cabe destacar que um alimento “baixo em gorduras” pode conter grandes quantidades de açúcar, assim como um alimento reduzido em açúcares pode conter mais gorduras e outros compostos sintéticos. Por exemplo, em muitos casos a retirada de açúcares dos produtos resulta na adição de adoçantes ou aditivos que buscam melhorar a palatabilidade do alimento (MONTEIRO; CANNON; MOUBARAC, 2014; MOODIE *et al.*, 2013).

Um novo e precursor conceito de alimentação saudável foi proposto no Guia Alimentar para População Brasileira a partir da nova definição dos grupos de alimentos. Conforme o referido guia entende-se por alimentação saudável: consumo de uma grande diversidade de alimentos não ou minimamente processados (grupo 1) e de preparações culinárias elaboradas com esses alimentos acrescidas de ingredientes culinários em quantidades moderadas (grupo 2), complementadas com alimentos processados (grupo 3), em pequenas quantidades, e evitando-se o consumo de AUPs. A forma de consumo também é importante, devendo ocorrer por meio de refeições regulares, realizadas em ambientes apropriados e preferencialmente em companhia. Essas são basicamente as recomendações do guia alimentar para a população brasileira. Ao pensar a alimentação saudável dessa forma, quebra-se o paradigma de associar a nutrição apenas ao aspecto biológico e ao conteúdo de nutrientes de um determinado alimento ou grupo de alimentos (BRASIL, 2014).

Para que os indivíduos possam adotar uma alimentação mais saudável, conforme o conceito do guia alimentar para a população brasileira, são necessárias políticas públicas que garantam o acesso aos alimentos *in natura* e minimamente processados e que barrem o avanço dos sistemas alimentares globalizados. No entanto observa-se ao longo dos últimos anos uma estagnação na agenda das políticas públicas voltadas à alimentação e nutrição no Brasil (DE VASCONCELOS *et al.*, 2019). Uma análise realizada a partir da busca de projetos de lei visando a regulamentação das práticas da indústria de alimentos ultraprocessados no Brasil, demonstrou que embora muitos projetos tenham sido apresentados, até 2020 nenhum havia sido aprovado (MARIATH; MARTINS, 2021).

Os desafios para alimentar-se de forma saudável permeiam as condições socioeconômicas, as influências da mídia e aspectos culturais. Fatores individuais e ambientais são definidores das escolhas alimentares dos indivíduos (CHEN; ANTONELLI, 2020).

Especialmente em bairros periféricos ou com indicadores sociais mais baixos o acesso aos alimentos *in natura* é restrito. Para encontrar hortifrutis, peixarias, açougues, supermercados, hipermercados e demais estabelecimentos os moradores dessas localidades precisam se deslocar para áreas mais centrais da cidade. A esse fenômeno caracterizado pela dificuldade geográfica no acesso a alimentos saudáveis deu-se o nome de “deserto alimentar” (CAISAN, 2018). A extinção dos desertos alimentares passa pelo estímulo para que os estabelecimentos locais comercializem mais alimentos *in natura*, pela criação de hortas comunitárias, pela oferta de produtos *in natura* em escolas e restaurantes populares e pela regulação do estabelecimento de redes de *fast food* nesses locais.

A taxação de produtos ultraprocessados é uma medida já aplicada em alguns países, com resultados promissores para redução no consumo dessa classe de alimentos (ARANTXA COLCHERO; PARAJE; POPKIN, 2021). Um estudo brasileiro com dados da POF de 2008/2009 identificou que o preço dos alimentos ultraprocessados adquiridos para consumo no domicílio foi inversamente associado com a prevalência de sobrepeso e obesidade. Para cada aumento de 1,00% no preço dos AUPs constatou-se uma redução média de 0,33% na prevalência de sobrepeso e de 0,59% na obesidade. Diante desse resultado os autores concluíram que a tributação de AUPs é uma ferramenta potencial para o controle da obesidade no Brasil (PASSOS *et al.*, 2020).

### **2.1.2 Reflexos do consumo de ultraprocessados na qualidade da alimentação**

O consumo aumentado de alimentos ultraprocessados (AUPs) resulta em um importante desequilíbrio nutricional e, portanto, a contribuição dietética desses alimentos determina em grande parte a qualidade nutricional da alimentação contemporânea. Essa relação encontra-se documentada tanto por estudos nacionais quanto internacionais e foi sumarizada em um importante relatório da FAO recentemente publicado (MONTEIRO *et al.*, 2019b). Nesse relatório encontram-se descritos estudos que utilizaram a NOVA para classificar os alimentos e avaliaram a associação da participação dos AUPs com o teor de nutrientes na alimentação, com enfoque para nutrientes relacionados à ocorrência das DCNTs. Foram analisados quatro estudos baseados em dados nacionais de compras domiciliares, 15 artigos que utilizaram pesquisas dietéticas de abrangência nacional e dois estudos que avaliaram padrões alimentares relacionados ao teor de nutrientes.

A maior participação de AUPs na alimentação foi associada significativamente ao consumo de açúcar, sódio, gordura saturada e trans, nutrientes relacionados ao aumento do risco

de DCNTs. A densidade energética também demonstrou associação positiva com a presença desse grupo de alimentos. Por outro lado, nutrientes protetores como fibras e proteínas foram inversamente associados ao conteúdo de AUPs da alimentação. Da mesma forma a maior parte dos estudos revisados encontraram associações inversas entre a participação de AUPs na alimentação e o conteúdo de micronutrientes. Em síntese, o conjunto de evidências dos estudos incluídos na revisão representam dados de consumo de 11 diferentes países e demonstram uma substituição de alimentos não ou minimamente processados por alimentos ultraprocessados. Essa mudança se traduz em uma piora geral em relação a qualidade da alimentação (MONTEIRO *et al.*, 2019b).

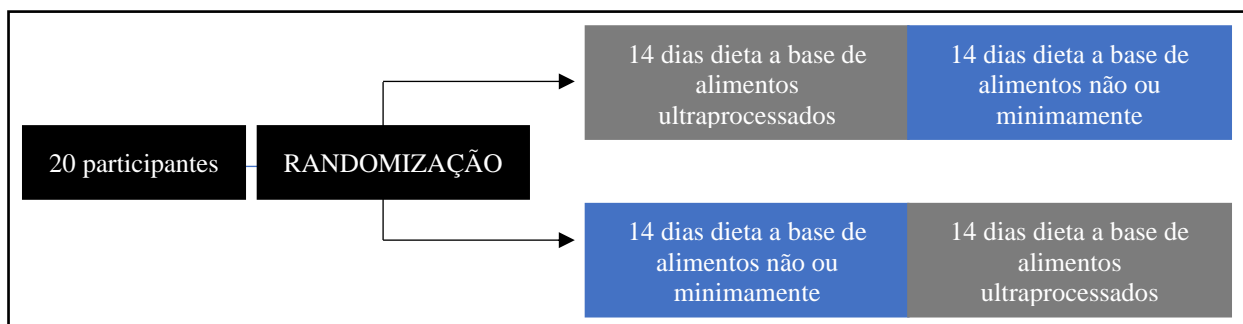
Dentre os estudos avaliados na revisão supracitada, destacam-se análises da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), de 2008-2009, referentes ao consumo alimentar individual de uma subamostra de 34.003 indivíduos maiores de 10 anos. A contribuição calórica dos AUPs para o valor calórico total da alimentação foi utilizada para dividir a população em quintis. No primeiro quintil a contribuição média dos AUPs em relação ao consumo energético diário foi de 2%, enquanto no último quintil foi de quase 50%. Em relação a qualidade da alimentação, fica evidente a contribuição negativa dos AUPs: no primeiro quintil, o açúcar livre perfaz 10,9% do percentual do valor energético total e, no último quintil, representa 20,2%. Esse mesmo padrão é identificado para gordura total (23,8% x 30,4%), gordura trans (0,8% x 1,9%) e gordura saturada (7,9% x 11,5%). A densidade energética também aumenta significativamente com o aumento da contribuição dos AUPs ( $p < 0,05$ ) (LOUZADA *et al.*, 2015b). Outro estudo deste mesmo grupo, utilizando a mesma base de dados, comparou o teor de micronutrientes de acordo com os quintis de participação dos AUPs. O maior consumo desse grupo de alimentos foi inversamente associado ao conteúdo de vitamina B12, vitamina D, vitamina E, niacina, piridoxina, cobre, ferro, fósforo, magnésio, selênio e zinco, demonstrando que a alimentação rica em AUPs é deficitária em relação aos micronutrientes (LOUZADA *et al.*, 2015a).

### **2.1.3 Para além dos macro, micronutrientes e calorias: quais outras características dos ultraprocessados podem afetar a saúde da população?**

Conforme referido anteriormente, os AUPs apresentam, em média, maior teor de açúcares e gorduras e, conseqüentemente, maior aporte energético. Mas, os resultados de um recente ensaio clínico randomizado (ECR) cruzado (*crossover*) demonstraram que essa não é a única explicação para os efeitos nocivos desse grupo de alimentos. O estudo de Hall *et al.* trouxe à luz outros possíveis mecanismos que podem explicar a associação do consumo de AUPs com

o aumento de peso e adiposidade. No estudo, duas dietas foram testadas: uma à base de alimentos ultraprocessados e outra à base de alimentos não ou minimamente processados. As duas dietas foram planejadas de forma a serem equivalentes em calorias, carboidrato (amido, açúcar e fibra dietética), proteína e outros nutrientes, diferindo apenas pela fonte de tais nutrientes. Participaram do estudo 20 adultos (10 homens e 10 mulheres), com média de idade de  $31,2 \pm 1,6$  anos e Índice de Massa Corporal (IMC) médio de  $27 \pm 1,5$  kg/m<sup>2</sup>. Para serem elegíveis, os indivíduos deveriam estar com peso estável nos últimos 6 meses, ter  $IMC \geq 18,5$  kg/m<sup>2</sup> e não apresentar condições tais como anemia, diabetes, câncer, doenças da tireoide, distúrbios alimentares ou outras condições psiquiátricas, como depressão ou distúrbio bipolar. O ECR foi realizado na Unidade de Pesquisa Clínica e Metabólica do *National Institutes of Health* (NIH), onde os participantes residiram durante os 28 dias de vigência do estudo, não podendo deixar a instalação. Os participantes consumiram cada uma das dietas por 14 dias consecutivos e a definição de qual seria a primeira dieta a ser consumida por cada participante ocorreu de forma aleatória (Figura 1) (HALL *et al.*, 2019).

**Figura 1.** Desenho metodológico do ensaio clínico randomizado de Hall *et al.* 2019.



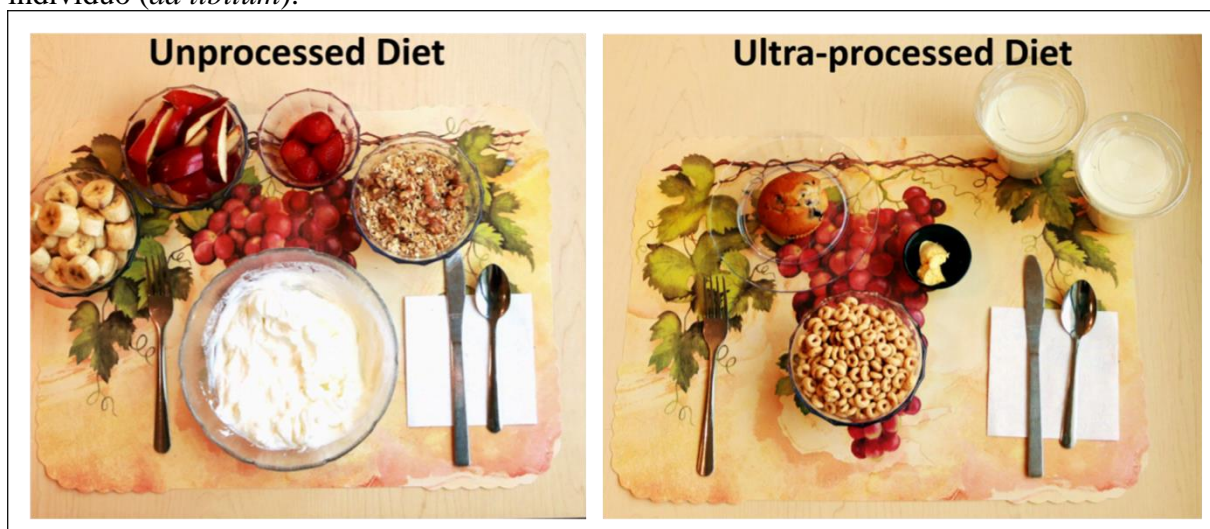
**Fonte:** Traduzido e adaptado de Hall *et al.*, 2019

No momento das refeições os participantes recebiam sempre o dobro da quantidade de comida de que precisariam para manter o peso e eram orientados a comerem tanto quanto achassem necessário. O tempo máximo de duração das refeições foi padronizado em 60 minutos, sendo uma enfermeira responsável por documentar o tempo exato de duração de cada refeição. Os alimentos e bebidas não consumidos pelo participante eram identificados e pesados pela equipe de nutrição para calcular a quantidade de cada alimento consumido e assim mensurar a ingestão total de nutrientes (HALL *et al.*, 2019).

Ao final do estudo verificou-se que no período em que receberam a dieta ultraprocessada os participantes ingeriram quantidades significativamente maiores de energia, carboidratos e gorduras, e tiveram aumento de peso ( $0,9 \pm 0,3$  kg;  $p=0,009$ ) e de massa gorda ( $0,4 \pm 0,1$  kg;  $p$

= 0,0015). Por outro lado, no período em que consumiram a dieta não processada os participantes apresentaram perdas significativas de peso ( $0,9 \pm 0,3$  kg;  $p=0,007$ ) e de massa gorda ( $0,3 \pm 0,1$  kg;  $p=0,05$ ) (HALL *et al.*, 2019). A figura a seguir ilustra exemplos de refeições fornecidas aos participantes do estudo (figura 2).

**Figura 2.** Exemplos das refeições fornecidas na dieta não ou minimamente processada (esquerda) e ultraprocessada (direita). As refeições eram equivalentes em calorias, carboidratos, gordura, proteína, açúcar, sódio e fibra e poderiam ser consumidas na quantidade desejada pelo indivíduo (*ad libitum*).



**Fonte:** Hall *et al.*, 2019

Mas, se as dietas foram planejadas para serem equivalentes em nutrientes, o que poderia explicar tais achados? As características sensoriais dos alimentos são apontadas como uma das possíveis explicações. A taxa de ingestão das refeições foi calculada dividindo-se a ingestão de alimentos pelo tempo de duração da refeição. Por serem alimentos mais macios e fáceis de comer os AUPs foram mais rapidamente consumidos (HALL *et al.*, 2019), resultando em uma redução do período de exposição sensorial o que poderia resultar em uma sinalização insuficiente de saciedade (DE GRAAF; KOK, 2010).

A estrutura de um alimento pode ter um papel funcional no processamento oral e impactar no tamanho de uma refeição, bem como na experiência de saciedade experimentada pelo indivíduo (FORDE *et al.*, 2017). O termo “processamento oral” é utilizado para expressar essa relação, ou seja, o esforço necessário para consumir um determinado alimento em termos de mordidas, mastigações, deglutições e taxa de ingestão (FERRIDAY *et al.*, 2016). Comparar o tempo necessário para consumir uma fruta ou seu respectivo suco é uma forma simples para compreender essa relação: enquanto são necessários em média 17,2 minutos para consumir 500

gramas de maçã, em apenas 1,5 minutos consomem-se 500 ml de suco dessa mesma fruta (HABER *et al.*, 1977).

A taxa de ingestão de energia é uma medida que quantifica calorias ingeridas em razão do tempo. Ela é calculada pela multiplicação da densidade energética de um determinado alimento (kcal/gramas) pelo tempo de ingestão desse (g/min). Apesar dessa temática, um estudo compilou dados de cinco publicações independentes para avaliar a associação entre a taxa de ingestão de energia e o processamento de alimentos conforme a classificação NOVA. Em um total de 327 alimentos avaliados, verificou-se que os AUPs tinham, em média, uma taxa de ingestão energética mais rápida quando comparados a alimentos não processados. A taxa média de ingestão de energia para alimentos não processados foi de  $35,5 \pm 4,4$  kcal/min, para alimentos processados foi de  $53,7 \pm 4,3$  kcal/min, e no grupo de AUPs foi de  $69,4 \pm 3,1$  kcal/min. Houve uma grande heterogeneidade das taxas de ingestão de energia (kcal/min) nos três grupos de processamento, com uma maior prevalência de alimentos com maior taxa de ingestão de energia entre AUPs. Esses achados reforçam o papel importante da textura dos alimentos na regulação do consumo alimentar (FORDE; MARS; DE GRAAF, 2020; STRIBIŢCAIA *et al.*, 2020).

Outro ponto importante a ser explorado é a relação do consumo de AUPs e ingestão de aditivos alimentares. Nas últimas décadas houve um incremento importante no número de aditivos disponíveis e conseqüentemente na presença desses na maioria dos produtos (LASTER; FRAME, 2019). Aditivos alimentares são ingredientes adicionados intencionalmente aos alimentos sem o objetivo de nutrir, mas sim com o propósito de manter ou melhorar a segurança de um alimento ou para modificar suas características (textura, sabor, aparência) (BRASIL, 1997).

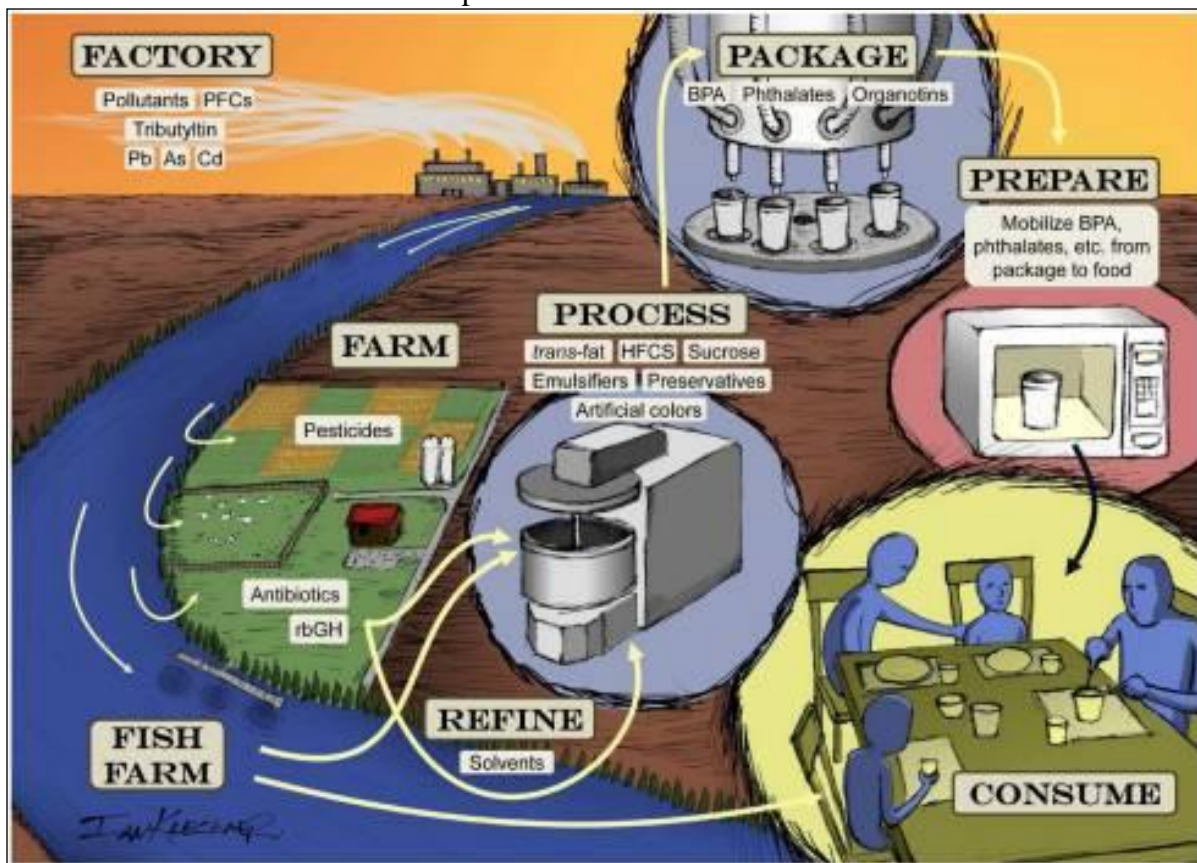
Embora os aditivos alimentares estejam sujeitos a aprovação e análise de risco há uma preocupação constante sobre as ameaças potenciais à saúde do consumidor decorrentes da ingestão diária dessas substâncias químicas (ANVISA, *[s. d.]*). Nesse sentido, os malefícios não estão apenas relacionados à toxicidade. Há um interesse crescente em analisar a presença desses compostos na alimentação posto o desafio de compreender as causas da atual epidemia de obesidade e doenças relacionadas (SIMMONS; SCHLEZINGER; CORKEY, 2014).

Do campo à mesa, os alimentos podem apresentar milhares de substâncias as quais serão conjuntamente ingeridas pelo consumidor, algumas dessas prejudiciais e outras até mesmo úteis, a depender da quantidade e do contexto de utilização (SIMMONS; SCHLEZINGER; CORKEY, 2014). A figura 3 ilustra sumariamente a extensa gama de compostos que podem



chegar até o consumidor nos alimentos, sendo os aditivos uma classe importante deste conjunto em razão da larga utilização desses nos AUPs.

**Figura 3.** Estágios do processo de produção de alimentos e compostos potencialmente adicionados em cada uma destas etapas.

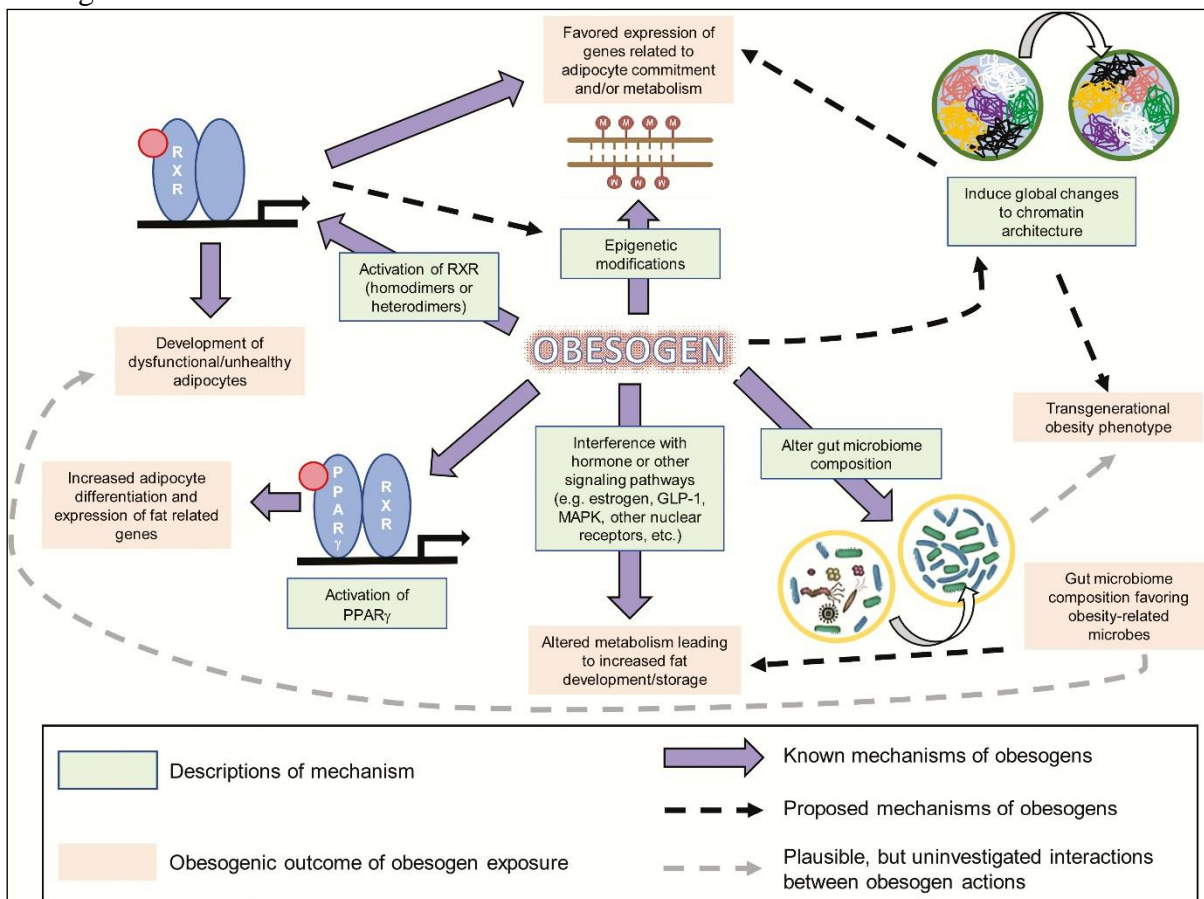


**Fonte:** Simmons, Schlezinger, and Corkey, 2014

A adipogênese é um processo no qual ocorre a diferenciação de uma célula-tronco mesenquimal em adipócitos maduros, os quais são os principais constituintes do tecido adiposo. O processo de diferenciação dos adipócitos ocorre ao longo dos diferentes estágios de desenvolvimento e é controlado tanto por fatores nutricionais quanto por fatores genéticos e ambientais. Quanto ao ambiente, há uma variedade de compostos químicos aos quais os indivíduos estão constantemente expostos, alguns dos quais com ação obesogênica (GONZÁLEZ-CASANOVA *et al.*, 2020). O termo “obesogênicos” é utilizado para definir compostos químicos xenobióticos presentes nos alimentos e/ou no ambiente, com efeito potencial na regulação da obesidade e da adipogênese (GARCÍA-MAYOR *et al.*, 2012). Infelizmente, grande parte dos compostos obesogênicos presentes nos alimentos tem a finalidade de aumentar a produção (e rentabilidade), e não há uma preocupação da indústria alimentícia quanto ao impacto cumulativo na saúde da população (SIMMONS;

SCHLEZINGER; CORKEY, 2014). A figura 4 apresenta os mecanismos conhecidos e propostos para explicar a ação dos obesogênicos.

**Figura 4.** Diagrama de mecanismos conhecidos e propostos e efeitos da exposição aos obesogênicos.



**Fonte:** Egusquiza and Blumberg, 2020. **Nota:** As setas roxas sólidas indicam os mecanismos conhecidos pelos quais os obesogênicos atuam. Setas com uma linha preta tracejada sinalizam os mecanismos propostos. As interações plausíveis, mas não investigadas, entre as ações dos obesogênicos são indicadas por setas com uma linha cinza tracejada. As caixas verdes descrevem os mecanismos conhecidos e as caixas laranças apresentam os resultados das exposições aos obesogênicos.

Sugere-se que tais compostos poderiam atuar como disruptores endócrinos, isto é, modulando inadequadamente o sistema neuroendócrino em diferentes níveis e causando efeitos adversos (DAMSTRA *et al.*, 2002). Essa seria uma das vias de ação dos obesogênicos. Controle do apetite, saciedade, metabolismo e armazenamento de lipídeos são exemplos de processos regulados pelo sistema endócrino que, portanto, poderiam sofrer influência de agentes disruptores (HEINDEL, 2003, 2019).

Uma revisão de estudos experimentais realizados em células e em modelos animais identificou que a ação dos disruptores endócrinos na adipogênese pode estar relacionada ao

proliferador de peroxissoma tipo gama (PPAR $\gamma$ ), reconhecido como o regulador mestre da adipogênese (BATEMAN *et al.*, 2017). Embora tal revisão tenha enfoque principalmente em poluentes ambientais, tais como poluentes orgânicos persistentes e pesticidas, bisfenol A (BPA), metais pesados, dentre outros, esta pode ser uma pista para o entendimento da ação dos aditivos alimentares no acúmulo de gordura corporal. Aditivos e ingredientes alimentares "geralmente reconhecidos como seguros" são uma nova classe de obesogênicos candidatos que requerem maior investigação (EGUSQUIZA; BLUMBERG, 2020). Neste grupo estão, dentre outros, adoçantes artificiais, conservantes, emulsificantes e corantes, os quais são submetidos a análises para estabelecer a segurança toxicológica, porém não passam por estudos para avaliação dos efeitos na regulação metabólica (SIMMONS; SCHLEZINGER; CORKEY, 2014).

Porém, a via mencionada acima não é única pela qual contaminantes ambientais e aditivos alimentares podem interferir no metabolismo. Na interface dos efeitos metabólicos desses compostos, encontra-se também o microbioma intestinal. O ultraprocessamento resulta em produtos com nutrientes acelulares, ou seja, cujo conteúdo nutricional já não está mais íntegro e ligado a matriz celular. Nutrientes acelulares são mais facilmente digeridos, mais rapidamente absorvidos e influenciam o crescimento de bactérias intestinais desfavoráveis, as quais são reconhecidas por provocarem inflamação e estarem associadas a doenças metabólicas. Por outro lado, nutrientes celulares estimulam o crescimento de bactérias degradadoras de fibras do cólon, o que os tornam possíveis protetores da saúde (ZINÖCKER; LINDSETH, 2018).

Os efeitos contraditórios de diferentes aditivos alimentares reforçam a importância de investigações mais abrangentes sobre o tema, especialmente em humanos, uma vez que grande parte do conhecimento atual provém de estudos *in vitro* e em modelos animais. Até o presente momento alguns compostos como emulsificantes (LASTER; BONNES; ROCHA, 2019), adoçantes artificiais (PEARLMAN; OBERT; CASEY, 2017), conservantes (SIMMONS; SCHLEZINGER; CORKEY, 2014) e o glutamato monossódico (HE *et al.*, 2008) já foram associados com obesidade e adiposidade corporal.

Os emulsificantes são largamente utilizados em AUPs com a finalidade de promover a agregação de partículas imiscíveis, ou seja, unir ingredientes ricos em água àqueles ricos em lipídeos. Essa ação confere textura e maciez aos alimentos ao mesmo tempo que mantém a ligação estável (MILLER, 2015). No intestino esses compostos aparentemente atuam de forma similar à que se observa nos alimentos. Isto é, eles interagem com o muco intestinal o qual é rico em mucina, uma glicoproteína com função protetora. Assim, a exposição aos emulsificantes reduz a proteção do epitélio intestinal, altera a microbiota e favorece a inflamação. Tais resultados são de estudos *in vitro* e em modelos animais, os quais foram

compilados em uma revisão sobre esta temática (LASTER; BONNES; ROCHA, 2019). A inflamação intestinal por sua vez tem sido apontada como um dos mecanismos chave para explicar a relação entre a microbiota intestinal, a obesidade e a adiposidade (CANI *et al.*, 2012; PAULA NETO *et al.*, 2017).

A indústria está constantemente atenta aos apelos do mercado. Quando o açúcar passou a ser apontado como um dos vilões da epidemia da obesidade, os AUPs começaram a ganhar versões “light”, “diet” ou até mesmo “no sugar” comercializados com valor superior às suas versões convencionais. Para manter a palatabilidade dos produtos, em substituição ao açúcar são acrescentados aditivos, em especial a classe de adoçantes artificiais (MONTEIRO; CANNON; MOUBARAC, 2014). Conforme dados da agência de mercado “*Fortune Business Insights*”, o mercado global de substitutos do açúcar, que inclui aspartame, acesulfame K, sacarina, sucralose, stevia e álcoois de açúcar, foi avaliado em U\$ 6,25 bilhões em 2018 e deverá chegar em U\$ 10,27 em 2026 (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2019). Esse crescimento é um retrato da estratégia de substituição mencionada acima (figura 5).

**Figura 5.** Projeção de crescimento do mercado global de substitutos do açúcar (2018 – 2026).



**Fonte:** *Fortune Business Insights*

Para o consumidor, estes substitutos podem parecer inofensivos, visto que não carregam o peso das calorias. No entanto, estudos realizados tanto em modelos animais quanto em humanos sugerem que adoçantes artificiais podem contribuir para a epidemia de obesidade. Dentre os mecanismos envolvidos nessa relação encontram-se alterações do microbioma do

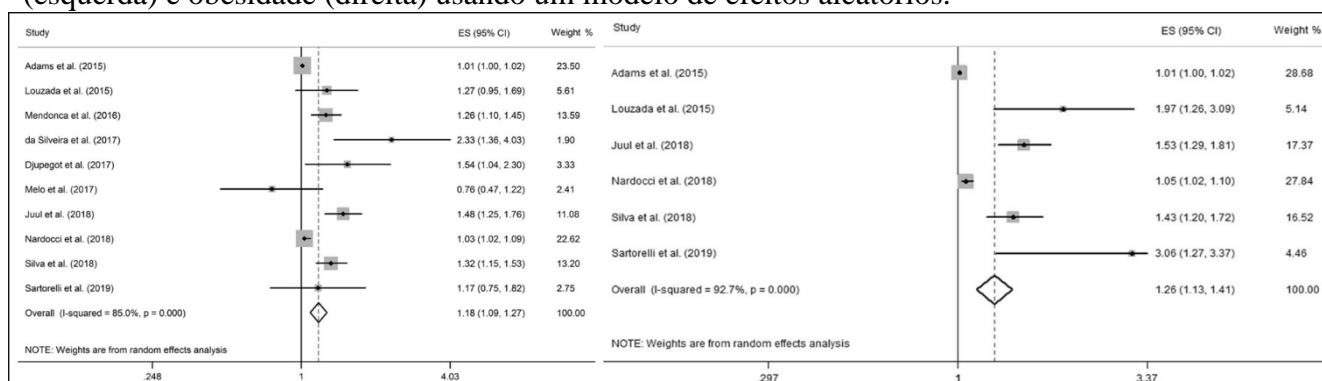
hospedeiro, diminuição da saciedade e mudanças desfavoráveis na homeostase glicêmica (PEARLMAN; OBERT; CASEY, 2017).

### 2.1.5 Consumo de AUPs, estado nutricional e desfechos associados

Quanto ao estado nutricional e desfechos metabólicos, a literatura científica já aponta a associação entre o consumo de AUPs com ganho de peso e adiposidade (ASKARI *et al.*, 2020; CANHADA *et al.*, 2020; HALL *et al.*, 2019), obesidade (CANELLA *et al.*, 2014; CANHADA *et al.*, 2020; LOUZADA *et al.*, 2015c), dislipidemias (SCARANNI *et al.*, 2022) e com o risco de desenvolver algumas doenças, tais como doenças cardiovasculares (SROUR *et al.*, 2019), síndrome metabólica (MARTÍNEZ STEELE *et al.*, 2019), diabetes tipo 2 (LEVY *et al.*, 2021; LLAVERO-VALERO *et al.*, 2021; SROUR *et al.*, 2020), hipertensão (DE DEUS MENDONÇA *et al.*, 2017; SCARANNI *et al.*, 2021) e câncer (FIOLET *et al.*, 2018). Ainda, o consumo aumentado de AUPs foi associado ao aumento do risco de mortalidade por todas as causas e por doenças cardiovasculares (BLANCO-ROJO *et al.*, 2019; PAGLIAI *et al.*, 2020).

A associação entre o consumo de AUPs, excesso de peso e obesidade em adultos foi explorada por uma revisão sistemática com metanálise recentemente publicada (ASKARI *et al.*, 2020). Foram incluídos 14 estudos, dos quais 13 eram estudos transversais e um de coorte. A amostra total estudada foi de 189.966 participantes. Dentre os estudos avaliados, dez atenderam aos critérios de inclusão para a metanálise. Participantes com maior ingestão de AUPs apresentaram maior chance de apresentar excesso de peso (1,02; IC 95%: 1.01, 1.03,  $p < 0,001$ ). A ingestão de AUPs também elevou as chances de obesidade, sendo 26% maior entre os indivíduos que relataram consumir em maior quantidade esta classe de alimentos (1,26; IC 95%: 1,13, 1,41,  $p < 0,001$ ). Os gráficos dessa metanálise encontram-se apresentados na figura 6.

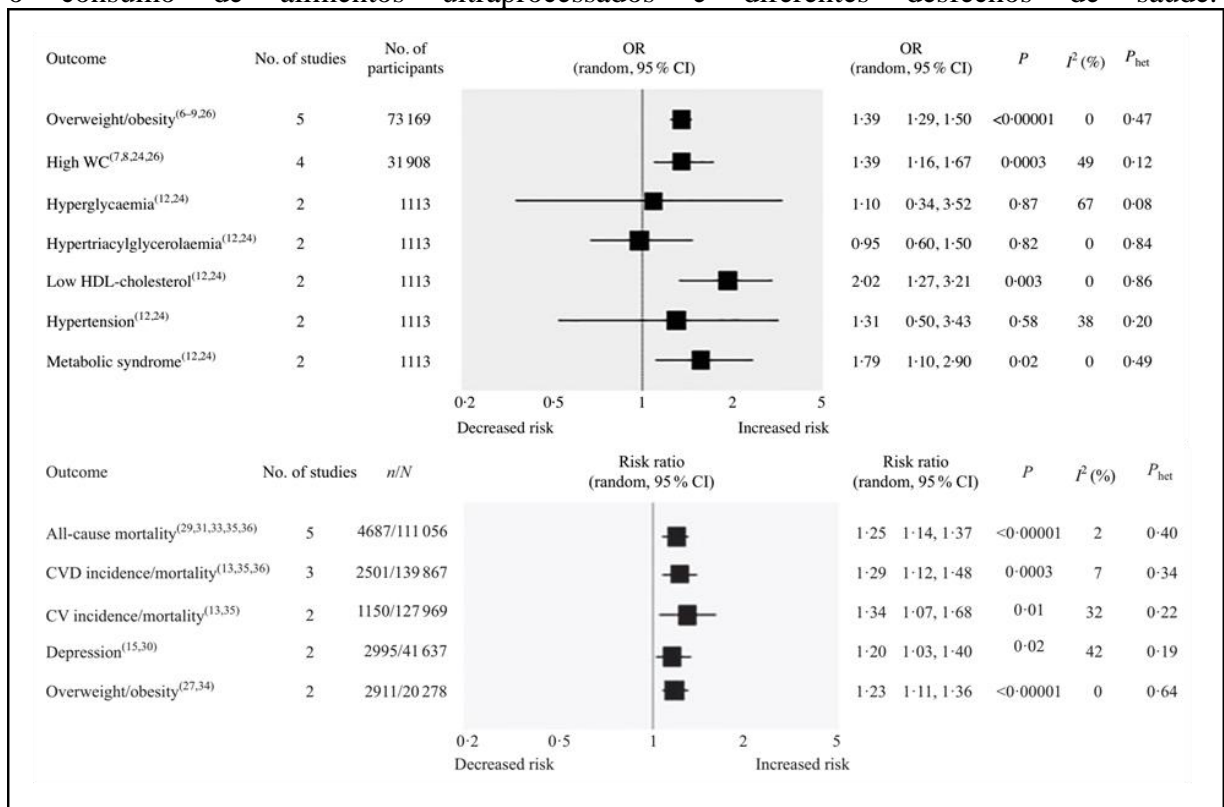
**Figura 6.** Forest-plot da associação entre consumo de alimentos ultraprocessados e excesso de peso (esquerda) e obesidade (direita) usando um modelo de efeitos aleatórios.



**Fonte:** Askari, Heshmati, Shahinfar, Tripathi, and Daneshzad, 2020.

Outra importante revisão sistemática com metanálise foi publicada em 2020 com objetivo de avaliar a relação entre o consumo de AUPs, conforme classificação da NOVA, e estado geral de saúde. A seleção dos artigos resultou na inclusão de 23 estudos, sendo desses 13 de coorte e 10 de delineamento transversal. A figura 7 apresenta os resultados da metanálise investigando a associação entre o consumo de AUPs com diferentes desfechos de saúde para estudos transversais (acima) e estudos de coorte (abaixo) (PAGLIAI *et al.*, 2020). Dentre os estudos de coorte, o consumo mais elevado de AUPs foi associado com risco aumentado de mortalidade por todas as causas e por DCV, doença cerebrovascular e depressão. A associação significativa encontrada para sobrepeso/obesidade corrobora com a revisão de Askari, Heshmati, Shahinfar, Tripathi, and Daneshzad (2020).

**Figura 7.** Forest-plot de estudos transversais (acima) e de coorte (abaixo) da associação entre o consumo de alimentos ultraprocessados e diferentes desfechos de saúde.



Fonte: Pagliai *et al.*, 2020.

Dentre os estudos incluídos na revisão supracitada encontra-se um estudo prévio do ELSA-Brasil (CANHADA *et al.*, 2020). No referido estudo foi identificada relação do consumo AUPs com ganhos de peso e circunferência da cintura e sobrepeso/obesidade incidente. Dentre os 11.827 adultos avaliados, os AUPs contribuíram, em média, com 24,6% (DP 9,6) do



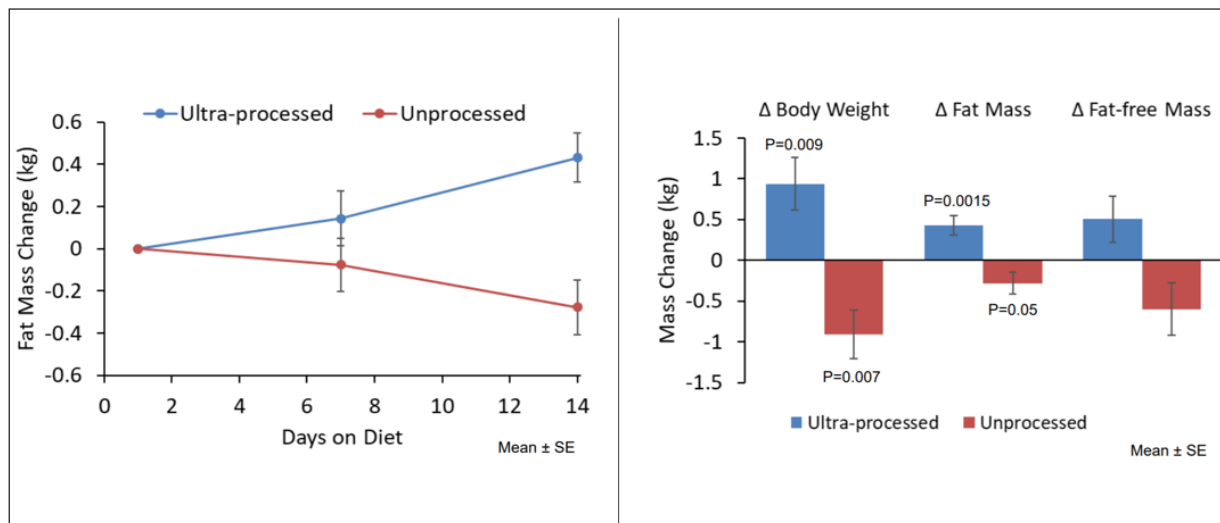
consumo energético total. Quartis de contribuição de AUPs em calorias foram utilizados para comparar os desfechos. A incidência de ganho de peso e cintura aumentou com o aumento do consumo de AUPs. O risco de maior ganho de peso e de circunferência da cintura foi de 20 a 30% maior ao serem comparados os indivíduos no quartil mais alto com aqueles no quartil mais baixo de consumo de AUPs.

No ELSA-Brasil também foi investigada a associação do consumo de AUPs com a pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), bem como com o risco de desenvolver hipertensão. No seguimento de 4 anos (entre a linha de base e primeira entrevista de seguimento) foram identificados 1.312 casos incidentes de hipertensão. Após ajuste para covariáveis, as estimativas para a associação entre o consumo de AUPs e mudanças na PAS e PAD não foram significativas. Já o risco de desenvolver hipertensão foi maior dentre os indivíduos com alto consumo de AUPs (35% da energia total diária consumida proveniente de AUPs) quando comparado aos participantes com baixo consumo (15% da energia total diária consumida proveniente de AUPs) (OR = 1,23, IC 95% 1,06, 1,44). No entanto, ao incluir o IMC no modelo, a associação perdeu a significância, reforçando a hipótese dos autores de que esse indicador seria um mediador no caminho causal entre consumo alimentar e hipertensão (SCARANNI *et al.*, 2021).

### **2.1.6 Consumo de AUPs e composição corporal**

Poucos estudos até o presente momento avaliaram a relação do consumo de AUPs com a composição corporal e adiposidade em adultos. O ECR de Hall *et al.*, já mencionado na sessão anterior desta tese, avaliou a composição corporal no início do estudo e semanalmente usando absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) - padrão ouro na análise de composição corporal. Identificou-se associação positiva do consumo de AUPs com aumento de peso, da massa de gordura e da massa livre de gordura, conforme visualiza-se na figura 8.

**Figura 8.** Variações no peso, na massa de gordura e na massa livre de gordura de acordo com a dieta ultraprocessada ou não ou minimamente processada



**Fonte:** Hall *et al.*, 2019

Resultados similares ao de Hall e colaboradores foram encontrados no estudo de coorte de base populacional *UK Biobank*, que acompanha adultos de 40 a 69 anos de idade na Inglaterra, Escócia e País de Gales. Dentre os 22.659 adultos avaliados em um período médio de 5,6 anos o consumo de AUPs foi associado com maior percentual de gordura corporal. No estudo em questão os participantes no último quartil de consumo de AUPs apresentaram um risco significativamente maior de ter um aumento  $\geq 5\%$  na gordura corporal do que aqueles no quartil mais baixo de consumo (HR ajustado 1,14; IC 95% 1,03–1,25). O percentual de gordura corporal foi obtido pela análise de bioimpedância (RAUBER *et al.*, 2021).

Em crianças e adolescentes, a relação da adiposidade com o consumo de AUPs foi objeto de uma revisão sistemática de estudos transversais e longitudinais. Foram incluídos estudos que avaliaram o consumo geral de AUPs e estudos que exploraram a contribuição de alimentos específicos na alimentação (refrigerantes/bebidas açucaradas, doces, chocolate e cereais prontos para comer). Os métodos de avaliação do desfecho (gordura corporal) foram: análise de bioimpedância elétrica (BIA), absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) e dobras cutâneas. Dentre os 26 artigos incluídos na revisão 15 encontraram associação do maior consumo de AUPs com níveis mais elevados de gordura corporal (COSTA *et al.*, 2018).

Além de contribuir para o aumento do percentual de gordura corporal o consumo de AUPs também pode se associar a maior adiposidade visceral. Essa relação foi demonstrada em uma subamostra do estudo Espanhol intitulado “*PREvención con Dieta MEDiterránea Plus*” (PREDIMED-Plus). Nesse recorte foram incluídos 780 homens e 705 mulheres, os quais



tiveram a composição corporal avaliada pelo DXA. No período de 12 meses de acompanhamento o incremento diário de 10% no consumo de AUPs foi associado a maior acúmulo de gordura visceral (B 0,09 z-score, 95% CI 0,05; 0,13,  $p < 0,0001$ ). Nesse mesmo estudo, verificou-se uma relação dose-resposta entre os fatores e que as associações entre o aumento diário no consumo de AUPs e a gordura visceral eram ligeiramente mais proeminentes em homens do que em mulheres (KONIECZNA *et al.*, 2021).

Em uma análise transversal da linha de base do *Prospective Investigation of Obesity, Energy and Metabolism* (POEM), pesquisadores suecos também relataram uma associação positiva do consumo de AUPs com a deposição de gordura visceral. Foram avaliados 286 adultos, os quais foram divididos em tercís conforme a contribuição de energia dos AUPs. O método utilizado para investigar a gordura visceral foi a ressonância magnética. Contrariamente ao estudo espanhol, os resultados do estudo sueco foram impulsionados pela associação positiva identificada para as mulheres (FRIDÉN *et al.*, 2022).

Os resultados mencionados acima podem indicar um caminho para explicar a ligação entre o consumo de AUPs e a ocorrência de DM2 pois o acúmulo de gordura visceral está associado ao aumento de fatores inflamatórios e à resistência à insulina (JANOCHOVA; HALUZIK; BUZGA, 2019).

Apenas um estudo foi identificado na literatura avaliando o consumo de AUPs e a massa muscular, sendo esse um estudo transversal realizado com 1.525 adolescentes brasileiros de 18 e 19 anos. A composição corporal foi avaliada pelo DXA e, além da massa muscular, foram investigados o %GC e a gordura androide, e os indicadores antropométricos CC e IMC. Após ajuste para confundidores apenas a massa muscular (kg) foi associada com o consumo de AUPs. Um incremento de 1% na contribuição dos AUPs para a ingestão energética total foi associado a uma redução de 0,04 kg de massa muscular ( $\beta$  -0,04; 95% CI, -0,06 à - 0,02;  $P < 0,001$ ) (VIOLA *et al.*, 2020).

## 2.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

### 2.2.1 Componentes da composição corporal e métodos de aferição

O corpo humano é formado por água, proteínas, minerais e gordura. Para avaliar a proporção desses componentes no corpo do indivíduo são frequentemente utilizadas medidas antropométricas e técnicas de aferição da composição corporal, tais como a bioimpedância, a ressonância magnética (RM) e o DXA (GALLAGHER; CHUNG; AKRAM, 2012; HOLMES;

RACETTE, 2021). O interesse pela avaliação da composição corporal surgiu em razão da observação de que as proporções desses componentes bem como a localização no corpo humano estavam associados ao risco de desenvolvimento de determinadas doenças (ELLIS, 2000; LEMOS; GALLAGHER, 2017). Nesse sentido, a avaliação da composição corporal se faz importante para a predição e prevenção das DCNTs, especialmente na sarcopenia, obesidade, diabetes tipo 2 e síndrome metabólica (DUDA *et al.*, 2018; HOLMES; RACETTE, 2021).

A antropometria consiste na aferição do tamanho do corpo e das suas proporções. Na prática clínica e em pesquisas epidemiológicas as medidas antropométricas são frequentemente utilizadas, pois são de fácil aferição e baixo custo. Peso, altura, circunferência da cintura, quadril e pescoço, assim como a aferição da espessura das pregas cutâneas são exemplos de medidas antropométricas. A partir dessas medidas são também gerados indicadores como o IMC ( $\text{peso}(\text{kg})/\text{alt}(\text{m})^2$ ), a relação cintura quadril (RCQ), a relação cintura estatura (RCE), dentre outros. O IMC é largamente utilizado, pois é um indicador que se correlaciona com o acúmulo de gordura corporal, enquanto as medidas de circunferências (cintura, quadril, pescoço) e espessura de dobras cutâneas são utilizadas porque refletem a distribuição e localização da gordura no corpo (TOOMEY *et al.*, 2015).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) definiu os seguintes pontos de corte de IMC para classificação do estado nutricional de adultos de ambos os sexos: baixo peso ( $\text{IMC} < 18,5 \text{ kg/m}^2$ ); eutrofia ( $18,5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{IMC} < 25 \text{ kg/m}^2$ ); sobrepeso ( $25 \text{ kg/m}^2 \leq \text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$ ); e, obesidade ( $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) (WHO, [s. d.]). Seguindo essa classificação, achados do GBD 2015 demonstram que indivíduos com sobrepeso e obesidade ( $\text{IMC} \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$ ) apresentam risco aumentado de morte e os anos de vida ajustados por deficiência (DALYs) para diversos desfechos de saúde, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes, doença renal crônica e neoplasias (AFSHIN *et al.*, 2017). O número de mortes por DCNTs atribuídas ao IMC aumentado ( $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ ) apresentou crescimento de 118,8% entre os anos de 1990 e 2017, saltando de 2,2 milhões (1,2 - 3,4 milhões) para 4,7 milhões (3,0-6,7 milhões) em 2017. Neste mesmo intervalo de tempo, os DALYs atribuídos ao IMC elevado aumentaram 127,2% (LIN *et al.*, 2020).

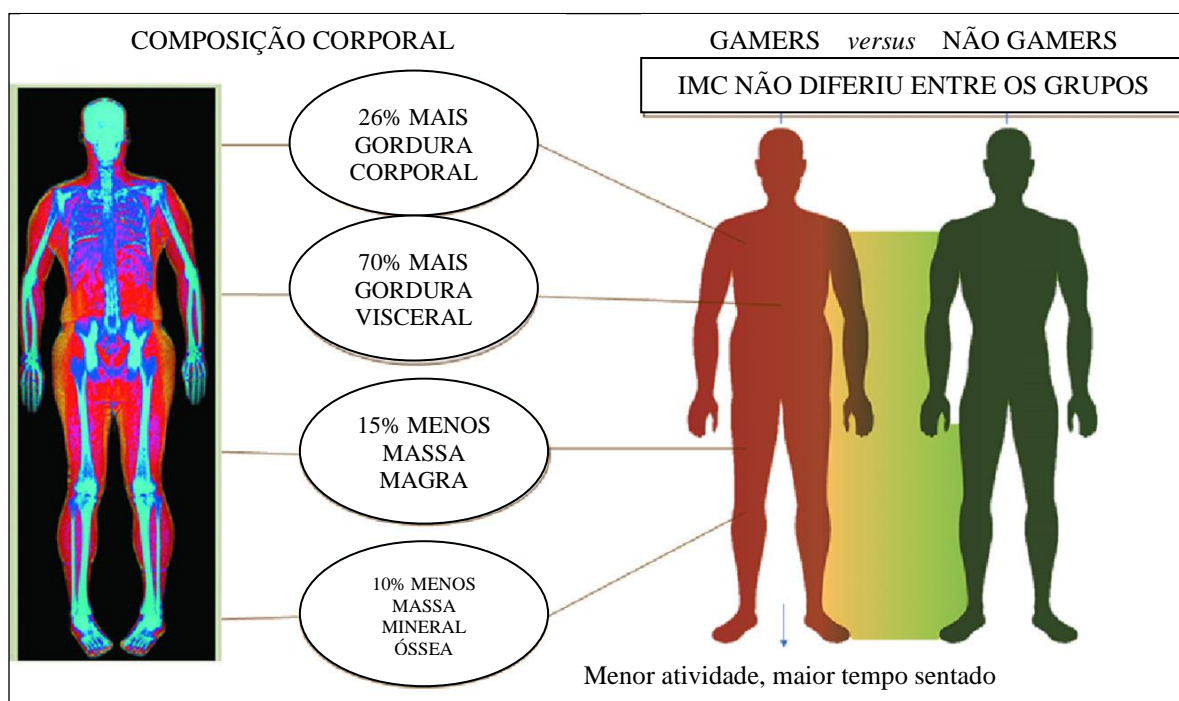
Ainda que o IMC seja um indicador largamente utilizado e reconhecido por sua associação com as DCNTs e mortalidade, resultados controversos deste indicador sugerem a necessidade de avaliar a composição corporal de forma mais detalhada. Alguns autores utilizam a expressão “paradoxo da obesidade” ao fazer referência a resultados obtidos em suas pesquisas que indicam um potencial efeito protetor do excesso de peso nas DCNTs (BANACK; STOKES,

2017; LEE; GIOVANNUCCI, 2018). O uso do IMC como uma medida de obesidade figura como uma das possíveis explicações do “paradoxo”. Assim como o IMC está fortemente correlacionado com o conteúdo de gordura corporal, está também com outros componentes do peso como a massa muscular e a massa óssea (WELLS, 2014).

Ao utilizar o IMC, assume-se uma similaridade da composição corporal dentre todos os indivíduos de uma mesma categoria. No entanto, sabe-se que os indivíduos podem diferir amplamente em sua composição corporal, mesmo que tenham o mesmo valor de IMC. Outro ponto a ser destacado é de que nem todo indivíduo com IMC aumentado apresenta distúrbios metabólicos, o que sugere a possível existência de uma forma de obesidade metabolicamente saudável. Da mesma forma indivíduos eutróficos podem apresentar risco metabólico, apesar de seu IMC estar na faixa de normalidade. Essas são, portanto, as principais limitações da utilização das medidas antropométricas e dos indicadores derivados dessas medidas (BORGA *et al.*, 2018; WELLS; SHIRLEY, 2016).

A Figura 9 apresenta um exemplo comparativo da avaliação nutricional de dois grupos de indivíduos que não diferiram em relação ao IMC, porém apresentaram diferenças significativas nas proporções do tecido adiposo e muscular. Trata-se do resultado de um estudo caso-controle que comparou o IMC e a composição corporal de jogadores de jogos eletrônicos de uma liga universitária competitiva (*gamers*) com indivíduos que não eram jogadores. Os controles tinham a mesma idade e sexo e foram recrutados no mesmo campus universitário dos *gamers*. A composição corporal foi avaliada pelo método de absorciometria de raios-x de dupla energia. Apesar do IMC não diferir entre os grupos ( $23,7 \pm 3,3$  nos *gamers* *versus*  $24,9 \pm 2,1$  nos controles;  $p = 0.35$ ), os *gamers* apresentaram percentual de gordura corporal (%GC) significativamente maior ( $24,0 \pm 6,7$  nos *gamers* *versus*  $19,1 \pm 6,0$  nos controles;  $p = 0.05$ ) e massa magra total significativamente menor ( $50,8 \pm 4,0$  nos *gamers* *versus*  $59,8 \pm 8,5$  nos controles;  $p = 0.003$ ) (DIFRANCISCO-DONOGHUE *et al.*, 2020).

**Figura 9.** Indivíduos apresentando mesmo valor de IMC podem apresentar quantidades díspares de massa de gordura e massa magra.



**Fonte:** Traduzido de DiFrancisco-Donoghue, Werner, Douris, and Zwibel, 2020.

Medições mais detalhadas da composição corporal podem oferecer uma solução para esse cenário. Dentre os métodos disponíveis, a análise de bioimpedância elétrica (BIA) é uma opção cada vez mais acessível para avaliação do conteúdo de gordura corporal total e segmentar e da massa muscular do indivíduo (NARANJO-HERNÁNDEZ; REINA-TOSINA; MIN, 2019; SHEPHERD *et al.*, 2016). Nesse método eletrodos são posicionados no corpo do indivíduo para possibilitar a passagem de uma corrente elétrica de baixa intensidade emitida pelo aparelho de bioimpedância. Com base na resistência encontrada para a passagem da corrente elétrica são determinadas as proporções da massa muscular e adiposa do indivíduo. Os aparelhos mais modernos de BIA possibilitam a análise segmentar, ou seja, fornecem as quantidade desses tecidos para pernas, braços e tronco, assim como retornam informações sobre água intra e extracelular (INBODY USA, 2020; TOOMEY *et al.*, 2015).

### 2.2.2 Composição corporal e diabetes mellitus tipo 2

Existem diversos fatores que influenciam a composição corporal de um indivíduo. Idade, gênero e genética são alguns desses fatores que modificam a composição corporal, porém não são passíveis de mudança. Por outro lado, fatores como nível de atividade física e

alimentação alteram a composição corporal e podem ser modificados pelos indivíduos (CHANG *et al.*, 2022; HE *et al.*, 2018; LI; QI, 2019).

Os tecidos adiposo e muscular são os mais investigados no que concerne a relação da composição corporal com o DM2. A seguir serão descritas as funções desses tecidos na homeostase glicêmica bem como as evidências já disponíveis acerca da relação desses componentes com o DM2.

### **2.2.2.1 Tecido adiposo e DM2**

Embora atualmente o tecido adiposo (TA) seja sempre visto como um vilão, cabe destacar as funções orgânicas desse tecido. Ele serve como armazenamento de energia, tem função de proteção aos órgãos internos e atua como isolante e regulador da temperatura corporal. O organismo necessita de lipídeos para formação de compostos essenciais, tais como a membrana celular, para transporte de vitaminas lipossolúveis e para síntese de alguns hormônios (DUDA *et al.*, 2018).

Em razão da epidemia da obesidade, o tecido adiposo passou a receber atenção especial na literatura científica pois, em quantidades aumentadas, apresenta relação com a ocorrência de DCNTs em geral (LIN *et al.*, 2020; NYBERG *et al.*, 2018) e com a mortalidade (DI ANGELANTONIO *et al.*, 2016; LIN *et al.*, 2020). Outro fato que chama atenção para o tecido adiposo é a sua quantidade variável não apenas entre indivíduos, mas especialmente para uma mesma pessoa ao longo do tempo (GALLAGHER; CHUNG; AKRAM, 2012).

O acúmulo da gordura corporal é resultado de uma interação de fatores ambientais e genéticos. Dentre os fatores ambientais estão o sedentarismo, a ingestão excessiva de calorias, o consumo aumentado de AUPs e o elevado consumo de bebidas alcóolicas. Quanto a genética, postula-se a existência de genes que se adaptam a condições de escassez de nutrientes durante a gestação e assim aumentam a suscetibilidade do indivíduo a obesidade. Da mesma forma, no período pós-natal as condições ambientais podem ser cruciais para ativar/desativar a expressão gênica em favor do acúmulo de gordura corporal (LI; QI, 2019).

A gordura corporal pode ser subdividida em três tipos: subcutânea, a qual representa a maior proporção no corpo e se localiza logo abaixo da pele; visceral, que está localizada na região do abdômen, entre os órgãos; e, intramuscular, a qual é identificada dentro das fibras musculares esqueléticas. Tanto o acúmulo de gordura visceral quanto de gordura intramuscular parecem ter pior repercussão para a homeostase glicêmica sendo essas formas associadas ao aparecimento e piora da resistência à insulina (BURHANS *et al.*, 2019; JANOCHOVA;

HALUZIK; BUZGA, 2019). O prejuízo na capacidade de expansão do tecido adiposo subcutâneo pode ser uma das principais causas da acúmulo de gordura ectópica (visceral, hepática e intramuscular) (BRØNS; GRUNET, 2017; HERMSDORFF; MONTEIRO, 2004). Por fim, a resistência à insulina induzida pelo acúmulo de gordura corporal é um processo multifatorial que envolve inflamação tecidual, produção de citocinas e modificações na secreção hormonal (ORTEGA *et al.*, 2020).

Deste modo, medidas corporais que refletem o acúmulo de reservas adiposas como um todo ou em partes específicas do corpo podem ser relevantes para a avaliação do risco de desenvolver DM2. A medida da circunferência da cintura (CC) é amplamente utilizada para avaliar o acúmulo de gordura na região abdominal e a sua associação com desfechos metabólicos. A respeito dessa relação, uma revisão da literatura reuniu as evidências de 78 estudos de coorte com um total de 21.459.955 participantes. Foi identificada uma associação dose-resposta positiva entre a medida da CC e o DM2, sendo o risco relativo (RR) semelhante para subanálise conforme o sexo dos participantes (1,68; IC95% 1,54 a 1,82, n=38 em homens e 1,68; IC95% 1,56 a 1,81, n=38 em mulheres). No conjunto dos 78 estudos avaliados um aumento de 10cm na CC impactou em um risco 61% maior de DM2 (JAYEDI *et al.*, 2022).

Outra medida antropométrica associada ao aumento da deposição de gordura na região do abdômen é o diâmetro abdominal sagital (DAS). A aferição do DAS é realizada com auxílio de um paquímetro abdominal portátil, com o indivíduo posicionado em decúbito dorsal. Posiciona-se o braço fixo do paquímetro abdominal sob a região lombar e desliza-se o braço móvel do compasso até tocar o abdômen, sem comprimi-lo. A leitura da medida é realizada durante a expiração. Sugere-se que essa medida seja mais indicada como correlata da adiposidade visceral, pois a gordura subcutânea apresenta tendência de se distribuir para os lados enquanto a adiposidade visceral não. Como a medida é realizada em posição supina, quanto maior o depósito visceral menor será a distribuição do tecido para os lados. Essa observação foi ratificada por um estudo realizado com 5.257 homens e mulheres em Seul no qual a medida do tecido adiposo aferido por tomografia computadorizada foi comparada com o DAS, CC e IMC. No referido estudo, foi identificada a superioridade do DAS na predição da obesidade visceral, sendo essa correlação verdadeira independentemente da idade, sexo e grau de obesidade (YIM *et al.*, 2010).

Um recorte transversal do NHANES (2011–2014) comparou as associações das medidas de DAS, CC e IMC com os seguintes marcadores glicêmicos: teste oral de tolerância à glicose (TOTG), glicemia de jejum, HbA1c e HOMA-IR. A amostra final do estudo incluiu 3.582 participantes, com idades entre 20 e 84 anos. O DAS foi um preditor significativo para

todos os marcadores glicêmicos (TOTG, glicemia de jejum, HbA1c e HOMA-IR), mesmo após ajuste para idade, sexo e raça. Adicionalmente, foram incluídas no modelo variáveis demográficas e as medidas de circunferência da cintura e IMC, e o DAS permaneceu sendo um preditor significativo de todas as medidas do metabolismo da glicose exploradas no estudo. O mesmo não ocorreu para as medidas de CC e IMC. Embora no modelo com ajuste para idade, sexo e raça elas tenham sido medidas significativas, ao adicionar o DAS e a outra variável antropométrica elas não foram mais preditoras significativas das medidas glicêmicas (FIROUZI *et al.*, 2018).

Apenas um estudo longitudinal foi identificado na literatura avaliando a predição do DM2 incidente a partir do DAS. Trata-se de um estudo finlandês com amostra de 5.168 indivíduos (2.399 homens e 2.769 mulheres). Além do DAS, foram investigados IMC, CC e relação cintura quadril (RCQ) em um período de acompanhamento de 8,1 anos. Nesse período ocorreram 222 casos incidentes de diabetes. Todos os indicadores foram testados separadamente, e em análises combinadas unindo a classificação do IMC com valores baixos e altos de DAS e das demais variáveis em estudo. Tais valores (altos e baixos) foram definidos com base nos quartis da amostra estudada. O risco relativo (RR) para a combinação do IMC (sobrepeso) e DAS (maior quartil) foi de 9,88 (IC 95% 2,81- 34,7) (PAJUNEN *et al.*, 2013). A extrapolação dos achados desse estudo com a população finlandesa para outros cenários é limitada visto que há nesse país predomínio de indivíduos caucasianos do norte da Europa. Essa característica tanto pode ter afetado a incidência de DM2 observada, quanto as características da composição corporal.

Em relação as medidas de gordura corporal total e segmentar, até o presente momento foram poucos os estudos que avaliaram tanto a relação do percentual de gordura corporal com alterações glicêmicas e DM2 quanto do acúmulo de gordura visceral com tais desfechos. Ainda, verifica-se um maior número de análises seccionais, o que limita a avaliação de causalidade entre a exposição e o desfecho. Até o presente momento não temos conhecimento de estudos longitudinais brasileiros que tenham avaliado a associação do risco de desenvolver DM2 com medidas de composição corporal aferidas pela bioimpedância.

Em um estudo realizado com uma amostra de 6.335 adultos com IMC entre 18,5kg/m<sup>2</sup> e 29,9 kg/m<sup>2</sup>, participantes do NHANES, identificou-se risco aumentado de alterações glicêmicas entre os participantes eutróficos com alto %GC em comparação com indivíduos eutróficos com baixo %GC. O mesmo resultado foi observado dentro o grupo de indivíduos com sobrepeso. Nas análises de sensibilidade, a área sob a curva foi maior para a combinação de IMC e %GC do que as áreas de apenas IMC ou apenas %GC. Os autores destacaram que

64% dos indivíduos com IMC normal apresentavam um %GC elevado. O %GC foi avaliado com o DXA, e considerou-se elevado quando acima de 25% para os homens e 35% para as mulheres. A glicemia foi classificada como alterada quando a HbA1c foi igual ou superior a 5,7% ( $\geq 39$  mmol/mol) (JO; MAINOUS, 2018). Tais achados reforçam que o uso do IMC isoladamente pode classificar incorretamente os indivíduos quanto ao risco de apresentarem alterações glicêmicas.

Consoante ao resultado do NHANES, uma análise transversal do estudo *Community Interventions for Health (CIH)* incluindo 1920 participantes residentes no México identificou o %GC como único indicador que manteve associação com o DM2 após ajuste para confundidores. Além do %GC, os autores também investigaram a relação da CC e do IMC com o desfecho, no entanto tais indicadores não mantiveram a associação mediante o ajuste na análise (ESCOBEDO-DE LA PEÑA *et al.*, 2020).

Em Navarra (Espanha) pesquisadores realizaram um estudo transversal com o objetivo de analisar o impacto da adiposidade corporal na presença de pré-diabetes e diabetes tipo 2. Foram comparados IMC, %GC e circunferência da cintura entre indivíduos normoglicêmicos e indivíduos com pré-diabetes ou DM2. Dentre os 4.828 indivíduos avaliados o %GC foi significativamente maior entre as mulheres eutróficas (segundo o IMC) com pré-diabetes ou DM2 em comparação com aquelas normoglicêmicas e também eutróficas ( $35,5 \pm 7,0$  vs.  $30,3 \pm 7,7\%$ ,  $p < 0,001$ ). Do mesmo modo, o %GC aumentado foi encontrado entre os homens classificados com IMC eutrófico com pré-diabetes ou DM2 ( $25,2 \pm 9,0$  vs.  $19,9 \pm 8,0\%$ ,  $p = 0,008$ ) (GÓMEZ-AMBROSI *et al.*, 2011).

A obesidade central (na região do tronco) está mais associada à resistência insulínica e DM2 do que a obesidade generalizada (GANPULE-RAO *et al.*, 2013). Uma das explicações mais aceitas é de que o estado inflamatório determinado pela liberação de citocinas é maior no tecido adiposo visceral do que no tecido adiposo subcutâneo (JANOCHOVA; HALUZIK; BUZGA, 2019). Em uma análise do NHANES que incluiu 846 adultos com diabetes diagnosticada e 10.125 adultos sem história clínica de diabetes, dentre os indivíduos sem DM2 diagnosticado, tanto maior %GC quanto maior %GT foram positivamente e fortemente associados com HbA1c (BOWER *et al.*, 2017).

Por essa razão a redução da gordura corporal é um objetivo almejado para indivíduos com obesidade. Um estudo observacional de coorte, com dados extraídos do *Shanghai Diabetes Study*, encontrou uma redução do risco de DM2 em indivíduos que reduziram o %GC ao longo do período médio de 44,57 meses (ZHAO *et al.*, 2017). Nessa mesma direção, estudo de coorte coreano que examinou mudanças longitudinais na composição corporal e o risco de desenvolver



DM2 constatou que um aumento da massa de gordura corporal total está associado ao aumento do risco de DM2, de forma independente das medidas basais de obesidade geral ou central. Neste mesmo estudo o aumento ou redução da massa corporal magra não foi associado independentemente ao risco de DM2 (KIM *et al.*, 2014).

Com base no conjunto de estudos analisados nessa seção conclui-se que mesmo indivíduos que apresentam IMC dentro da faixa da normalidade podem apresentar um risco aumentado de alterações glicêmicas e DM2 caso tenham aumento da adiposidade corporal total ou visceral (ESCOBEDO-DE LA PEÑA *et al.*, 2020; GÓMEZ-AMBROSI *et al.*, 2011; JO; MAINOUS, 2018). Sendo assim a avaliação do risco de DM2 pautada em medidas antropométricas como o IMC e a CC podem subestimar indivíduos em risco de desenvolver esse importante desfecho.

### **2.2.2.1 Tecido muscular e DM2**

A Massa Livre de Gordura pode ser definida de forma simples como a soma de todos os componentes não adiposos do corpo. Inclui-se nessa fração do organismo os músculos, ossos, ligamentos, tendões, sangue e órgãos internos, representando, portanto, em torno de 70 ~ 85% do peso corporal total de um adulto (LEMOS; GALLAGHER, 2017).

Dentre os componentes da massa magra, a massa muscular esquelética desempenha papel central no metabolismo da glicose devido ao alto consumo desse nutriente como fonte energética. A captação da glicose pelo músculo ocorre mediante a ação da insulina, por meio do transportador GLUT4. Em indivíduos com DM2 a sensibilidade do músculo à ação da insulina encontra-se reduzida, limitando assim a oferta de energia para esse tecido (REED; BAIN; KANAMARLAPUDI, 2021).

A inflamação sistêmica crônica identificada em indivíduos com DM2, provavelmente originária do tecido adiposo, tem papel central na perpetuação do quadro de resistência insulínica (RI). Acredita-se que como consequência da RI ocorra atrofia muscular nos indivíduos com DM2. A atrofia seria um resultado da degradação de proteínas celulares para suprir as necessidades de energia (ATP) do músculo esquelético (BURHANS *et al.*, 2019; REED; BAIN; KANAMARLAPUDI, 2021).

Outra hipótese é de que o músculo esquelético poderia estar envolvido com a RI pela secreção de miocinas com ação inibitória das células beta pancreáticas. Miocinas são substâncias mensageiras liberadas pelo músculo com potencial de ação em diferentes órgãos tais como o fígado, o pâncreas, o tecido adiposo, o cérebro, dentre outros (MIZGIER *et al.*,

2014; SEVERINSEN; PEDERSEN, 2020). Além de impactar na quantidade de massa muscular o DM2 também parece influenciar na fadiga e força muscular, prejudicando assim na prática de exercícios físicos e mobilidade em geral de pacientes com DM2 (SENEFELD *et al.*, 2018).

O mecanismo exato para explicar a relação do tecido muscular com a DM2 ainda não é claro e poucos estudos até o momento exploraram essa relação. Um estudo de coorte coreano que acompanhou 203.767 homens e mulheres identificou um risco aumentado de desenvolvimento de DM2 entre os indivíduos com menor quantidade de massa muscular. A associação foi ainda mais forte em indivíduos mais jovens (idade <50 anos vs. idade  $\geq$ 50 anos; P para interação < 0,001) e em mulheres na pré-menopausa (vs. mulheres na pós-menopausa; P para interação = 0,001) (HONG *et al.*, 2017).

Na mesma direção, um estudo transversal que objetivou avaliar as características da composição corporal de 198 pacientes japoneses com DM2 identificou entre esses um menor percentual de massa muscular esquelética em todo o corpo e nas pernas. Uma maior redução da massa muscular esquelética foi identificada em indivíduos com maior duração de diabetes. A comparação foi com indivíduos pareados por idade, sexo e IMC. (TAJIRI *et al.*, 2010).

A massa muscular esquelética é ainda um indicador pouco explorado para avaliação do risco de DM2. Uma lacuna a ser pesquisada é se o risco de desenvolver DM2 pode ser atenuado pelo aumento da massa muscular esquelética dentre aqueles indivíduos com IMC aumentado. Uma das limitações do IMC é atribuída ao maior peso da massa muscular em relação ao peso da massa adiposa, que poderia levar a classificação equivocada de indivíduos com alto percentual de massa muscular esquelética.

## 2.3 DIABETES MELLITUS TIPO 2

### 2.3.1 Definição do DM2

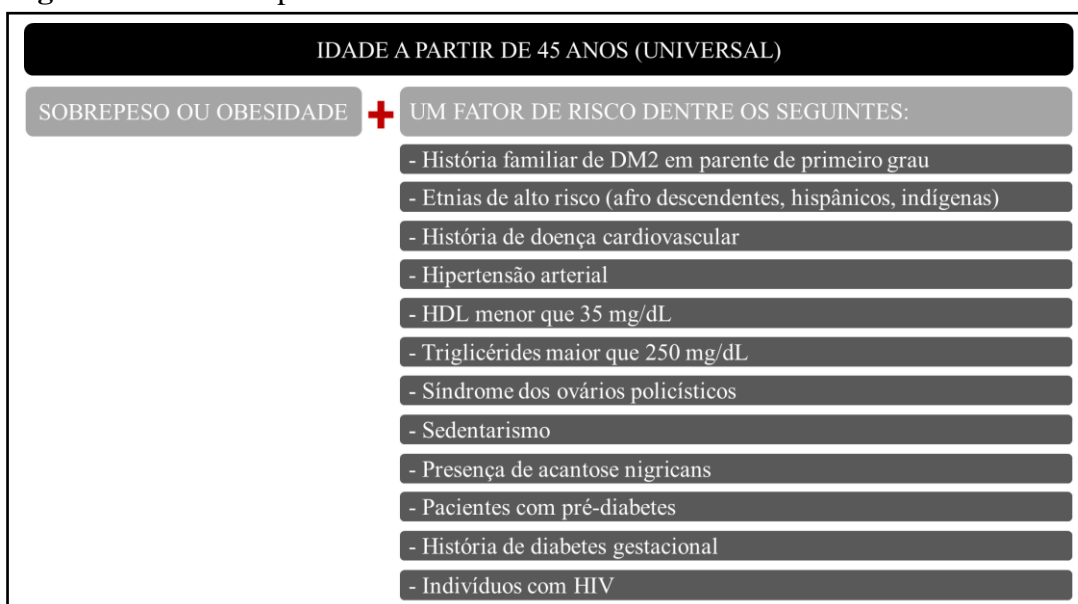
O diabetes tipo 2 (DM2) é uma desordem metabólica caracterizada pelo aumento da glicemia plasmática. Esse é o tipo de diabetes mais prevalente, respondendo por cerca de 90% de todos os casos no mundo (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021). Além do DM2 englobam o grupo de patologias relacionadas ao metabolismo da glicose o diabetes tipo 1 (DM1), o diabetes gestacional (DMG) e outros tipos de diabetes (defeitos monogênicos na função das células  $\beta$  pancreáticas, defeitos genéticos na ação da insulina, doenças do pâncreas exócrino, dentre outros) (RODACKI *et al.*, 2022).

No DM2 o aumento da glicemia é inicialmente uma consequência da inabilidade das células em responder adequadamente a presença desse hormônio, condição que é chamada de resistência à insulina (RI). O pâncreas, órgão responsável pela produção da insulina, responde à RI secretando quantidades maiores desse hormônio na tentativa de compensar a redução da eficiência da ação da insulina. Com o passar do tempo e progressão da doença, as células  $\beta$  pancreáticas podem entrar em falência devido à sobrecarga, resultando em redução ou até mesmo em não produção da insulina (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021, 2022).

Na maioria dos casos o DM2 cursa de forma silenciosa, ou seja, os sintomas podem não estar presentes ou não serem perceptíveis ao indivíduo. Sendo assim, estima-se que uma parcela importante da população permaneça por um longo período sem o diagnóstico e consequentemente sem o tratamento adequado. Muitos casos de DM2 são descobertos quando a doença já manifesta suas complicações, dentre as quais destacam-se deficiências visuais (retinopatia diabética), ulcerações periféricas com difícil cicatrização e ainda doenças cardíacas ou cerebrovasculares (WHO, 2016).

Conforme preconiza a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) é recomendado que a partir dos 45 anos, mesmo na ausência de fatores de risco, todos os indivíduos realizem exames para rastreamento de DM2. Antes dos 45 anos são candidatos ao rastreamento os indivíduos com sobrepeso/obesidade que apresentam ao menos um fator de risco adicional. A figura a seguir enumera os fatores de risco adicionais descritos na diretriz da SBD (COBAS *et al.*, 2022).

**Figura 10.** Critérios para rastreamento do DM2 em adultos assintomáticos



**Fonte:** Cobas *et al.* 2022.

Os exames laboratoriais e respectivos pontos de corte para diagnóstico propostos pela SBD para o DM2 são: glicemia plasmática de jejum maior ou igual a 126 mg/dl; glicemia duas horas após uma sobrecarga de 75 g de glicose igual ou superior a 200 mg/dl; ou, a hemoglobina glicosilada (HbA1c) maior ou igual a 6,5%. São necessários dois exames alterados para confirmação do DM2, se somente um exame apresentar alteração este deverá ser repetido para confirmação (COBAS *et al.*, 2022).

A recomendação da ADA, publicada em 2021, propõe o rastreio dos níveis glicêmicos a partir dos 35 anos para indivíduos com sobrepeso ou obesidade (definido como IMC  $\geq 25$  e  $\geq 30$ , respectivamente) e sem sintomas de DM (DAVIDSON *et al.*, 2021). Essa recomendação substituiu a anterior que sugeria que a triagem de níveis anormais de glicose no sangue iniciasse aos 40 anos como parte da avaliação de risco cardiovascular de indivíduos com sobrepeso ou obesidade (SIU, 2015). Essa antecipação na triagem, que passou de 40 para 35 anos, foi embasada na observação de que a incidência de diabetes na população americana aumenta a partir dessa idade em comparação com idades mais jovens. Desta forma, antecipando a triagem, o governo americano almeja reduzir o número de casos não diagnosticados de DM e pré-diabetes, intervindo precocemente e, por fim, reduzindo os custos relacionados ao tratamento da DM e de suas complicações (CHUNG *et al.*, 2014; DAVIDSON *et al.*, 2021).

### **2.3.2 Epidemiologia do DM2**

A Federação Internacional de Diabetes (IDF) publica desde os anos 2000 o Atlas do Diabetes com o propósito de disseminar informações sobre a prevalência e apoiar ações que permitam prevenir o surgimento de novos casos de DM. Em sua 10ª edição publicada em 2021 o Atlas apresenta resultados alarmantes a respeito do tema: estima-se que hoje aproximadamente 10,5% da população mundial com idade entre 20-79 anos (537 milhões de pessoas) tenha diabetes; com base nos dados atuais projeta-se que em 2030 11,3% da população terá diabetes (643 milhões de pessoas) e que em 2045 12,2% dos indivíduos viverão com a patologia (783 milhões de pessoas). Essas estimativas incluem tanto DM1 quanto DM2, diagnosticado ou não (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2021). Ressalta-se que, conforme já mencionado anteriormente, o DM2 representa aproximadamente 90% dos casos.

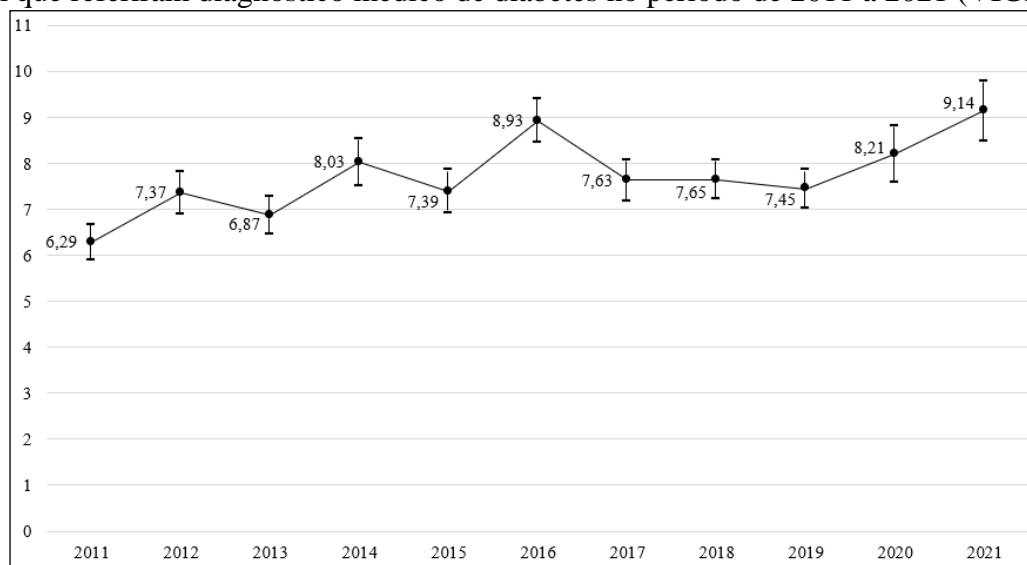
Tanto a prevalência quanto a incidência do DM2 aumentaram em todo o mundo. Quanto a incidência de DM2 na população mundial o GBD 2017 estimou um crescimento de 102,9%, passando de 11,3 milhões (IC 95% 10,6; 12,1) em 1990 para 22,9 milhões (IC 95% 21,1–25,4)

em 2017. Estima-se que incidência, prevalência, óbito e DALYs atribuídos ao DM2 ainda aumentem gradativamente no período entre 2018 e 2025 (LIN *et al.*, 2020). A incidência atinge o ápice na faixa etária de 55 a 59 anos (KHAN *et al.*, 2020).

No Brasil, as estimativas da carga de diabetes são, em sua maioria, provenientes dos inquéritos populacionais, os quais apresentam resultados concordantes com o cenário mundial. A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) identificou em 2013 uma prevalência de DM autorreferido de 6,2% (5,88%-6,56%) dentre os 60.202 indivíduos entrevistados (idade  $\geq 18$  anos); e esse montante cresceu para 7,7% (7,4%-8,0%) em 2019, quando foram entrevistados 88.531 adultos de mesma idade. Esse resultado representa um aumento de 24,1% no período de 2013 a 2019, sendo identificado maior crescimento entre homens quando comparado as mulheres (DOS REIS *et al.*, 2022).

Na mesma direção apontam os resultados do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL). Nos últimos 10 anos a prevalência de DM autorreferida aumentou de 6,29% (2011) para 9,14% (2021), conforme observa-se na figura 11 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, [s. d.]). Em 2021 a frequência foi maior nas mulheres do que nos homens (9,61%; IC 95% 8,76; 10,46 *versus* 8,58; IC95% 7,57; 9,59). Em ambos os sexos, a frequência de DM aumentou com a idade e diminuiu com o aumento da escolaridade (BRASIL, 2022).

**Figura 11.** Percentual de adultos ( $\geq 18$  anos) das capitais dos estados brasileiros e do distrito federal que referiram diagnóstico médico de diabetes no período de 2011 a 2021 (VIGITEL).



**Fonte:** Dados obtidos da Plataforma Integrada de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. <http://plataforma.saude.gov.br/vigitel/>

Os dados apresentados acima, tanto da PNS quanto do VIGITEL, são de indivíduos que conhecem o seu diagnóstico de DM. Ou seja, a realidade pode ser ainda mais alarmante se considerados os casos de indivíduos que desconhecem que têm a patologia. Na linha de base do ELSA-Brasil, dentre os 15.015 participantes com idade entre 35-74 anos, o DM foi identificado por autorrelato do diagnóstico, uso de medicamentos, glicemia de jejum, teste oral de tolerância à glicose e/ou hemoglobina glicada em 19,7% (19,0%-20,3%) dos participantes. Desses, 50,4% dos indivíduos não conheciam o seu diagnóstico até aquele momento (SCHMIDT *et al.*, 2014).

A partir dos dados públicos disponíveis de 157.872 adultos, entre 35 e 80 anos, participantes das edições do VIGITEL dos anos de 2017, 2018 e 2019, Bracco e colaboradores estimaram as taxas de incidência de DM para a população brasileira. A incidência estimada (/1000) foi de 6,92 (IC 95% = 3,95-12,12) para mulheres brancas e 6,86 (IC 95% = 3,92-12,01) para homens brancos. Dentre os participantes que autorrelataram cor/raça preta/parda a incidência estimada foi de 10,63 (IC 95% = 5,76-19,56) e 10,55 (IC 95% = 6,27-17,78) para homens e mulheres respectivamente (BRACCO *et al.*, 2021).

Os esforços para a prevenção de novos casos de DM2 não parecem suficientes frente o avanço do DM2 nas últimas três décadas e as previsões de aumento na prevalência, incidência e mortalidade para os próximos anos (KHAN *et al.*, 2020).

### **2.3.3 Impacto Econômico**

Ao se estimar o impacto econômico de uma patologia para a sociedade deve-se considerar não apenas os custos despendidos pela esfera pública para o acompanhamento e recuperação do indivíduo (custos diretos), mas também os custos gerados pela perda da qualidade de vida, capacidade produtiva e mortalidade precoce em decorrência da doença (custos indiretos) (BAHIA *et al.*, 2019; PEREDA *et al.*, 2022). Em países de baixa e média renda os custos indiretos tendem a se sobressair em razão do menor acesso aos cuidados de saúde e maior taxa de mortalidade (MOUCHERAUD *et al.*, 2019). O objetivo do breve relato de caso apresentado no quadro a seguir é ilustrar a amplitude do ônus gerado pelo diagnóstico de DM2.

**Quadro 2.** Relato de caso ilustrativo dos custos diretos e indiretos do diabetes e suas complicações

Maria, viúva, é mãe de 3 filhos com idades entre 22 e 35 anos e é avó de quatro netos; Maria é trabalhadora doméstica e conta com uma renda média de três salários-mínimos mensais para o próprio sustento e auxílio aos filhos e netos (de quem cuida com frequência e para quem cozinha cotidianamente). Desde que seu marido faleceu de infarto agudo do miocárdio Maria possui papel central na gestão familiar. Seus três filhos moram em terrenos adjacentes a sua casa e no turno da manhã Maria cuida dos netos para que os filhos possam trabalhar - desta forma se reduzem os custos com escola e transporte das crianças. Inesperadamente Maria recebe o diagnóstico de DM2. Há algum tempo ela vinha se queixando de uma ferida em seu pé. Ao ser atendida no posto de saúde, e posteriormente encaminhada para um hospital regional, Maria acaba precisando amputar o pé. Além do terrível desfecho clínico ela passa a necessitar medicações para o controle da glicemia. Diante dessa situação Maria perde a sua fonte de sustento e o seu quadro passa a indiretamente afetar a todos na sua família. Os filhos passam a revezar o cuidado da matriarca e ainda precisam ajustar os compromissos para cuidar dos filhos nos horários que antes Maria exercia essa função. Essa breve história demonstra o ônus gerado pelo diagnóstico do DM2, que, em muitos casos, ultrapassa a fronteira clínica afetando as famílias no âmbito econômico e social.

**Fonte:** autora.

A história apresentada acima permite refletir sobre os custos diretos e indiretos da DM2 para os indivíduos e para a sociedade. Os custos diretos dizem respeito ao montante investido pelo setor de saúde para prevenção, diagnóstico e tratamento da patologia. Incluem-se nessa categoria gastos com assistência hospitalar, atendimento ambulatorial e gastos farmacêuticos - quer sejam esses custeados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) ou privados (convênio e particular) (BAHIA *et al.*, 2019; PEREDA *et al.*, 2022). No Brasil, os custos totais estimados para cobrir as despesas com a DM foram de US\$ 2.153,05 milhões em 2016, dos quais US\$ 633,03 milhões (29,4%) eram custos diretos e US\$ 1.520,02 milhões (70,6%) eram custos indiretos. Esses valores foram estimados a partir da prevalência de brasileiros maiores de 18 anos diagnosticados com DM, porém é sabido que o número de casos pode dobrar se considerados os indivíduos sem diagnóstico (DUNCAN *et al.*, 2017). Ao projetar o ônus econômico para o ano de 2030 chegam-se em mais de três bilhões de dólares, sendo considerado um cenário conservador de crescimento do DM em nossa população (2,6% ao ano) (PEREDA *et al.*, 2022). Essa análise concorda com uma previsão global que prevê um aumento substancial dos custos com DM e suas complicações até 2030. A carga econômica global em relação ao PIB aumentará mesmo que as metas pactuadas pelos ODS e do Plano de Ação Global para as DCNTs sejam cumpridas (BOMMER *et al.*, 2018).

Não obstante o cenário desfavorável previsto, ainda há de se contabilizar o impacto que a pandemia da COVID-19 trouxe (e ainda trará) em relação aos indivíduos com DM. O DM foi identificado como fator agravante da COVID-19 e, portanto, esteve associado à maior

necessidade de internação em unidades de terapia intensiva e aumento da mortalidade (CUNHA; CARRERA; SILVA, 2022; ROSA; GONÇALVES, 2022). Os cuidados com o acompanhamento do DM também se modificaram, sendo por vezes adiadas as consultas médicas e/ou exames de rotina (BARONE *et al.*, 2020). A redução na prática de atividades físicas também foi relatada por pacientes com DM durante a pandemia (BARONE *et al.*, 2020; ROSA; GONÇALVES, 2022). Diante do exposto, conclui-se que os custos com o DM nos próximos anos serão ainda maiores, pois as estimativas não previam a existência de uma pandemia pelo caminho (PEREDA *et al.*, 2022).

Para aliviar o pesado ônus econômico do DM e de suas complicações há a necessidade de esforços coordenados e intersetoriais para prevenção, diagnóstico precoce e manejo dessa patologia. Todos acabam por custear essa conta: governo federal, estadual, municipal e, em última análise, o próprio contribuinte. São necessários programas de prevenção com enfoque em fatores de risco associados (por exemplo obesidade e sedentarismo) e políticas eficientes de prevenção de complicações e controle glicêmico dos pacientes. Essas são possíveis formas de controlar a médio e longo prazo o custo elevado do DM para a população (BOMMER *et al.*, 2018; MATTEI *et al.*, 2015; O'CONNELL; MANSON, 2019).



### **3. OBJETIVOS**

- I. Avaliar a associação de indicadores antropométricos clássicos (IMC e CC) e de indicadores de composição corporal (avaliados pela bioimpedância), incluindo massa muscular e massa de gordura com a incidência de diabetes tipo II (ARTIGO 1).
  
- II. Avaliar a associação do consumo de alimentos ultraprocessados com a composição corporal, especialmente maior deposição de gordura e redução da massa muscular (ARTIGO 2).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFSHIN, Ashkan *et al.* Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. **New England Journal of Medicine**, [S. l.], v. 377, n. 1, p. 13–27, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJMoal614362>
- ANVISA. **Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/aditivos-alimentares>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- ARANTXA COLCHERO, M.; PARAJE, Guillermo; POPKIN, Barry M. The impacts on food purchases and tax revenues of a tax based on Chile’s nutrient profiling model. **PLOS ONE**, [S. l.], v. 16, n. 12, p. e0260693, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0260693>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- ASKARI, Mohammadreza *et al.* Ultra-processed food and the risk of overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **International Journal of Obesity**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41366-020-00650-z>
- BAHIA, Luciana Ribeiro *et al.* Economic burden of diabetes in Brazil in 2014. **Diabetology and Metabolic Syndrome**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 1–9, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13098-019-0448-4>
- BANACK, H. R.; STOKES, A. The obesity paradox’ may not be a paradox at all. **International Journal of Obesity**, [S. l.], v. 41, n. 8, p. 1162–1163, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ijo.2017.99>
- BARONE, Mark Thomaz Ugliara *et al.* The impact of COVID-19 on people with diabetes in Brazil. **Diabetes Research and Clinical Practice**, [S. l.], v. 166, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108304>
- BATEMAN, Marjorie E. *et al.* The effects of endocrine disruptors on adipogenesis and osteogenesis in mesenchymal stem cells: A review. **Frontiers in Endocrinology**, [S. l.], v. 7, p. 1–12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fendo.2016.00171>
- BLANCO-ROJO, Ruth *et al.* Consumption of Ultra-Processed Foods and Mortality: A National Prospective Cohort in Spain. **Mayo Clinic Proceedings**, [S. l.], v. 94, n. 11, p. 2178–2188, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2019.03.035>
- BOMMER, Christian *et al.* Global Economic Burden of Diabetes in Adults: Projections From 2015 to 2030. **Diabetes Care**, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2337/dc17-1962>
- BORGA, Magnus *et al.* Advanced body composition assessment: From body mass index to body composition profiling. **Journal of Investigative Medicine**, [S. l.], v. 66, n. 5, p. 887–895, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/jim-2018-000722>
- BORTOLINI, Gisele Ane *et al.* Guias alimentares : estratégia para redução do consumo de alimentos ultraprocessados e prevenção da obesidade. **Rev Panam Salud Publica**, [S. l.], v. 43, p. 1–6, 2019.
- BOWER, Julie K. *et al.* The association of percent body fat and lean mass with HbA1c in US adults. **Journal of the Endocrine Society**, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1210/js.2017-00046>

- BRACCO, Paula A. *et al.* Lifetime risk of developing diabetes and years of life lost among those with diabetes in Brazil. **Journal of Global Health**, [S. l.], v. 11, p. 04041, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7189/JGH.11.04041>. Acesso em: 21 ago. 2022.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA. **Guia Alimentar para a População Brasileira Guia Alimentar para a População Brasileira**. 2ª edição ed. Brasília, DF: [s. n.], 2014. *E-book*.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **PORTARIA Nº 540 - SVS/MS, DE 27 DE OUTUBRO DE 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego**. [S. l.: s. n.]
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Alimentar para a População Brasileira Guia Alimentar para a População Brasileira**. [S. l.: s. n.]. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep21871>
- BRASIL. **Vigitel Brasil 2021 : vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico : estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados**. [S. l.: s. n.]. *E-book*.
- BRØNS, Charlotte; GRUNNET, Louise Groth. Skeletal muscle lipotoxicity in insulin resistance and type 2 diabetes: A causal mechanism or an innocent bystander? **European Journal of Endocrinology**, [S. l.], v. 176, n. 2, p. R67–R78, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0488>
- BURHANS, Maggie S. *et al.* Contribution of adipose tissue inflammation to the development of type 2 diabetes mellitus. **Comprehensive Physiology**, [S. l.], v. 9, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cphy.c170040>
- CAISAN. Mapeamento dos Desertos Alimentares no Brasil. [S. l.], v. Secretaria, 2018.
- CANELLA, Daniela Silva *et al.* Ultra-processed food products and obesity in Brazilian households (2008-2009). **PLoS ONE**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 1–6, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092752>
- CANHADA, Scheine Leite *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**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 1076–1086, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980019002854>
- CANI, Patrice D. *et al.* Involvement of gut microbiota in the development of low-grade inflammation and type 2 diabetes associated with obesity. **Gut Microbes**, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 279–288, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4161/gmic.19625>
- CHANG, Chin-Sung *et al.* Effects of age and gender on body composition indices as predictors of mortality in middle-aged and old people. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–9, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12048-0>
- CHEN, Pin Jane; ANTONELLI, Marta. Conceptual Models of Food Choice: Influential Factors Related to Foods, Individual Differences, and Society. **Foods**, [S. l.], v. 9, n. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/FOODS9121898>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- CHOWDHURY, Rajiv *et al.* Reducing NCDs globally: the under-recognised role of environmental risk factors. **The Lancet**, [S. l.], 2018. Disponível em:

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31473-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31473-9)

- CHUNG, Sukyung *et al.* Reconsidering the age thresholds for type II diabetes screening in the U.S. **American Journal of Preventive Medicine**, [S. l.], v. 47, n. 4, p. 375–381, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.05.012>. Acesso em: 28 ago. 2022.
- COBAS, R. *et al.* Diagnóstico do diabetes e rastreamento do diabetes tipo 2. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/557753.2022-2>
- COELHO, Fábio Cunha; COELHO, Enilce Maria; EGERER, Monika. Local food: Benefits and failings due to modern agriculture. **Scientia Agricola**, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2015-0439>
- COSTA, Caroline Santos *et al.* Consumption of ultra-processed foods and body fat during childhood and adolescence: A systematic review. **Public Health Nutrition**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 148–159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980017001331>
- CUNHA, Vitória Sampaio; CARRERA, Wilmar Barros Muniz; SILVA, Mariana de Oliveira Dantas. COVID-19 e diabetes mellitus: O impacto entre duas pandemias mundiais / COVID-19 and diabetes mellitus: The impact between two global pandemics. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 3307–3314, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n1-290>
- DAMSTRA, Terri *et al.* Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors. **WHOpublication no. WHO/PCS/EDC/02.2**, [S. l.], 2002.
- DAVIDSON, Karina W. *et al.* Screening for Prediabetes and Type 2 Diabetes: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. **JAMA**, [S. l.], v. 326, n. 8, p. 736–743, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/JAMA.2021.12531>. Acesso em: 21 ago. 2022.
- DE DEUS MENDONÇA, Raquel *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**, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajh/hpw137>
- DE GRAAF, Cees; KOK, Frans J. Slow food, fast food and the control of food intake. **Nature Reviews Endocrinology**, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 290–293, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2010.41>
- DE VASCONCELOS, Francisco de Assis Guedes *et al.* Public policies of food and nutrition in Brazil: From Lula to Temer. **Revista de Nutrição**, [S. l.], v. 32, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-9865201932E180161>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- DI ANGELANTONIO, Emanuele *et al.* Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. **The Lancet**, [S. l.], 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30175-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30175-1)
- DIFRANCISCO-DONOGHUE, Joanne *et al.* Esports players, got muscle? Competitive video game players’ physical activity, body fat, bone mineral content, and muscle mass in comparison to matched controls. **Journal of Sport and Health Science**, [S. l.], v. 00,

- p. 1–6, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.07.006>
- DOS REIS, Rodrigo Citton Padilha *et al.* Evolution of diabetes in Brazil: prevalence data from the 2013 and 2019 Brazilian National Health Survey. **Cadernos de Saude Publica**, [S. l.], v. 38, p. 1–11, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00149321>
- DUDA, Krzysztof *et al.* Human Body Composition and Muscle Mass. In: **Muscle and Exercise Physiology**. [S. l.]: Elsevier Inc., 2018. p. 3–26. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814593-7.00001-3>
- DUNCAN, Bruce Bartholow *et al.* The burden of diabetes and hyperglycemia in Brazil-past and present: Findings from the Global Burden of Disease Study 2015. **Diabetology and Metabolic Syndrome**, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13098-017-0216-2>
- EGUSQUIZA, Riann Jenay; BLUMBERG, Bruce. Environmental obesogens and their impact on susceptibility to obesity: New mechanisms and chemicals. **Endocrinology**, [S. l.], v. 161, n. 3, p. 1–14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1210/endo/bqaa024>
- ELLIS, Kenneth J. **Human body composition: In vivo methods**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.2.649>
- ESCOBEDO-DE LA PEÑA, Jorge *et al.* Body Fat Percentage Rather than Body Mass Index Related to the High Occurrence of Type 2 Diabetes. **Archives of Medical Research**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2020.05.010>
- FAO/WHO. **Guidelines on the collection of information on food processing through food consumption surveys**. [S. l.: s. n.]. *E-book*. Disponível em: <http://www.fao.org/publications/card/en/c/a7e19774-1170-4891-b4ae-b7477514ab4e>
- FERRIDAY, Danielle *et al.* Variation in the oral processing of everyday meals is associated with fullness and meal size; A potential nudge to reduce energy intake? **Nutrients**, [S. l.], 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu8050315>
- FIOLET, Thibault *et al.* Consumption of ultra-processed foods and cancer risk: Results from NutriNet-Santé prospective cohort. **BMJ (Online)**, [S. l.], v. 360, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.k322>
- FIROUZI, Shelby A. *et al.* Sagittal abdominal diameter, waist circumference, and BMI as predictors of multiple measures of glucose metabolism: An NHANES investigation of US adults. **Journal of Diabetes Research**, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/3604108>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Sustainable food systems. Concept and framework**. [S. l.: s. n.]. *E-book*. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf>
- FORDE, C. G. *et al.* Fast or slow-foods? Describing natural variations in oral processing characteristics across a wide range of Asian foods. **Food and Function**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 595–606, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/c6fo01286h>
- FORDE, Ciarán G.; MARS, Monica; DE GRAAF, Kees. Ultra-Processing or Oral Processing? A Role for Energy Density and Eating Rate in Moderating Energy Intake from Processed Foods. **Current Developments in Nutrition**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 1–7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa019>

- FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. **Sugar Substitutes Market Size**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/sugar-substitutes-market-100261>. Acesso em: 27 ago. 2020.
- FRIDÉN, Michael *et al.* Intake of Ultra-Processed Food and Ectopic-, Visceral- and Other Fat Depots: A Cross-Sectional Study. **Frontiers in Nutrition**, [S. l.], v. 9, p. 1–9, 2022.
- GALLAGHER, D.; CHUNG, S.; AKRAM, M. Body Composition. In: **Encyclopedia of Human Nutrition**. [S. l.: s. n.]. v. 1–4p. 191–199. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00027-1>
- GANPULE-RAO, Anjali *et al.* Associations of Trunk Fat Depots with Insulin Resistance,  $\beta$  Cell Function and Glycaemia - A Multiple Technique Study. **PLoS ONE**, [S. l.], 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075391>
- GARCÍA-MAYOR, Ricardo V. *et al.* Disruptores endocrinos y obesidad: Obesógenos. **Endocrinología y Nutrición**, [S. l.], v. 59, n. 4, p. 261–267, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2011.11.008>
- GBD 2016 BRAZIL COLLABORATORS. Burden of disease in Brazil, 1990–2016: a systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **Lancet**, [S. l.], v. 392, n. 10149, p. 760–75, 2018.
- GÓMEZ-AMBROSI, Javier *et al.* Body adiposity and type 2 diabetes: Increased risk with a high body fat percentage even having a normal BMI. **Obesity**, [S. l.], 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/oby.2011.36>
- GONZÁLEZ-CASANOVA, Jorge Enrique *et al.* Adipogenesis Regulation and Endocrine Disruptors: Emerging Insights in Obesity. **BioMed Research International**, [S. l.], v. 2020, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/7453786>
- GUERRERO-ROMERO, Fernando; RODRÍGUEZ-MORÁN, Martha. Abdominal volume index. An anthropometry-based index for estimation of obesity is strongly related to impaired glucose tolerance and type 2 diabetes mellitus. **Archives of Medical Research**, [S. l.], v. 34, n. 5, p. 428–432, 2003.
- HABER, G. B. *et al.* Depletion and Disruption of Dietary Fibre. **The Lancet**, [S. l.], v. 310, n. 8040, p. 679–682, 1977. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(77\)90494-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(77)90494-9)
- HALL, Kevin 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**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 67–77.e3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.008>
- HE, Ka *et al.* Association of monosodium glutamate intake with overweight in Chinese adults : the INTERMAP Study. **Obesity**, [S. l.], v. 16, n. 8, p. 1875–1880, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/oby.2008.274.Association>
- HE, Xue *et al.* Age- and sex-related differences in body composition in healthy subjects aged 18 to 82 years. **Medicine**, [S. l.], v. 97, n. 25, p. 12–17, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011152>
- HEINDEL, Jerrold J. Endocrine disruptors and the obesity epidemic. **Toxicological Sciences**, [S. l.], v. 76, n. 2, p. 247–249, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfg255>

- HEINDEL, Jerrold J. History of the obesogen field: Looking back to look forward. **Frontiers in Endocrinology**, [S. l.], v. 10, n. JAN, p. 1–8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00014>
- HERMSDORFF, Helen H. M.; MONTEIRO, Josefina B. R. Visceral, subcutaneous or intramuscular fat: where is the problem? **Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia**, [S. l.], v. 48, n. 6, p. 803–811, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0004-27302004000600005>
- HOLMES, Clifton J.; RACETTE, Susan B. The utility of body composition assessment in nutrition and clinical practice: an overview of current methodology. **Nutrients**, [S. l.], v. 13, n. 8, p. 1–16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu13082493>
- HONG, Sungwoo *et al.* Relative muscle mass and the risk of incident type 2 diabetes: A cohort study. **PLoS ONE**, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188650>
- IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2020. *E-book*.
- INBODY USA. **What is Body Composition?**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://inbodyusa.com/general/what-is-body-composition/>
- INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas 8th Edition 2017 Country Reports - Diabetes no Brasil**. [S. l.: s. n.]
- INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas 10th**. 10th. ed. [S. l.: s. n.]. *E-book*. Disponível em: [www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org)
- INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. Obesity and Type 2 Diabetes: a Joint Approach to Halt the Rise A Policy Brief by the International Diabetes Federation and the World Obesity Federation. [S. l.], p. 1–17, 2022. Disponível em: [www.idf.org](http://www.idf.org)
- JANOCHOVA, Karolina; HALUZIK, Michal; BUZGA, Marek. Visceral fat and insulin resistance – what we know? **Biomedical Papers**, [S. l.], v. 163, n. 1, p. 19–27, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5507/bp.2018.062>
- JAYEDI, Ahmad *et al.* Anthropometric and adiposity indicators and risk of type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. **Bmj**, [S. l.], n. 1, p. e067516, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-067516>
- JO, Ara; MAINOUS, Arch G. Informational value of percent body fat with body mass index for the risk of abnormal blood glucose: A nationally representative cross-sectional study. **BMJ Open**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 1–7, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019200>
- KENNEDY, Gina; NANTEL, Guy; SHETTY, Prakash. **Globalization of food systems in developing countries: impact on food security and nutrition**. [S. l.: s. n.]. v. 83*E-book*.
- KHAN, Moien Abdul Basith *et al.* Epidemiology of Type 2 diabetes - Global burden of disease and forecasted trends. **Journal of Epidemiology and Global Health**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 107–111, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2991/JEGH.K.191028.001>
- KIM, C. H. *et al.* Association between changes in body composition and risk of developing

- type 2 diabetes in Koreans. **Diabetic Medicine**, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/dme.12527>
- KONIECZNA, Jadwiga *et al.* Contribution of ultra-processed foods in visceral fat deposition and other adiposity indicators: Prospective analysis nested in the PREDIMED-Plus trial. **Clinical Nutrition**, [S. l.], v. 40, n. 6, p. 4290–4300, 2021.
- LASTER, Janese; BONNES, Sara L.; ROCHA, Jason. Increased Use of Emulsifiers in Processed Foods and the Links to Obesity. **Current Gastroenterology Reports**, [S. l.], v. 21, n. 11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11894-019-0723-4>
- LASTER, Janese; FRAME, Leigh A. Beyond the Calories—Is the Problem in the Processing? **Current Treatment Options in Gastroenterology**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 577–586, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11938-019-00246-1>
- LEE, Dong Hoon; GIOVANNUCCI, Edward L. Body composition and mortality in the general population: A review of epidemiologic studies. **Experimental Biology and Medicine**, [S. l.], v. 243, n. 17–18, p. 1275–1285, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1535370218818161>
- LEMO, Thaisa; GALLAGHER, Dymrna. Current body composition measurement techniques. **Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes**, [S. l.], v. 24, n. 5, p. 310–314, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>
- LEVY-COSTA, Renata Bertazzi *et al.* Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974–2003). **Revista de Saúde Pública**, [S. l.], 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0034-89102005000400003>
- LEVY, Renata B. *et al.* Ultra-processed food consumption and type 2 diabetes incidence: A prospective cohort study. **Clinical Nutrition**, [S. l.], v. 40, n. 5, p. 3608–3614, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.12.018>
- LI, Xiang; QI, Lu. Gene – Environment Interactions on Body Fat Distribution. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. l.], v. 20, p. 12–16, 2019.
- LIN, Xiling *et al.* Global burden of noncommunicable disease attributable to high body mass index in 195 countries and territories, 1990–2017. **Endocrine**, [S. l.], v. 69, n. 2, p. 310–320, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12020-020-02352-y>
- LLAVERO-VALERO, María *et al.* Ultra-processed foods and type-2 diabetes risk in the SUN project: A prospective cohort study. **Clinical Nutrition**, [S. l.], v. 40, n. 5, p. 2817–2824, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.03.039>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- LOUZADA, Maria Laura da Costa *et al.* Impact of ultra-processed foods on micronutrient content in the Brazilian diet. **Revista de Saude Publica**, [S. l.], v. 49, 2015 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049006211>
- LOUZADA, Maria Laura da Costa *et al.* Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. **Revista de Saude Publica**, [S. l.], v. 49, p. 1–11, 2015 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049006132>
- LOUZADA, Maria Laura da Costa *et al.* Consumption of ultra-processed foods and obesity in Brazilian adolescents and adults. **Preventive Medicine**, [S. l.], 2015 c. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.07.018>



- MACHADO, Priscila Pereira; OLIVEIRA, Nádia Rosana Fernandes de; MENDES, Áquilas Nogueira. O indigesto sistema do alimento mercadoria. **Saude e Sociedade**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 505–515, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902016151741>
- MALTA, Deborah Carvalho *et al.* Mortality due to noncommunicable diseases in Brazil, 1990 to 2015, according to estimates from the Global Burden of Disease study. **Sao Paulo Medical Journal**, [S. l.], v. 135, n. 3, p. 213–221, 2017 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2016.0330050117>
- MALTA, Deborah Carvalho *et al.* Fatores de risco relacionados à carga global de doença do Brasil e Unidades Federadas, 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [S. l.], v. 20, n. suppl 1, p. 217–232, 2017 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-5497201700050018>
- MARIATH, Aline Brandão; MARTINS, Ana Paula Bortoletto. Ultra-processed food industry regulation for tackling obesity and diet-related non-communicable diseases in the Brazilian legislature: many proposals, no enactments. **Public Health Nutrition**, [S. l.], v. 24, n. 10, p. 3110–3115, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980020002530>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- MARTÍNEZ STEELE, Euridice *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. **Population Health Metrics**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 1–11, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12963-017-0119-3>
- MARTÍNEZ STEELE, Eurídice *et al.* Dietary share of ultra-processed foods and metabolic syndrome in the US adult population. **Preventive Medicine**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2019.05.004>
- MARTINEZ, Steve *et al.* Local food systems: Concepts, impacts, and issues. *In: Local Food Systems: Background and Issues*. [S. l.: s. n.]. *E-book*.
- MARTINS, Ana Paula Bortoletto *et al.* Increased contribution of ultra-processed food products in the Brazilian diet (1987-2009). **Revista de Saude Publica**, [S. l.], 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004968>
- MATTEI, Josiemer *et al.* Reducing the global burden of type 2 diabetes by improving the quality of staple foods: The Global Nutrition and Epidemiologic Transition Initiative. **Globalization and Health**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 1–20, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12992-015-0109-9>
- MILLER, R. **Emulsifiers: Types and Uses**. 1. ed. [S. l.]: Elsevier Ltd., 2015. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00249-X>
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plataforma Integrada de Vigilância em Saúde**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://plataforma.saude.gov.br/vigitel/>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Plano de ações estratégicas para o enfretamento das Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) no Brasil 2021-2030. **Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise da Situação de Saúde**, [S. l.], 2021.
- MIZGIER, M. L. *et al.* Potential role of skeletal muscle glucose metabolism on the regulation of insulin secretion. **Obesity Reviews**, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/obr.12166>

- MONTEIRO, C. A. *et al.* **Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system.** [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1111/obr.12107>
- MONTEIRO, Carlos *et al.* The Food System. Ultra-processing. The big issue for nutrition, disease, health, well-being. **World Nutrition**, [S. l.], 2012.
- MONTEIRO, Carlos A. *et al.* Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. **Public Health Nutrition**, [S. l.], v. 22, n. 5, p. 936–941, 2019 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980018003762>
- MONTEIRO, Carlos Augusto *et al.* A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. **Cadernos de saude publica**, [S. l.], v. 26, n. 11, p. 2039–2049, 2010.
- MONTEIRO, Carlos Augusto *et al.* Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. **Public health nutrition**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 5–13, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980010003241>. Acesso em: 22 out. 2014.
- MONTEIRO, Carlos Augusto *et al.* **The un Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing.** [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980017000234>
- MONTEIRO, Carlos Augusto *et al.* **Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system.** Rome: FAO, 2019 b. *E-book*.
- MONTEIRO, Carlos; CANNON, Geoffrey; MOUBARAC, Jean-claude. Ultra-processed products. Product reformulation will not improve public health. **World Nutrition**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 140–168, 2014.
- MOODIE, Rob *et al.* Non-Communicable Diseases 4 Profits and pandemics : prevention of harmful effects of tobacco , alcohol , and ultra-processed food and drink. **The Lancet**, [S. l.], v. 381, n. 9867, p. 670–679, 2013. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)62089-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62089-3)
- MOUBARAC, Jean-claude *et al.* Food Classification Systems Based on Food Processing: Significance and Implications for Policies and Actions: A Systematic Literature Review and Assessment. **Current Obesity Reports**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 256–272, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13679-014-0092-0>
- MOUCHERAUD, Corrina *et al.* The costs of diabetes treatment in low- and middle-income countries: A systematic review. **BMJ Global Health**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1–12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-001258>
- NARANJO-HERNÁNDEZ, David; REINA-TOSINA, Javier; MIN, Mart. **Fundamentals, recent advances, and future challenges in bioimpedance devices for healthcare applications.** [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/9210258>
- NUPENS/USP. **Dialogue on ultra-processed food products: solutions for healthy and sustainable food systems.** [S. l.: s. n.].
- NYBERG, Solja T. *et al.* Obesity and loss of disease-free years owing to major non-communicable diseases: a multicohort study. **The Lancet Public Health**, [S. l.], v. 3, n. 10, p. e490–e497, 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(18\)30139-7](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(18)30139-7)

- O'CONNELL, Joan M.; MANSON, Spero M. Understanding the economic costs of diabetes and prediabetes and what we may learn about reducing the health and economic burden of these conditions. **Diabetes Care**, [S. l.], v. 42, n. 9, p. 1609–1611, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2337/dci19-0017>
- OPA/OMS, Organização Pan-Americana da Saúde/ Organização Mundial da Saúde. **Sistemas alimentares e nutrição: a experiência brasileira para enfrentar todas as formas de má nutrição**. [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/09/oms.pdf>
- OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Alimentos e bebidas ultraprocessados na América Latina: tendências, efeito na obesidade e implicações para políticas públicas**. [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34918/9789275718643-por.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- ORTEGA, Miguel A. *et al.* Type 2 diabetes mellitus associated with obesity (Diabesity). The central role of gut microbiota and its translational applications. **Nutrients**, [S. l.], v. 12, n. 9, p. 1–29, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12092749>
- PAGLIAI, G. *et al.* **Consumption of ultra-processed foods and health outcomes: a systematic review of epidemiological studies**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12937-020-00604-1>
- PAJUNEN, Pia *et al.* Sagittal abdominal diameter as a new predictor for incident diabetes. **Diabetes Care**, [S. l.], 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.2337/dc11-2451>
- PASSOS, Camila Mendes dos *et al.* Association between the price of ultra-processed foods and obesity in Brazil. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD**, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 589–598, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.NUMECD.2019.12.011>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- PAULA NETO, Heitor A. *et al.* Effects of food additives on immune cells as contributors to body weight gain and immune-mediated metabolic dysregulation. **Frontiers in Immunology**, [S. l.], v. 8, n. NOV, p. 1–11, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01478>
- PEARLMAN, Michelle; OBERT, Jon; CASEY, Lisa. The Association Between Artificial Sweeteners and Obesity. **Current Gastroenterology Reports**, [S. l.], v. 19, n. 12, p. 1–8, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11894-017-0602-9>
- PEREDA, Paula *et al.* Direct and Indirect Costs of Diabetes in Brazil in 2016. **Annals of Global Health**, [S. l.], v. 88, n. 1, p. 1–13, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5334/aogh.3000>
- POPKIN, Barry M. Ultra-processed foods' impacts on health. 2030. **Food, Agriculture and rural development in Latin America and the Caribbean**, [S. l.], v. 34, p. 1–27, 2020.
- RAUBER, Fernanda *et al.* Ultra-processed food consumption and risk of obesity: a prospective cohort study of UK Biobank. **European Journal of Nutrition volume**, [S. l.], v. 60, p. 2169–2180, 2021.
- REED, Josh; BAIN, Stephen; KANAMARLAPUDI, Venkateswarlu. A review of current trends with type 2 diabetes epidemiology, aetiology, pathogenesis, treatments and

- future perspectives. **Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy**, [S. l.], v. 14, p. 3567–3602, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2147/DMSO.S319895>
- RODAKCI, M. *et al.* Classificação do diabetes. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/557753.2022-1>
- ROSA, Marcos Rogério Silva; GONÇALVES, Ana Carolina Oliveira. A pandemia de Covid-19 e seus impactos nos pacientes com Diabetes Mellitus. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. e34711326512, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26512>
- SANTANA, André Bento Chaves; SARTI, Flavia Mori. Mapeamento da qualidade nutricional da alimentação em diferentes estados do Brasil. **Confins**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.18449>
- SCARANNI, Patricia de Oliveira da Silva *et al.* Consumption of ultra-processed foods and incidence of dyslipidaemias: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **British Journal of Nutrition**, [S. l.], p. 1–9, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0007114522001131>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- SCARANNI, Patricia De Oliveira Da Silva *et al.* Ultra-processed foods, changes in blood pressure and incidence of hypertension: The Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **Public Health Nutrition**, [S. l.], v. 24, n. 11, p. 3352–3360, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S136898002100094X>
- SCHMIDT, Maria Inês *et al.* High prevalence of diabetes and intermediate hyperglycemia - the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **Diabetology and Metabolic Syndrome**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 1–9, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1758-5996-6-123>
- SENEFELD, Jonathon *et al.* Mechanisms for the increased fatigability of the lower limb in people with type 2 diabetes. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, [S. l.], v. 125, n. 2, p. 553–566, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00160.2018>
- SEVERINSEN, Mai Charlotte Krogh; PEDERSEN, Bente Klarlund. **Muscle–Organ Crosstalk: The Emerging Roles of Myokines**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1210/ENDREV/BNAA016>
- SHEPHERD, John A. *et al.* **Measuring body composition in low-resource settings across the life course**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1002/oby.21491>
- SIMMONS, Amber L.; SCHLEZINGER, Jennifer J.; CORKEY, Barbara E. What Are We Putting in Our Food That Is Making Us Fat? Food Additives, Contaminants, and Other Putative Contributors to Obesity. **Current Obesity Reports**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 273–285, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13679-014-0094-y>
- SIMÕES, Bárbara dos Santos *et al.* Consumption of ultra-processed foods and socioeconomic position: a cross-sectional analysis of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health. **Cadernos de Saúde Pública**, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00019717>
- SIU, Albert L. **Screening for abnormal blood glucose and type 2 diabetes mellitus: U.S. preventive services task force recommendation statement**. [S. l.]: American

- College of Physicians, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.7326/M15-2345>. Acesso em: 28 ago. 2022.
- SROUR, Bernard *et al.* Ultra-processed food intake and risk of cardiovascular disease: Prospective cohort study (NutriNet-Santé). **The BMJ**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.11451>
- SROUR, Bernard *et al.* Ultraprocessed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes among Participants of the NutriNet-Santé Prospective Cohort. **JAMA Internal Medicine**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2019.5942>
- STRIBIȚCAIA, Ecaterina *et al.* Food texture influences on satiety: systematic review and meta-analysis. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1–18, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69504-y>
- TAJIRI, Yuji *et al.* Reduction of skeletal muscle, especially in Lower Limbs, in Japanese type 2 diabetic patients with Insulin resistance and cardiovascular risk factors. **Metabolic Syndrome and Related Disorders**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 137–142, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/met.2009.0043>
- TOOMEY, Clodagh M. *et al.* A review of body composition measurement in the assessment of health. **Topics in Clinical Nutrition**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 16–32, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/TIN.0000000000000017>
- VANDEVIJVERE, Stefanie *et al.* Global trends in ultraprocessed food and drink product sales and their association with adult body mass index trajectories. **Obesity Reviews**, [S. l.], v. 20, n. S2, p. 10–19, 2019.
- VIOLA, Poliana Cristina de Almeida Fonseca *et al.* High consumption of ultra-processed foods is associated with lower muscle mass in Brazilian adolescents in the RPS birth cohort. **Nutrition**, [S. l.], v. 79–80, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110983>
- WELLS, J. C. K.; SHIRLEY, M. K. Body composition and the monitoring of non-communicable chronic disease risk. **Global Health, Epidemiology and Genomics**, [S. l.], v. 1, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/gh.2016.9>
- WELLS, Jonathan C. K. Commentary: The paradox of body mass index in obesity assessment: Not a good index of adiposity, but not a bad index of cardio-metabolic risk. **International Journal of Epidemiology**, [S. l.], v. 43, n. 3, p. 672–674, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ije/dyu060>
- WHO. **Body mass index - BMI ranges (nutritional status)**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>. Acesso em: 13 set. 2020.
- WHO. **Global Report on Diabetes**. [S. l.: s. n.]. v. 978E-book. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204871>
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health statistics and information systems**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: [https://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/metrics\\_daly/en/](https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/). Acesso em: 6 maio. 2022a.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Noncommunicable diseases**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/noncommunicable->

diseases#tab=tab\_1. Acesso em: 6 ago. 2020b.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. **World Health Organization**, [S. l.], 2013. Disponível em: [https://doi.org/978\\_92\\_4\\_1506236](https://doi.org/978_92_4_1506236)

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases 2014: attaining the nine global noncommunicable diseases targets; a shared responsibility** WHO Press, **World Health Organization**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: [https://doi.org/ISBN\\_9789241564854](https://doi.org/ISBN_9789241564854).

YIM, Jeong Yoon *et al.* Sagittal abdominal diameter is a strong anthropometric measure of visceral adipose tissue in the asian general population. **Diabetes Care**, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.2337/dc10-0606>

ZHAO, Tianxue *et al.* Impact of body fat percentage change on future diabetes in subjects with normal glucose tolerance. **IUBMB Life**, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/iub.1693>

ZINÖCKER, Marit K.; LINDSETH, Inge A. The western diet–microbiome–host interaction and its role in metabolic disease. **Nutrients**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 1–15, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu10030365>

ZOBEL, Emilie H. *et al.* Global Changes in Food Supply and the Obesity Epidemic. **Current Obesity Reports**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 449–455, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13679-016-0233-8>

## **ARTIGO 1**

**Associação de indicadores da composição corporal e antropométricos com a incidência de diabetes no Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil)**

*Associations between body composition and anthropometric indicators with type 2 diabetes mellitus incidence in the Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil)*

Rafaela da Silveira Corrêa, Doutoranda em Epidemiologia pela UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

## **ARTIGO 2**

**Associação do consumo de alimentos ultraprocessados com a composição corporal avaliada pela bioimpedância em adultos: Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil)**

*Association of consumption of ultra-processed foods with body composition assessed by bioimpedance in adults: the Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil)*

Rafaela da Silveira Corrêa, Doutoranda em Epidemiologia pela UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL





## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado na revisão da literatura desta tese, até o presente momento, seguem aumentando tanto a incidência de diabetes e suas complicações, quanto a incidência de sobrepeso e de obesidade. Essa observação exige (e continuará a exigir) esforços constantes no sentido da identificação precoce de fatores de risco para o desenvolvimento de DM2. Ainda, se fazem (e se farão) necessárias mudanças estruturais que permitam aos indivíduos acesso a uma alimentação mais saudável, uma vez que esse é um dos principais fatores de risco envolvidos tanto no aumento do sobrepeso e da obesidade quanto no surgimento de novos casos de DM2. Assim, esta tese contribui para a compreensão do panorama acima a partir de seus resultados e de reflexões relacionadas a esses:

### 1) Indicadores antropométricos e de composição corporal x DM2

- a. A avaliação de indicadores de composição corporal pode auxiliar na identificação do risco de desenvolvimento do DM2.
- b. Mesmo aumentos de pequena magnitude nas medidas antropométricas e de composição corporal avaliadas (IMC, CC, DAS, %GC e %GT) já representaram um aumento significativo para o risco do DM2. Portanto, não foi necessário que o indivíduo tivesse valores extremos nas medidas avaliadas para que o risco se fizesse presente.
- c. A massa muscular esquelética possui associação inversa com o DM2, isso é, quanto menor a sua quantidade maior o risco do indivíduo apresentar DM2. Ter IMC classificado como sobrepeso ou obesidade e em conjunto apresentar massa muscular esquelética acima da mediana reduziu, porém não excluiu, o risco do indivíduo apresentar DM2.
- d. O uso isolado do IMC pode gerar uma classificação equívoca de risco para DM2, uma vez que identificamos aumento do risco mesmo em indivíduos eutróficos quando esses apresentaram em conjunto aumento da circunferência da cintura ou do percentual de gordura no tronco.
- e. O diâmetro abdominal sagital é um indicador antropométrico de fácil aferição que demonstrou associação com o risco de DM2. Por que não o incluir na rotina dos serviços de saúde?

### 2) Consumo de alimentos ultraprocessados x indicadores antropométricos e de composição corporal

- a. Quanto maior o consumo de alimentos ultraprocessados, maiores são as medidas antropométricas e de composição corporal dos indivíduos. A exceção da massa muscular esquelética, a qual está inversamente relacionada ao consumo de AUPs.
- b. Embora nossos resultados para essa relação sejam de pequena magnitude, do ponto de vista clínico há de se salientar que se as medidas aumentarem ano a ano em curto espaço de tempo já terão grande impacto na saúde dos indivíduos.
- c. Nosso estudo é um dos primeiros a avaliar a associação do consumo de AUPs com as medidas de composição corporal.

A partir dos pontos levantados acima, alguns desafios tornam-se ainda mais claros. No entanto, tornar possível o uso na prática clínica dos indicadores de composição corporal e da medida do DAS passa pela definição de pontos de corte para a população brasileira.

A definição hoje utilizada para sugerir o rastreio de indivíduos com alterações glicêmicas é pautada no IMC. Podemos obter ganhos na identificação de novos casos de DM2 se forem incluídas outras medidas tais como a CC e o DAS e as medidas de composição corporal obtidas pela análise de bioimpedância. Em termos de saúde pública em curto prazo pode gerar aumento nos gastos, pela necessidade de treinamento dos profissionais de saúde e aquisição de equipamento, mas haja vista o custo do tratamento do DM2, a longo prazo poderemos reduzir os custos relacionados às complicações dessa patologia se a identificarmos precocemente.

Há um anseio pela mudança nas políticas públicas que tratam do tema de Alimentação e Nutrição e especialmente no que tange a participação dos alimentos ultraprocessados na alimentação brasileira. Em um país com tamanha riqueza de recursos naturais, com uma diversidade única de alimentos e com uma cultura alimentar tão pujante é com imensa tristeza que relatamos mais um resultado desfavorável causado pela ampliação do consumo de AUPs. Embora trate-se de uma observação transversal, que guarda seus limites na relação de causalidade, mesmo assim reforça mais um caminho pelo qual o aumento no consumo de AUPs pode refletir em piora do estado nutricional da nossa população.

## ANEXOS



Fts. nº 99  
Rubrica [assinatura]

São Paulo, 19 de maio de 2006.

Il<sup>mo</sup>(a), S<sup>ra</sup>(a),  
**Prof. Dr. Paulo Andrade Lotufo**  
Superintendência  
Hospital Universitário da USP

**Referente:** Projeto de Pesquisa "Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto - ELSA" – Cadastro CEP-HU: 669/06 - Cadastro SISNEP; FR – 93920 – CAAE – 0016.1.198.000-06 - Área temática especial: Grupo I – I.I. Genética Humana

Prezado(a) Senhor(a)

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, em reunião realizada no dia 19 de maio de 2006, analisou o projeto de pesquisa acima citado, considerando-o como **APROVADO**, bem como, seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Informamos que **o projeto estará sendo encaminhado para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP- Brasília, devendo ser iniciado o estudo somente após a aprovação da referida Comissão.**

Lembramos que cabe ao pesquisador elaborar e apresentar a este Comitê, relatórios semestrais (e relatório final ao término do trabalho), de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde 251/97, item V.I.c. **O primeiro relatório está previsto para 19 de novembro de 2006.**

Atenciosamente,

**Dra. Maria Teresa Zulini da Costa**  
Coordenadora  
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP



Ministério da Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA-CEP/FIOCRUZ

Rio de Janeiro, 18 de setembro de 2006.

**PARECER**

**Título do Projeto:** "Estudo longitudinal de saúde do adulto - ELSA"  
**Protocolo CEP:** 343/06  
**Pesquisador Responsável:** Dora Chor  
**Instituição:** ENSP  
**Deliberação:** APROVADO

Trata-se de uma pesquisa sobre doenças cardiovasculares, diabetes e outras doenças crônicas, pioneiro no Brasil, multicêntrico e com um grande número de sujeitos envolvidos (15.000).

O estudo objetiva investigar os fatores que estejam relacionados a essas doenças em qualquer estágio de desenvolvimento, visando sugerir medidas mais eficazes de prevenção e tratamento.

O CEP da USP já aprovou o referido projeto de pesquisa no último dia 19 de maio do corrente ano assim como já fez o correspondente encaminhamento ao CONEP, conforme declaração anexa assinada pela coordenação do CEP-USP.

Os pesquisadores envolvidos no Rio de Janeiro apresentam currículos experientes, os capacitando plenamente para a realização do estudo no estado do Rio de Janeiro.

Após análise das respostas às pendências emitidas no parecer datado de 19/06/2006 por este colegiado, tendo por referência as normas e diretrizes da Resolução 196/96 foi decidido pela APROVAÇÃO do referido protocolo.

Informamos, outrossim, que deverão ser apresentados relatórios parciais/anuais e relatório final do projeto de pesquisa.

Além disso, qualquer modificação ou emenda ao protocolo original deverá ser submetida para apreciação do CEP/FIOCRUZ.

Marlene Braz  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa  
Em Seres Humanos da Fundação Oswaldo Cruz

Universidade Federal de Minas Gerais  
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP


Parecer nº. ETIC 186/06

Interesse: Prof. (a) Sandhi Maria Barreto  
Depto. De Medicina Preventiva e Social  
Faculdade de Medicina -UFMG

### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou no dia 28 de junho de 2006 o projeto de pesquisa intitulado “**ELSA - Estudo longitudinal da saúde do adulto.**” bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
Prof. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia  
Presidente do COEP/UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Vitória-ES, 01 de junho de 2006

Do: Prof. Dr. Fausto Edmundo Lima Pereira  
Coordenador  
Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde

Para: Prof. José Geraldo Mill  
Pesquisador Responsável pelo Projeto de Pesquisa intitulado: "**Estudo longitudinal de saúde do adulto - ELSA**"

Senhor Pesquisador,

Através deste informamos à V.Sa., que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, após analisar o Projeto de Pesquisa, No. de Registro no CEP-041/06, intitulado: "**Estudo longitudinal de saúde do adulto - ELSA**", bem como o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** cumprindo os procedimentos internos desta Instituição, bem como as exigências das Resoluções 106 de 10.10.96, 261 de 07.08.97 e 292 de 08.07.99, **APRÓVOU** o referido projeto, em reunião ordinária realizada em 31 de maio de 2006,

Gostaríamos de lembrar que cabe ao pesquisador elaborar e apresentar os relatórios parciais e finais de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196 de 10/10/96, inciso IX.2. letra "c".

Atenciosamente,

  
Prof. Dr. Fausto Edmundo Lima Pereira  
Coordenador  
Comitê de Ética em Pesquisa  
Centro de Ciências da Saúde

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde  
Av. Marechal Campos, 1458 – Maruípe – Vitória – ES – CEP 29.040-091.  
Telefax: (27) 3335 7504



**HCPA - HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE**  
**Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação**  
COMISSÃO CIENTÍFICA E COMISSÃO DE PESQUISA E ÉTICA EM SAÚDE

A Comissão Científica e a Comissão de Pesquisa e Ética em Saúde, que é reconhecida pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)/MS como Comitê de Ética em Pesquisa do HCPA e pelo Office For Human Research Protections (OHRP)/USDHHS, como Institucional Review Board (IRB0000921) analisaram o projeto:

**Projeto:** 06-194      **Versão do Projeto:** 15/05/2006      **Versão do TCLE:** 15/05/2006

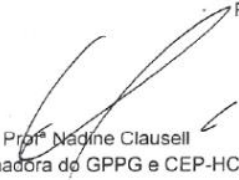
**Pesquisadores:**

MARIA INES SCHMIDT  
ALVARO VIGO  
BRUCE BARLOW DUNCAN  
FLAVIO DANNI FUCHS  
MURILO FOPPA  
SANDRA CRISTINA COSTA FUCHS  
SOTERO SERRATE MENGUE

**Título:** ESTUDO LONGITUDINAL DE SAÚDE DO ADULTO - ELSA

Este projeto foi Aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos, inclusive quanto ao seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com as Diretrizes e Normas Internacionais e Nacionais, especialmente as Resoluções 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Os membros do CEP/HCPA não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente ao CEP/HCPA. Somente poderão ser utilizados os Termos de Consentimento onde conste a aprovação do GPPG/HCPA.

Porto Alegre, 18 de agosto de 2006.

  
Prof. Nadine Clausell  
Coordenadora do GPPG e CEP-HCPA





Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Saúde Coletiva  
**COMITÊ DE ÉTICA EM  
PESQUISA**

### Formulário de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

Registro CEP: 027-06/CEP-ISC

Projeto de Pesquisa: "Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto - ELSA "

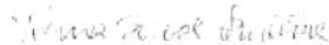
Pesquisador Responsável: Estela Maria Motta Lima Leão de Aquino

Área Temática: Grupo II

Os Membros do Comitê de Ética em Pesquisa, do Instituto de Saúde Coletiva/Universidade Federal da Bahia, reunidos em sessão ordinária no dia 26 de maio de 2006, e com base em Parecer Consubstanciado, resolveu pela sua aprovação.

Situação: APROVADO

Salvador, 29 de maio de 2006

  
VILMA SOUSA SANTANA

Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa  
Instituto de Saúde Coletiva  
Universidade Federal da Bahia