

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

Camila Costa Lopes

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE GHEE
CASEIRA E INDUSTRIALIZADA**

RECIFE

2024

CAMILA COSTA LOPES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE GHEE
CASEIRA E INDUSTRIALIZADA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção de grau de Nutricionista.

Orientadora: Professora Dra. Alda Verônica Souza Livera

Coorientadora: Professora Dra. Mércia Aurélia Gonçalves Leite

RECIFE

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Lopes, Camila Costa .

Caracterização físico-química e perfil de ácidos graxos de ghee caseira e industrializada / Camila Costa Lopes. - Recife, 2024.

41 p., tab.

Orientador(a): Alda Verônica Souza Livera

Coorientador(a): Mércia Aurélia Gonçalves Leite

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Nutrição - Bacharelado, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. ghee. 2. método caseiro. 3. composição. 4. oxidação. 5. perfil de ácidos graxos. I. Livera, Alda Verônica Souza. (Orientação). II. Leite, Mércia Aurélia Gonçalves. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)

CAMILA COSTA LOPES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE GHEE
CASEIRA E INDUSTRIALIZADA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação
em Nutrição da Universidade Federal de
Pernambuco como requisito para obtenção de
grau de Nutricionista.

Aprovado em: 21/03/2024 .

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Mércia Aurélia Gonçalves Leite (Coorientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Silvana Magalhães Salgado (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Vivianne Montarroyos Padilha (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, princípio e fim de todas as coisas, por me sustentar em todos os passos da minha vida. Se em todos os momentos de angústia durante a graduação eu pude me reerguer, foi por Sua graça. Seu amor e misericórdia são incompreensíveis à mente humana, e sua bondade por conceder Maria Santíssima como minha Mãe e intercessora aumentam ainda mais o sentimento de alegria, gratidão e esperança.

Agradeço, em segundo lugar, à minha família, especialmente meu pai Socorro e João, por todo amor e dedicação demonstrados desde as mais simples até as mais complexas situações, e também ao meu irmão Gustavo, por sempre estar ao meu lado e ser essa figura fraterna incomparável. Agradeço também a Aline por sua amizade e apoio durante todos esses anos.

Obrigada, amigos da graduação (Mavi, Bia, Laís, Annalê, Analu e Bruno) por tornarem os dias cansativos e tristes em dias mais leves e cheios de risadas.

Devo muito também aos professores que, durante a graduação, contribuíram tanto para meu aprendizado e também me inspiraram a querer me tornar uma boa profissional. Agradeço especialmente às professoras Alda e Mércia por todo o auxílio e também a Camilo e Jorge, que me ajudaram imensamente e aos quais serei eternamente grata.

Agradeço, enfim, a todos os colegas, amigos e familiares que sempre torceram por mim e que me ajudaram na trajetória da graduação, me apoiando e me incentivando a conquistar meus sonhos.

“Persevera diante de qualquer situação. Por mais difícil que seja, persevera na confiança e na fé em Deus.”

São Pedro Canísio

RESUMO

A ghee, empregada há milênios na Ayurveda, medicina clássica da Índia, é obtida através do processo de clarificação da manteiga, no qual o emprego de altas temperaturas favorece a evaporação da água, associado à retirada dos resíduos sólidos do leite. Tendo em vista a ampla divulgação do método caseiro de fabricação da ghee através das mídias sociais, esta pesquisa teve como objetivo analisar e comparar características físico-químicas e perfil de ácidos graxos de ghee caseira e ghee industrializada, além de avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica. Foram produzidas duas amostras de ghee caseira utilizando manteiga extra sem sal, a partir de método caseiro de clarificação divulgado nas redes sociais, e realizadas as seguintes análises: teor de umidade, índice de acidez, índice de peróxido, reação de Kreis e perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa. Para avaliar a qualidade nutricional foram realizados os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, razão poliinsaturados/saturados e razão $\omega 6/\omega 3$. Através dos resultados obtidos, foi possível observar que o método caseiro foi capaz de desenvolver um produto semelhante à versão industrializada. Foram observadas semelhanças entre a ghee caseira e industrializada em termos de teor de umidade, estando os resultados das amostras caseiras em conformidade com o valor estabelecido pela legislação vigente para o "Butteroil" (máximo de 0,2%). Os baixos valores de índice de acidez, a ausência de peróxido e a reação de Kreis também indicam uma conformidade das amostras caseiras no que se diz respeito às alterações decorrentes da oxidação. A ghee industrializada apresentou valores de umidade (0,22%) e índice de acidez (0,71%) ligeiramente acima do estabelecido pela legislação MAPA. Em relação ao perfil de ácidos graxos, foi possível perceber uma semelhança entre as amostras caseiras e industrializada, havendo predominância dos ácidos graxos saturados, especificamente os ácidos palmítico (C16:0), oleico (C18:1), esteárico (C18:0) e mirístico (C14:0). Os indicadores de qualidade da fração lipídica apresentaram valores indesejáveis, com exceção da razão $\omega 6/\omega 3$ da ghee industrializada, indicando que, possivelmente, nem a manteiga extra nem as ghees podem ser associadas à potencialidade em prevenir doenças cardiovasculares.

Palavras-chave: ghee; método caseiro; composição; oxidação; perfil de ácidos graxos; qualidade nutricional.

ABSTRACT

Ghee, employed for millennia in Ayurveda, the classical medicine of India, is obtained through the process of butter clarification, in which the use of high temperatures promotes the evaporation of water, associated with the removal of milk solids. Given the widespread dissemination of the homemade ghee manufacturing method through social media, this research aimed to analyze and compare physicochemical characteristics and fatty acid profiles of homemade ghee and industrialized ghee, as well as to evaluate the nutritional quality of the lipid fraction. Two samples of homemade ghee were produced using unsalted extra butter, following a homemade clarification method disclosed on social networks, and the following analyses were performed: moisture content, acidity index, peroxide index, Kreis reaction, and fatty acid profile by gas chromatography. To evaluate the nutritional quality, atherogenicity and thrombogenicity indices, polyunsaturated/saturated ratio, and 6/3 ratio were calculated. Through the results obtained, it was possible to observe that the homemade method was able to develop a product similar to the industrialized version. Similarities were observed between homemade and industrialized ghee in terms of moisture content, with the results of the homemade samples being in accordance with the value established by current legislation for "Butteroil" (maximum of 0.2%). The low acidity index values, absence of peroxide, and Kreis reaction also indicate compliance of homemade samples regarding changes resulting from oxidation. Industrialized ghee presented moisture values (0.22%) and acidity index (0.71%) slightly above those established by MAPA legislation. Regarding the fatty acid profile, a similarity was noted between homemade and industrialized samples, with a predominance of saturated fatty acids, specifically palmitic acid (C16:0), oleic acid (C18:1), stearic acid (C18:0), and myristic acid (C14:0). Quality indicators of the lipid fraction showed undesirable values, except for the 6/3 ratio of industrialized ghee, indicating that neither extra butter nor ghees can possibly be associated with potentiality in preventing cardiovascular diseases.

Keywords: ghee; homemade method; composition; oxidation; fatty acid profile; nutritional quality.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC - Ácidos Graxos de Cadeia Curta
AGS - Ácidos Graxos Saturados
ALC - Ácido Linoleico Conjugado
COPs - Óxidos de Colesterol
CT - Colesterol Total
DCV - Doenças Cardiovasculares
DHA - Ácido Docosa-hexaenoico
HDL - Lipoproteína de alta densidade
IA - Índice de Aterogenicidade
IT - Índice de Trombogenicidade
LDL - Lipoproteína de baixa densidade
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MUFAs - Ácidos Graxos Monoinsaturados
P/S - Polinsaturados/Saturados
PUFAs - Ácidos Graxos Poliinsaturados
RTIQ - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
TG - Triglicérides
VLDL - Lipoproteína de muito baixa densidade
 ω 3 - Ômega 3
 ω 6 - Ômega 6

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	GHEE	12
2.2	MÉTODOS DE OBTENÇÃO	13
2.3	COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL	15
2.4	ESTABILIDADE	16
2.5	BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE	17
2.6	ÁCIDOS GRAXOS E SAÚDE CARDIOVASCULAR	19
3	OBJETIVOS	21
3.1	GERAL	21
3.2	ESPECÍFICOS	21
4	METODOLOGIA	22
4.1	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	22
4.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	22
4.3	PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS	23
4.4	QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA	23
4.4.1	Índice de Aterogenicidade	24
4.4.2	Índice de Trombogenicidade	24
4.4.3	Razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S)	24
4.4.4	Razão entre ômega 6/ômega 3	25
5	RESULTADOS	25
5.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	25
5.2	PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS LIVRES	26
5.3	QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA	27
6	DISCUSSÃO	29
7	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE A - Cromatograma de ácidos graxos da ghee industrializada	38
	APÊNDICE B - Cromatograma de ácidos graxos da manteiga extra sem sal	39
	APÊNDICE C- Cromatograma de ácidos graxos da ghee caseira 1	40
	APÊNDICE D - Cromatograma de ácidos graxos da ghee caseira 2	41

1 INTRODUÇÃO

O Codex Alimentarius (2022) define ghee como “um produto obtido exclusivamente a partir de leite, creme ou manteiga, por meio de processos que resultam na remoção quase total de água e sólidos não gordurosos, com um sabor especialmente desenvolvido e estrutura física”. Apesar de ser um tradicional produto lácteo de importância cultural na Índia, a produção e consumo de ghee vem crescendo em outros países, devido à exploração do seu potencial terapêutico através de recentes pesquisas científicas (Pena-Serna; Restrepo-Betancur, 2020; Kataria; Singh, 2023).

A ghee é empregada há milênios como agente terapêutico na Ayurveda, medicina clássica da Índia que traz a integridade dos aspectos físico, mental e emocional do ser humano como promotora da saúde em seus diversos pontos de vista (Joshi, 2014; Gasperi *et al*, 2008). Sua obtenção se dá por meio do processo de clarificação da manteiga, no qual o emprego de altas temperaturas favorece a evaporação da água, associado à retirada dos resíduos sólidos do leite, por isso também é conhecida como manteiga clarificada ou ainda, gordura anidra do leite (Sharma, Zhang, Dwivedi 2010).

Em comparação com a manteiga comum, a ghee tem vida útil mais longa em temperatura ambiente, em decorrência, principalmente, do seu baixo teor de umidade (menos de 1%) e possíveis propriedades antioxidantes. Sua composição varia de acordo com o leite que é utilizado (vaca, búfala, cabra ou ovelha) e também com o método de preparação empregado, possuindo um teor lipídico elevado. Também estão presentes vitaminas lipossolúveis, ácidos graxos de cadeia curta, mono e polinsaturados. Apesar disso, este produto é composto majoritariamente por ácidos graxos saturados (Joshi, 2014; Kataria; Singh, 2023).

Apesar da existência de estudos que comparam a composição lipídica de ghee obtida através de diferentes métodos, é limitado o conhecimento a respeito do perfil de ácidos graxos, bem como das características de estabilidade de ghee elaborada através da manteiga sem sal, que é amplamente comercializada no mercado brasileiro. Além disso, atualmente, são largamente divulgadas nas mídias sociais diversos métodos de preparo caseiro da ghee, o que justifica a importância de verificar suas características, a fim de compará-las com as que são pertencentes

ao produto na sua versão comercial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GHEE

A fabricação de manteiga tem sido um método empregado para preservar, ao longo de extensos períodos, a preciosa gordura presente no leite (Martins et al, 2019). Desde o ano 1500 a.C., a produção de ghee na Índia é uma prática estabelecida, sendo extensivamente empregada como meio para cocção (Muehlhoff; Bennett; McMahon; 2013). A ghee é obtida através do processo de clarificação da gordura do leite, no qual o emprego de altas temperaturas favorece a remoção do conteúdo de água, por evaporação, seguido da etapa de filtração dos resíduos sólidos precipitados (Sharma; Zhang; Dwivedi, 2010).

Apesar da origem indiana e do seu elevado consumo nessa região, os países ocidentais têm aumentado a produção e o consumo da ghee, tendo em vista o processo de globalização e a substituição do consumo de margarina, que contém elevado teor de gordura trans (Pena-Serna; Restrepo-Betancur, 2020). O perfil de ácidos graxos recebe atenção nas pesquisas devido ao fato de determinar muitas das características físicas, organolépticas e nutricionais não só da ghee, mas também do próprio leite e outros produtos lácteos (Joshi, 2014). O crescente interesse pela ghee é demonstrado pelas pesquisas devido aos possíveis papéis funcionais dos lipídeos, associados à manutenção do equilíbrio energético e redução do risco de doenças como câncer, obesidade, distúrbios neurológicos e cardiovasculares (Kataria e Singh, 2023).

Na Índia, para além dos fins culinários, a ghee é utilizada na preparação de oferendas sagradas, cremação de cadáveres e produção de medicamentos, sendo também empregada em casos de queimaduras e doenças cutâneas (Carvalho, 2021; Zacharias *et al*, 2022). É considerada a fonte mais saudável de gordura comestível para a Ayurveda, que alega muitas propriedades benéficas, como a promoção da longevidade e proteção do corpo contra várias doenças (Sharma; Zhang; Dwivedi, 2010).

Diversos fatores como variações étnicas, culturais, regionais, religiosas, além do preço e imagem de Ghee como um produto benéfico à saúde influenciam diretamente na sua forma de uso, tendo em vista que está presente tanto na Índia,

de forma predominante, quanto em outros países como Austrália, Nova Zelândia, países da Ásia e da África, Estados Unidos e Brasil (Carvalho, 2021).

2.2 MÉTODOS DE OBTENÇÃO

A ghee pode ser obtida através de vários tipos de leite. Na Índia, ela é feita com leite de vaca ou de búfala, ou da mistura de ambos. Já no Oriente Médio, são utilizados, principalmente, os leites de cabra, ovelha ou camelo. Nessa região, dependendo do país, a ghee é conhecida pelos nomes de maslee, roghan e samn (Sserunjogi; Abrahamsen; Narvhus, 1998). O tipo de leite, bem como o método empregado na produção da ghee, influenciam diretamente na sua composição, qualidade e vida útil. Existem vários métodos de fabricação da ghee, sendo o diferencial entre eles o tipo de matéria-prima empregada, que pode ser o leite, o creme ou a manteiga. Os mais empregados são o tradicional, aplicado nos domicílios indianos e o método direto de creme, em nível industrial (Joshi, 2014; Carvalho, 2021).

O método tradicional indiano ou ayurvédico se baseia na fermentação do leite para fazer coalhada. A coalhada passa pelo processo de centrifugação para que a manteiga seja separada do soro de leite coalhado. Em seguida, a manteiga é aquecida em fogo lento até que a água evapore e, durante esta etapa, os sólidos do leite precipitam (proteína, lactose e sais). Estes são filtrados para que o resultado seja um líquido clarificado que se solidifica parcialmente ao esfriar. Esse é o principal método empregado na Índia, e por requerer equipamento de investimento inferior, é considerado um processo tecnologicamente simples, embora entregue um produto de qualidade organoléptica superior (Kataria; Singh, 2023; Carvalho, 2021).

A preparação da ghee pelo método direto do creme, empregado à nível industrial, consiste na separação, por centrifugação, do creme de leite do leite integral. Após esse processo, o creme já é transformado em ghee, mediante o aquecimento, ocorrendo a remoção da umidade e desenvolvimento da coloração marrom claro ou amarelo dourado (Joshi, 2014; Carvalho, 2021).

Estudo feito por Joshi (2014) comparou o perfil lipídico de ghee preparada por método tradicional ayurvédico e método industrial, e constatou que houve um aumento de DHA (ácido docosa-hexaenoico) na ghee preparada com o método ayurvédico, possivelmente por conta da fermentação por parte das bactérias utilizadas na cultura inicial da coalhada. Outro método analisado neste estudo foi o

método industrial (método de creme direto), no qual o creme é separado do leite de vaca integral e é aquecido em panela de aço inoxidável e a ghee é, posteriormente, fundida e decantada. Apesar da maior quantidade de DHA na manteiga obtida pelo método tradicional ayurvédico, os ácidos graxos saturados foram predominantes em ambos os grupos.

O método de fabricação da ghee, no qual é utilizada a manteiga sem sal ou manteiga branca como matéria-prima, denomina-se manteiga-manteiga. Nesse processo, a manteiga é submetida ao tratamento térmico, havendo primeiramente a fusão, à 60°C, e a posterior elevação da temperatura até 90°C, favorecendo a diminuição da umidade e remoção de resíduos sólidos. Em seguida, o produto passa pela etapa de clarificação e resfriamento, sendo, posteriormente, filtrado e armazenado (Carvalho, 2021).

Atualmente, devido à globalização e à conseqüente influência de outras culturas nos países ocidentais, observa-se o aumento do consumo de ghee. Na última década, especialmente nos EUA, Argentina e Paraguai, considerados principais produtores, houve aumento na produção de ghee de vaca entre 3000 e 12000 toneladas por ano (Pena-Serna; Restrepo-Betancur, 2020). Além disso, a expansão do uso das redes sociais propiciou a divulgação de métodos de fabricação da ghee, de forma caseira, com o objetivo de possibilitar o acesso a este produto que, no Brasil, apresenta um custo relativamente elevado. A ampla alegação de que a ghee é uma opção de gordura mais saudável também justifica a divulgação do modo caseiro de fabricação da mesma.

Apesar de haver variações entre as receitas de ghee divulgadas na internet, predominantemente por meio de vídeos do Youtube, na maioria delas há uma padronização das principais etapas do processo. É importante ressaltar que este produto, na internet, é chamado de “manteiga ghee”, apesar do Codex Alimentarius (2022) se referir apenas como “ghee”.

A matéria-prima utilizada é a manteiga extra sem sal, que deve ser aquecida em fogo baixo. Após a completa fusão, surge uma espécie de espuma, que corresponde aos resíduos sólidos da manteiga, os quais são retirados com o auxílio de algum instrumento (colher ou escumadeira). Ao decorrer do tempo, a manteiga vai ficando com um aspecto transparente e após a remoção de praticamente toda a espuma, ela passa pelo processo de filtração, no qual geralmente é utilizado um pano com uma trama fina, a fim de evitar a passagem dos resíduos para o produto

final, que apresenta uma coloração amarelo-dourado e uma aparência transparente (Lobo, 2023).

2.3 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

O processo de obtenção da ghee, independentemente do método empregado, promove a remoção quase total de água e sólidos não gordurosos, originando um produto com um sabor e estrutura física especialmente desenvolvidos. Tendo em vista a redução desses compostos, a ghee possui um teor lipídico de 99,6%, com teor de umidade não especificado pelo Codex (2022). Além disso, de acordo com Kataria e Singh (2023), o ghee contém vitaminas lipossolúveis, como vitamina A ($28,21 \pm 0,142$ UI/g), vitamina D ($11,42 \pm 0,425$ UI/g), vitamina E ($31,55 \pm 1,109$ UI/g), vitamina K e fosfolipídios.

A presença natural de ácidos graxos trans, em pequenas quantidades, no leite de ruminantes se dá pela hidrogenação, que é uma consequência da fermentação anaeróbica no rúmen desses animais. Tendo em vista que a manteiga é um produto lácteo, a gordura trans pode ser encontrada, mas em níveis bem mais baixos (aproximadamente 3%), em comparação com os óleos vegetais hidrogenados, os quais possuem cerca de 30 a 40 % de gordura trans (Araújo, 2011). Além disso, é importante destacar que existem diferenças significativas, quanto aos efeitos cardiometabólicos, entre os ácidos graxos trans naturalmente presentes na gordura do leite e os que são obtidos industrialmente pelo processo de hidrogenação parcial dos óleos vegetais (Martins *et al*, 2015).

Os estudos sobre a ghee se concentram na meticulosa análise de sua complexa composição de ácidos graxos, especialmente os Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC), Ácido Linoleico Conjugado (ALC), ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 (Kataria; Singh, 2023). Apesar da presença destes ácidos graxos, a ghee pode ser considerada uma fonte de gordura saturada, já que esse tipo de gordura corresponde a 65% do total de seus lipídios. Os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) correspondem a 32% de sua composição e cerca de 3 a 6% do teor lipídico corresponde aos ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs). O ácido butírico, que é classificado como um AGCC, também está presente na ghee. Apesar da presença do ácido butírico e de outros ácidos graxos, os que estão presentes em maior quantidade na ghee são os ácidos palmítico (C16:0) e oleico (C18:1) (Muehlhoff; Bennett; McMahon, 2013).

2.4 ESTABILIDADE

As reações de oxidação dos lipídeos favorecem diversas alterações nas características sensoriais do produto, como por exemplo o desenvolvimento de aroma e sabor desagradáveis, denominados genericamente de ranço. Além disso, tais reações também levam à perda do valor nutricional, formação de compostos tóxicos e a consequente rejeição do produto. Tais reações podem ser influenciadas por diversos fatores, como a composição de ácidos graxos, a presença de ácidos graxos livres, a concentração de oxigênio, o teor de umidade e o tratamento térmico (Gomes *et al*, 2023; Nardy *et al*, 2020).

Apesar das reações de oxidação induzidas termicamente ocorrerem tanto em lipídios saturados quanto insaturados, estes são mais suscetíveis à oxidação, havendo a formação de substâncias voláteis, as quais apresentam sabor e odor indesejáveis, na maioria dos casos. Os primeiros produtos oriundos da auto-oxidação (reação com o oxigênio) de óleos e gorduras insaturados são os peróxidos. A deterioração do flavor (rancidez) se dá pela presença de produtos oriundos da decomposição dos peróxidos, representados pelos aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos (Araújo, 2011).

Em se tratando da sua utilização para o processo de fritura, no qual os óleos e gorduras sofrem ação da elevada temperatura e do oxigênio do ar, a ghee possui vantagem em comparação com alguns dos óleos comestíveis, tendo em vista que possui maior estabilidade em altas temperaturas. Dessa forma, por apresentar um elevado ponto de fumaça, a ghee é muito utilizada na Índia como um meio de fritura (Rios; Pereira; Abreu, 2013; Kataria; Singh, 2023).

Mesmo com o armazenamento à temperatura ambiente, a ghee possui uma maior vida útil, se comparada à manteiga comum. Tal estabilidade se deve, possivelmente, à presença de antioxidantes naturais. Além disso, o tratamento térmico favorece a morte de microrganismos e a considerável redução do teor de umidade, o que por sua vez reduz a possibilidade de crescimento dos microrganismos remanescentes. Apesar disso, a atividade de lipases microbianas residuais pode promover o desenvolvimento de ranço, desde que haja umidade suficiente no produto. Eventualmente, porém, a deterioração da ghee se dá pelo processo de oxidação dos ácidos graxos durante o armazenamento em temperatura ambiente e também devido à lipólise, gerando sabores rançosos (Tamine, 2009).

2.5 BENEFÍCIOS PARA A SAÚDE

Os benefícios da ghee sobre a saúde humana são amplamente divulgados, a exemplo de Ract (2018), que destaca a redução de lactose quando comparada à manteiga, afirmando que esta característica é especialmente vantajosa para pessoas intolerantes à lactose, que muitas vezes encontram na ghee uma alternativa mais tolerável. No entanto, é fundamental exercer cautela, principalmente no caso de condições severas de intolerância, ao optar pelo método caseiro de produção. Isso porque, embora a clarificação tenda a reduzir significativamente a presença de lactose, especialmente em comparação com a manteiga, o processo caseiro pode não garantir a eliminação total deste componente.

Os efeitos das gorduras lácteas na saúde humana, em determinado momento, eram considerados majoritariamente negativos. De acordo com a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2013), o consumo de Ácidos Graxos Saturados (AGS) além do recomendado está relacionado ao aumento do LDL, mas também do HDL. Além disso, o consumo exagerado se relaciona com o desenvolvimento e/ou progressão de diabetes *mellitus* tipo 2 e da obesidade, aumento da pressão arterial, da inflamação e de eventos cardiovasculares. Apesar disso, é importante considerar que, possivelmente, diferentes fontes de AGS exercem diferente influência sobre os lipídeos séricos (Duarte *et al*, 2019; Ract, 2018). A visão sobre gorduras lácteas tem se modificado, uma vez que pesquisas mais recentes favorecem novas perspectivas a respeito dos benefícios dos ácidos graxos que fazem parte da sua composição (Kataria; Singh, 2023).

Em estudo realizado por Sharma *et al* (2018), 3 grupos de indivíduos obesos receberam quantidades diferentes em sua dieta de ghee e óleo de mostarda, tendo o grupo A consumido maior quantidade de óleo de mostarda, o grupo B consumido quantidade equilibrada de ambas as gorduras e o grupo C quantidade maior de ghee. Foi observado que o grupo C apresentou redução significativa dos níveis de TG, CT, LDL, VLDL, CT/HDL e LDL/HDL, além de níveis mais altos de HDL.

Ainda em relação aos lipídeos séricos, Mohammadifard *et al* (2010) observou, na condição da síndrome metabólica, que a ghee pode ser eficaz na modificação desse perfil. Neste estudo foram analisados os perfis lipídicos de iranianos saudáveis que consumiam apenas óleos hidrogenados nas suas dietas, sendo estudados os efeitos da ghee, óleo hidrogenado e óleo líquido por 5 semanas.

A ghee reduziu significativamente os níveis de triglicerídeos, enquanto o óleo hidrogenado aumentou os níveis de colesterol. Já o óleo líquido, em comparação com a ghee, reduziu os níveis de HDL-c.

Estudo realizado por Munisekhar *et al* (2022), no qual foi avaliado o perfil lipídico de indivíduos voluntários antes e após o consumo de 35g/dia de ghee por um período de 6 semanas, mostrou que houve diminuição de colesterol total e LDL, apesar de ter havido alterações insignificantes de outros parâmetros. Dessa forma, concluiu-se que o consumo de ghee não é prejudicial à saúde, mas que são necessários estudos de longo prazo que incluam uma maior população.

As variações substanciais na composição de ácidos graxos da gordura do leite de várias espécies animais contribuem para a singularidade dos potenciais benefícios à saúde humana. Os ácidos graxos presentes na ghee, especialmente os Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCCs), Ácido Linoleico Conjugado (ALC), ácidos graxos ômega-3 e ômega-6, estão recebendo atenção da comunidade científica devido a papéis importantes desempenhados no organismo humano, com ênfase na ação anti-inflamatória e antioxidante, além da sua relação com a saúde cerebral (Kataria; Singh, 2023). Os AGCC atuam como fonte imediata de energia, sem que haja a formação de tecido adiposo, já que são absorvidos pela circulação portal do intestino sem resíntese de triglicerídeos (Duarte *et al*, 2019).

O CLA representa um conjunto de isômeros do ácido linoléico (C18:2 n-6), sendo encontrado em maiores concentrações na gordura de animais ruminantes e vem sendo considerado um agente anti-obesidade, devido às suas possíveis propriedades moduladoras do metabolismo lipídico (Mourão *et al*, 2005). A síntese de CLA se dá pelo processo de biohidrogenação ruminal e a manipulação desse processo tem sido o foco de muitas pesquisas atuais que tentam aumentar os ácidos graxos benéficos nos produtos dos ruminantes (Souza; Ribeiro, 2021). O CLA também está presente na ghee e seu conteúdo neste produto é relatado como sendo maior, em comparação com a gordura do leite original. Na ghee, o conteúdo de CLA pode ser aumentado em até 5 vezes, na medida em que se aumenta a temperatura de clarificação de 110°C para 120°C (Muehlhoff; Bennett; McMahon; 2013).

Estudo realizado por Jacobson (1998) investigou a hipótese de que o consumo de ghee por populações imigrantes de indianos para Londres e Índias Ocidentais estaria associada à elevada morbidade e mortalidade desses indivíduos.

Uma explicação lógica para isto seria o fato da exposição a quantidades substanciais de óxidos de colesterol, presentes na ghee (cerca de 12,3%), o que estaria diretamente associado à alta frequência de complicações ateroscleróticas nestas populações.

Entretanto, Tamine (2009) destaca que a fabricação e armazenamento de ghee em condições normais não favorece a presença de óxidos de colesterol (COPs), tendo em vista que estes só são formados quando a ghee é oxidada a ponto de se tornar inaceitável para o consumo. De forma particular, o colestatriol e a hidroxicolesterol são os principais produtos da oxidação do colesterol e, na presença de antioxidantes eficazes, os COPs só são produzidos quando a ghee é utilizada em processos de fritura por um longo tempo (Tamine, 2009).

A respeito de propriedades antitumorais, segundo Kataria e Sing (2023), a ghee é benéfica na redução do risco de certos cânceres, tendo em vista sua influência na regulação das atividades enzimáticas relacionadas ao metabolismo de agentes carcinogênicos. Entretanto, tendo em vista a natureza multifatorial da carcinogênese, são necessários mais estudos que investiguem as vias metabólicas que podem tanto prevenir o desenvolvimento do câncer quanto auxiliar no tratamento de tumores.

Estudo realizado por Rani e Kansal (2012), no qual foram analisados os efeitos da ghee de vaca e do óleo de soja nas enzimas metabolizadoras de carcinógenos em ratos, foi observado um efeito protetor da ghee contra o câncer mamário induzido por carcinógenos nesses animais. A inclusão da ghee na dieta, por 44 semanas, em comparação com o óleo de soja, favoreceu a diminuição da atividade de enzimas responsáveis pela ativação de carcinógenos no fígado. Além disso, as atividades de detoxificação de alguns carcinógenos no tecido mamário foram significativamente maiores no grupo de animais que receberam a dieta com ghee.

2.6 ÁCIDOS GRAXOS E SAÚDE CARDIOVASCULAR

No contexto no qual se deseja avaliar os efeitos da fração lipídica do leite e seus derivados, diversos estudos consideram não só a composição de ácidos graxos, mas também a determinação de indicadores nutricionais, como índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), razão entre ácidos graxos

poliinsaturados e saturados e razão ω_6/ω_3 (Pignata *et al*, 2014). Isso porque a avaliação da qualidade nutricional de uma gordura se dá pela determinação destes e de outros índices, que são capazes de relacionar o conteúdo de ácidos graxos, que inclui os saturados, monoinsaturados e poliinsaturados das séries ω_3 e ω_6 (Caldeira *et al*, 2010).

Os ácidos graxos podem produzir diferentes efeitos sobre o colesterol sérico e sobre as concentrações de LDL, podendo assim promover ou prevenir o aparecimento de aterosclerose e trombose coronariana (Silva, 2020). Mais especificamente sobre o IT, em sua definição, os ácidos graxos mirístico, palmítico e esteárico são considerados pró-trombogênicos, já os insaturados são admitidos como antitrombogênicos, com diferentes potencialidades. Logo, os ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos polinsaturados ω_6 são menos antitrombogênicos que os ácidos graxos polinsaturados ω_3 .

Existem diversos benefícios associados ao consumo de ômega 3, como por exemplo a melhora da síndrome metabólica, redução da obesidade abdominal, resistência à insulina, hipertensão e dislipidemias, com a conseqüente diminuição do risco de doenças cardiovasculares (DCV). Além disso, por favorecer a diminuição de eicosanoides inflamatórios, citocinas e espécies reativas de oxigênio, previne doenças inflamatórias, infecções e alterações imunológicas (Stefanello; Pasqualotti; Pichler, 2020).

Da série ômega 6, o ácido linoleico (C18:2 n-6) é o subtipo mais comum presente na dieta, especialmente na ocidental. Este ácido é convertido no ácido araquidônico (C20:4 n-6), o qual é precursor de metabólitos inflamatórios associados à fisiopatologia das DCV. Apesar de nem todos os subprodutos do ácido araquidônico desencadearem uma resposta pró-inflamatória, o ácido linoleico dietético incorporado em todas as lipoproteínas pode aumentar a sua suscetibilidade à oxidação, associada à gravidade da aterosclerose. Pelo fato dos efeitos benéficos do ômega 3 dependerem do status de ácidos graxos da série ômega 6 e por estes estarem relacionados a fatores de risco cardiometabólicos desfavoráveis, são recomendadas a redução da sua ingestão e o aumento na ingestão de ácidos graxos da série ômega 3 (Gonçalinho *et al*, 2023).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Analisar características físico-químicas e perfil de ácidos graxos da ghee caseira e industrializada.

3.2 ESPECÍFICOS

- Comparar características físico-químicas da ghee caseira com a industrializada e a manteiga extra sem sal.
- Comparar perfil de ácidos graxos de ghee caseira com ghee industrializada e manteiga extra sem sal.
- Avaliar a qualidade nutricional dos ácidos graxos da ghee.

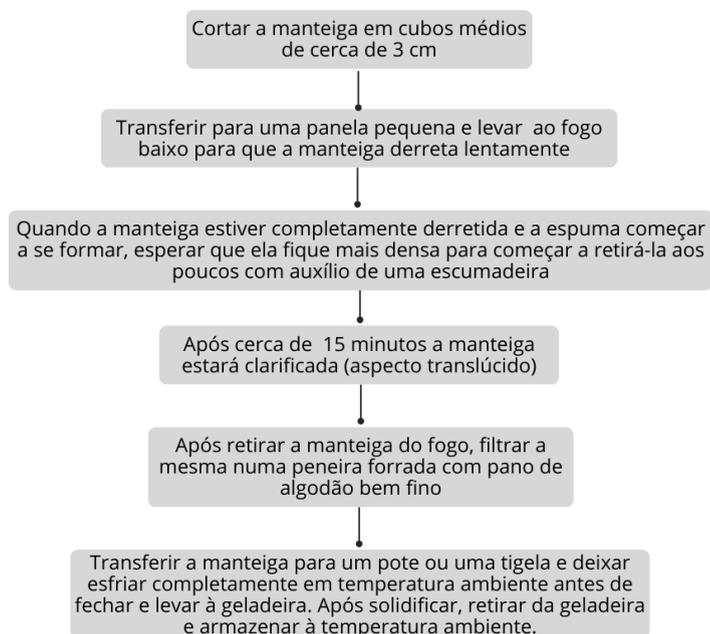
4 METODOLOGIA

4.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram utilizadas, nesta pesquisa, amostras de uma marca de ghee industrializada e de uma marca de manteiga extra sem sal, adquiridas em um supermercado da cidade do Recife. Para a produção da ghee de forma caseira foi utilizada como matéria prima a manteiga extra sem sal, seguindo receita amplamente divulgada nas redes sociais, conforme fluxograma (Figura 1).

A produção se deu no Laboratório de Técnica Dietética, localizado no Departamento de Nutrição, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e foi realizada duas vezes, seguindo o mesmo fluxograma de elaboração, sendo obtidas, assim, duas amostras de ghee caseira. Dessa forma, foi analisado, nesta pesquisa, um total de quatro amostras, sendo elas: ghee industrializada, manteiga extra sem sal, ghee caseira 1 e ghee caseira 2.

Figura 1 - Fluxograma de elaboração da ghee caseira



Fonte: adaptado de Lobo (2023)

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos (LEAAL), do Departamento de Nutrição, localizado no Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de

Pernambuco. Para caracterização de estabilidade das amostras, foram consideradas as determinações de teor de umidade a 105°C, acidez titulável em ácido oleico, índice de peróxido e reação de Kreis, realizadas em triplicata.

A determinação de teor de umidade e acidez titulável seguiu a metodologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (2006). Os parâmetros de índice de peróxido e Reação de Kreis seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005).

4.3 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

Para a determinação do perfil de ácidos graxos das amostras, foi empregado o método de cromatografia em fase gasosa, realizado no Laboratório de Cromatografia Instrumental do Departamento de Engenharia Química, na Universidade Federal de Pernambuco. A transesterificação de triacilgliceróis presentes nas amostras de manteiga para obtenção de ésteres metílicos dos ácidos graxos foi baseada no método de Hartman e Lago (1973).

Posteriormente, as amostras foram injetadas no cromatógrafo gasoso Cida e Gregory modelo Master, com as seguintes configurações: temperatura do injetor: 180°C, temperatura do detetor de ionização de chama: 180°C, rampa de aquecimento do forno: 150°C por 12 minutos com taxa de aquecimento de 10°C/min até 180°C mantidos por 55 minutos. O volume de injeção das amostras foi de 3 microlitros e a vazão do gás de arraste (hidrogênio) foi de 3mL/min, em modo split 1:10, em uma coluna de separação analítica do tipo carbowax (J&W Scientific), com comprimento de 60m, diâmetro de 0,25mm e espessura de 0,25 micrômetros.

4.4 QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA

Para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica, foram utilizados os dados de composição de ácidos graxos para determinação do Índices de Aterogenicidade, Índice de Trombogenicidade, razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados e razão entre $\omega 6/\omega 3$.

4.4.1 Índice de Aterogenicidade (Ulbricht e Southgate, 1991):

$$IA = \frac{C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0}{\Sigma AGMI + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3} \quad (\text{Equação 1})$$

4.4.2 Índice de Trombogenicidade (Ulbricht e Southgate, 1991):

$$IT = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma \omega 6) + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 / \Sigma \omega 6)} \quad (\text{Equação 2})$$

4.4.3 Razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S), segundo Guilherme, 2010

4.4.4 Razão entre $\omega 6/\omega 3$, segundo Guilherme, 2010

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Na tabela 1, são apresentados os resultados dos parâmetros relevantes na determinação de estabilidade e qualidade das amostras de manteiga. No Brasil, por se tratar de um produto sem Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ), o Ministério da Agricultura (Brasil, 2022), considera que devem ser utilizadas as referências do Codex Alimentarius (2022) para definição, composição, denominação e fatores de qualidade do produto.

Apesar da ghee ser um produto obtido por processos diferentes do “Butteroil”, que é definido como: “produto gorduroso obtido a partir de creme ou manteiga pela eliminação quase total de água e sólidos não gordurosos, mediante processos tecnologicamente adequados” (Brasil, 1996), este é o produto que possui RTIQ no Brasil e que mais se assemelha com a ghee em termos de composição e pela possibilidade de ser obtido através da manteiga. Por isso, também foram considerados os padrões estabelecidos pela legislação brasileira para o *Butteroil* ou gordura anidra do leite.

Tabela 1 - Parâmetros de estabilidade (teor de umidade, índice de acidez, índice de peróxido e reação de Kreis) das amostras de manteiga

Amostra	Teor de umidade (%)	Índice de acidez (% ácido oleico)	Índice de peróxido (meq/1000g)	Reação de Kreis
Manteiga extra sem sal	10,24 ± 0,90*	0,94 ± 0,01	0,0065 ± 0,0007	Negativo
Ghee industrializada	0,22 ± 0,01	0,71 ± 0,11	0 ± 0	Negativo
Ghee caseira 1	0,13 ± 0,03	0,38 ± 0,02	0 ± 0	Negativo
Ghee caseira 2	0,14 ± 0,02	0,4 ± 0,12	0 ± 0	Negativo
Padrão				
Ghee (Codex, 2022)	-	máx. 0,4%	máx. 0,6	-
<i>Butteroil</i> (Portaria MAPA n°146, 1996)	máx. 0,2%	máx. 0,4%	máx. 0,35	-

*Médias ± desvio padrão

Fonte: elaboração própria

O Codex Alimentarius (2022) não apresenta padrão de teor de umidade para a ghee. Considerado o regulamento técnico para o “Butteroil” da Portaria MAPA N°146 (1996), observou-se que a ghee industrializada apresentou o teor de umidade

acima do previsto na legislação (0,22%). Em contrapartida, as amostras de ghee caseira 1 e 2 apresentaram umidade de 0,13% e 0,14%, respectivamente, estando dentro do valor mínimo fixado pela legislação. A manteiga extra sem sal apresentou um teor de umidade de 10,24%, o qual se encontra dentro do limite estabelecido para este produto, pela Portaria MAPA N°146 (1996), que corresponde a um valor máximo de 16%.

Em relação ao índice de acidez, a ghee industrializada apresentou 0,79 %, estando acima do padronizado pela Portaria MAPA N° 146 (1996), de no máximo 0,4% (em % de ácido oléico). O Codex Alimentarius (2022) também fixa um índice de acidez para a ghee de no máximo 0,4% (em % de ácido oléico). A ghee caseira 1 apresentou índice de acidez 0,38%, inferior ao valor máximo estabelecido. Já a ghee caseira 2 apresentou este parâmetro igual ao limite máximo, ou seja, de 0,4% de acidez.

Em se tratando do índice de peróxido, que corresponde a produtos resultantes da oxidação da gordura, pode-se observar que nenhuma das amostras analisadas apresentou valores significativos, quando comparados ao máximo estabelecido pelo regulamento da Portaria MAPA N°146 (1996) que padroniza para a gordura anidra do leite um índice de peróxido de no máximo 0,35 meq/1000g de amostra. O Codex (2022) estabelece um valor de peróxido para a ghee de no máximo 0,6 meq/1000g. O maior valor de peróxido encontrado foi na ghee industrializada, que correspondeu a 0,0065 meq/1000g ($\pm 0,0007$), o qual ainda se encontra dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para Butteroil e pelo Codex . A Portaria MAPA N° 146 (1996) exige para a manteiga extra um índice de peróxido de no máximo 1 meq/ 1000g de amostra. Dessa forma, a manteiga extra analisada nesta pesquisa encontra-se dentro do padrão, já que apresentou ausência de peróxido.

A Reação de Kreis, teste qualitativo que indica a oxidação de óleos e gorduras, apresentou resultado negativo em todas as amostras de manteiga analisadas, assinalando que os dados obtidos indicam que não houve rancidez oxidativa.

5.2 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS LIVRES

O perfil de ácidos graxos das amostras, determinado por cromatografia gasosa (apêndices A, B, C e D), pode ser observado de forma detalhada na tabela

2. Os resultados foram expressos em % de área, referindo-se, portanto, à porcentagem de área total sob os picos correspondentes dos diferentes componentes detectados na cromatografia.

Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos (em % de área) da manteiga extra sem sal, ghee industrializada e ghee caseira

Ácido graxo	Manteiga extra sem sal	Ghee industrializada	Ghee caseira 1	Ghee caseira 2
C4:0 (Ácido butírico)	6,79	2,96	5,07	4,11
C6:0 (Ácido caproico)	5,48	2,46	5,43	3,99
C8:0 (Ácido caprílico)	2,27	1,66	2,65	2,19
C10:0 (Ácido cáprico)	3,91	3,16	4,46	3,37
C12:0 (Ácido láurico)	3,45	3,23	4,01	3,7
C14:0 (Ácido mirístico)	10,73	10,92	13,24	11,61
C16:0 (Ácido palmítico)	28,97	31,72	23,91	30,67
C18:0 (Ácido esteárico)	11,84	13,82	7,96	12,17
C18:1 (Ácido oleico) Isômero 1	22,39	23,72	28,09	23,86
C18:1 (Ácido oleico) Isômero 2	2,02	2	2,44	2,13
C18:2 (Ácido linoleico- ω 6)	1,19	3,43	1,59	1,21
C18:3 (Ácido linolênico- ω 3)	0,95	0,92	1,15	0,99

Fonte: elaboração própria

Os ácidos graxos presentes em maior quantidade na matéria prima e nas ghees, são o ácido palmítico (C16:0), o ácido oleico (C18:1), o ácido esteárico (C18:0) e o ácido mirístico (C14:0). Verificam-se alterações quantitativas dos diferentes ácidos graxos, inclusive entre as ghees caseiras.

5.3 QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRAÇÃO LIPÍDICA

Considerando o somatório das áreas correspondentes aos ácidos graxos saturados e insaturados, pode-se observar a maior concentração de ácidos graxos saturados tanto nas amostras de ghee (industrializada e caseira) como na manteiga extra. Com isso, ressalta-se o fato da ghee ser considerada uma fonte de gordura saturada, embora apresente teores consideráveis de ácidos graxos insaturados, que variam conforme o método de fabricação, origem da matéria prima, condições de

armazenamento e outros fatores. Na tabela 3 podem ser observados a soma dos percentuais de área correspondentes aos ácidos graxos saturados e insaturados, bem como mono e poliinsaturados.

Tabela 3 - Somatório de percentuais de área dos ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados e poliinsaturados das amostras de manteiga

Amostra	Σ Ácidos graxos saturados (% de área)	Σ Ácidos graxos insaturados (% de área)	Σ Ácidos graxos monoinsaturados (% de área)	Σ Ácidos graxos poliinsaturados (% de área)
Manteiga extra sem sal	73,44	26,56	24,41	2,14
Ghee industrializada	69,93	30,07	25,72	4,35
Ghee caseira 1	66,73	33,27	30,53	2,74
Ghee caseira 2	71,81	28,19	25,99	2,2

Fonte: elaboração própria

Na tabela 4 encontra-se o resultado dos índices considerados para avaliação da qualidade nutricional dos lipídios presentes nas amostras analisadas.

Tabela 4 - Qualidade nutricional da fração lipídica de manteiga e ghees

Amostra	Índice de aterogenicidade	Índice de Trombogenicidade	Polinsaturados/Saturados	$\omega 6/\omega 3$
Manteiga extra	2,84	3,13	0,03	1,25:1
Ghee industrializada	2,61	3,21	0,06	3,73:1
Ghee caseira 1	2,43	2,23	0,04	1,38:1
Ghee caseira 2	2,86	3,13	0,03	1,2:1

Fonte: elaboração própria

6 DISCUSSÃO

O teor de umidade nas amostras de manteiga caseira se mostrou dentro dos limites estabelecidos pelo RTIQ do “Butteroil” (Portaria MAPA N°146-1996). Tendo em vista as diferentes tecnologias de processamento da ghee em todo o mundo, são notórias as divergências de teor de umidade descritas em diversos estudos. Deosarkar et al (2016), por exemplo, descrevem para o teor de umidade da ghee um valor de 0,5%. Já Mehta (2019), relata um valor máximo de 0,3%, mais próximo do que é estabelecido pela Portaria MAPA para o Butteroil (máximo de 0,2%).

A conformidade do índice de acidez das amostras de ghee caseira, bem como a não conformidade deste parâmetro da amostra de ghee industrializada (0,71%) pode sugerir que esta ghee sofreu degradação oxidativa. Contudo, ressalta-se que estas amostras tinham datas de produção distintas, as caseiras foram analisadas imediatamente após sua obtenção. Estudo realizado por Carvalho (2021), no qual foi analisado o índice de acidez de quatro marcas de ghee durante um período de 75 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração, mostrou que este parâmetro sofreu elevação ao longo dos dias. Nos tempos de 15, 45 e 75 dias, todas as marcas apresentaram índice de acidez (em % de ácido oléico) elevado (>0,4%), indicando a alteração das características sensoriais do produto em função dos processos oxidativos.

Os baixíssimos valores de índice de peróxido nas amostras, bem como o resultado negativo da Reação de Kreis indicam ausência de deterioração decorrente do processo de oxidação. Tendo em vista que baixos valores de índice de peróxido podem representar um estágio inicial ou avançado de oxidação, em decorrência da natureza transitória do peróxido, a Reação de Kreis se apresenta como um teste relevante e complementar para avaliar a presença de produtos da degradação do peróxido. Isso sugere que o processo de clarificação não foi capaz de provocar (ou provocou minimamente) reações de oxidação e que as amostras analisadas se encontram em um estado de conservação adequado, o que contribui para garantir sua qualidade.

Em se tratando da predominância dos ácidos palmítico, oleico, mirístico e esteárico nas amostras de ghee caseira e industrializada, resultado semelhante foi observado em estudo com ghee realizado por Carvalho (2021), no qual também foram predominantes estes ácidos graxos em quatro marcas de ghee. Embora o

percentual de ácidos graxos saturados seja maior do que os insaturados em todas as manteigas, tanto nas amostras de ghee industrializada como nas de ghee caseira, o teor de gordura saturada é ligeiramente menor em comparação com a manteiga extra. Isso pode sugerir que o processo de clarificação favoreça a modificação de tais percentuais. No entanto, numa análise geral da literatura disponível, ainda persistem lacunas no entendimento das transformações que ocorrem durante a clarificação.

Os ácidos graxos C16:0, C18:1 e C:14 foram encontrados em maiores quantidades na amostra de manteiga extra sem sal. Augusta e Santana (1998) avaliaram a qualidade de manteigas extra comercializadas no estado do Rio de Janeiro e, através da cromatografia gasosa, também foram encontrados em maiores quantidades os ácidos graxos C16:0, C18:1 e C:14, com os resultados expressos em % de área.

Em relação aos ácidos graxos insaturados, ácido oléico (C18:1), ácido linoléico (C18:2) e ácido linolênico (C18:3), percebeu-se que o percentual dos mesmos aumentaram ligeiramente com o processo de clarificação da manteiga extra, quando esta foi comparada com as amostras de ghee caseiras. As concentrações desses ácidos graxos nestas amostras foram maiores em comparação à ghee industrializada, com exceção do ácido linoléico, que apresentou percentual maior na amostra industrializada.

Os valores dos ácidos graxos mono e polinsaturados em maiores quantidades na ghee caseira 1 podem ser, possivelmente, justificados por mudanças no processamento. Isso evidencia que, na fabricação caseira, mesmo seguindo um passo a passo, o produto pode apresentar diferenças em sua composição como consequência da ausência de um rígido controle de parâmetros como temperatura, tempo e o próprio processo de manuseio, que envolve retirada de espuma e filtração da manteiga. Esse fato também sugere as demais diferenças de concentração dos outros ácidos graxos entre as duas amostras de ghee caseira.

Quanto à qualidade nutricional da fração lipídica e considerando que valores abaixo de 1,0 são considerados desejáveis tanto para o IA, quanto para o IT, como é destacado por Guilherme (2010), foi observado que todas as amostras apresentaram valores acima do recomendado para estes índices. Tendo em vista que quanto menores os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, presentes em determinado óleo ou gordura, maior sua potencialidade em prevenir o

aparecimento de doenças coronarianas, pela maior quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos (Barros et al, 2013; Castro, 2016), os resultados deste presente estudo sugerem ausência desse potencial tanto na manteiga extra quanto na amostras de ghee (industrializada e caseiras).

Guilherme (2010) também considera que alimentos cuja razão entre ácidos graxos polinsaturados e saturados (P/S) seja inferior a 0,45 são tidos como desfavoráveis à dieta devido ao seu potencial de aumentar o colesterol sanguíneo. Dessa forma, todas as amostras podem ser consideradas desfavoráveis, tendo em vista que os valores desta razão se encontram bem abaixo de 0,45.

Há uma tendência de consenso entre os ácidos ω_6 e ω_3 evidenciada nos estudos, cujos valores variam de 4:1 até 5:1 (Da Silva et al, 2022; Izar et al, 2021; Caldeira et al, 2010). Apesar disso, ainda há divergências nas recomendações. Isso possivelmente se deve ao fato de que recomendações dietéticas devem ser feitas com base no consumo total de cada tipo de ácido graxo (ω_6 e ω_3), e não somente com base na relação entre os mesmos (Izar et al, 2021). Da Silva et al (2022) ressaltam a importância de razões entre 2:1 e 4:1 para indivíduos cujos hábitos alimentares resultam em baixa ingestão de EPA (ácido eicosapentaenoico) e DHA (ácido docosahexaenoico), além de enfatizar que dietas com razões inferiores a 1:1 de ω_6/ω_3 inibem a transformação do ácido linoleico em ácidos graxos poli-insaturados de cadeia muito longa. Considerando a variação de 2:1 - 4:1, nenhuma amostra, com exceção da ghee industrializada, apresenta esta razão dentro dos padrões recomendados.

Considerando a razão ω_6/ω_3 , com exceção da ghee industrializada, as demais amostras não seriam consideradas potencialmente saudáveis, acompanhando a tendência dos demais índices analisados. Isso sugere a indicação do consumo moderado das mesmas para a manutenção da saúde cardiovascular.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que o processo de fabricação caseira de ghee é capaz de produzir um produto comparável ao industrializado e à sua matéria prima. Variações no perfil de ácidos graxos, entre as amostras de ghee caseiras e entre estas e a industrializada, destacam relevante influência do processo de fabricação nas suas características. Tal fato permite propor uma regulamentação de identidade e qualidade para a ghee no Brasil, a fim de garantir a padronização do produto final. Apesar de tais variações, houve a predominância dos ácidos graxos saturados, especialmente os ácidos palmítico (C16:0), oleico (C18:1), esteárico (C18:0) e mirístico (C14:0) em todas as amostras.

A avaliação dos IA e IT, bem como a razão P/S, que avaliam a qualidade da fração lipídica, evidenciam que, nem a manteiga extra nem as ghees (industrializada e caseira), podem ser associadas à potencialidade em prevenir DCV. Considerando a razão $\omega 6/\omega 3$, com exceção da ghee industrializada, as demais amostras não seriam consideradas potencialmente saudáveis, acompanhando a tendência dos demais índices analisados. Isso sugere a indicação do consumo moderado das mesmas para a manutenção da saúde cardiovascular.

Estudos adicionais são necessários na exploração dos efeitos de diferentes parâmetros de processamento, como temperatura e tempo, sobre as características físico-químicas e perfil de ácidos graxos da manteiga e do ghee produzido, especialmente na sua forma caseira.

REFERÊNCIAS

- ALIMENTARIUS, Codex. Codex standard for milkfat products. **Codex Stan**, p. 280-1973, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B280-1973%252FCXS_280e.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2024.
- AL-KHALIFAH, Abdulrhman; AL-KAHTANI, Hassan. Composition of ghee (Samn Barri's) from cow's and sheep's milk. **Food Chemistry**, v. 46, n. 4, p. 373-375, 1993. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0308814693900073>>. Acesso em: 02 fev. 2024.
- ARAÚJO, Júlio M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5. ed. Viçosa, MG: Ed.UFV, 2011.
- AUGUSTA, Ivanilda M.; SANTANA, Djalva. Avaliação da qualidade de manteigas tipo extra comercializadas no Estado do Rio de Janeiro. **Food Science and Technology**, v. 18, p. 379-381, 1998. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/KDKxXM8y8jHmtbPXpCFMbnz/>>. Acesso em: 26 dez. 2023.
- BRASIL, Instrução Normativa n° 49, de 22 de dezembro de 2006. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados; a Amostragem; os Procedimentos Complementares; e o Roteiro de Classificação de Óleos Vegetais Refinados. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 26 dez 2006. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=643062246>>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- BRASIL, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Insp Leite: Manual de procedimentos de inspeção e fiscalização de leite e derivados em estabelecimentos registrados sob inspeção federal (SIF). 1. ed. Brasília (DF), 2022<https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Inspe%C3%A7%C3%A3o-Animal/manual_leite#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Codex,DIPOA%20para%20registro%20do%20r%C3%B3tulo>. Acesso em: 09 mar. 2024.
- BRASIL, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Portaria n° 146, 7 de março de 1996. Brasil, legislação: Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de produtos lácteos. Anexo – VIII, mar. 1996. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-mapa-146-de-07-03-1996,669.html>>. Acesso em: 26 dez. 2024.
- CALDEIRA, Luciana Albuquerque et al. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 4, p. 545-554, 2010. Disponível em: <<https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2010/ses-19256/ses-19256-2288.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CARVALHO, Karolina Stephany Gomes. **Caracterização físico-química e estabilidade oxidativa de diferentes marcas de ghee**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso-Universidade Federal do Mato Grosso, Barra do Garças - MT, 2021.

CASTRO, Juliane Machado de. **Composição de ácidos graxos da carne de cordeiros produzidos em pastagem tropical sob diferentes sistemas de alimentação**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2016.

EL-SHOUBAGY, Gehan A.; EL-ZAHAR, Kahled M. Oxidative stability of ghee as affected by natural antioxidants extracted from food processing wastes. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 59, n. 2, p. 213-220, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0570178314000463>> . Acesso em: 29 dez. 2023.

GASPERI, Patrícia De; RADUNS, Vera; GHIORZI, Ângela Rosa. A dieta ayurvédica e a consulta de enfermagem: uma proposta de cuidado. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, p. 495-506, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/9ByhwQPFWvVDmSvkTDmdkZp/?format=pdf&lang=pt>> . Acesso em: 25 out. 2023.

GOMES, Marcia Miss; OLIVEIRA, Samuel Lopes; TORMEN, Luciano. **O efeito do processamento na oxidação de lipídios na elaboração de manteiga fermentada**. III SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO SUL DO BRASIL, v. 3, n.3, 2023. Disponível em: <<https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/simpos-sul/article/view/18690#:~:text=O%20estudo%20revelou%20certo%20grau,de%20maneira%20significativa%20a%20acidez.>> . Acesso em: 07 mar. 2024.

GONÇALINHO, Gustavo Henrique Ferreira et al. Os Ácidos Graxos Poli-insaturados Ômega-6 e Ômega-3 Presentes nas Hemácias Exercem uma Influência Distinta sobre o Tamanho das Partículas de LDL e suas Alterações Estruturais. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 120, 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abc/a/9h5qm7RMFhsD8ryGTbhYfTs/abstract/?lang=pt>> . Acesso em: 12 mar. 2024.

GUILHERME, Ruth Cavalcanti. **Perfil e qualidade nutricional dos lipídios dos queijos ricota, coalho, mussarela e prato**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. 533p. v.1.

IZAR, Maria Cristina de Oliveira et al. Posicionamento sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 116, p. 160-212, 2021. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/abc/a/Yt5zyLkkfG8ms6rKcJ7TNWc/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

JOSHI, Kalpana S. Docosahexaenoic acid content is significantly higher in ghritha prepared by traditional Ayurvedic method. **Journal of ayurveda and integrative medicine**, v. 5, n. 2, p. 85, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4061595/pdf/JAIM-5-85.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2024.

KATARIA, Deepshikha; SINGH Gurmeet. Health benefits of ghee: Review of Ayurveda and modern science perspectives. **Journal of Ayurveda and Integrative Medicine**, v. 15, 2024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0975947623001365>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

LOBO, Rita. Manteiga ghee. **Panelinha**, 2023. Disponível em: <<https://panelinha.com.br/receita/manteiga-ghee>>. Acesso em: 01 nov. 2023.

MARTINS, Lorryne Souza Araújo et al. Elaboração e avaliação físico-química e sensorial da manteiga de leite e manteiga clarificada a partir do leite de vacas girolando. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa (PB), n. 48, p. 62-69, 2020.

MARTINS, P. do C. et al. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite**: desafios e perspectivas. Brasília (DF): Embrapa, 2015. 434 p.

MOHAMMADIFARD, Noushin *et al.* Effect of hydrogenated, liquid and ghee oils on serum lipids profile. **Arya Atheroscler.** v 6(1):16- 22, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3347809/>>. Acesso em: 01 jan. 2024.

MUEHLHOFF, Ellen; BENNETT, Anthony; MCMAHON, Deirdre. **Milk and dairy products in human nutrition**. Roma: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2013. 404 p. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i3396e/i3396e.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2023.

NARDY, José Fernando et al. Avaliação físico-química de diferentes marcas de manteiga com sal comercializadas na cidade de Botucatu–São Paulo. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 1-10, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55093>>. Acesso em: 07 mar. 2024.

PENA-SERNA, Carolina; RESTREPO-BETANCUR, Luis Fernando. Chemical, physicochemical, microbiological and sensory characterization of cow and buffalo ghee. **Food Science and Technology**, Campinas (SP), v. 40, p. 444-450, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/RMsTxb4FxJhm4PX6wqmh7JJ/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 26 dez. 2023.

PIGNATA, Mirelle Costa et al. Estudo comparativo da composição química, ácidos graxos e colesterol de leites de búfala e vaca. **Revista Caatinga**, Mossoró (RN), v. 27, n. 4, p. 226-233, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/3228/pdf_190>. Acesso em:

RACT, Juliana Neves Rodrigues. **ghee: vale apostar nos seus benefícios?**. Revista Saúde. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/alimentacao/manteiga-ghee-vale-apostar>> . Acesso em: 26 fev. 2024.

RANI, Rita; KANSAL, Vinod K. Effects of cow ghee (clarified butter oil) & soybean oil on carcinogen-metabolizing enzymes in rats. **The Indian Journal of Medical Research**, Índia, v. 136, n. 3, p. 460, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3510893/pdf/IJMR-136-460.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2024.

RIOS, Heloisa Correia Sarmiento; PEREIRA, Isabela Rosier Olímpio; DE ABREU, Edeli Simioni. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. **Ciência & Saúde**, v. 6, n. 2, p. 118-126, 2013. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faenfi/article/view/13143>>. Acesso em: 28 jan.2024.

SBC, Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia: I Diretriz sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular**. Rio de Janeiro, v.100, n.1, 2013. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2013/Diretriz_Gorduras.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2024.

SILVA, Henrique Pimentel da. **Óleos e gorduras: características sensoriais, físico-químicas e seu papel na técnica dietética**. 2018. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2018.

SHARMA, Hari; ZHANG, Xiaoying; DWIVEDI, Chandradhar. The effect of ghee (clarified butter) on serum lipid levels and microsomal lipid peroxidation. **Ayu**, v. 31(2):134-40, 2010. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22131700/>>. Acesso em: 29 dez. 2024.

SHARMA, Hanjabam Barun *et al.* Beneficial effect of ghee consumption over mustard oil on lipid profile: a study in North Indian adult population. **J Complement Integr Med**.v. 15(3), 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29369816/>>. Acesso em: 27/02/2024.

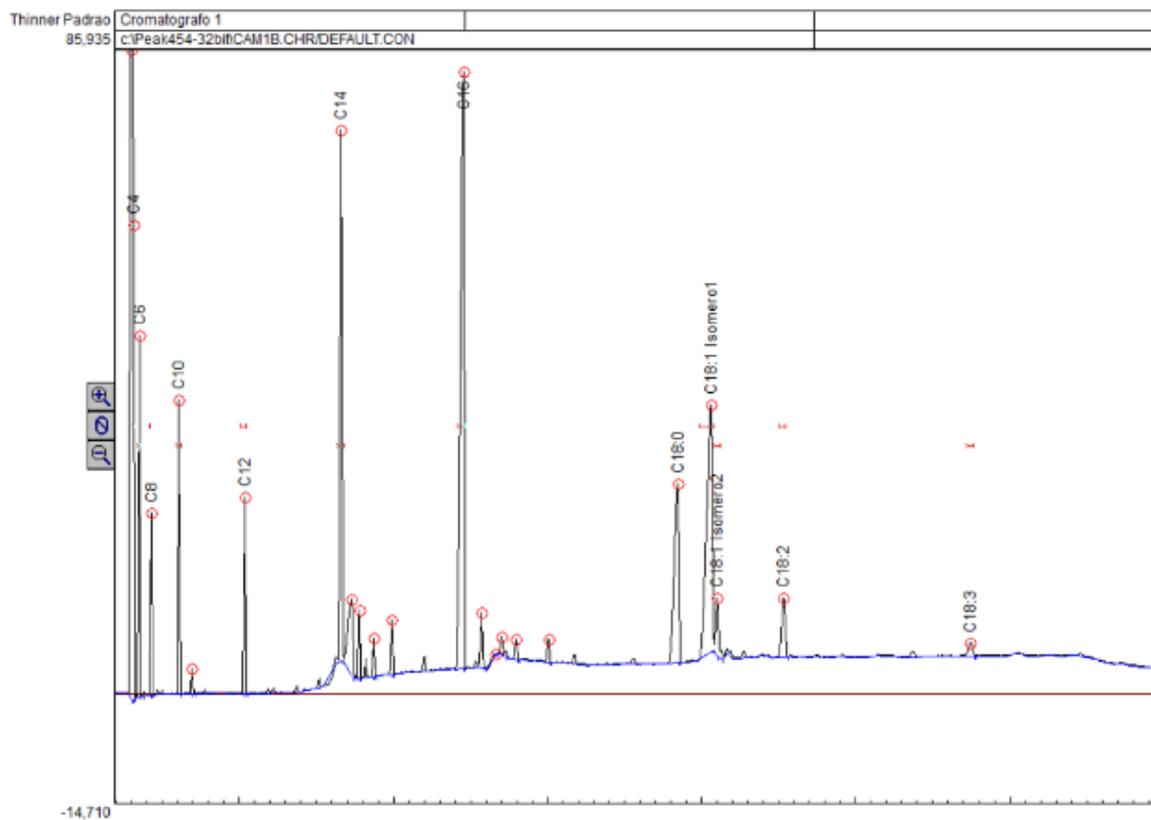
STEFANELLO, Fhaira Petter da Silva; PASQUALOTTI, Adriano; PICHLER, Nadir Antonio. Análise do consumo de alimentos fontes de ômega 3 por participantes de grupos de convivência. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 22, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbagg/a/nkdrMFdzyVQQDSSKfb4CYXM/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

TAMIME, A. Y. **Dairy Fats and Related Products**. 2009. Índia: Blackwell Publishing. 346 p.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

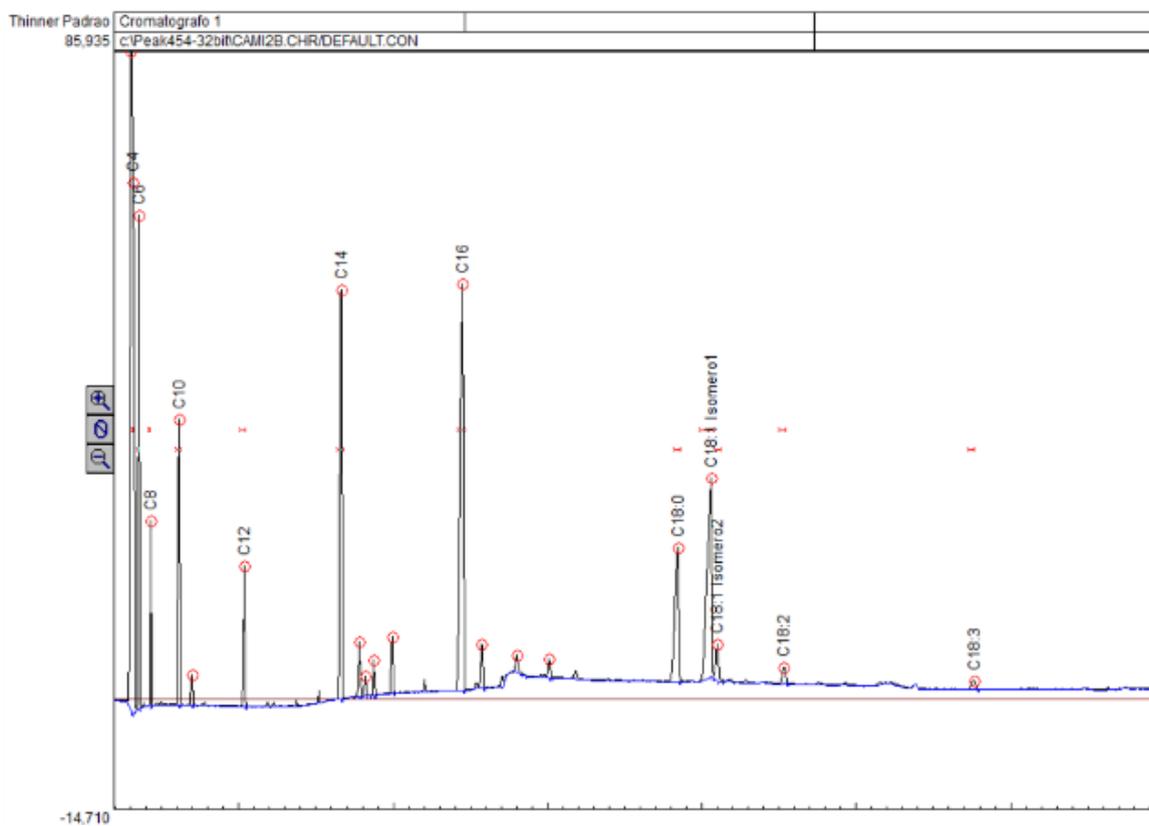
ZACHARIAS, Alessandra et al. Análise preliminar da manteiga clarificada como fonte de um potencial cosmecêutico. In: **IV Congresso Nacional das Escolas Superiores Agrárias**: livro de resumos. Instituto Politécnico de Santarém, 2022. p. 183-183. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/28109>>. Acesso em: 01 jan 2024.

APÊNDICE A - Cromatograma de ácidos graxos da ghee industrializada



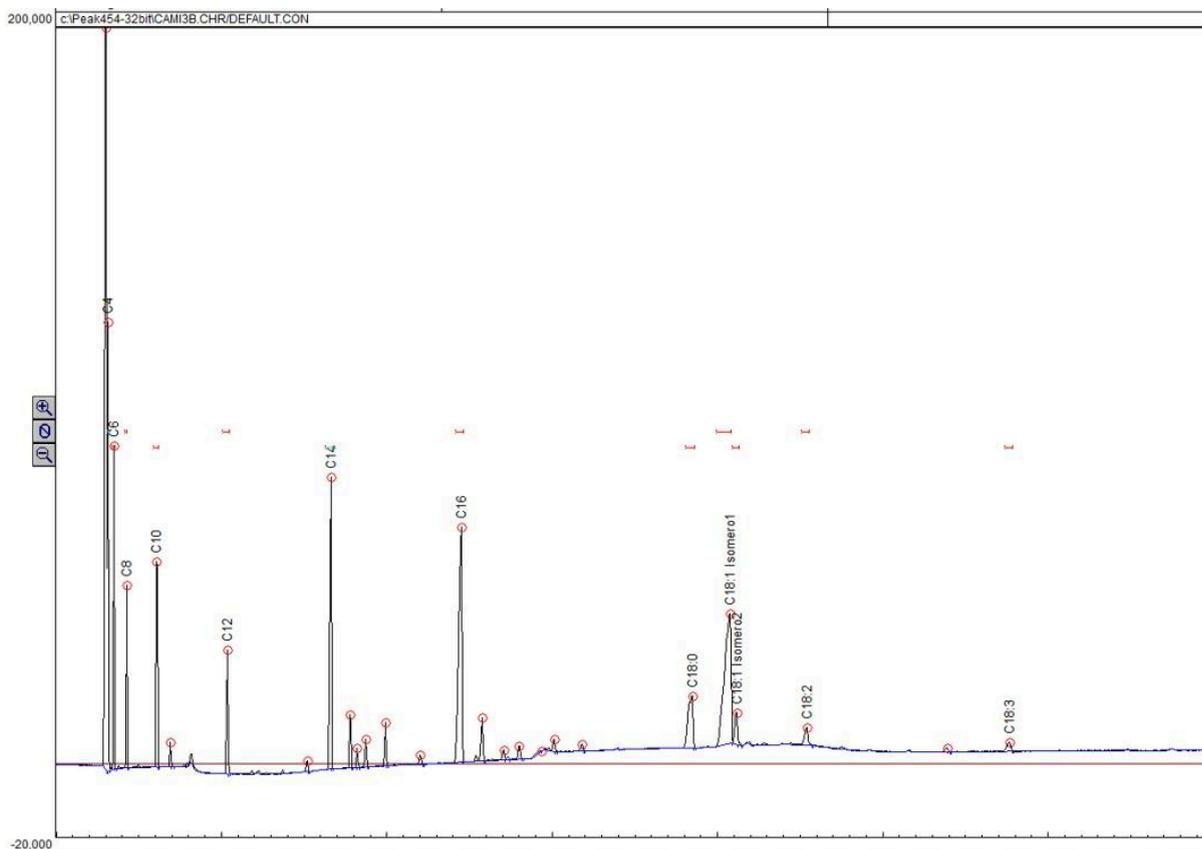
Componente	Retenção	Área	%
C4	3,083	90,45	2,96
C6	3,416	75,38	2,46
C8	4,183	50,85	1,66
C10	6,016	96,655	3,16
C12	10,266	98,93	3,23
C14	16,533	334,02	10,92
C16	24,466	970,475	31,72
C18:0	38,383	422,94	13,82
C18:1 Isômero 1	40,533	725,86	23,72
C18:1 Isômero 2	40,933	61,165	2,00
C18:2	45,25	104,96	3,43
C18:3	57,383	28,28	0,92
		3059,965	

APÊNDICE B - Cromatograma de ácidos graxos da manteiga extra sem sal



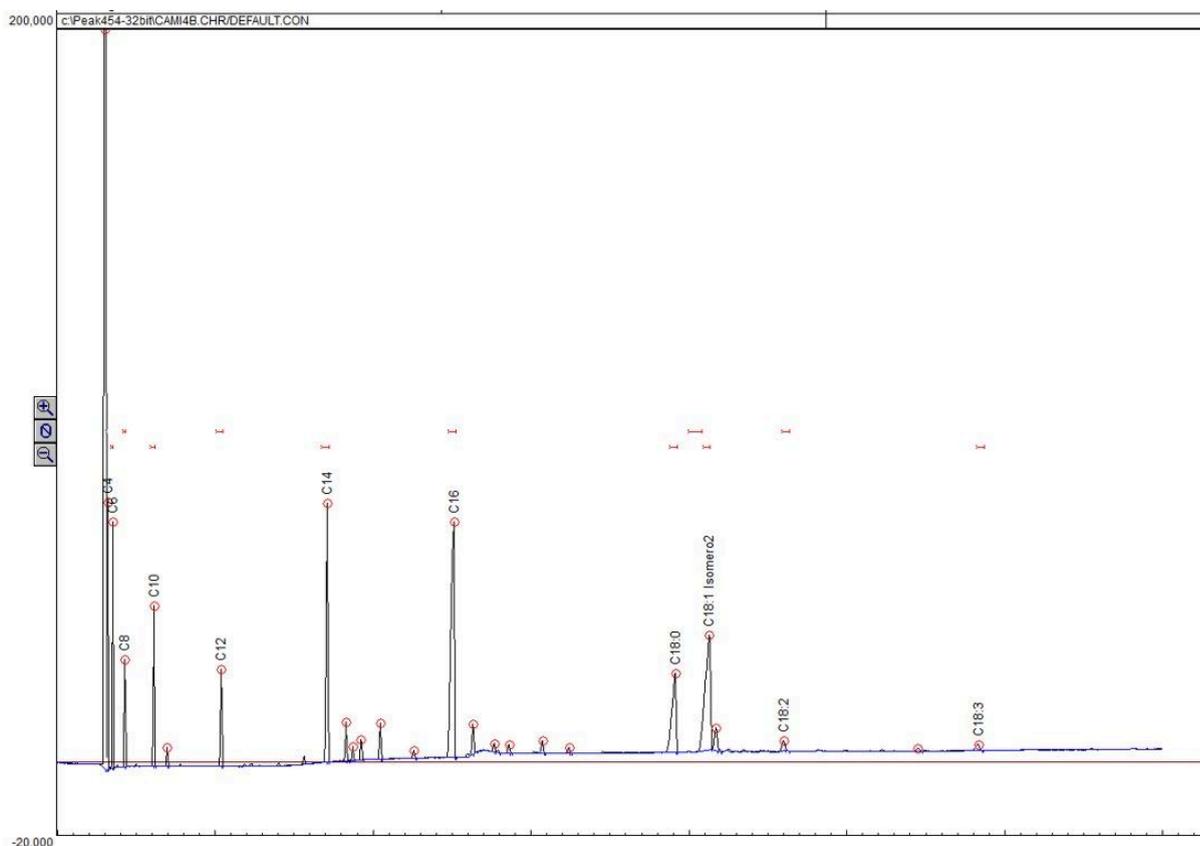
Componente	Retenção	Área	%
C4	3,1	140,88	6,79
C6	3,433	113,67	5,48
C8	4,216	47,15	2,27
C10	6,033	81,13	3,91
C12	10,283	71,47	3,45
C14	16,55	222,585	10,73
C16	24,433	601,015	28,97
C18:0	38,366	245,58	11,84
C18:1 Isômero 1	40,516	464,44	22,39
C18:1 Isômero 2	40,933	41,97	2,02
C18:2	45,25	24,76	1,19
C18:3	57,55	19,695	0,95
		2074,345	

APÊNDICE C- Cromatograma de ácidos graxos da ghee caseira 1



Componente	Retenção	Área	%
C4	3,1	162,49	5,07
C6	3,433	174,24	5,43
C8	4,2	84,97	2,65
C10	6,016	143,04	4,46
C12	10,3	128,665	4,01
C14	16,566	424,46	13,24
C16	24,466	766,745	23,91
C18:0	38,416	255,09	7,96
C18:1 Isômero 1	40,716	900,685	28,09
C18:1 Isômero 2	41,1	78,16	2,44
C18:2	45,333	51,07	1,59
C18:3	57,6	36,965	1,15
		3206,58	

APÊNDICE D - Cromatograma de ácidos graxos da ghee caseira 2



Componente	Retenção	Área	%
C4	3,133	113,21	4,11
C6	3,466	110,08	3,99
C8	4,233	60,25	2,19
C10	6,066	92,79	3,37
C12	10,333	101,98	3,70
C14	17,05	319,93	11,61
C16	25,066	845,46	30,67
C18:0	39,066	335,47	12,17
C18:1 Isômero 1	41,233	657,69	23,86
C18:1 Isômero 2	41,666	58,74	2,13
C18:2	45,933	33,46	1,21
C18:3	58,25	27,18	0,99
		2756,24	