



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**FACULDADE DE FARMÁCIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**ARLEN CARVALHO DE OLIVEIRA ALMEIDA**

**ESTUDO DOS RÓTULOS DE MANTEIGAS PRODUZIDAS NO  
BRASIL: SÓDIO, GORDURA TOTAL, GORDURAS  
SATURADAS E A CORRELAÇÃO COM AS DOENÇAS  
CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS**

**UFBA**

**SALVADOR**

**2024**



**ARLEN CARVALHO DE OLIVEIRA ALMEIDA**

**ESTUDO DOS RÓTULOS DE MANTEIGAS PRODUZIDAS NO  
BRASIL: SÓDIO, GORDURA TOTAL, GORDURAS  
SATURADAS E A CORRELAÇÃO COM AS DOENÇAS  
CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (PGAli) da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Profa. Dra. Marion Pereira da Costa

***Orientadora***

Profa. Dra. Carla Paulo Vieira

***Coorientadora***

SALVADOR

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA FACULDADE DE FARMÁCIA**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**ARLEN CARVALHO DE OLIVEIRA ALMEIDA**

### **ESTUDO DOS RÓTULOS DE MANTEIGAS PRODUZIDAS NO BRASIL: SÓDIO, GORDURA TOTAL, GORDURAS SATURADAS E A CORRELAÇÃO COM AS DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

**Aprovada em 27 de março de 2024.**

## **BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **MARION PEREIRA DA COSTA**  
Data: 27/03/2024 18:27:22-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dr<sup>a</sup>. MARION PEREIRA DA COSTA (ORIENTADORA)**

Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

Documento assinado digitalmente  
 **CARLOS PASQUALIN CAVALHEIRO**  
Data: 27/03/2024 19:00:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dr. CARLOS PASQUALIN CAVALHEIRO (EXAMINADOR)**

Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

Documento assinado digitalmente  
 **JOSE GIVANILDO DA SILVA**  
Data: 27/03/2024 18:58:46-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Dr. JOSÉ GIVANILDO DA SILVA (EXAMINADOR)**

Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA)

**Dedico este trabalho,**

*À minha mãe, a vovó, à minha irmã, a Bernardinho, à  
‘Vanha’, a Wan Caique, à familiares e amigos.*

## **Meus agradecimentos,**

*À vovó que me ensinou a ser quem eu sou, e que passa esse ensinamento de geração em geração, e é a pessoa quem devo tudo. Mesmo com uma doença incurável, vive a vida leve, amorosa e ativa. Obrigado por tudo, vovó!*

*A Bernardinho, que me mostrou que em questão de segundos podemos ter um amor incondicional.*

*À minha irmã que me deu meu maior e melhor presente que eu poderia ter, e a quem tenho uma admiração e amor sem tamanho.*

*A Vânia, a quem tenho muita admiração e amor. Sou grato por todo carinho e ajuda.*

*Ao Wan Caique, pessoa quem me ensinou o que é companheirismo e me ajuda a acreditar em mim todos os dias.*

*À minha mãe, a mulher mais forte e guerreira que tenho a honra e orgulho de ser filho. Me ajudou e confiou em mim, desde quando nasci. Uma leoa capaz de brigar com tudo e com todos para me defender. Obrigado por tanto amor, mãe! Não existe pessoa no mundo igual a senhora. Se estou aqui, te agradecendo em uma dissertação, te devo agradecimentos em cada caracteres dessa produção científica.*

*À minha orientadora, Marion Pereira da Costa, que me adotou para ser um dos seus sem ao menos me conhecer. Tinha que ser, era pra ser. Devo todos os meus agradecimentos e a minha admiração a pessoa quem me ensinou a fazer ciência e a descobrir o que é ciência.*

*Aos meus amigos, que, sem citar cada um, sabem da importância de tê-los na minha vida e o quanto sou grato por eles. Sou muito sortudo.*

*À toda família LaiTLácteos.*

*A todos que participaram e participam da minha vida, sou muito grato! Essa dissertação deve ficar em algum repositório por um longo período, e espero que, esses agradecimentos, mesmo que breves, possam ser revisitados no futuro e visto como um grande retrato de imensidão de troca de carinhos e agradecimentos.*

*À Coordenação Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida (nº do processo: 88887.690878/2022-00).*

## RESUMO

A manteiga, um produto lácteo gorduroso, é apreciada por realçar o sabor de diversos pratos e por fornecer nutrientes essenciais. No entanto, preocupações relacionadas aos seus níveis de sódio e gordura saturada têm levantado questões de saúde pública. Este estudo teve como objetivo analisar a composição nutricional de diferentes tipos de manteiga comercializados no Brasil e avaliar suas implicações para a saúde pública. Os rótulos foram coletados em website de empresas e dados de consumo de manteiga e número de casos de doenças crônicas não transmissíveis foram coletados em sites oficiais do governo federal. Foram analisados 515 rótulos de manteiga de 504 empresas, classificadas em três categorias: manteiga comum, primeira qualidade e extra. Observou-se uma variação significativa nos teores de sódio entre os tipos de manteiga, com a manteiga comum apresentando o maior teor (mediana de 775 mg/100g), seguida pela manteiga de primeira qualidade (mediana de 700 mg/100g) e pela manteiga extra (mediana de 545 mg/100g). Não foram observadas diferenças significativas nos teores de gordura total e saturada entre os tipos de manteiga. Em termos regulatórios, as porcentagens de amostras de manteiga categorizadas como altas em sódio variaram entre as agências: 61,18% pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 83,1% pela Organização Mundial da Saúde (OMS), 59,52% pela Food Standards Agency (FSA), e aproximadamente 48% pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). A concordância entre OPAS e ANVISA foi quase perfeita (valor kappa de 0,740), enquanto ANVISA e OMS apresentaram um acordo moderado (valor kappa de 0,493). A correlação entre FSA e ANVISA foi quase perfeita (valor kappa de 0,955). Em relação às correlações de saúde, hipertensão não apresentou correlação significativa ( $R = -0,236$ ,  $p > 0,05$ ), enquanto diabetes mellitus, obesidade e Acidente Vascular Cerebral (AVC) demonstraram correlações negativas substanciais (diabetes:  $R = -0,713$ ,  $p > 0,05$ ; obesidade:  $R = -0,844$ ,  $p < 0,01$ ; AVC:  $R = -0,812$ ,  $p < 0,01$ ). Coeficientes de correlação validados enfatizaram fortes correlações inversas para diabetes ( $R_v = -0,70$ ), obesidade ( $R_v = -0,84$ ), AVC ( $R_v = -0,79$ ) e doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas ( $R_v = -0,69$ ). Além disso, foi encontrado na literatura correlações inversas entre o consumo de manteiga e o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. Esses resultados sublinham a importância da supervisão e monitoramento regulatório do conteúdo nutricional em produtos alimentícios, particularmente na manteiga, reforçando a complexidade entre conteúdo nutricional, dieta e saúde.

**Palavras-chave:** Rotulagem nutricional. Diretrizes dietéticas. Padrões alimentares. Gordura saturada. Sal.

## ABSTRACT

Butter, a fatty dairy product, is valued for enhancing the flavor of various dishes and providing essential nutrients. However, concerns regarding its sodium and saturated fat content have raised public health issues. This study aimed to analyze the nutritional composition of different types of butter marketed in Brazil and assess their implications for public health. Labels were collected from company websites, and data on butter consumption and the incidence of non-communicable chronic diseases were obtained from official federal government websites. A total of 515 butter labels from 504 companies were analyzed, categorized into three types: regular butter, first-quality butter, and extra butter. A significant variation in sodium content was observed among the butter types, with regular butter having the highest median sodium content (775 mg/100g), followed by first-quality butter (700 mg/100g), and extra butter (545 mg/100g). No significant differences were found in total fat and saturated fat content among the butter types. The percentages of butter samples categorized as high in sodium varied among regulatory agencies: ANVISA (Brazilian Health Regulatory Agency) identified 61.18% of samples as high in sodium, WHO (World Health Organization) identified 83.1%, FSA (Food Standards Agency) identified 59.52%, and PAHO (Pan American Health Organization) identified approximately 48%. The concordance between PAHO and ANVISA was almost perfect (kappa value of 0.740), while ANVISA and WHO showed moderate agreement (kappa value of 0.493). The correlation between FSA and ANVISA was almost perfect (kappa value of 0.955). Regarding health correlations, hypertension showed no significant correlation ( $R = -0.236$ ,  $p > 0.05$ ), whereas diabetes mellitus, obesity, and stroke (AVC) demonstrated substantial negative correlations (diabetes:  $R = -0.713$ ,  $p > 0.05$ ; obesity:  $R = -0.844$ ,  $p < 0.01$ ; stroke:  $R = -0.812$ ,  $p < 0.01$ ). Validated correlation coefficients emphasized strong inverse correlations for diabetes ( $R_v = -0.70$ ), obesity ( $R_v = -0.84$ ), stroke ( $R_v = -0.79$ ), and endocrine, nutritional, and metabolic diseases ( $R_v = -0.69$ ). Additionally, literature review found inverse correlations between butter consumption and the development of non-communicable chronic diseases. These results highlight the importance of regulatory oversight and monitoring of nutritional content in food products, particularly butter, reinforcing the complex relationship between nutritional content, diet, and health.

**Keywords:** *Nutritional labeling. Dietary guidelines. Food standards. Saturated fat. Salt.*

## LISTA DE TABELAS

|                         |                                                                                                                                                                                                                                          |           |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO I.....</b>  |                                                                                                                                                                                                                                          | <b>10</b> |
| Tabela 1                | Recomendações de processamento para obtenção da manteiga de qualidade.....                                                                                                                                                               | 16        |
| Tabela 2                | Parâmetros mínimos de qualidade da manteiga.....                                                                                                                                                                                         | 18        |
| <b>CAPÍTULO II.....</b> |                                                                                                                                                                                                                                          | <b>29</b> |
| Table 1                 | Fat and sodium content in butter types collected from websites from January to October 2023.....                                                                                                                                         | 50        |
| Table 2                 | Classification of Butter Types According to Sodium Content as per the Regulations of Brazil (BRAZIL 2020), World Health Organization (WHO 2023), Food Standards Agency (FSA 2019) and Pan American Health Organization (PAHO 2017) ..... | 50        |
| Table 3                 | Pearson's correlation test between Butter Consumption and Disease Prevalence in Brazil (2008-2009 and 2017-2018) .....                                                                                                                   | 51        |
| Table 4                 | Optimism-corrected performance estimates through validation by bootstrap approach of significant models for prediction the Correlation between Butter Consumption and Disease Prevalence in Brazil (2008-2009 and 2017-2018) .....       | 51        |



## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                           |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b><i>CAPÍTULO I – ESTUDO DOS RÓTULOS DE MANTEIGAS PRODUZIDAS NO BRASIL: SÓDIO, GORDURA TOTAL, GORDURAS SATURADAS E A CORRELAÇÃO COM AS DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS</i></b> ..... | <b>10</b>     |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                                                                                                                                                                 | <b>11</b>     |
| <b>2 OBJETIVOS</b> .....                                                                                                                                                                  | <b>13</b>     |
| <b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                                                                                                                                                      | <b>14</b>     |
| 3.1 Manteiga.....                                                                                                                                                                         | 14            |
| 3.1.1 Processamento da manteiga.....                                                                                                                                                      | 14            |
| 3.1.2 Tipos de manteigas e perfil nutricional.....                                                                                                                                        | 17            |
| 3.1.3 A manteiga e sua relação com doenças crônicas não transmissíveis.....                                                                                                               | 20            |
| 3.2 Políticas de redução de sódio em alimentos.....                                                                                                                                       | 23            |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                                                                                                                                                  | <b>26</b>     |
| <br><b><i>CAPÍTULO II Butters in the Brazilian Market: Analysis of Sodium Content, Total Fat, Saturated Fats, and Implications for Public Health</i></b> .....                            | <br><b>29</b> |

## ***Capítulo I***

---

***ESTUDO DOS RÓTULOS DE MANTEIGAS PRODUZIDAS NO BRASIL: SÓDIO,  
GORDURA TOTAL, GORDURAS SATURADAS E A CORRELAÇÃO COM AS  
DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS***

## 1 INTRODUÇÃO

A relação entre o consumo de alimentos, como os produtos lácteos, e o risco de desenvolvimento de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) tem sido extensivamente investigada e debatida na comunidade científica. Quanto aos produtos lácteos, embora alguns estudos destaquem os efeitos benéficos contra diversas condições crônicas de alguns componentes do leite, como cálcio, magnésio, vitamina D e proteína do soro do leite (Ribeiro, 2020) outros estudos chamam a atenção em razão do teor de gordura saturada e sódio dos produtos lácteos, e os potenciais riscos para a saúde (Kay-Tee *et al.*, 2017; Pimpim *et al.*, 2016).

A manteiga, como produto lácteo contendo tanto gordura saturada quanto sódio, apresenta uma interação complexa com os fatores de risco para DCNTs. Embora alguns estudos sugiram uma possível associação inversa entre o consumo de laticínios e o risco de certas doenças crônicas (Pimpim *et al.*, 2016; Kay-Tee *et al.*, 2017), é essencial considerar os potenciais efeitos adversos desses componentes específicos presentes na manteiga. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), é importante destacar que o consumo excessivo de gordura saturada e sódio está associado a um maior risco de doenças cardiovasculares e outras DCNTs.

As gorduras saturadas, encontradas principalmente em produtos de origem animal, incluindo a manteiga, têm sido associadas a níveis elevados de colesterol, um conhecido fator de risco para doenças cardiovasculares. A OMS recomenda que menos de 10% da ingestão total de energia venha de gorduras saturadas para reduzir o risco de tais doenças. Isso é significativo, considerando que a manteiga é uma fonte substancial de gorduras saturadas, implicadas no desenvolvimento de aterosclerose e outras condições cardiovasculares (Ranjba, 2024).

Além das preocupações com a gordura saturada, a ingestão excessiva de sódio na dieta contribui significativamente para as mortes relacionadas à alimentação no mundo, estimadas em 1,89 milhão anualmente. A alta ingestão de sódio é um fator bem estabelecido para a elevação da pressão arterial e doenças cardiovasculares. A média global de ingestão de sódio, atualmente em 4310 mg/dia (10,78 g de sal por dia), ultrapassa amplamente a recomendação da OMS, que é de 2000 mg/dia (OMS, 2020). A principal fonte dietética de sódio é o sal, composto por 40% de sódio e 60% de cloreto, sendo que uma grama de sal contém 400 mg de sódio. A redução da ingestão de sal demonstrou diminuir a pressão arterial, diminuir o risco de doenças cardiovasculares e prevenir inúmeras mortes e anos de vida ajustados por incapacidade em todo o mundo (Arantes *et al.*, 2020).

Um estudo recente revelou uma correlação positiva entre doenças crônicas associadas à alta ingestão de sódio e aumento da gravidade e mortalidade da infecção por COVID-19, e

manter uma ingestão adequada de sódio tem sido observado como auxiliar na restauração dos níveis séricos de sódio em pacientes com COVID-19, sugerindo um possível papel do sódio na fisiopatologia e desfecho da doença (Zhang *et al.*, 2021). No entanto, a ingestão de sódio é influenciada não apenas pelas escolhas individuais, mas também pela disponibilidade e acessibilidade de produtos alimentícios com diferentes teores de sódio.

Assim, este estudo buscou realizar uma análise quantitativa detalhada do teor de sódio, gorduras totais e gorduras saturadas em diferentes tipos de manteiga disponíveis no mercado brasileiro, com base nos rótulos dos produtos. O estudo busca classificar os produtos de manteiga de acordo com seu teor de sódio, realizar uma comparação minuciosa entre os diferentes tipos e estabelecer uma correlação entre o consumo de manteiga e a prevalência de doenças metabólicas nutricionais no Brasil. Além disso, será realizado um comparativo entre os dados dos rótulos e as diretrizes de agências reguladoras nacionais e internacionais, contribuindo para uma compreensão abrangente do cenário de sódio na manteiga.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

- ✓ Avaliar a composição nutricional e concentração de gordura total, gordura saturada e sódio descritos em diferentes tipos de manteiga disponibilizados online, classificando de acordo com a legislação nacional e internacional. Além disso, e através da análise dos dados oficiais disponíveis, avaliar a correlação entre o consumo de manteiga e a prevalência de doenças metabólicas e endócrinas nutricionais no país.

### 2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar a variação dos teores de sódio, gordura total e gordura saturada entre os tipos de manteiga comum, de primeira qualidade e extra.
- ✓ Avaliar o percentual de manteigas comercializadas no Brasil que apresentam alto teor de sódio.
- ✓ Analisar a concordância entre as classificações de teores de sódio realizadas pelas diferentes agências reguladoras.
- ✓ Avaliar as correlações entre o consumo de manteiga e a prevalência de hipertensão, diabetes mellitus, obesidade e Acidente Vascular Cerebral (AVC).
- ✓ Validar os coeficientes de correlação para enfatizar as relações entre o consumo de manteiga e doenças crônicas não transmissíveis (DCNT).
- ✓ Investigar a literatura científica em busca de evidências de correlações entre o consumo de manteiga e o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Manteiga

A manteiga, um dos alimentos mais antigos e versáteis da história da humanidade, desempenhou um papel fundamental na evolução da nossa alimentação. Desde os primórdios da civilização, a manteiga tem sido apreciada por sua riqueza nutricional e sua capacidade de preservação do leite. Seu surgimento remonta a cerca de 10.000 a.C., quando os seres humanos começaram a domesticar animais e a explorar o valor do leite como alimento (Leite; Vaitsman; Dutra, 2006). A produção de manteiga, seja por acidente ou intencionalmente, permitiu que o leite fosse consumido de maneira mais duradoura, contribuindo para a sobrevivência e o desenvolvimento das sociedades antigas. A etimologia dos termos ‘manteiga’ em português e ‘manteca’ em espanhol aparenta ter raízes no sânscrito ‘*manthaga*’, palavra que teria sido assimilada na Península Ibérica durante a ocupação celta, conforme documentado por Sabor da Serra (2009). Esta hipótese etimológica reflete a rica tapeçaria de interações culturais que moldaram a linguagem e as práticas alimentares ao longo da história.

Ronan (2001) destaca que essa época corresponde ao período em que esses animais foram domesticados e o homem passou a consumir a carne e o leite deles. A manteiga, portanto, não apenas nutria as pessoas, mas também desempenhava um papel crucial na economia e na cultura alimentar. A habilidade de produzir manteiga em qualquer região onde o homem conseguisse domesticar animais mamíferos, retirando-lhes o leite, tornou-se uma prática disseminada. Assim, a manteiga transcendeu as fronteiras geográficas e se tornou parte integrante da dieta humana. Em suma, a história da manteiga é um testemunho da nossa capacidade de inovação e adaptação, refletindo a interseção entre ciência, tecnologia e cultura alimentar ao longo dos séculos na evolução do processamento de alimentos.

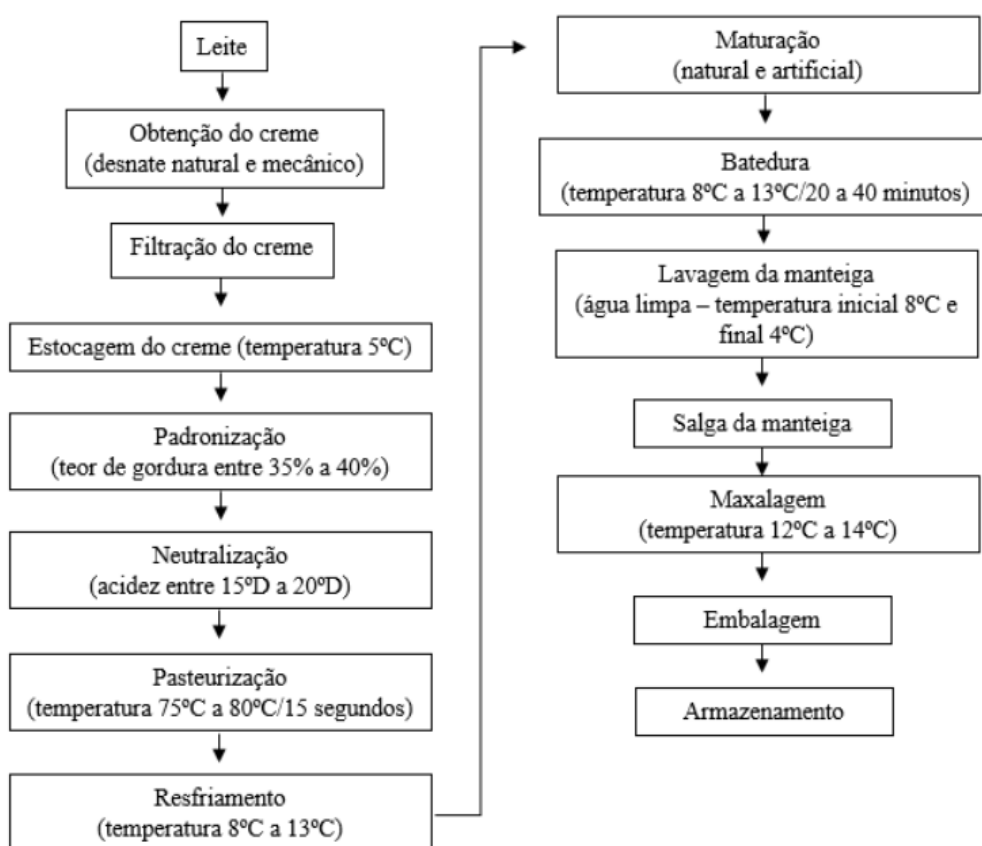
##### 3.1.1 Processamento da manteiga

Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ), a manteiga é um produto gorduroso, obtido exclusivamente pela bateção e malaxagem, com ou sem modificação biológica, do creme pasteurizado derivado unicamente do leite de vaca. Este processo deve ser tecnologicamente adequado e pode incluir ou não a incorporação de cloreto de sódio (NaCl). A matéria gorda da manteiga deve ser composta exclusivamente de gordura láctea. A classificação da manteiga pode ser feita de acordo com a qualidade do creme de leite utilizado e os processos de fabricação (Brasil, 1996, 2000). A manteiga é considerada um derivado lácteo muito nobre, sendo explorada tanto para consumo doméstico quanto para o uso como ingrediente para a fabricação de inúmeros outros alimentos (Ribeiro, 2020). Por esse motivo, é importante que a

legislação que fixa a identidade e as características mínimas de qualidade deste produto seja clara e assertiva.

Silva (1996) propõe o fluxograma geral de produção de manteigas, conforme ilustrado na Figura 1, e destaca o processo para melhorar a qualidade da manteiga, conforme apresentado na Tabela 1. Na produção de manteiga, a padronização do creme é uma etapa crucial, onde o teor de gordura, inicialmente acima de 40%, é ajustado para 35 a 40% pela adição de água filtrada e gelada. Em seguida, ocorre a pasteurização, aquecendo o creme a 80°C por 30 minutos, seguido por resfriamento a 18°C, visando a eliminação de microrganismos patogênicos e responsáveis pela decomposição, bem como a redução da acidez, a remoção de substâncias voláteis e, conseqüentemente, aprimoramento da qualidade e conservação da manteiga. A maturação pode ocorrer com ou sem fermentação; preferencialmente, a fermentação é realizada com fermento láctico específico para manteiga, adicionado após a pasteurização, o que confere à manteiga sabores e aromas mais intensos e melhora o rendimento. Por outro lado, a fermentação natural tende a resultar em uma qualidade e rendimento inferiores.

**Figura 1** - Fluxograma de produção da manteiga



*Fonte: Adaptado a partir de Silva (1996).*

Na etapa de batadura do creme, é crucial manter a temperatura meticulosamente ajustada e entre 10 a 12°C para garantir a qualidade e o rendimento do produto. A batadura é iniciada na batedeira, operando a uma rotação de 45 RPM por aproximadamente 45 minutos, o que resulta na incorporação de ar e aumento do volume da massa. É vital adicionar o creme até no máximo 50% da capacidade da batedeira para evitar excesso de volume. A fase subsequente de malaxagem ou desleitação tem como objetivo a remoção do leitelho, o sobrenadante resultante da batadura, para eliminar o excesso de água. Este passo também permite avaliar o rendimento do processo de fabricação através da análise do teor de gordura no leitelho; um teor de gordura médio perdido entre 0,5 a 0,7% é indicativo de um processo eficiente, enquanto valores acima dessa faixa sugerem perdas excessivas de gordura e um rendimento ótimo, demandando uma revisão criteriosa de todas as etapas do processo para identificar e corrigir possíveis falhas (Silva, 1996).

**Tabela 1** – Recomendações de processamento do creme para obtenção da manteiga de qualidade.

| <b>Etapas</b>     | <b>Recomendações</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obtenção do creme | Um procedimento recomendável é que se faça o desnate logo após a ordenha, permitindo a obtenção de creme com melhor qualidade e porque o leite, após a ordenha, apresenta-se com a temperatura na faixa de 33-35°C, que é ideal para proceder o desnate.                                          |
| Padronização      | É feita a padronização do creme para que este apresente em tomo de 35 a 40% de gordura. Acima desta quantidade. Na etapa de bateção. haverá perda de gordura no leitelho e se for menor haverá uso do equipamento abaixo de sua capacidade total.                                                 |
| Neutralização     | O valor ideal para a acidez do creme está entre 15 a 20°D (domic). Se estiver acima faz-se necessário a neutralização, que é feita através da adição dos seguintes redutores: bicarbonato de sódio. carbonato de sódio. hidróxido de cálcio, que podem ser usados individualmente. ou em mistura. |
| Pasteurização     | A pasteurização é feita elevando-se a temperatura até 75-80°C durante 10-15 segundos, fazendo em seguida o resfriamento, que deve ser rápido para evitar a formação de sabor de cozido e oleoso além de favorecer a solidificação dos glóbulos de gordura.                                        |



---

|               |                                                                                                                                                                 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resfriamento  | Se não for realizada a etapa de maturação do creme, o resfriamento é feito entre 8 a 13°C. Se for realizada a maturação resfriar à 20 ° C.                      |
| Armazenamento | A estocagem deve ser em temperatura de refrigeração (5°C), em caso de armazenamento prolongado é recomendável ficar em temperatura de 10 a 15°C abaixo de zero. |

---

**Fonte:** Adaptado a partir de Silva (1996).

---

A lavagem da manteiga, um passo crítico no processo de fabricação, deve ser conduzida com água de qualidade industrial para prevenir contaminação e evitar a incorporação excessiva de água na manteiga, o que pode ser identificado pela presença de gotículas ao cortar a massa. A água utilizada na lavagem deve ser resfriada entre 7 e 12°C, ligeiramente mais fria que o leite, para garantir a qualidade e o rendimento da manteiga. Durante a etapa de salga, é indispensável adicionar 2% de sal fino de alta qualidade ao peso da manteiga, distribuindo-o uniformemente antes de reiniciar a bateadeira para alcançar uma homogeneização completa. Por fim, a manteiga deve ser embalada imediatamente após a produção e armazenada em câmara fria para preservar sua qualidade até a comercialização (Silva, 1996). Este procedimento meticuloso é fundamental para garantir a integridade nutricional e o sabor desejado em conformidade com os tipos de manteiga estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) (Wooding; Mather, 2016; Brasil, 1996, 2000).

### 3.1.2 Tipos de manteigas e perfil nutricional

A Portaria 146/1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece a classificação para a Manteiga Extra e Manteiga de Primeira. Segundo essa portaria, a Manteiga Extra e a Manteiga de Primeira Qualidade correspondem à classe de qualidade I da classificação por avaliação sensorial, conforme estabelecido pela Norma FIL 99A: 1987, seção 2.2.2 e seção 2, respectivamente. Isso significa que esses tipos de manteiga atendem a padrões de qualidade específicos baseados em uma avaliação sensorial, que pode incluir critérios como sabor, textura, aroma e aparência. Essa denominação é atribuída a partir da pontuação obtida na avaliação sensorial por meio de uma escala hedônica, comumente realizada por um grupo de indivíduos que expressam seus gostos por um determinado produto. Os valores dessa escala variam entre 70 a 100 pontos. A Resolução nº 04, de 28 de junho de 2000 institui a manteiga do tipo comum, possuindo valores que variam entre 70 a 81 pontos na escala, enquanto a manteiga de primeira qualidade apresenta os valores entre 82 a 91 (Brasil, 2000). Por último, a manteiga extra, considerada a de melhor qualidade, deve ter uma pontuação acima de 92 (Brasil,

1996). Apesar deste método, quando se trata de qualidade, Brasil (1996) menciona, também, que outros fatores devem ser levados em consideração, como o índice de acidez, teor de umidade, teor de gordura e sólidos não gordurosos (Tabela 2).

**Tabela 2** - Parâmetros mínimos de qualidade da manteiga.

| Composição                                                                      | Limites                                |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Teor de gordura (% m/m)                                                         | Mínimo de 80                           |
| Teor de umidade (% m/m)                                                         | Máximo de 16<br>Máximo de 18 (salgada) |
| Extrato seco desengordurado (% m/m)                                             | Máximo de 2                            |
| Acidez na gordura (mmol/100g de matéria gorda)                                  | Máximo de 3                            |
| Índice de peróxido (mEq. de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /kg de matéria gorda) | Máximo de 1                            |

**Fonte:** Adaptado a partir de Brasil (1996).

Além disso, a análise comparativa entre a Manteiga Extra e a Manteiga Primeira Qualidade, conforme estabelecido por Brasil (1996), revela diferenças significativas em termos de composição. Ambas as categorias apresentam limites idênticos para umidade e extrato seco desengordurado, fixados em no máximo 16% e 2%, respectivamente. Contudo, a Manteiga Extra distingue-se por um conteúdo mínimo de matéria gorda de 83%, superior ao da Manteiga Primeira Qualidade, que é de 80%. Ademais, a acidez na gordura da Manteiga Extra não deve exceder 3 milimoles por 100g, valor consideravelmente inferior ao limite de 8 milimoles por 100g permitido para a Manteiga Primeira Qualidade.

A manteiga é obtida a partir do creme de leite, o qual é naturalmente rico em gordura. Os lipídios presentes no leite bovino estão na forma de glóbulos, fazendo parte de uma emulsão de tipo óleo em água. A síntese desses lipídios ocorre no retículo endoplasmático das células epiteliais secretoras dos alvéolos e são revestidos por uma camada de material de superfície composta por proteínas e lipídios polares. Durante o processo de secreção, as gotículas de leite são envolvidas pela membrana plasmática da célula, composta principalmente por lipídios polares e proteínas associadas e ligadas à membrana (Wooding; Mather, 2016).

A origem dos lipídios pode estar associada à dieta do animal e à microbiota do rúmen. A gordura do leite é uma matriz complexa, composta por aproximadamente 400 ácidos graxos diferentes. No entanto, a maioria desses ácidos graxos está presente em quantidades mínimas, enquanto apenas cerca de 15 ácidos graxos estão presentes em proporções significativas. O

comprimento da cadeia, bem como o número e a disposição das ligações insaturadas, diferencia os ácidos graxos. A variação na composição dos ácidos graxos está relacionada a fatores como genética (raça e seleção), estágio de lactação, mastite, fermentação ruminal, dieta (incluindo a ingestão de fibras, energia e gorduras dietéticas) e fatores sazonais e regionais (Kalač; Samková, 2018).

Os ácidos graxos presentes no leite, em sua maioria saturados, compõem cerca de 60% da sua estrutura lipídica, sendo o ácido butírico (C4:0) o mais predominante entre os ácidos graxos de cadeia curta. Esses componentes desempenham um papel crucial na definição das características sensoriais dos produtos lácteos. Além disso, encontram-se no leite ácidos graxos saturados de cadeia média e longa, como o ácido palmítico (C16:0), além de uma variedade de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, como o ácido oleico (C18:1), linoleico (C18:2) e linolênico (C18:3), contribuindo para a riqueza da sua composição lipídica (Kalač; Samková, 2018).

Os lipídios, responsáveis por cerca de 34% das calorias na dieta humana, desempenham funções vitais na estrutura e funcionamento das células, influenciando na flexibilidade e permeabilidade das membranas celulares e sendo armazenados principalmente como triglicerídeos. Os ácidos graxos derivados da lipólise são cruciais para diversos processos fisiológicos, enfatizando a sua importância na nutrição e saúde humana (Melo *et al.*, 2013; Botham; Mayes, 2021).

Na indústria alimentícia, o cloreto de sódio, juntamente com outros compostos ricos em sódio, como o benzoato de sódio, desempenha um papel fundamental. Esses ingredientes são frequentemente utilizados em alimentos doces para equilibrar o paladar e realçar notas sensoriais específicas (Soares; Monassa, 2014). No contexto da indústria láctea, o sódio proveniente do cloreto de sódio é utilizado em diversos processos tecnológicos, incluindo os fermentativos, e para intensificar o sabor. Na produção de manteiga, o sódio é um aditivo opcional, com uma quantidade máxima permitida de 2000mg por 100g de manteiga do tipo extra e primeira qualidade, já para manteiga do tipo comum é permitido valores máximos de 3000mg/100g, seguindo as diretrizes estabelecidas (Brasil, 1996, 2000).

A manteiga, embora seja uma fonte rica de nutrientes, contém dois componentes que podem ser preocupantes para a saúde humana quando consumidos em excesso: o sódio e as gorduras saturadas. As diretrizes de saúde globais recomendam uma dieta baixa em gorduras saturadas e sódio para manter a saúde e prevenir doenças crônicas não transmissíveis (WHO, 2021).

### 3.1.3 A manteiga e sua relação com doenças crônicas não transmissíveis.

A manteiga é um alimento amplamente apreciado em diversas culturas por sua versatilidade culinária e sabor característico, e tem sido objeto de debate quanto à sua relação com as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT). Essas doenças representam um desafio significativo para a saúde pública global, contribuindo substancialmente para a morbidade e mortalidade em todo o mundo (WHO, 2021). Abrangendo uma variedade de condições, como doenças cardiovasculares, cânceres, diabetes, hipertensão, obesidade e doenças respiratórias crônicas, as DCNTs são caracterizadas por um curso prolongado, lesões muitas vezes irreversíveis e complicações associadas, que podem resultar em incapacidade ou óbito (WHO, 2020).

Dados de 2015 indicam que as DCNTs foram responsáveis por aproximadamente 41 milhões de mortes em todo o mundo, com uma proporção significativa dessas mortes ocorrendo em indivíduos de meia-idade, especialmente em países de baixa e média renda (WHO, 2020). No Brasil, as DCNTs representaram mais de 55% de todas as mortes registradas em 2019, com doenças arteriais coronarianas e cerebrovasculares figurando como as principais causas de mortalidade (DATASUS, 2023).

Compreender os fatores de risco associados às DCNTs é essencial para orientar estratégias eficazes de prevenção e controle. Além dos fatores de risco comportamentais tradicionais, como tabagismo, dieta inadequada e sedentarismo, os determinantes sociais, econômicos e culturais da saúde desempenham um papel fundamental na vulnerabilidade de uma população a essas doenças (WHO, 2020). Estudos em diversos países têm destacado a associação entre o consumo de alimentos ultraprocessados e o aumento do risco de DCNTs, devido ao seu alto teor de calorias vazias, açúcares, gorduras saturadas e sódio (Poti; Braga; Qin, 2017; Askari *et al.*, 2020; Pagliai *et al.*, 2020).

Por outro lado, evidências sugerem que certos componentes dos produtos lácteos, como cálcio, magnésio, vitamina D e proteína do soro do leite, podem ter efeitos protetores contra o desenvolvimento de doenças crônicas, incluindo o diabetes tipo 2 (Rice; Pikosky; Miller, 2011; Kayleigh, Devries, 2019). Embora algumas pesquisas epidemiológicas tenham indicado uma associação inversa entre o consumo de laticínios e o risco de hipertensão e doença arterial coronariana (Elwood; Givens; Galacher, 2010), é importante considerar os potenciais efeitos adversos das gorduras saturadas presentes em alguns produtos lácteos, que podem contrabalançar esses benefícios (Askari *et al.*, 2020).

Adicionalmente, a manteiga, como um produto rico em gordura láctea, pode ter efeitos distintos sobre os fatores de risco para DCNTs (Aune; Romundstad; Vatten, 2013). Assim, a relação entre a ingestão de produtos lácteos e o risco de DCNTs continua sendo um tema complexo, exigindo uma abordagem multidisciplinar para uma compreensão abrangente de seus impactos na saúde pública (Mazaffarian *et al.*, 2010; Aune; Romundstad; Vatten, 2013).

Destaca-se a importância de investigações adicionais sobre o impacto da manteiga no desenvolvimento de DCNTs, dada sua prevalência na dieta humana e suas características nutricionais específicas. Esses estudos podem fornecer informações cruciais para a formulação de políticas de saúde pública e diretrizes dietéticas destinadas a reduzir o ônus das DCNTs em todo o mundo. No entanto, os efeitos a longo prazo do consumo de manteiga sobre outros desfechos importantes permanecem incertos (Aune; Romundstad; Vatten, 2013).

Um estudo conduzido por Kay-Tee *et al.* (2017) destacou que dois tipos diferentes de gorduras dietéticas - manteiga e óleo de coco - predominantemente compostos por ácidos graxos saturados, demonstraram efeitos distintos nos lipídios sanguíneos em comparação com o óleo de oliva, uma gordura predominantemente monoinsaturada. O óleo de coco mostrou-se mais comparável ao óleo de oliva em relação ao LDL-C, enquanto a manteiga resultou em um aumento significativo no LDL-C em comparação com ambos os óleos. Além disso, observou-se que o óleo de coco aumentou significativamente o HDL-C em comparação com a manteiga e o óleo de oliva. Esses achados sugerem que as diferentes gorduras dietéticas podem ter efeitos variados nos perfis lipídicos sanguíneos e, possivelmente, nos resultados de saúde, não apenas com base na classificação geral de seus principais ácidos graxos como saturados ou insaturados, mas também considerando perfis individuais de ácidos graxos, métodos de processamento e alimentos associados. Embora esses resultados não alterem as recomendações dietéticas atuais para reduzir a ingestão de gordura saturada em geral, eles ressaltam a necessidade de uma maior compreensão das relações mais sutis entre diferentes gorduras dietéticas e saúde.

No estudo conduzido por Elham *et al.* (2020), a frequência da Síndrome Metabólica (MetS), que é um conjunto de condições que aumentam o risco de desenvolvimento de doença cardíaca, foi de 31,40%. O índice de massa corporal médio e a idade média foi de  $27,1 \pm 4,6$  kg/m<sup>2</sup> e  $47,6 \pm 8,2$  anos, respectivamente. Os valores médios de consumo de manteiga Ghee de Kermanshah foram de  $3,3 \pm 1,8$  e  $5,1 \pm 2,3$  g/dia. Após ajuste para variáveis de confusão, observou-se uma correlação inversa entre os quintis mais altos e mais baixos de consumo de manteiga e Ghee de Kermanshah com a MetS (OR = 0,7; IC 95% = 0,5-0,9) e (OR = 0,7; IC 95% = 0,6-0,9). Os resultados deste estudo, mais uma vez, evidenciaram uma relação inversa

entre o consumo de leite e manteiga com a MetS e seus componentes. Portanto, o consumo de óleos à base de leite pode estar associado a menores fatores de risco cardiovascular.

Já no estudo de Justine *et al.* (2023), investigaram-se a associação entre o consumo de produtos lácteos e o risco de Doença Cardiovascular (DCV). Durante uma média de 19 anos de acompanhamento em 26.190 participantes sem histórico prévio de DCV ou diabetes, observou-se que ingestões muito altas de leite não fermentado ( $> 1000$  g/dia) em comparação com ingestões baixas ( $< 200$  g/dia) estavam associadas a um risco 35% maior (IC 95% (8, 69)) de eventos coronarianos adversos maiores. Em contraste, ingestões moderadas de leite fermentado (100–300 g/dia) demonstraram uma redução no risco de eventos coronarianos adversos maiores em comparação com a ausência de consumo. Além disso, as ingestões de queijo (apenas em mulheres) e manteiga foram inversamente associadas ao risco de eventos coronarianos adversos maiores. Não foram observadas associações claras entre nenhum dos produtos lácteos e o risco de AVC. Estes achados ressaltam a importância de estudar os efeitos dos diferentes produtos lácteos individualmente, destacando particularmente os potenciais benefícios associados ao consumo de manteiga em relação à redução do risco de eventos coronarianos adversos maiores.

Em contrapartida, o estudo de Katherine *et al.* (2013) revelou que o consumo de leite foi associado a uma diminuição da pressão arterial sistólica ao longo de 22,8 anos de acompanhamento. Além disso, o consumo de laticínios, excluindo a manteiga, não demonstrou efeitos prejudiciais na rigidez arterial e nos marcadores metabólicos. No entanto, o consumo de manteiga foi associado a níveis mais elevados de insulina, triglicerídeos e colesterol total, bem como pressão arterial diastólica. Assim, a relação entre a ingestão de produtos lácteos e o risco de DCNTs continua sendo um tema complexo, exigindo uma abordagem multidisciplinar para uma compreensão abrangente de seus impactos na saúde pública (Mazaffarian *et al.*, 2010; Aune; Romundstad; Vatten, 2013).

Os resultados da análise estatística de uma revisão sistemática sobre a relação entre o consumo de manteiga e o surgimento de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), envolvendo uma ampla amostragem de 175.612 participantes e 9.783 casos de DCNT, não revelaram uma associação significativa entre a ingestão de manteiga e o desenvolvimento dessas doenças (RR = 1,00; IC 95% = 0,98, 1,02; P = 0,704). Esse achado sugere que, estatisticamente, não há uma relação direta entre o consumo de manteiga e o risco de DCNT, o que contraria algumas suposições anteriores. Ao analisar os desfechos isoladamente, verificou-se que a ingestão de manteiga não apresentou associação significativa com o risco de acidente vascular cerebral (AVC) ou doença arterial coronariana (DAC). Os resultados para AVC foram de RR = 1,01 (IC 95% = 0,98, 1,03; P = 0,737), enquanto para DAC foram de RR = 0,99 (IC

95% = 0,96, 1,03;  $P = 0,537$ ). Além disso, foi encontrado uma associação inversa com diabetes ( $N = 11$ ;  $RR = 0,96$ , 95%CI = 0,93, 0,99;  $P = 0,021$ ). Esses dados, embora não demonstrem uma associação estatisticamente significativa, fornecem informações importantes sobre os possíveis efeitos da manteiga em diferentes desfechos de saúde cardiovascular. A análise combinada de DCNT total, que incluiu tanto DAC quanto AVC, também não revelou associação significativa com o consumo de manteiga. Com uma amostra de 123.497 participantes e 6.051 eventos de DCNT total, o resultado foi de  $RR = 0,99$  (IC 95% = 0,96, 1,02;  $P = 0,498$ ), indicando que não há uma correlação estatisticamente significativa entre a ingestão de manteiga e o risco de DCNT total (Pimpim *et al.*, 2016).

Esses achados destacam a importância de considerar múltiplos desfechos de saúde ao avaliar o impacto de um determinado alimento na incidência de doenças crônicas. Em última análise, esses resultados estatísticos contribuem significativamente para a compreensão científica sobre o papel da manteiga na saúde pública. Eles sugerem que, embora a manteiga não pareça estar diretamente associada ao aumento do risco de DCNT, mais pesquisas são necessárias para elucidar completamente os possíveis efeitos desse alimento na saúde cardiovascular e metabólica (Pimpim *et al.*, 2016).

A maioria dos estudos destacam a influência da gordura saturada na possível relação entre o consumo de manteiga e o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), enquanto poucos discutiram o papel do sódio. Autores como Aune, Romundstad, Vatten (2013) e Askari *et al.* (2020) ressaltaram os potenciais efeitos adversos das gorduras saturadas presentes em produtos lácteos, como a manteiga, que podem contrabalançar os benefícios de outros nutrientes. Embora a discussão sobre o sódio seja menos abordada na literatura, é importante notar que a manteiga muitas vezes contém quantidades significativas de sódio, cujo consumo excessivo está associado a um maior risco de DCNTs (Poti; Braga; Qin, 2017; Askari *et al.*, 2020; Pagliai *et al.*, 2020). Portanto, é imperativo destacar que os estudos dão ênfase sobre os efeitos isolados de componentes nutricionais específicos da manteiga, como as gorduras saturadas, muitas vezes negligenciando a contribuição integral do sódio. Tal fato aponta para a necessidade de uma avaliação mais ampla e integrativa, que considere o espectro completo dos nutrientes presentes na manteiga e seu impacto coletivo na saúde pública.

### **3.2 Políticas de redução do sódio os alimentos**

O compromisso voluntário das indústrias nacionais com a redução gradual do sódio em alimentos processados e ultraprocessados foi formalizado pela Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) como parte do acordo de cooperação com o Ministério da Saúde

(Brasil, 2007). Essa estratégia é baseada na seleção de categorias de alimentos que mais contribuem para o consumo de sódio. A partir dessas ações, são estabelecidos acordos entre o Ministério da Saúde e associações do setor produtivo de alimentos, por meio da assinatura de Termos de Compromisso (TC). Os TC estabelecem metas bianuais para a redução voluntária e gradual do teor máximo de sódio em categorias de alimentos que mais contribuem para a ingestão de sódio no Brasil, conforme as Pesquisas de Orçamentos Familiares do IBGE (Brasil, 2011; Brasil, 2011; Brasil, 2012; Brasil, 2013). Esses alimentos incluem pães de forma, bisnaguinhas, massas instantâneas, bolos prontos e misturas para bolos, salgadinhos e batatas fritas, maionese, biscoitos (salgados, doces e recheados), cereais matinais, margarina, caldos e temperos, queijo muçarela, requeijão, sopas e sopas instantâneas e produtos cárneos (empanados, hambúrgueres, linguiças, mortadela, salsichas e presuntaria). É importante notar que, no Brasil, a manteiga não está incluída no termo de compromisso para redução de sódio.

A redução no consumo de sal/sódio, além de consistir em medida custo-efetiva, tem sido identificada como uma importante intervenção para reduzir a carga de DCNTs e apresenta potencial para salvar milhões de vidas a cada ano (Cobiac; Scarborough, 2017; Zeng; Xu; Rao, 2022; Ngheim et al., 2015). No Brasil, por exemplo, o consumo excessivo de sal/sódio é responsável por mais de 46 mil mortes anuais por doenças cardiovasculares e custos diretos e indiretos de US\$ 944 milhões por ano (Nilson et al., 2015).

Estratégias de redução do consumo de sódio no país devem acompanhar as mudanças nos padrões de consumo alimentar e, a partir dessas evidências, fortalecer uma abordagem por múltiplas estratégias, considerando as principais fontes de sódio na dieta dos brasileiros. Estas estratégias compreendem, por exemplo, ações de educação alimentar e nutricional (incluindo a conscientização sobre o consumo excessivo de sal e seus riscos, bem como o uso moderado de sal e temperos à base de sal no preparo e consumo dos alimentos), medidas em ambientes de preparação e consumo de alimentos (restaurantes, padarias, lanchonetes, etc.), medidas que promovam ambientes alimentares que favoreçam escolhas saudáveis e a continuidade da reformulação para a redução dos teores de sódio em alimentos processados e ultraprocessados (Nilson; Jaime, 2012; Nilson, 2015).

Para garantir uma abordagem consistente, foram estabelecidas linhas de base como critérios iniciais para pactuações com as indústrias, levando em consideração o teor de sódio nos alimentos das categorias mencionadas e relacionadas a todos os produtos das indústrias associadas à Abia antes das pactuações. Essas linhas de base foram determinadas com base nas informações nutricionais presentes nos rótulos dos produtos. A partir dessas linhas de base, foram definidas metas para um período de 4 a 6 anos, visando uma redução do limite máximo



de sódio para cada categoria de alimentos, alcançando o teor médio ou mediano de sódio de cada categoria conforme os dados da linha de base (em mg/100g de produto), com metas intermediárias a cada 2 anos. Esses critérios também devem ser aplicados a todas as novas categorias que sejam incluídas nas pactuações, levando em consideração possíveis mudanças nos padrões de consumo da população e a necessidade de ampliar o alcance da estratégia de reformulação de alimentos. Além disso, é essencial, por meio da rotulagem, conhecer os níveis de sódio dos alimentos que estão em circulação no mercado brasileiro, a fim de ter uma visão abrangente do produto e aplicar medidas políticas de saúde necessárias (Nilson, 2012).

## REFERÊNCIAS

- AHMADI, E. *et al.* Relationship Between the Consumption of Milk-Based Oils Including Butter and Kermanshah Ghee with Metabolic Syndrome: Ravansar Non-Communicable Disease Cohort Study. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, v. 13, p. 1519-1530, 2020.
- ARANTES, A. C. *et al.* Efeito da Redução do Sal de Adição sobre a Pressão Arterial Central e Periférica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 114, n. 3, p. 554–561, 2020.
- BEAUDRY, K. M.; DEVRIES, M. C. Nutritional Strategies to Combat Type 2 Diabetes in Aging Adults: The Importance of Protein. *Frontiers in Nutrition*, v. 6, p. 138, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1996.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Extrato de Compromisso n.º 34. Termo de compromisso que firmam entre si a União, por intermédio do Ministério Da Saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a Associação Brasileira Das Indústrias Da Alimentação (ABIA), Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA), a Associação Brasileira de Indústria de Trigo (ABRITRIGO) e a Associação Brasileira da Indústria e Panificação e Confeitaria (ABIP). **Diário Oficial da União**, n. 247, Seção 3, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Extrato de compromisso n.º 35**. Termo de compromisso que firmam entre si a união, por intermédio do ministério da saúde, e a Associação Brasileira Das Indústrias Da Alimentação (ABIA), Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA), a Associação Brasileira de Indústria de Trigo (ABRITRIGO) e a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), com finalidade de estabelecer metas nacionais para a redução do teor de sódio em alimento processados no brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Termo de Compromisso n.º 004/2011. Termo de compromisso que firmam entre si a união, por intermédio do ministério da saúde, e a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (ABIMA), a Associação Brasileira de Indústria de Trigo (ABRITRIGO) e a

Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), com finalidade de estabelecer metas nacionais para a redução do teor de sódio em alimento processados no Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Extrato de Compromisso. Termo de compromisso que firmam entre si a União, por intermédio do Ministério da Saúde, e a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), Associação Brasileira das Indústrias de Queijos – ABIQ, Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína – ABIPECS, Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de São Paulo – SINDICARNES, União Brasileira de Avicultura – UBABEF. **Diário Oficial da União**, n. 242, Seção 3, 2013.

COBIAC, L. J.; SCARBOROUGH, P. Translating the WHO 25×25 goals into a UK context: The PROMISE modelling study. **BMJ Open**, v. 7, n. 4, p. 1-14, 2017.

DUKUZIMANA, J. et al. High consumption of dairy products and risk of major adverse coronary events and stroke in a Swedish population. **British Journal of Nutrition**, v. 131, n. 3, p. 500-511, 2024.

ELWOOD, P. C.; PICKERING, J. E.; GIVENS, D. I.; GALLACHER, J. E. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence. **Lipids**, v. 45, p. 925–939, 2010.

KALÁČ, P.; SAMKOVÁ, E. The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. **Czech Journal of Animal Science**, v. 55, p. 521-537, 2018.

KHAW, K. *et al.* Randomised trial of coconut oil, olive oil or butter on blood lipids and other cardiovascular risk factors in healthy men and women. **BMJ Open**, v. 8, 2018.

LEITE, Z. T. C.; VAITSMAN, D. S.; DUTRA, P. B. Leite e alguns de seus derivados: da antiguidade à atualidade. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v. 29, 2006.

MOZAFFARIAN, D. *et al.* Trans-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in U.S. adults: a cohort study. **Annals of Internal Medicine**, v. 153, p. 790–799, 2010.

NNGHIEM, N. *et al.* Health and economic impacts of eight different dietary salt reduction interventions. **PLoS One**, v. 10, n. 4, p. e0123915, 2015.

NILSON, E. A. F. The strides to reduce salt intake in Brazil: have we done enough?

**Cardiovascular Diagnosis and Therapy**, v. 5, n. 3, p. 243-247, 2015.

NILSON, E. A. F.; JAIME, P. C.; RESENDE, D. O. Initiatives developed in Brazil to reduce sodium content of processed foods. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 32, n. 4, p. 287-292, 2012.

PIMPIN, L. *et al.* Is butter back? A systematic review and meta-analysis of butter consumption and risk of cardiovascular disease, diabetes, and total mortality. **PLoS One**, v. 11, n. 6, p. e0158118, 2016.

RIBEIRO, A. G. *et al.* Associações entre consumo de produtos lácteos, proteína C-reativa e perfil lipídico em adultos: resultados do ELSA-Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 1, p. e00028019, 2020.

RONAN, C. A. História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge, volume 1: das origens à Grécia. Rio de Janeiro: **Jorge Zahar**, 2001.

SABOR DA SERRA. **Origem da Manteiga**. Cordeiro/RJ/2009. Disponível em:

<http://www.sabordaserralaticinios.com.br>. Acesso em: 01 fev. 2024.

SILVA, F. T. **Manual de produção de manteiga**. Embrapa Agroindústria de Alimentos- Outras publicações técnicas (INFOTECA-E), 1996.

WOODING, F.; MATHER, I. Ultrastructural and immunocytochemical evidence for the reorganisation of the milk fat globule membrane after secretion. **Cell and Tissue Research**, v. 367, p. 283-295, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Noncommunicable diseases – Fact Sheets**. Genebra: WHO; 2021.

YENER, S. *et al.* Seasonal variation in the positional distribution of fatty acids in bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 12, p. 12274-12285, 2021.

ZENG, Y.; XU, Z.; RAO, Y. Predicting the effectiveness of interventions on population-level sodium reduction: a simulation modeling study. **Health Science Reports**, v. 5, e540, 2022.

## ***Capítulo II***

---

***Manuscrito: Butters in the Brazilian Market: Analysis of Sodium Content, Total Fat, Saturated Fats, and Implications for Public Health***

## Butters in the Brazilian Market: Analysis of Sodium Content, Total Fat, Saturated Fats, and Implications for Public Health

Arlen Carvalho de Oliveira Almeida<sup>1,4</sup>, Carla Paulo Vieira<sup>2</sup>, Uiara Moreira Paim<sup>3,4</sup>, José Givanildo da Silva<sup>3,4</sup>, Marion Pereira da Costa<sup>1,3,4\*</sup>

<sup>1</sup> Program in Food Science, Faculty of Pharmacy, Federal University of Bahia (UFBA (PGAli)), 40170-115, Salvador, Brazil

<sup>2</sup> Program in Food Science, Institute of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, 21941-909, Brazil

<sup>3</sup> Program in Animal Science in the Tropics, School of Veterinary Medicine and Zootechnics, Federal University of Bahia (UFBA), Ondina, Salvador, BA, 40170-110, Brazil.

<sup>4</sup> Laboratory of Technology and Inspection of Milk and Derivatives (LaITLácteos), School of Veterinary Medicine, Federal University of Bahia (UFBA), Ondina, Salvador, BA, 40170-110, Brazil.

|                                                  |                                                     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Periódico a ser submetido (1ª submissão):</b> | <i>Applied Physiology, Nutrition and Metabolism</i> |
|                                                  | ISSN: 17155312                                      |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b>Maior percentil (Scopus):</b> | 62% 49/131 |
|----------------------------------|------------|

|                                                  |                                 |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Periódico a ser submetido (2ª submissão):</b> | <i>Journal of Dairy Science</i> |
|                                                  | ISSN: 0022-0302                 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b>Maior percentil (Scopus):</b> | 97% 14/456 |
|----------------------------------|------------|

**\*Corresponding author:** Marion Pereira da Costa, D.V.M., M.Sc., Ph.D.

Laboratory of Inspection and Technology of Milk and Derivatives, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador 40170-110, Brazil

Tel: +55-71-3283-6711

## ABSTRACT

Butter, a widely consumed dietary staple globally, renowned for enhancing the flavor of various dishes and providing essential nutrients, including saturated fat, has prompted discussions about its potential health implications. Mainly, concerns regarding its sodium and saturated fat levels have been raised. Therefore, this study aims to conduct a comprehensive quantitative analysis of sodium and fats content in various types of butter available in the Brazilian market, based on product labels, and assess their nutritional classification and potential impacts on public health. Additionally, the study sought to compare these findings against regulatory standards and investigate correlations between butter consumption and various health outcomes. Analyzing 515 butter labels collected from websites revealed significant sodium content variations. The median value was 700 mg/100g, with an interquartile range of 500 to 900 mg/100g. Sodium content ranged from 50 mg/100g to 1786 mg/100g, with common butter having a median of 775 mg/100g (ranging from 50 to 1620 mg/100g) and first-quality butter a median of 700 mg/100g (ranging from 140 to 1786 mg/100g) showing the highest values. Extra butter exhibited the lowest sodium values, with a median of 545 mg/100g, ranging between 63.33 to 1000 mg/100g. No significant differences among butter types were observed in total and saturated fat levels ( $p > 0.5$ ). The study found that percentages of butter samples categorized as high in sodium were as follows: 61.18% by the Brazilian Health Regulatory Agency (ANVISA), 83.1% by the World Health Organization (WHO), 59.52% by the Food Standards Agency (FSA), and approximately 48% by the Pan American Health Organization (PAHO). The concordance between PAHO and ANVISA demonstrated nearly perfect agreement (kappa value of 0.740), whereas the agreement between ANVISA and WHO was moderate (kappa value of 0.493). The correlation between FSA and ANVISA was almost perfect, evidenced by a kappa value of 0.955. Regarding health correlations, hypertension displayed a nonsignificant correlation ( $R = -0.236$ ,  $p > 0.05$ ), while diabetes mellitus, obesity, and Cerebral Vascular Accident (CVA) exhibited substantial negative correlations (diabetes:  $R = -0.713$ ,  $p > 0.05$ ; obesity:  $R = -0.844$ ,  $p < 0.01$ ; CVA:  $R = -0.812$ ,  $p < 0.01$ ). Validated correlation coefficients emphasized strong inverse correlations for diabetes ( $R_v = -0.70$ ), obesity ( $R_v = -0.84$ ), CVA ( $R_v = -0.79$ ), and endocrine, nutritional, and metabolic diseases ( $R_v = -0.69$ ). These results underscore the critical role of regulatory oversight and monitoring sodium content in food products to protect public health. This study highlights the need for Brazilian regulatory authorities to implement more stringent guidelines on sodium content in dairy products, particularly butter, to mitigate potential health risks.

**Keywords:** Nutritional labeling; dietary guidelines; food standards; nutrient; health impact.

## 1 INTRODUCTION

The role of dietary habits in public health has been the subject of growing interest and concern, particularly regarding widely consumed foods such as butter (Arghavani et al. 2023). As an essential component of many diets worldwide, butter is valued not only for its distinctive flavor but also for its culinary versatility. However, butter is also recognized for its nutritional composition, which may include significant levels of total fat, saturated fat, and sodium (Ribeiro 2020). These nutritional aspects have sparked debates about the potential impacts of butter on public health, underscoring the importance of a thorough analysis of its composition and consumption.

Both excessive sodium and high saturated fat intake have been associated with a broad range of serious health conditions, including hypertension, cardiovascular diseases, and stroke. Recognizing these health risks, the World Health Organization (WHO) advocates for a daily sodium intake of 2000 mg or less among adults and recommends that less than 10% of total energy intake comes from saturated fats (World Health Organization 2023). In addition to sodium concerns, the high saturated fat content in butter has been implicated in the prevalence of such diseases (Ranjba 2024). In the Brazilian context, where dietary preferences are diverse and health concerns are on the rise, understanding the relationship between butter consumption and health outcomes becomes increasingly relevant. Brazil faces significant challenges related to non-communicable chronic diseases, such as hypertension, diabetes mellitus, and obesity, which are intrinsically linked to population dietary patterns (Silva 2021).

Within the dairy industry, sodium chloride assumes multifaceted roles, regulating fermentation processes, ensuring microbial quality, and enhancing sensory attributes such as color, texture, and flavor (Brazil 2011a). However, the global scenario depicts a worrisome trend of excessive dietary sodium intake, contributing significantly to diet-related fatalities, estimated at a staggering 1.89 million annually (World Health Organization 2023). Salt, primarily composed of sodium chloride, emerges as the principal dietary source of sodium, with its ubiquitous presence in processed foods exacerbating the sodium intake.

In light of escalating public health concerns, concerted efforts between governmental entities and the production sector are imperative to disseminating accurate food information. Food labeling emerges as a pivotal communication conduit, empowering consumers to make



informed decisions regarding their dietary choices and fostering heightened awareness regarding the health implications of sodium and fat consumption (Boon et al. 2019). Notably, Brazil has embarked on proactive measures to enhance food labeling practices and mitigate sodium content in processed foods, aligning with broader strategic initiatives aimed at combating non-communicable diseases (Ribeiro 2020).

Against this backdrop, this study endeavors to undertake a comprehensive quantitative analysis of total fat, saturated fat, and sodium content across various types of butter available in the Brazilian market. By meticulously scrutinizing product labels, the study aims to categorize butter products based on their sodium content, conduct a thorough comparative analysis, and elucidate potential correlations between butter consumption and the prevalence of nutritional metabolic diseases in Brazil. Additionally, the study endeavors to juxtapose label data with the regulatory guidelines established by national and international authorities, thereby fostering a nuanced understanding of the sodium landscape within the realm of butter consumption.

## **2 MATERIAL AND METHODS**

### **2.1 Data Collection**

The data collection for butter labels was conducted on Brazilian company websites and retail markets using an online search tool from January to October 2023. Information regarding the type of butter, brand, nutritional claims, and nutritional information was collected.

The selection of products adhered to these inclusion criteria: a) being marketed in Brazil; b) being a nationally produced butter (made in Brazil) and having the nutritional table, list of ingredients, and nutritional labeling available; c) presenting a product image that allows reading the entire label; d) being counted only once when two or more products have the same nutritional information but are marketed with different net weights; e) containing salt. The exclusion criterion was non-compliance with any of the inclusion criteria. The information was inserted into a spreadsheet developed for data collection. Subsequently, the labeling data were divided by type of butter (common, first quality, and extra), according to the Technical Regulation of Identity and Quality of Butter (Brazil 1996, 2000).

### **2.2 Statistical Analysis**

A one-way analysis of variance (ANOVA-One Way) was conducted to evaluate whether there were differences in total fat, saturated fat, and sodium levels among the different types of butter (common, first quality, and extra). The normality of the data was assessed using the Kolmogorov-

Smirnov and Shapiro-Wilk tests. The sodium and fats content in butter was obtained from the nutrition facts table (mg/serving). It was converted to standardized units (mg/100g for sodium, and g/100g for total fat and saturated fat). Median and the 25th, 50th, and 75th percentiles and minimum and maximum levels were calculated.

The classification agreement between international agencies and the Brazilian agency regarding the sodium content of butter was verified using Cohen's kappa coefficient ( $k$ ). The following values and classifications were adopted to evaluate the agreement between the methods: poor if  $k < 0.00$ , weak if  $0.00 \leq k \leq 0.20$ , fair if  $0.21 \leq k \leq 0.40$ , moderate if  $0.41 \leq k \leq 0.60$ , substantial if  $0.61 \leq k \leq 0.80$ , and almost perfect if  $k > 0.80$ . The analyses were conducted using IBM SPSS Statistics software version 25.

To ensure the most reliable results, the data for the correlation were collected exclusively from official government sources in Brazil. The population size data, crucial for calculating disease prevalence, was procured from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Brazil's leading provider of data and information. The average population size was computed for two distinct time intervals: 2008-2009 and 2017-2018. This was done to align with the data collection periods of the IBGE's Personal Food Consumption Analysis in Brazil, from which butter consumption data was extracted.

The disease case numbers were also averaged over these two periods to ensure equivalence and enable a precise application of the Pearson correlation test. This test investigated the relationship between butter consumption and the prevalence of chronic noncommunicable diseases, including hypertension, cerebral vascular accident (CVA), diabetes mellitus, obesity, and nutritional endocrine and metabolic diseases, during the time above intervals.

This approach ensures a robust and accurate analysis of the potential correlations between dietary habits and disease prevalence in Brazil. It is important to note that the data used in this analysis are sourced exclusively from the Unified Health System (Sistema Único de Saúde - SUS), Brazil's publicly funded healthcare system. Consequently, these findings may not fully capture the complete picture of the country's disease prevalence. The data might be underestimated as they do not include information from private healthcare systems. Therefore, the results should be interpreted with this limitation in mind.

A normality test was performed before the Pearson correlation analysis. This step is crucial to validate the Pearson correlation test's assumptions and ensure the results' reliability. Furthermore, data validation was carried out using the Systat software (version 13.0) employing the bootstrap

technique. Bootstrapping is a powerful statistical method that estimates the accuracy and reliability of the observed correlations. This technique generates many resampled datasets from the original data and computes the statistics of interest for each resampled dataset. Additionally, bootstrap procedures were carried out (1000 resamples; 95% BCa CI) to ensure the reliability of the results.

The performance of a predictive model is overestimated (optimism) when based only on the sample used to construct the model. Therefore, internal validation methods aim to estimate model performance accurately in new samples (Steyerberg et al. 2001). The forecast of Harrell's optimism was calculated according to Equation (1) and the coefficient of determination of the original model after validation (Equation (2)) (Harrell et al. 1996).

$$o = \frac{\sum_{m=1}^M o^{(m)}}{M} \quad (1)$$

$$R^2_v = R^2_{app} - o \quad (2)$$

Where for each bootstrap sample with replacement ( $m = 1, \dots, M$ ),  $R^2_{boot}(m)$  = bootstrap coefficient of determination obtained from the fitted model to the bootstrap dataset;  $R^2_{orig}(m)$  = original coefficient of determination obtained by applying the fitted model from the bootstrap dataset to the original dataset;  $o$  = optimism of the original model;  $o^{(m)} = R^2_{boot}(m) - R^2_{orig}(m)$ ;  $M$  = number of bootstrap datasets;  $R^2_v$ : coefficient of determination of the original model after validation;  $R^2_{app}$  = apparent coefficient of determination obtained from fitted model to original data.

### 3 RESULTS

From January to October 2023, 515 butter labels were cataloged, representing 504 distinct companies. The butter products were categorized into: 1) common butter, 2) first quality, and 3) extra. Outliers were identified using the ROUT method ( $Q=1\%$ ), yielding 509 labels for the sodium variable (common = 236; extra = 54; first quality = 219), 468 labels for the total fat variable (common = 210; extra = 53; first quality = 205), and 491 labels for the saturated fat variable (common = 225; extra = 52; first quality = 214). Of the total butter labels, 504 companies were distributed across all Brazilian states, except for Acre, Amazonas, and Roraima (Fig. 1). The distribution of companies in Brazil was primarily concentrated in the southern region, housing 328 companies. This was followed by the northeastern region with 63 companies, the southeastern region with 58 companies, the central-western region with 35 companies, and finally, the northern region with 20 companies (Fig. 1).

In Table 1, the total fat content across three types of butter is analyzed. The Common type, with 210 samples, has a median total fat content of 82g/100g, a range from 72.50g to 90.0g, and an

interquartile range of 80.0g to 85.0g. The Extra type, analyzed across 53 samples, shows a median total fat content of 82g/100g, a range from 78.57g to 88.0g, and an interquartile range of 80.0g to 84.0g. Lastly, the First Quality type, with 205 samples, exhibits a median total fat content of 82g/100g, a range from 76.0g to 89.0g, and an interquartile range of 76.0g to 89.0g. The total number of samples analyzed for total fat content was 486. There were no significant differences ( $p > 0.5$ ) among the types of butter for total fat content.

The saturated fat content across three types of butter is analyzed in Table 1. The Common type, with 225 samples, has a median saturated fat content of 50g/100g, a range from 28.50g to 41.50g, and an interquartile range of 49.0g to 57.0g. The Extra type, analyzed across 52 samples, shows a median saturated fat content of 54g/100g, a range from 46.0g to 65.0g, and an interquartile range of 50.25g to 55.0g. Lastly, the First Quality type, with 214 samples, exhibits a median saturated fat content of 53g/100g, a range from 30.0g to 71.0g, and an interquartile range of 48.75g to 57.0g. The total number of samples analyzed for saturated fat content was 491. It is important to note that there were no significant differences ( $p > 0.5$ ) among the types of butter in terms of saturated fat content.

The data analysis revealed that the sodium content in the studied sample varied significantly, with a median of 700 mg/100g and an interquartile range of 500 to 900 mg/100g. The sodium content ranged from a minimum of 50 mg/100g to a maximum of 1786 mg/100g. In addition to variations among butter brands, significant differences were observed among the types of butter. Notably, the highest sodium contents were found in common butter (775 mg/100g, ranging from 50 to 1620 mg/100g) and first-quality butter (700 mg/100g, ranging from 140 to 1786 mg/100g). Extra butter exhibited the lowest sodium values, with 545 mg/100g, going between 63.33 to 1000 mg/100g. Statistical analysis using the Kruskal-Wallis post-test and Dunn's test demonstrated significant differences ( $p < 0.05$ ) between common and extra butter and between extra and first-quality butter. However, no significant difference ( $p > 0.05$ ) was observed between common butter and first quality (Table 1).

The comparison between the four regulatory agencies, the Brazilian Health Regulatory Agency (ANVISA), Food Standards Agency (FSA), Pan American Health Organization (PAHO), and World Health Organization (WHO), reveals distinct standards and classifications for sodium and salt content in butter. ANVISA classifies butter products as high in sodium if they contain  $\geq 600$  mg/100g. According to this standard, 65.68% of common butter, 61.18% of first-quality butter, and 47.29% of extra butter were classified as high in sodium, representing 61.68% of the total butter products analyzed. On the other hand, the WHO classifies sodium levels as high if they are  $\geq 400$

mg/100g. When these standards are applied, the percentage of non-compliant products increases dramatically, with 85.16% of common butter, 74.07% of extra butter, and 83.1% of first-quality butter exceeding the WHO's recommended sodium levels. This represents 83.1% of products that do not conform to the WHO's recommendations (Table 2).

The FSA proposes a different approach, classifying foods based on their salt content per 100 g or 100 ml. To calculate the salt content (g) of the sodium labeling of the butter, the conversion from milligrams to grams of sodium was carried out based on the salt composition, which corresponds to approximately 60% chloride and 40% sodium. Thus, each gram of salt contains 0.4 grams of sodium. Foods are categorized as having low ( $<0.3\text{g}$  of NaCl/100g), medium (0.3 to 1.5 of NaCl/100g), and high ( $>1.5\text{g}$  of NaCl/100g) salt content. According to the FSA's classification, 59.52% of butter labels were classified as having high salt content, and 39.68% were classified with medium salt content. Only 1% of the total samples were classified as low salt content.

These differences in standards and classifications highlight the complexity of regulating sodium and salt content in food products (Table 2). The Pan American Health Organization (PAHO) has proposed a guideline that sets a limit for sodium at 1 milligram per kilocalorie of the product. This instrument has been developed to be used by PAHO member states to identify non-alcoholic food and beverages with an inadequate nutritional profile. Consequently, the data were transformed into mg/kcal of sodium and analyzed. As shown in Table 2, 127 common types of butter (53.81%), 13 extra butter (24.07%), and 104 first-quality butter (47.48%) were classified with excess sodium, totaling approximately 48% of the butters. This analysis provides a comprehensive overview of the sodium content in different types of butter, highlighting the importance of nutritional guidelines and regulations in promoting healthier food choices.

The agreement between PAHO and ANVISA was high, with a kappa value of 0.740. On the other hand, the agreement between ANVISA and WHO was considered moderate, with a kappa value of 0.493. Lastly, the agreement between FSA and ANVISA was almost perfect, with a kappa value of 0.955.

Table 3 presents the results of Pearson's correlation test between butter consumption and the prevalence of various diseases in Brazil during 2008-2009 and 2017-2018. Hypertension exhibits a weak negative correlation ( $R = -0.236$ ) and is not significant ( $p > 0.05$ ). Diabetes mellitus has a moderate negative correlation ( $R = -0.713$ ) and is insignificant. Obesity has a strong negative correlation ( $R = -0.844$ ) and is significant ( $p < 0.01$ ), as does Cerebral Vascular Accident (CVA) with  $R = -0.812$ . Endocrine, nutritional, and metabolic diseases negatively correlate ( $R = -0.724$ ).

Data analysis from Table 4 provides optimism-corrected performance estimates derived from a robust bootstrap method. It reveals an inverse correlation between butter consumption and the incidence of metabolic and endocrine diseases in Brazil. The validated correlation coefficient ( $R_v$ ) for diabetes is -0.70, indicating a robust inverse correlation. Similarly, obesity (-0.84), Cerebral Vascular Accident (CVA) (-0.79), and endocrine, nutritional, and metabolic diseases (-0.69) all exhibit negative correlations.

## 4 DISCUSSION

This study represents a pioneering effort in assessing the sodium, total fat, and saturated fat content across various types of butter. Additionally, it establishes a correlation between butter consumption and the prevalence of metabolic and endocrine diseases in Brazil. The analysis of total fat content across three types of butter, as presented in Table 1, reveals a consistent median of 82g/100g across all categories, in compliance with Brazilian legislation stipulating a minimum fat content of 80g/100g for butters. However, the Common butter exhibits a larger variation, possibly indicating an inconsistency in the manufacturing process or the origin of the cream utilized. Conversely, the Extra and First Quality butters demonstrate narrower variations and interquartile ranges, suggesting stricter quality control, as expected for products falling within higher classification categories.

However, it is important to note that Extra butter does not fully meet the parameters established by Brazilian legislation. According to Brazilian regulations (1996), a minimum fat content of 83% (83g/100g) is required for Extra butter, while the median fat content found in samples was 82g/100g. This discrepancy suggests that some labels of Extra butter may not be meeting the legal requirements established for this product category.

The mandatory labeling requirement on the front panel of packages for foods high in saturated fat ( $\geq 6$  g/100 g), sodium ( $\geq 600$  mg/100 g), and added sugar ( $\geq 15$  g/100 g) is an additional step towards informing and protecting consumers (Brazil 2020). The study results on the saturated fat content in butters, although exceeding the established threshold for mandatory labeling, still underscore the importance of transparent labeling to enable consumers to make more informed choices.

The median saturated fat content analysis across different varieties of butter did not reveal statistically significant differences, suggesting uniformity in the saturated fat profile among the types

analyzed. This finding is relevant as it indicates that regardless of the butter variety chosen by consumers—be it Common, First Quality, or Extra—the impact on saturated fat consumption will be similar. This may simplify consumer decisions for those concerned about saturated fat intake, as they can choose any butter without worrying about significant variations in this specific nutrient. However, it is essential to note that uniformity in the median does not negate the need to consider variation within each type, as indicated by the wider interquartile ranges, especially for First Quality butter, which exhibited the greatest variation.

The data presented indicates a considerable variability in sodium content among the different samples, with the butter exhibiting the highest sodium content, containing approximately 36 times more sodium than the one with the lowest content (Table 1). High sodium intake is associated with an increased risk of hypertension and cardiovascular diseases, which are leading causes of morbidity and mortality worldwide (He et al., 2013). Therefore, consumers must be aware of the sodium content in the butter they consume and for manufacturers to consider reducing the sodium content in their products to promote healthier dietary choices (Food and Drug Administration 2021).

The sodium content found is considerably high, as the maximum sodium value reached 1786 mg/100g, representing 89.3% of the recommended daily intake when compared with the recommendations of the World Health Organization (WHO) and Brazilian Health Regulatory Agency (ANVISA), which suggest a limit of 2000 mg of sodium per day for adults. This implies that the consumption of products with high sodium content can easily exceed daily recommendations, potentially leading to health issues such as hypertension and cardiovascular diseases and increased severity and mortality of COVID-19 infection (WHO 2022; BRASIL 2020; Zhang et al. 2021). The Technical Regulation of Identity and Quality (RTIQ) for butter allows up to 2% salt in extra butter, up to 2% in first quality, and up to 3% common butter (BRAZIL 1996; BRAZIL 2000). The elevated levels of salt content may be ascribed to the more lenient Brazilian regulations concerning the addition of salt in common and first-quality butter. It was also observed that there were no significant differences ( $p > 0.05$ ) among the types of butter for which the legislation allows a higher quantity of salt, such as common and first quality butter (Table 1).

By Ordinance 146/1996 and Resolution No. 4 of June 28, 2000, which classify butter types in Brazil, the maximum permissible addition of NaCl is 2000 mg/100g of butter of type first quality and extra. These regulations also permit the neutralizing of salts (sodium bicarbonate, sodium carbonate or calcium hydroxide) as technological coadjutants, with addition of up to 2000 mg/kg (BRAZIL, 1996; BRAZIL, 2000). Within this regulatory framework, all analyzed butter samples were found to comply with the product-specific Technical Regulation of Identity and Quality (RTIQ). This

compliance suggests that manufacturers are adhering to the RTIQ for butter. However, it also implies that manufacturers may not feel compelled to reduce sodium usage unless there are changes to the RTIQ for butter, given that the current legislation allows it. Despite these regulations, considering the cumulative impact of sodium from various food sources, including butter, is crucial. This cumulative intake can significantly contribute to daily sodium consumption, potentially affecting public health.

The Agricultural Outlook 2023-2032 predicts a butter consumption in Brazil of 0.51kg/per capita/year for 2023 (OECD-FAO 2023). We can use a simple conversion method to convert butter consumption of from a yearly per capita basis in kilograms to a daily per capita basis in grams. Given that 1 kilogram is equivalent to 1000 grams and 1 year is equivalent to 365 days, we can convert 0.51 kg/per capita/year to 510 g/per capita/year. By dividing this annual consumption by the number of days in a year, we find that the daily consumption is approximately 1.4 g/per capita/day. This conversion allows us to understand the daily dietary intake of butter better individually. Based on the per capita daily consumption of butter (1.4 g/per capita/day) and the median total sodium calculated in the labels (700 mg/100 g), the sodium intake provided by butter per day to Brazilians based on labeling is 9.8 mg. When considered in the context of daily consumption, it is important to consider that butter is a common ingredient in many culinary recipes. This subtle contribution of sodium can accumulate and have a significant impact on health over time. Therefore, the role of butter in daily sodium intake should not be overlooked.

Moreover, the data indicates a substantial variation in the sodium content of different butter labels available online in Brazil. This variation is particularly pronounced when comparing the standards established by various health agencies. The Brazilian National Health Surveillance Agency, the Food Standards Agency, and the Pan American Health Organization classify foods with sodium content greater than or equal to 600mg/100g, more than 1.5g of salt/100g, and in a ratio greater than 1mg/kcal as “High in Sodium,” respectively. However, the World Health Organization imposes a stricter global maximum limit for sodium at 400 mg/100g for butter and oils. These discrepancies in regulatory standards could potentially result in higher sodium intake from seemingly similar food products, depending on the regulatory guidelines adhered to by the food manufacturer.

In this context, the agreement between PAHO and ANVISA was almost perfect, with a kappa value of 0.740, indicating a high consistency level in their sodium content classification. Similarly, the agreement between FSA and ANVISA was also almost perfect, with a kappa value of 0.955, further reinforcing the consistency in sodium content classification among these agencies. However, the agreement between ANVISA and WHO was considered moderate, with a kappa value of 0.493. This suggests a notable discrepancy in the classification of sodium content between these two



agencies. Given that WHO sets a more stringent global maximum limit for sodium, this discrepancy could result in higher sodium intake from seemingly similar food products, depending on the regulatory guidelines adhered to by the food manufacturer. These discrepancies in regulatory standards highlight the need to harmonize sodium content standards across different health agencies to ensure consistent and accurate labeling of food products. The moderate agreement between ANVISA and WHO underscores the importance of aligning national and international standards to prevent potential misinterpretation and promote healthier food choices among consumers.

The intriguing observation of an inverse correlation between butter consumption and the occurrence of metabolic and endocrine diseases, despite the elevated sodium content in butter (Table 4), prompts a deeper exploration of the intricate interplay between dietary patterns and health outcomes. A critical factor contributing to this phenomenon could be the relatively modest daily butter intake compared to other nutritional components. While butter contains a noteworthy amount of sodium, its consumption may not substantially impact daily sodium intake when contextualized within a typical diet.

However, it is crucial to note that correlation does not imply causality, as highlighted by the absence of a significant correlation ( $p > 0.05$ ) between butter consumption and hypertension (Table 3). This emphasizes the need for cautious interpretation of statistical associations and underscores the complexity of dietary influences on health outcomes. Considering the valuable insights provided by our study, it is essential to highlight the inherent limitations associated with observational research. Recognizing the multifaceted nature of factors influencing dietary habits and health outcomes, we should acknowledge the potential impact of confounding variables, such as lifestyle and socio-economic factors. Furthermore, our discussion should address the possibility of reverse causation, emphasizing caution in attributing observed associations solely to butter consumption.

Furthermore, delving into the broader nutritional profile of butter unveils a spectrum of components that could contribute to its potential health effects. Recognized as a rich source of saturated fatty acids, butter also encompasses an array of fat-soluble vitamins, essential minerals, and conjugated linoleic acid (CLA). The multifaceted benefits associated with CLA, including reduced body fat and improved insulin sensitivity, suggest a nuanced perspective on the impact of butter consumption on metabolic health (Fuke et al. 2016).

The study by Pimpin et al. (2016) adds a layer of complexity to the narrative by revealing that butter intake did not exhibit a significant association with cardiovascular diseases, coronary heart disease, or stroke. Notably, the research unraveled an inverse association between butter consumption

and the incidence of diabetes, suggesting a potential protective role of butter against diabetes development ( $N = 11$ ;  $RR = 0.96$ ,  $95\% \text{ CI} = 0.93, 0.99$ ;  $P = 0.021$ ). While sodium and fats remains a notable butter component, its nuanced interplay with other nutritional elements and their potential health benefits underscores the need for a comprehensive understanding.

In the context of cardiovascular diseases, an examination of data derived from “The Prospective Urban Rural Epidemiology” (PURE) study, which incorporated individuals within the age range of 35 to 70 years from a diverse set of 21 countries, discerned that an augmented consumption of dairy is inversely associated with the risk of mortality and cardiovascular diseases (Dehghan et al. 2018). This observation is further corroborated by a systematic review of prospective cohort studies, which elucidates an inverse correlation between the intake of milk or total dairy products and the occurrence of strokes (Alexander et al. 2016; Gholami et al. 2017). These results corroborate the findings of this study.

The Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025, advise individuals aged 14 years or older to limit their intake to 2.300 mg/day of sodium. This aligns with the recommendations of the National Academies (Department of Health and Human Services 2020). Furthermore, the World Health Organization (WHO) suggests several strategies to reduce sodium intake, such as consuming primarily fresh and minimally processed foods, choosing products with low sodium content (less than 120mg/100g of sodium), cooking with little or no added sodium/salt, using herbs and spices to flavor foods instead of salt, limiting the use of commercial sauces, salad dressings, and instant products and limiting the consumption of processed foods (World Health Organization 2020).

Several strategies can be employed to reduce the sodium content in foods. These include technological methods such as salt substitution, potassium chloride, food reformulation, size and structure modifications, alternative processing, and crossmodal odor interaction. Behavioral strategies such as memory process, gradual salt reduction, and exchange can also be effective (Nurmilah et al. 2022). According to a study by Oliveira et al. (2019), it was found that the reduction of sodium chloride (25%, 50%, and 75%) using micronized salt in butter resulted in significant differences in taste when compared with the control sample (without reduction of NaCl content). However, a decrease of 50% did not show any significant difference, indicating that the micronized salt has twice the salting power of conventional salt.

Globally, poor diet is associated with an estimated 11 million deaths, of which 3 million are attributed to high sodium intakes. Excessive dietary sodium intake escalates blood pressure, thereby increasing the risk of cardiovascular diseases, the leading cause of non-communicable disease (NCD)

deaths worldwide, accounting for 32% of all deaths (Afshin et al. 2019). Reducing sodium intake is an efficacious strategy to lower blood pressure and decrease NCDs such as cardiovascular diseases. It also mitigates other complications associated with high sodium intake, such as chronic kidney disease, obesity, gastric cancer, and liver diseases. The significance of reducing sodium intake was underscored in the World Health Organization's 2012 guideline on sodium intake for adults and children (World Health Organization 2012). Therefore, reforming sodium in food products becomes a critical strategy in addressing this global health issue, potentially leading to significant health and economic benefits.

Future studies will allow a more complete understanding of the long-term impacts of voluntary strategies in Brazil and assess the impact of these reductions on morbidity, mortality, and costs of hypertension and cardiovascular disease and subsidized policy improvement. Pearson-Stuttard et al. (2018) emphasized the importance of strategically reformulating sodium in food products as a critical public health measure. Their research indicated significant health and economic benefits could be achieved by adhering to sodium reformulation targets. Full compliance with 10-year reformulation targets could potentially prevent approximately 450,000 instances of cardiovascular diseases and yield cost savings of about \$41 billion. They further noted that considerable health benefits and savings are still attainable even under less-than-ideal circumstances, such as modest compliance or limited progress.

## 5 CONCLUSION

This study has illuminated a significant disparity in sodium content among various butter samples, spanning common, extra, and first-quality categories. The observed variation across different brands underscores the need for enhanced consumer awareness regarding substantial differences in sodium levels when making dietary choices. Notably, the highest sodium content was approximately 36 times greater than the lowest. Moreover, the analysis of total fat and saturated fat content across these butter samples provides additional information into their nutritional profiles. While slight variations were observed in ranges and interquartile ranges among the butter types, statistical analysis indicated no significant differences. This suggests that, despite minor variations, the total fat and saturated fat content of the three types of butter can be considered comparable. Interestingly, despite the high sodium content observed, an inverse correlation was found between butter consumption and the prevalence of chronic noncommunicable diseases in Brazil. While this correlation warrants further

investigation and interpretation, it suggests a complex interplay of dietary factors and health outcomes that merit continued exploration.

It is paramount to recognize that while nutritional labeling serves as a valuable tool in aiding consumers to understand food product content and make informed choices, it represents just one facet of a broader strategy necessary to address excessive sodium intake. As such, a comprehensive approach is essential, one that encompasses regulatory compliance, public health campaigns, and food product reformulation efforts. By synergistically integrating these initiatives, we can effectively tackle the global health challenge posed by excessive sodium intake and promote healthier dietary habits among consumers.

#### **Conflicts of interest**

All the authors declare no conflict of interest regarding the described research, the publication of the results, and financial issues.

#### **Acknowledgements**

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001 and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Brazil—grant number [402430/2018-2], [405728/2018-2], [313119/2020-1], and [303074/2021-3].

## References

- Afshin, A. et al. (2019). Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, **393**(10184), 1958–1972. doi:10.1016/S0140-6736(19)30041-8.
- Arghavani, H., O'Connor, S., Fortier, C., & Rudkowska, I. (2024). Lack of change in blood pressure and arterial stiffness after high dairy intake in hyperinsulinemic subjects: a cross-over randomized controlled trial. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, **49**(3), 350–359. <https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0053>
- Alexander, D. D. et al. (2016). Dairy consumption and CVD: a systematic review and meta-analysis. *The British Journal of Nutrition*, **115**(4), 737–750.
- Boon, H., & Bozinovski, N. (2019). A Systematic Narrative Review of the Evidence for Labeling of Natural Health Products and Dietary Supplements. *Journal of alternative and complementary medicine (New York, N.Y.)*, **25**(8), 777–788. <https://doi.org/10.1089/acm.2018.0533>
- Brazil. (1996). Ordinance No. 146, of March 7, 1996. Approves the Technical Regulations of Identity and Quality of Dairy Products.
- Brazil. (2000). Resolution No. 04, of June 28, 2000. Establishes the product called “Common Butter”.
- Brazil. (2011a). Commitment Term 035/2011 of December 13, 2011. Establishes national goals for the reduction of sodium content in processed foods in Brazil. Brasília, DF.
- Brazil. (2011b). Commitment Term 035/2011 of December 13, 2011. It establishes the national goals for the reduction of sodium content in processed foods in Brazil. Brasília, DF.
- Brazil, Ministry of Health, National Health Surveillance Agency. (2019). Report on Regulatory Impact Analysis on Nutritional Labeling. Ministry of Health. Brasília. 167 p. Accessed on April 24, 2023.
- Brazil, Ministry of Health National Health Surveillance Agency. (2020). Collegiate Board Resolution - RDC No. 429, of October 8, 2020. It provides for the nutritional labeling of packaged foods. Official Diary of the Union: section 1, Brasília, DF, ed. 195, p. 106, Oct. 9, 2020.
- Cheng, Z., O'Sullivan, M.G., Miao, S., Kerry, J.P., and Kilcawley, K.N. (2022). Sensorial, cultural and volatile properties of milk, dairy powders, yoghurt and butter: A review. *International Journal of Dairy Technology*, **75**(4), 761–790. doi:10.1111/1471-0307.12898.
- Dehghan, M. et al. (2018). Association of dairy intake with cardiovascular disease and mortality in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *The Lancet (London, England)*, **392**(10161), 2288–2297.

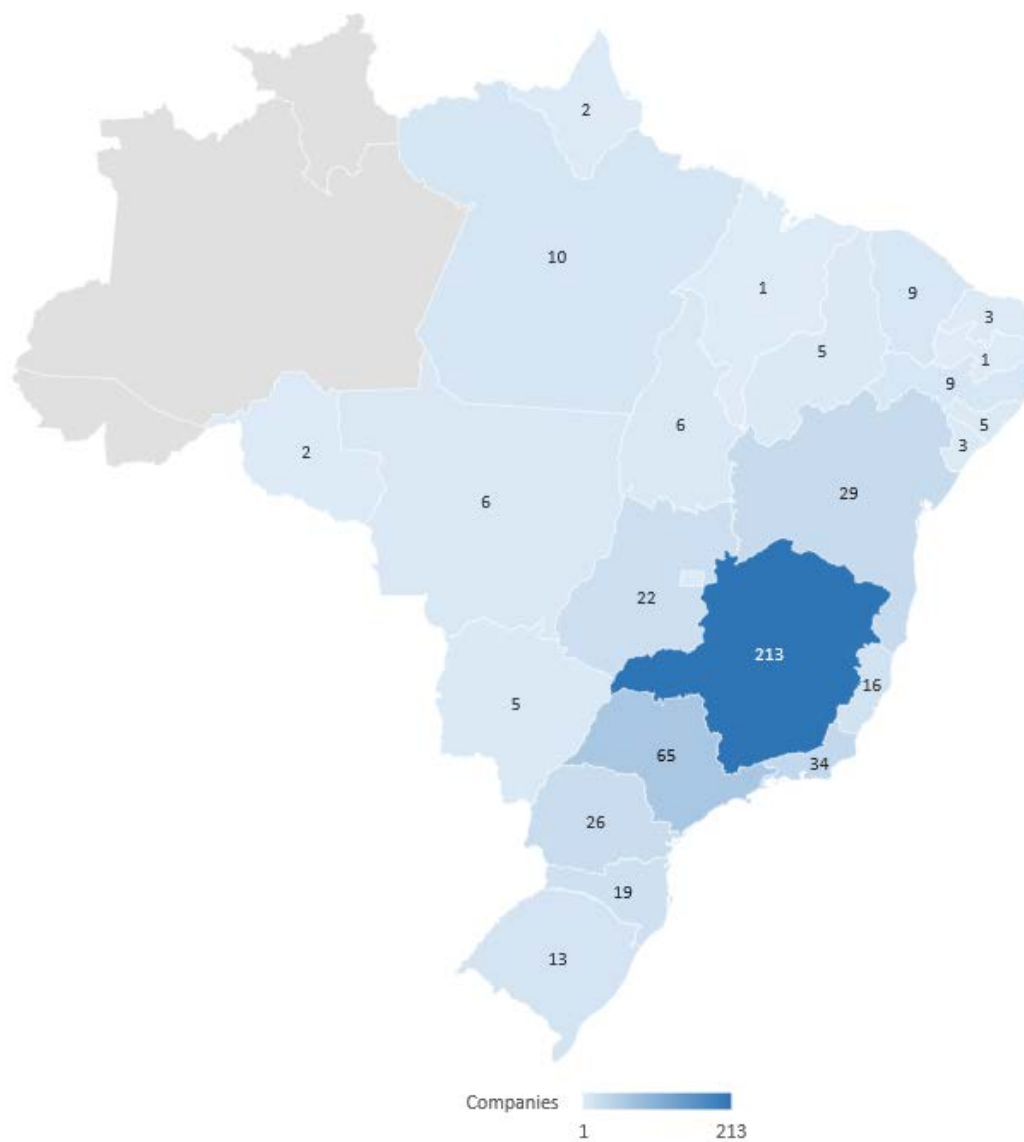
- 510 Department of Health and Human Services (DHE). (2020). Dietary Guidelines for Americans 2020-2025. 9th.  
 511 Available from [https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-](https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf)  
 512 [12/Dietary Guidelines for Americans 2020-2025.pdf](https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf) [accessed 19 November 2023].
- 513 Food and Drug Administration. (2021). Sodium in Your Diet. Available from  
 514 <https://www.fda.gov/food/nutrition-education-resources-materials/sodium-your-diet> [accessed 19  
 515 November 2023].
- 516 Gaucheron, F. (2011). Milk and Dairy Products: A Unique Micronutrient Combination. *Journal of the*  
 517 *American College of Nutrition*, **30**(sup5), 400S-409S. doi:10.1080/07315724.2011.10719983.
- 518 Gholami, F., et al. (2017). The effect of dairy consumption on the prevention of cardiovascular diseases: A  
 519 meta-analysis of prospective studies. *Journal of Cardiovascular and Thoracic Research*, **9**(1), 1–11.
- 520 Graudal, N. A., Hubeck-Graudal, T., & Jurgens, G. (2011). Effects of low sodium diet versus high sodium diet  
 521 on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride. *The Cochrane Database*  
 522 *of Systematic Reviews*, **(11)**, CD004022. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004022.pub3>.
- 523 Harrell, F.E.; Lee, K.L.; Mark, D.B. (1996) Tutorial in biostatistics multivariable prognostic models: Issues in  
 524 developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. *Statistics in*  
 525 *Medicine*, **15**, 361–387.
- 526 He, F.J., Li, J., and MacGregor, G.A. (2013). Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure.  
 527 *Cochrane Database of Systematic Reviews*. doi:10.1002/14651858.CD004937.pub2.
- 528 Møller, K.K., Rattray, F.P., Bredie, W.L.P., Høier, E., and Ardö, Y. (2013). Physicochemical and sensory  
 529 characterization of Cheddar cheese with variable NaCl levels and equal moisture content. *Journal of Dairy*  
 530 *Science*, **96**(4), 1953–1971. doi:10.3168/jds.2012-5524.
- 531 Fuke, G., Nörnberg, J. L., Rodrigues, I. L., Binato De Souza, A. P., Novack, M. E., & Sobreira Bezerra, A.  
 532 (2016). Teor de CLA em leites produzidos em diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul CLA  
 533 content in milk produced in different regions of Rio Grande do Sul. **19**(2), 109–113.  
 534 <https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.092>
- 535 Nurmilah, S., Cahyana, Y., Utama, G.L., and Ait-Kaddour, A. (2022). Strategies to Reduce Salt Content and  
 536 Its Effect on Food Characteristics and Acceptance: A Review. *Foods*, **11**(19), 3120.  
 537 doi:10.3390/foods11193120.
- 538 OECD-FAO. (2023). OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032. OECD. doi:10.1787/08801ab7-en.
- 539 Pearson-Stuttard, J., Kypridemos, C., Collins, B., Mozaffarian, D., Huang, Y., Bandosz, P., Capewell, S.,  
 540 Whitsel, L., Wilde, P., O'Flaherty, M., & Micha, R. (2018). Estimating the health and economic effects of

- the proposed US Food and Drug Administration voluntary sodium reformulation: Microsimulation cost-effectiveness analysis. *PLoS medicine*, **15**(4), e1002551. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002551>
- Pechey, R., & Monsivais, P. (2016). Socioeconomic inequalities in the healthiness of food choices: Exploring the contributions of food expenditures. *Preventive medicine*, **88**, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.04.012>
- Pimpin, L., et al. (2016). Is Butter Back? A Systematic Review and Meta-Analysis of Butter Consumption and Risk of Cardiovascular Disease, Diabetes, and Total Mortality. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, **11**(6), e0158118.
- Ranjbar, Y. R., & Nasrollahzadeh, J. (2024). Comparison of the impact of saturated fat from full-fat yogurt or low-fat yogurt and butter on cardiometabolic factors: a randomized cross-over trial. *European journal of nutrition*, 10.1007/s00394-024-03352-8. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00394-024-03352-8>
- Rios-Mera, J.D., Selani, M.M., Patinho, I., Saldaña, E., and Contreras-Castillo, C.J. (2021). Modification of NaCl structure as a sodium reduction strategy in Meat Science, **174**, 108417. doi:10.1016/j.meatsci.2020.108417.
- Silva, A. G. da ., Teixeira, R. A., Prates, E. J. S., & Malta, D. C.. (2021). Monitoramento e projeções das metas de fatores de risco e proteção para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis nas capitais brasileiras. *Ciência & Saúde Coletiva*, **26**(4), 1193–1206. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021264.42322020>
- Steyerberg, E.W.; Harrell, F.E., Jr.; Borsboom, G.J.; Eijkemans, M.J.C.; Vergouwe, Y.; Habbema, J.D.F. (2001) Internal validation of predictive models: Efficiency of some procedures for logistic regression analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, **54**, 774–781.
- de Souza, V.R., Freire, T.V.M., Saraiva, C.G., de Deus Souza Carneiro, J., Pinheiro, A.C.M., and Nunes, C.A. (2013). Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. *Journal of Dairy Research*, **80**(3), 319–325. doi:10.1017/S0022029913000204.
- World Health Organization. (2020). NONCOMMUNICABLE DISEASES PROGRESS MONITOR 2020.
- World Health Organization. (2012). Guideline: sodium intake for adults and children. Geneva. World Health Organization, Department of Nutrition for Health and Development.
- World Health Organization. (2023). WHO global report on sodium intake reduction. Available from <https://www.who.int/publications/i/item/9789240069985> [accessed 19 November 2023].

571 Zhang, L., Zhu, J., Wang, X., Yang, J., Liu, X.F., and Xu, X.-K. (2021). Characterizing COVID-19  
572 Transmission: Incubation Period, Reproduction Rate, and Multiple-Generation Spreading. *Frontiers in*  
573 *Physics*, **8**. doi:10.3389/fphy.2020.589963.



**Figure. 1** - Geographical distribution of butter companies gathered from websites from January to October 2023.



Gray areas indicate regions where no products were evaluated, while darker shades of blue represent higher numbers of evaluated products.

**Table 1** – Fat and sodium content in butter types collected from websites from January to October 2023.

| Butter Type   | n   | Total fat (g/100g)          |       |      | n   | Saturated fat (g/100g)    |       |       | n   | Sodium (mg/100g)            |       |      |
|---------------|-----|-----------------------------|-------|------|-----|---------------------------|-------|-------|-----|-----------------------------|-------|------|
|               |     | ME(Q1;Q3)                   | Min   | Max  |     | ME(Q1;Q3)                 | Min   | Max   |     | ME(Q1;Q3)                   | Min   | Max  |
| Common        | 210 | 82(80.0;85.0) <sup>a</sup>  | 72.50 | 90.0 | 225 | 50(49.0;57) <sup>a</sup>  | 28.50 | 41.50 | 236 | 775(570;900) <sup>a</sup>   | 50    | 1620 |
| Extra         | 53  | 82(80.0;84.0) <sup>a</sup>  | 78.57 | 88.0 | 52  | 54(50.25;55) <sup>a</sup> | 46    | 65    | 54  | 545(370;742,5) <sup>b</sup> | 63,33 | 1000 |
| First Quality | 205 | 82(80.0;83.50) <sup>a</sup> | 76.0  | 89.0 | 214 | 53(48.75;57) <sup>a</sup> | 30    | 71    | 219 | 700(552,5;900) <sup>a</sup> | 140   | 1786 |
| Total         | 468 | 82(80.0;84.0)               | 72.5  | 90.0 | 491 | 52(49;57)                 | 28.50 | 71    | 509 | 700(500;900)                | 50    | 1786 |

n- number of butter samples; Me - median; Q1 - first quartile; Q3 - third quartile; Min. - minimum; Max. - maximum. Different letters in the same column indicate a significant difference ( $p > 0.05$ ).

**Table 2** –Butter types classification according to sodium content as Brazil (BRAZIL 2020), World Health Organization (WHO 2023), Food Standards Agency (FSA 2019) and Pan American Health Organization (PAHO 2017) regulations.

| Parameters   | Classification                                  | Sodium content |               |                       |             |
|--------------|-------------------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------|-------------|
|              |                                                 | Common - n (%) | Extra – n (%) | First Quality – n (%) | Total n (%) |
| BRAZIL, 2020 | High in sodium $\geq 600\text{mg}/100\text{g}$  | 155(65.68%)    | 25(47.29%)    | 134(61.18%)           | 314(61.68%) |
| WHO, 2023    | High in sodium $\geq 400\text{mg}/100\text{g}$  | 201(85.16%)    | 40(74.07%)    | 182(83.1%)            | 423(83.1%)  |
| PAHO, 2017   | Excess sodium $>1\text{mg}/\text{kcal}$         | 127(53.81%)    | 13(24.07%)    | 104(47.48%)           | 244(47.93%) |
| FSA, 2019    | Low in salt $<0,3\text{g de NaCl}/100\text{g}$  | 2(0,84%)       | 2(3,70%)      | 0(0%)                 | 4(0.78%)    |
|              | Medium in salt 0,3 a 1,5 de NaCl/100g           | 86(36,44%)     | 28(51,85%)    | 88(40,18%)            | 202(39,68%) |
|              | High in salt $>1,5\text{g de NaCl}/100\text{g}$ | 148(62,71%)    | 24(44,44%)    | 131(59%)              | 303(59,52%) |

n – number of butter samples.

**Table 3** - Pearson's correlation test between Butter Consumption and Disease Prevalence in Brazil (2008-2009 and 2017-2018).

| Disease                                       | R      | p       | 95% confidence interval |
|-----------------------------------------------|--------|---------|-------------------------|
| Hypertension                                  | -0.236 | 0.4595* | -0.7135 to 0.3905       |
| Diabetes mellitus                             | -0.713 | 0.0092  | -0.9134 to -0.2362      |
| Obesity                                       | -0.844 | 0.0006  | -0.9552 to -0.5240      |
| Cerebral Vascular Accident                    | -0.812 | 0.0013  | -0.9455 to -0.4468      |
| Endocrine, nutritional and metabolic diseases | -0.724 | 0.0077  | -0.9171 to -0.2577      |

R: Pearson's correlation coefficient; p: probability value. Values with \* indicate no significance of the model ( $p > 0.05$ ).

**Table 4** - Optimism-corrected performance estimates through validation by bootstrap approach of significant models for prediction of the Correlation between Butter Consumption and Disease Prevalence in Brazil (2008-2009 and 2017-2018).

| Disease                                       | $R^2_{app}$ | $R^2_{boot}$ | $R^2_{orig}$ | Optimism | $R^2_v$  | $R_v$    |
|-----------------------------------------------|-------------|--------------|--------------|----------|----------|----------|
| Diabetes mellitus                             | 0.509       | 0.513415     | 0.5073       | 0.006115 | 0.502885 | -0.70914 |
| Obesity                                       | 0.7121      | 0.71249      | 0.71         | 0.00249  | 0.70961  | -0.84238 |
| Cerebral Vascular Accident                    | 0.66        | 0.69116      | 0.6584       | 0.03276  | 0.62724  | -0.79198 |
| Endocrine, nutritional and metabolic diseases | 0.5249      | 0.56578      | 0.5229       | 0.04288  | 0.48202  | -0.69428 |

$R^2_{app}$ : apparent coefficient of determination;  $R^2_{boot}$ : bootstrap coefficient of determination;  $R^2_{orig}$ : original coefficient of determination;  $R^2_v$ : coefficient of determination of the model after validation.  $R_v$ : correlation coefficient of the model after validation.