

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO LEITE E
DERIVADOS

Luisa Cordeiro de Oliveira

Estudo comparativo da composição nutricional e análise da rotulagem de
***whey protein* concentrado, isolado e hidrolisado**

Juiz de Fora
2022

Luisa Cordeiro de Oliveira

**Estudo comparativo da composição nutricional e análise da rotulagem de
whey protein concentrado, isolado e hidrolisado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Área de concentração: Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Fonseca da Silva

Coorientador (a): Dra Júlia D'Almeida Francisquini

Juiz de Fora
2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Cordeiro de Oliveira, Luisa.

Estudo comparativo da composição nutricional e análise da rotulagem de whey protein concentrado, isolado e hidrolisado / Luisa Cordeiro de Oliveira. -- 2022.

83 f.

Orientador: Paulo Henrique Fonseca da Silva

Coorientadora: Júlia D'Almeida Francisquini

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Farmácia e Bioquímica. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, 2022.

1. Informação nutricional. 2. Aminoácidos indispensáveis. 3. Suplemento alimentar. 4. Proteína do soro do leite. 5. whey protein. I. Fonseca da Silva, Paulo Henrique, orient. II. D'Almeida Francisquini, Júlia, coorient. III. Título.

Luisa Cordeiro de Oliveira

Estudo comparativo da composição nutricional e análise da rotulagem de whey protein concentrado, isolado e hidrolisado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Área de concentração: Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados.

Aprovada em 12 de setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Henrique Fonseca da Silva - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Júlia d'Almeida Francisquini - Coorientadora
UNICSUM - Centro Universitário do Sudeste Mineiro

Profa. Dra. Denise Sobral
EPAMIG/ILCT

Profa. Dra. Carolina Carvalho Ramos Viana

EPAMIG/ILCT

Juiz de Fora, 06/09/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Henrique Fonseca da Silva, Professor(a)**, em 13/09/2022, às 10:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Júlia d'Almeida Francisquini, Usuário Externo**, em 13/09/2022, às 15:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Denise Sobral, Usuário Externo**, em 13/09/2022, às 16:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Carvalho Ramos Viana, Usuário Externo**, em 14/09/2022, às 10:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0938087** e o código CRC **81B7AB9F**.

Dedico este trabalho a minha filha Maria Eduarda, motivo maior da minha perseverança. A minha família, meus pais que sempre me apoiaram e me ajudaram quando eu mais precisei. E aos meus avós que me inspiraram e me incentivaram nos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por seu grandioso amor, e ter me capacitado, sustentado e por me conceder a oportunidade de conclusão desta etapa. “Porque por Ele, por meio Dele e para Ele são todas as coisas”.

Agradeço de todo meu coração a minha filha Maria Eduarda, por estar comigo nos momentos mais difíceis, minha fonte de força e perseverança.

A toda minha família, a meus pais que nunca me desampararam, e sempre torceram por mim.

Meusavós, meu avô Cícero *in memoriam*, que se orgulhava por ter uma neta que estudava uma área afim a sua profissão.

A meus irmãos em Cristo que intercederam pela minha vida quando eu mais precisei.

A minha amiga Juliene, por todo seu carinho, amizade, cumplicidade e que me auxiliou por tantas vezes a desvendar os mistérios do mestrado, e sempre me animando nos momentos das adversidades.

Ao meu orientador por ser um comigo nessa missão, por sua dedicação, e paciência durante este processo. Seus conhecimentos fizeram toda diferença no resultado deste trabalho.

A minha coorientadora que nos ajudou grandemente na melhoria continua do projeto.

Aos professores membros da banca e colegas agradeço as valiosas sugestões e críticas que tornaram esse trabalho ainda melhor.

Ao Instituto de Laticínios Candido Tostes -Epamig, Embrapagado de leite e Universidade Federal de Juiz de Fora pela referência no ensino e pesquisa, e pela oportunidade de cursar o mestrado.

RESUMO

O leite é um alimento de complexa matriz composicional, de forma geral, representada por proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas, elementos inorgânicos e água. As proteínas compreendem um dos seus principais nutrientes, fornecem aminoácidos indispensáveis e grupos amino para a biossíntese dos aminoácidos não indispensáveis. O soro do leite é usado para a produção de *whey protein*, um produto amplamente utilizado por atletas e não atletas para a suplementação alimentar a fim de auxiliar no suprimento das demandas nutricionais sendo considerado um alimento rico em proteínas de alta qualidade por causa de sua abundante concentração aminoácidos indispensáveis (principalmente aminoácidos de cadeia ramificada). No Brasil não há legislação que regule especificamente o suplemento alimentar à base de proteína do soro do leite. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição nutricional, lista de ingredientes e tabela de aminograma presentes na rotulagem dos produtos à base de *whey protein* e sua adequação às legislações vigentes. Foi realizada análise comparativa da rotulagem dos suplementos à base de *whey protein*, concentrado, isolado e hidrolisado. Verificou-se que os suplementos isolados e hidrolisados não diferem nos seus teores de proteínas e o suplemento alimentar concentrado apresenta teor de proteínas significativamente diferente (menor) do que os teores dos suplementos alimentares hidrolisados e isolados. Observou-se falta de padronização quanto à rotulagem dos produtos, como ausência de uniformidade nas unidades de medida utilizadas. Assim concluiu-se que as informações nutricionais apresentadas nos rótulos avaliados atendem à legislação, todavia evidencia-se a necessidade de uma legislação que estabeleça critérios para a padronização da rotulagem desses produtos.

Palavras-chave: Suplemento alimentar. Proteína do soro do leite. Informação nutricional.

ABSTRACT

Milk is a food with a complex compositional matrix, generally represented by proteins, lipids, carbohydrates, vitamins, inorganic elements and water. Proteins comprise one of its main nutrients, providing indispensable amino acids and amino groups for the biosynthesis of non-indispensable amino acids. Whey is used for the production of whey protein, a product widely used by athletes and non-athletes for food supplementation to help meet nutritional demands and is considered a food rich in high quality protein because of its abundant concentration of indispensable amino acids (mainly branched chain amino acids). In Brazil, there is no legislation that specifically regulates whey protein-based food supplements. The objective of this study was to evaluate the nutritional composition, list of ingredients and aminogram table present in the labeling of whey protein products and their adequacy to the current legislation. A comparative analysis of the labeling of whey protein based supplements, concentrated, isolated and hydrolyzed, was performed. It was verified that the isolated and hydrolyzed whey protein supplements do not differ in their protein contents and the concentrated whey protein supplement presents significantly different (lower) protein content than the contents of the hydrolyzed and isolated whey protein supplements. A lack of standardization was observed regarding product labeling, with a lack of uniformity in the units of measurement used. Thus, it can be concluded that the nutritional information presented on the evaluated labels complies with the legislation, however, it is evident the need for a legislation that establishes criteria for the standardization of the labeling of these products.

Keywords: Food supplement. *Whey protein*. Nutritional information.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABLV - Associação Brasileira de Leite Longa Vida

ACRs- Aminoácidos de Cadeia Ramificada

AG - Ácidos Graxos

AI - Aminoácidos Indispensáveis

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

B₁₂- Cobalamina

B₂- Riboflavina

B₇- Biotina

BSA - Albumina do Soro Bovino

CFN - Conselho Federal de Nutricionistas

CLA -Ácido Linoleico Conjugado

CPS - Concentrado Proteico do Soro

DIAAS - *Digestible Indispensable Amino Acid Score*

ECA - Enzima Conversora de Angiotensina

FAO -*Food and Agriculture Organization of the United Nations*

GMP - Glicomacropéptido

GOS - Galacto-oligosacarídeos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IG - Índice Glicêmico

Ig - Imunoglobulina

IN - Instrução Normativa

kDa - Kilo Dalton

NC - Não Consta

NE -Não Estabelecido

MTOR - *Mammalian Target of Rapamycin*

RDA – Recomendação Diária para Adultos

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

SLNG - Sólidos Lácteos não Gorduroso

TR- Treinamento Resistido

VDR- Valor Diário Recomendado

WPC - *Whey Protein Concentrate*

WPH -*Whey Protein Hydrolyzed*

WPI -*Whey Protein Isolate*

α -La –alfa Lactoglobulina

β -Lg– beta Lactoglobulina

κ -CN –kappa Caseína

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS.....	15
3.2	COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO LEITE E DERIVADOS.....	19
3.3	LACTOSE.....	22
3.4	LIPÍDEOS.....	24
3.5	CÁLCIO.....	26
3.6	CASEINA.....	28
3.7	SOROPROTEÍNA.....	30
3.7.1	β-Lactoglobulina	31
3.7.2	α-Lactoalbumina	33
3.8	PEPTÍDEOS BIOATIVOS.....	35
3.9	AMINOÁCIDOS INDISPENSÁVEIS.....	37
3.10	DIETA E EXERCÍCIOS FÍSICOS.....	40
3.10.1	Soroproteínas na promoção da saúde e na atividade física	41
3.10.2	Suplementação alimentar	43
3.10.3	Legislação de suplemento alimentar	44
3.11	TÉCNOLOGIA DE FABRICAÇÃO WHEYPROTEIN	48
4	MATERIAL E MÉTODOS	49
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
6	CONCLUSÃO	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1 INTRODUÇÃO

O leite é um alimento especial, que se faz presente desde o nascimento do ser humano, e apresenta-se quase indissociável na alimentação. O leite e seus derivados fazem parte da dieta humana há milhares de anos (SILVA et al., 1997) sendo composto por proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas, elementos inorgânicos e água. As proteínas compreendem um dos seus principais nutrientes, e fornecem aminoácidos indispensáveis e grupos amino para a biossíntese dos aminoácidos não essenciais (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019). As proteínas do leite e do soro do leite são primordiais para a manutenção e crescimento dos músculos, tendo maior relevância para os atletas que necessitam consumir refeições com alto teor de proteínas (BRASIL, 2008).

As proteínas do soro do leite, representam 20% do total da proteína do leite. As frações das proteínas do soro incluem principalmente β -Lactoglobulina (β -Lg), α -lactoglobulina (α -La), lactoferrina (LF), imunoglobulinas, albumina de soro bovino e várias enzimas (LIN et al., 2021). Há um interesse considerável na produção das principais proteínas do soro do leite para aplicação comercial devido às características nutricionais, nutracêuticas e funcionais. A β -Lactoglobulina (β -Lg) representa 50% das proteínas do soro do leite (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019). A β -Lactoglobulina é rica em leucina, aminoácido indispensável importante para o estímulo da síntese de proteína muscular. A α -Lactoalbumina (α -La) corresponde a cerca de 20% da proteína do soro do leite, e apresenta altas concentrações de triptofano e cisteína, que colaboram para suas diversas bioatividades envolvidas no sono, humor, função gastrointestinal, absorção de minerais, e imunidade (HULMI et al., 2010; AUESTAD; LAYMAN, 2021).

O soro do leite é usado para a produção de *whey protein*, um produto amplamente utilizado por atletas e não atletas para a suplementação alimentar a fim de auxiliar no suprimento das demandas nutricionais. Ele é considerado um alimento rico em proteínas de alta qualidade por causa de sua abundante concentração de aminoácidos indispensáveis (principalmente aminoácidos de cadeia ramificada) (HULMI et al., 2010). Os suplementos nutricionais são produtos atribuídos à complementação da dieta, sendo que os suplementos esportivos são utilizados com

o intuito de aumento de massa muscular, perda de peso, ganho de força e melhor rendimento (NABUCO et al., 2017). Apesar de amplamente utilizados, não há no Brasil, uma legislação que regulamente especificamente os suplementos a base de *whey protein*. Esses suplementos são contemplados pelas legislações de suplementos alimentares e pelas que dispõe sobre alimentos para atletas (BRASIL, 2010; BRASIL, 2018; BRASIL, 2020). A utilização incorreta de suplementos, assim como a falta de padronização do produto, devido à falta de legislação e informação adequada pode acarretar em danos à saúde e prejuízos no desempenho físico. Sendo assim, é fundamental avaliar as características dos produtos e suas variações (*whey protein* concentrado, isolado e hidrolisado) em relação às informações nutricionais e rotulagem a fim de verificar se os mesmos atendem ao previsto pelas legislações vigentes, bem como evidenciar inconformidades, tendo em vista a ampla utilização desse tipo de produto pela população geral.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Realizar uma comparação de rotulagem do suplemento alimentar, o *whey protein* (concentrado, isolado e hidrolisado), analisar, avaliar e verificar possíveis variações de composição nutricional, lista de ingredientes, tabela de aminogramas e suas adequações às legislações vigentes.

2.2 ESPECÍFICOS

- 1) Analisar as informações e composição nutricional presentes na rotulagem dos produtos.
- 2) Comparar o teor de proteína de cada tipo de *whey protein*.
- 3) Verificar se os teores de aminoácidos indispensáveis atendem à recomendação diária recomendada para adulto.
- 4) Avaliar se os produtos estão em conformidade com a legislação vigente para suplemento alimentar quanto ao teor de proteína.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS

Segundo a legislação brasileira, leite, sem outra especificação, é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outras espécies animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda (BRASIL, 2017).

O leite e seus derivados fazem parte da dieta humana há milhares de anos, sendo assim, objeto importante de estudo da ciência e tecnologia de alimentos no mundo (SILVA et al., 1997).

Alimento por excelência, o leite também era usado como remédio pelas civilizações da antiguidade. No século IV a.C., Hipócrates, o primeiro grande médico da história, já usava o leite como antídoto contra envenenamento por enxofre, mercúrio, e chumbo até mesmo cicuta. Porém, com a decadência das civilizações clássicas, muitos séculos passaram até que o consumo de leite adquirisse importância econômica, e em consequência, a pecuária leiteira deixou de ser um simples acessório da agricultura (ASSIS, 1997).

O leite é composto por proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas, elementos inorgânicos e água. As proteínas são essenciais para atender as necessidades nutricionais do recém-nascido. Elas fornecem aminoácidos indispensáveis e grupos amino para a biossíntese dos aminoácidos não indispensáveis.

Proteínas e peptídeos do leite, incluem caseínas, imunoglobulinas, enzimas, inibidores de enzimas, fatores de crescimento, hormônios e agentes antibacterianos, responsáveis pela maioria das funções fisiológicas do leite. Elas representam um dos macroconstituintes do leite (junto com água, lipídios e carboidratos), respondendo por aproximadamente 3,0% a 3,5% da composição total. Para fornecimento de energia, tem-se a lactose (carboidrato) e os lipídios (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

A lactose é o principal carboidrato do leite (especificamente β -D-galactopyranosyl-(1,4) -D-glucopyranose), cuja sua função é fornecer energia para os mamíferos infantis e é responsável pelo sabor caracteristicamente doce do leite. Em relação aos lipídios, o leite contém aproximadamente 3% a 6% (30 a 60 g/L).

Além dos macronutrientes, o leite também contém citrato, fosfato e sais de cloreto de H^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} . O cálcio existe no leite em formas solúveis e coloidais. Na forma coloidal, está principalmente associada às caseínas (LIN et al., 2021). O leite também contém entre 20 a 25 elementos em níveis muito baixos ou traços. Esses microelementos são muito importantes do ponto de vista nutricional; muitos, por exemplo, Zn, Fe, Mo, Cu, Ca, Se e Mg, estão presentes em enzimas, muitas das quais estão concentradas na MFGM. Embora estes constituintes estejam em pequenas concentrações no leite, eles são criticamente importantes para muitas tecnologias e propriedades nutricionais do leite (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

As vitaminas presentes no leite encontram-se em quantidades suficientes para assegurar o crescimento do neonato, sendo uma fonte significativa de algumas vitaminas na dieta humana. Dentre as vitaminas encontradas no leite destacamos a biotina (B7), riboflavina (B2) e cobalamina (B12) para a nutrição humana (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

As proteínas do leite, são indispensáveis para a manutenção e crescimento dos músculos, os quais são necessários para a sustentação e melhoria da densidade óssea. Os atletas, conhecem estas funcionalidades e consomem refeições com alto teor de proteínas. Na última década, os praticantes de atividade física, particularmente as pessoas acima de cinquenta e cinco anos, aumentaram a ingestão de proteínas para retardar a diminuição da massa muscular e da densidade óssea. A funcionalidade das proteínas no organismo humano também está sendo associada com controle e manutenção do peso corpóreo, além da promoção da saciedade e do bem-estar físico e mental (BRASIL, 2008).

Os produtos fabricados a partir do soro do leite, como as bebidas lácteas, por exemplo, contêm um excelente perfil de aminoácidos. Possuem peptídeos bioativos que conferem a estas proteínas diferentes propriedades funcionais (RENHE, 2008). Os aminoácidos indispensáveis presente no soro do leite, principalmente os de cadeia ramificada, favorecem o anabolismo, (síntese proteica que favorece a construção e o remodelamento do tecido muscular), assim como a redução do catabolismo proteico, (processo contrário ao anabolismo), promovendo o ganho de força na musculatura, reduzindo a perda de massa muscular durante o processo de perda de peso (HARAGUCHI et al., 2006).

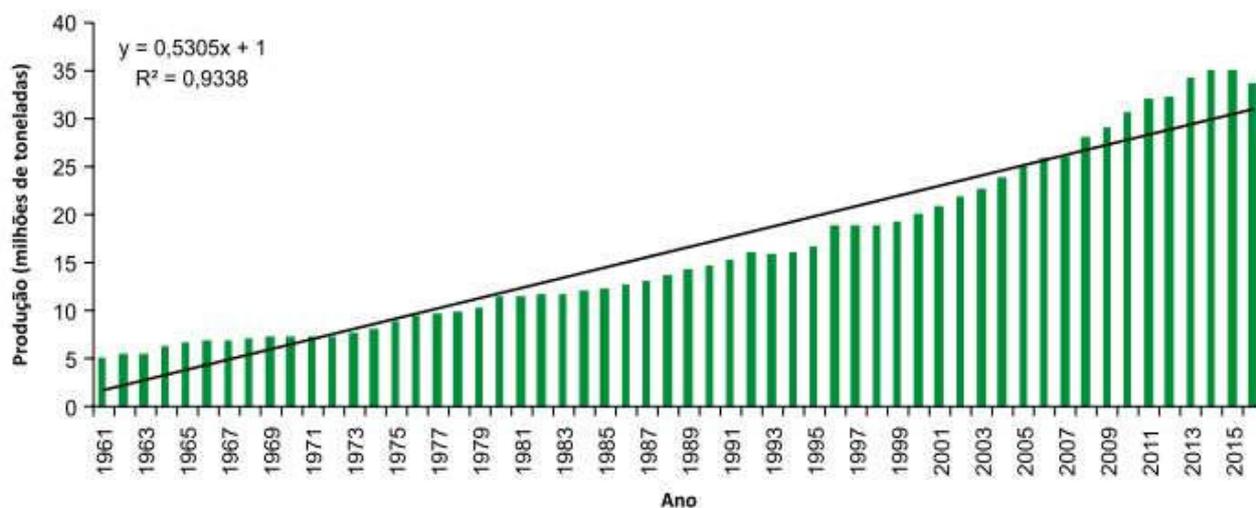
Os queijos apresentam um destaque entre os derivados do leite, por seus teores lipídico, proteico e mineral. Estes, se encontram concentrados no produto, o que aprimora seu valor nutricional (MORENO, 2013). Queijos mais secos, como parmesão, ou Emmental podem suprir até 50% das necessidades diárias de um adulto. (DUTRA, 2017). O mercado de produtos com alto teor de proteína já é uma realidade no Brasil e no mundo onde, a cada ano, cresce a oferta de novos produtos como o iogurte grego, iogurte liofilizado, bebidas para praticantes de atividade física, bebidas com alto teor de proteína láctea combinada a proteínas de fontes vegetais, entre outros (STEPHANI, 2015).

A manteiga é outro produto lácteo popularmente conhecido, que por muito tempo foi tido como um vilão. Seu aporte lipídico apresenta composição única na natureza devido às particularidades do sistema digestivo e do metabolismo mamário dos ruminantes, o que resulta na presença de inúmeros compostos, alguns bioativos com propriedades benéficas à saúde (SHINGFIELD et al., 2008). Como exemplo, alguns estudos têm demonstrado um menor risco de doenças cardiovasculares e diabetes do tipo 2 associado a ingestão de produtos lácteos '*full-fat*' (estimada por questionários ou via biomarcadores plasmáticos) (DREHMER et al., 2015; KRATZ et al., 2014).

Atualmente, o Brasil é o quinto maior produtor de leite do mundo, ocupando posição de destaque no cenário mundial. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aponta que a produção de leite brasileira em 2020 foi de 35,4 bilhões de litros, e 1,5% maior que o ano anterior, e apesar do aumento de produção, a tendência de redução do número de vacas ordenhadas ainda permaneceu. No último ano apresentou-se um efetivo de 16,1 milhões de animais, decréscimo de 0,8% em relação a 2019. Esse recuo no número de animais ordenhados, evidenciou a melhora na produtividade, que cresceu 2,4% em relação a 2019, atingindo 2.192 litros/vaca/ano, o maior valor apresentado na série histórica (IBGE, 2020).

O primeiro registro da produção de leite brasileiro data de 1961 pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), com 5,2 milhões de toneladas. Ao longo dos anos a produção foi crescendo sistematicamente, observando-se um aumento médio anual de 555 mil toneladas até o ano de 2015 (VILELA et al., 2017) (Figura 1).

Figura 1 – Produção de leite no Brasil de 1961 a 2015.



Fonte: Adaptado de IBGE, (2016).

As regiões Sul e Sudeste são as maiores regiões produtoras do país representando 34,2% e 33,9% do total de litros de leite produzidos, respectivamente, e a região Sul deteve a maior produtividade com média de 3.437 litros/vaca/ano em 2018 (IBGE, 2018). Todavia, apesar de ser um dos maiores produtores mundiais de leite e da importância econômica desta atividade para o Brasil, o país ainda não atende à demanda de leite do mercado interno e a exportação é pouco expressiva. É preconizado que o brasileiro consuma, em média, 210 litros de leite por ano, seja na forma fluida ou como produtos lácteos, mas o consumo médio, é cerca de 170 litros por habitante/ano, muito aquém do desejado (EMBRAPA, 2013).

Mesmo nos ambientes de intervenções do governo via planos econômicos, preços controlados, importações e desregulamentação da economia houve crescimento sistemático da produção de leite nos últimos anos. Esse fato também é um reflexo direto do aumento do poder aquisitivo da população (VILELA et al., 2017).

Frente o cenário da Covid-19, segundo a Associação Brasileira de Leite Longa Vida (ABLV), a pandemia contribuiu para hábitos de preparação de refeições, sobremesas, bolos e pães, bem como aumentando o consumo médio de vários alimentos, entre eles o leite. Assim como ocorreu com outros segmentos do mercado de lácteos, o leite longa vida teve crescimento de volume e de valor de 1,7% e

estimados 9%. O volume retornou ao nível de 7 bilhões de litros/ano depois da estagnação ou ligeira perda nos últimos anos (EMBRAPA,2021).

3.2 COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DO LEITE E DERIVADOS

O leite é considerado um alimento nobre por sua rica composição em proteínas de alto valor biológico, gorduras, carboidratos, sais minerais e vitaminas. Estes conferem proteção imunológica, maior fonte de cálcio biodisponível, além de fornecer elementos anticarcinogênicos, presentes na gordura como o ácido linoleico conjugado (CLA), ácido butírico, β -caroteno, vitaminas A e D (MÜLLER, 2002; TREVISAN, 2008). Ele apresenta variações em sua composição, dados apontam que mais de 60% dessas variações, são devido a fatores genéticos do animal e espécie (Tabela 1) (FONSECA, 2000).

Outros fatores que afetam a composição do leite são os fatores ambientais, relacionados ao estágio de lactação, clima, prática na ordenha, além do manejo da alimentação, nutrição e incidências de doenças (FONSECA, 2000).

Tabela 1 - Composição de leites de algumas espécies, valores de intervalo (mínimo e máximo)

Espécie	Sólidos totais %(m/m)	Gordura %(m/m)	Proteínas %(m/m)	Lactose %(m/m)	Cinzas %(m/m)
Humano	10 a 13	2,1 a 4,0	0,9 a 1,9	6,3 a 7,0	0,2 a 0,3
Bovino	12 a 13	3,3 a 6,4	3,0 a 4,0	4,4 a 5,6	0,7 a 0,8
Cabra	12 a 13	3,0 a 7,2	3,0 a 5,2	3,2 a 4,5	0,7 a 0,9
Ovelha	18 a 20	4,9 a 9,0	4,5 a 7,0	4,1 a 5,9	0,8 a 1,0

Fonte: Adaptado de V. GANTNER et al, (2015).

A composição do leite é determinante para o estabelecimento da sua qualidade nutricional e adequação para processamento e consumo humano. A biossíntese do leite ocorre na glândula mamária, sob controle hormonal. Muitos dos constituintes são sintetizados nas células secretoras e alguns são agregados ao leite diretamente a partir do sangue e do epitélio glandular. Estima-se que o leite possua em torno de cem mil constituintes distintos, embora a maioria deles não tenha ainda sido identificada. O leite é constituído em média por 87,3% de água, 4,6% de

lactose, 3,9% de gordura, 3,2% de proteínas, 0,5% de minerais, 0,3% de ácidos orgânicos, 0,2% de outros (GUERSON,2015).

O leite bovino contém vários compostos nitrogenados, dos quais aproximadamente 95% ocorrem como proteínas e 5% como compostos nitrogenados não-proteicos. O nitrogênio proteico do leite é constituído de cerca de 80% de nitrogênio caseínico e 20% de nitrogênio não-caseínico (albuminas e globulinas) (SILVA et al., 1997). As caseínas podem ser divididas em frações α , β e κ , que têm várias estruturas e propriedades hidrofóbicas e hidrofílicas. Elas existem em uma forma única, altamente hidratada, formando um complexo agregado esférico conhecido como micela de caseína. As micelas de caseína variam de 30nm a 600 nm de diâmetro (LIN et al., 2021).

As soroproteínas, representam 20% do total da proteína do leite, existem na fase aquosa não micelar do leite. As frações das proteínas do soro incluem principalmente β -lactoglobulina (β -Lg), α -lactoglobulina (α -La), lactoferrina (LF), imunoglobulinas, albumina de soro bovino e várias enzimas (ANTUNES, 2003). O leite contém vários componentes bioativos em sua forma original, mas também gera peptídeos bioativos durante a digestão e/ou fracionamento de proteínas. Os principais componentes bioativos no leite bovino como α -La, imunoglobulinas e LF estão presentes em concentrações mais altas no colostro bovino se comparado ao leite, sugerindo uma contribuição significativa para a nutrição do recém-nascido (MORENO, 2002).

O Treinamento Resistido (TR), exercício físico com geração de força, juntamente com uma dieta rica em proteína, principalmente animal, é capaz de desencadear reações bioquímicas que potencializam a atividade celular, enzimática e metabólica de diversos sistemas energéticos (POORTMANS et al., 2012). Todo esse processo estimula molecularmente células satélites miofibrilares a recompor as microlesões teciduais, geradas pelo rompimento das fibras musculares através do treinamento de força, originando um novo processo de síntese de proteínas, o que leva ao desenvolvimento da hipertrofia muscular esquelética (PASIAKOS, 2012; BLAAUW et al., 2013).

A gordura do leite é composta principalmente por lipídios (mono, di e triglicerídeos), os quais representam 98,5% do total de lipídios do leite. O restante é composto por lipídios polares e outros. Os lipídios polares são uma mistura complexa de ésteres de ácidos graxos de glicerol ou esfingosina. Muitos deles

contêm ácido fosfórico, um composto contendo nitrogênio (colina, etanolamina ou serina), ou um açúcar/oligossacarídeo. Embora presente em níveis baixos (1% do leite total lipídios), os lipídios polares desempenham papéis críticos no leite e produtos lácteos. Eles são muito bons emulsificantes naturais e estão concentrados na membrana do glóbulo de gordura do leite (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

O principal carboidrato do leite bovino é o dissacarídeo redutor, a lactose, que é composto de galactose e glicose ligados por uma ligação glicosídica β 1-4. A principal função da lactose é suprir as demandas energéticas do neonato. Os mamíferos não podem absorver dissacarídeos do intestino delgado, logo eles são hidrolisados em monossacarídeos, que são então absorvidos. A lactose é hidrolisada pela β -galactosidase (lactase), que é secretada pelas células da borda em escova do intestino delgado. Os mamíferos jovens secretam um nível adequado de lactase, mas à medida que o envelhecem, a secreção de lactase declina e eventualmente torna-se inadequada para hidrolisar a lactose não digerida, que entra no intestino grosso, causando um influxo de água e resultando em diarreia, e é metabolizado por bactérias com a produção de gás, que causa cólicas e flatulência, características da intolerância a lactose (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

Os minerais do leite, contém teores consideráveis de cloro, fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, e baixos teores de ferro, alumínio, bromo, zinco, e manganês formando sais orgânicos e inorgânicos (SILVA et al., 1997), sendo uma ótima fonte de reposição desses nutrientes para esportistas. Durante a atividade física, principalmente o exercício físico de alta intensidade, sabe-se que há perdas de vitaminas e sais minerais, sendo importante uma reposição adequada, para o equilíbrio do funcionamento do organismo (SANTOS, 2010).

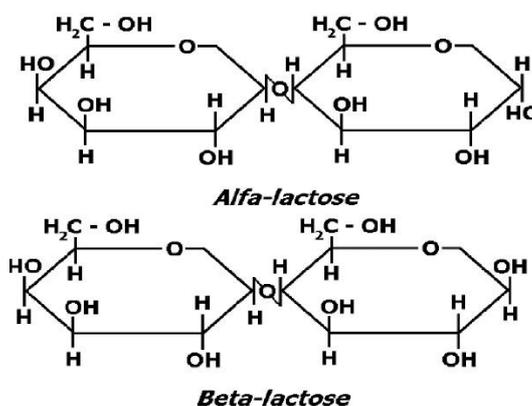
No que tange às vitaminas o leite contém todas as que são necessárias, e em quantidades suficientes, para o crescimento do neonato. O leite bovino é uma fonte muito significativa de algumas vitaminas, especialmente biotina (B7), riboflavina (B2) e cobalamina (B12), na dieta humana adulta. Além da importância nutricional elas também são importantes do ponto de vista tecnológico. A vitamina A (retinol) e os carotenoides são responsáveis pela cor amarelo-alaranjada de produtos lácteos contendo gordura feitos de leite de vaca. Já a vitamina E (tocoferóis) é um potente antioxidante; a vitamina C (ácido ascórbico) é um antioxidante; e a vitamina B2 (riboflavina), que é amarelo-esverdeada, é responsável pela cor do soro de leite ou permeado de ultrafiltração (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

3.3 LACTOSE

A lactose é o açúcar naturalmente encontrado no leite, sendo o mais predominante e o mais importante. Existem também outros como monossacarídeos em concentrações muito baixas, como a glicose e galactose, oligossacarídeos neutros e ácidos e carboidratos ligados a peptídeos e proteínas (ROBINSON, 1981). Ela se encontra presente no leite de todas as espécies de mamíferos, tendo sua concentração variando entre 0,4% a 10,2% (BEMILLER; WHISTLER, 1996). O leite bovino apresenta um teor relativamente constante entre 4,8% a 7,0% de lactose, compreendendo cerca de 50% dos sólidos lácteos não gordurosos (SLNG) do leite (HUI, 1993).

A lactose contribui para o valor nutritivo, textura, cor e *flavor* dos produtos lácteos (FOX, 1998; PERRONE; STEPHANI; NEVES, 2011). Ela é formada por dois açúcares, uma molécula de glicose e uma molécula de galactose unidas por uma ligação glicosídica β (1,4) sendo composta por D-glicose e D-galactose, que possuem dois isômeros, o alfa α e o beta β (PERRONE; ABREU, 2006)(Figura 4).

Figura 4 - Estrutura química dos isômeros da lactose.



Fonte: PERRONE; STEPHANI; NEVES (2011).

Assim como outros dissacarídeos, a lactose não é capaz de penetrar nas membranas intestinais, a não ser por meio da hidrólise, sendo, portanto, metabolizada mais lentamente do que os monossacarídeos (PERRONE; ABREU, 2006). A partir da ingestão de alimentos contendo lactose, a enzima lactase é a

responsável por realizar a hidrólise deste açúcar em glicose e galactose, para a correta digestão (BRASIL, 2017). Sob o ponto de vista tecnológico esta conversão é de grande importância, pois os produtos dessa hidrólise em diversas condições são mais doces, mais solúveis, sendo diretamente fermentados e absorvidos no intestino (FOX, 1998).

De acordo com FOX e MCSWEENEY (1998), o metabolismo lento da lactose favorece o fornecimento de energia para o neonato, pois se propaga por várias horas, sendo essencial para o provimento vital, uma vez que, geralmente, é o único carboidrato ingerido nessa fase da vida. Ademais, a lactose participa no desenvolvimento cerebral da criança por meio da galactose que exerce um papel fundamental no contexto do rápido crescimento e desenvolvimento da criança, por ser utilizada para a síntese de oligossacarídeos, glicoproteínas e glicolípídios. A galactose, em combinação com a glicose, ainda, exerce uma importante função na nutrição de bebês e crianças na reposição de glicogênio hepático (COELHO; BERRY; RUBIO-GOZALBO, 2015).

Além dos benefícios para bebês e crianças, a lactose também é benéfica na dieta de indivíduos adultos, devido ao fato deste açúcar apresentar baixo índice glicêmico(IG). Existem estudos mostrando que dietas com baixo IG contribuem para o controle glicêmico em pessoas com diabetes tipo 1 e tipo 2, além de reduzirem o risco do desenvolvimento do diabetes tipo 2. O consumo de produtos lácteos com lactose é considerado neutro ou moderadamente benéfico à redução desse risco (AUGUSTIN et al., 2015; GUO et al., 2019). A ingestão de alimentos com baixo IG como pré-exercício, tem sido preconizada como uma boa estratégia a ser adotada visando a melhoria da performance (DEMARCO et al., 1999; THOMAS et al., 1991). Segundo esses autores, o consumo de tais alimentos resulta na elevação glicêmica de maneira mais lenta e prolongada, favorecendo a manutenção da glicemia em níveis mais constantes durante o exercício, o que pode contribuir para o aumento da performance dos atletas.

Além dos efeitos dos alimentos com baixo IG na performance de praticantes de atividade física, o consumo desses alimentos pré-exercício, tem sido associado à maior oxidação lipídica durante o exercício, do que o consumo de alimentos de alto IG (FEBBRAIO et al., 2000; WU et al., 2003). Este efeito pode ocorrer devido à menor liberação de insulina plasmática, reduzindo a oxidação de carboidratos e aumentando a mobilização e oxidação lipídica, levando ao aumento dos níveis de

ácidos graxos livres e redução da gordura corporal. Portanto, a associação entre a prática de exercício físico e o consumo de dieta de baixo IG pode favorecer a redução do percentual de gordura corporal (ECKEL, 1992).

Alguns indivíduos, todavia, apresentam inabilidade para digerir completamente a lactose, decorrente da queda da atividade da enzima lactase (β -galactosidase) na mucosa intestinal (TÉO, 2002), condição que afeta mais de 75% da população mundial (BULHÕES et al., 2007). A intolerância a lactose é geralmente diagnosticada com base na história de sintomas gastrointestinais como, dores e distensão abdominal, flatulência e diarreia, que ocorrem após ingestão do leite (LOMER et al., 2008). O tratamento da intolerância à lactose consiste basicamente na retirada ou diminuição desse açúcar da dieta, o que leva ao desaparecimento progressivo dos sintomas (SUAREZ; SAVAIANO, 1997). Uma das grandes preocupações com a diminuição da lactose na alimentação é a perda da garantia do fornecimento de quantidades apropriadas de proteínas, cálcio, riboflavina e vitamina D, os quais são encontrados ricamente no leite e seus derivados (UGGIONI; FAGUNDES, 2006).

Segundo MUSTAPHA et al. (1997), a presença da lactose é importante pois, ela atua como substrato para a microbiota do intestino, favorecendo o desenvolvimento de bactérias benéficas, especialmente o desenvolvimento de bactérias do gênero *Bifidobacterium*. Ainda segundo os autores, essas bactérias implicam em inúmeros benefícios como, abaixamento do pH intestinal, causando a inibição de patógenos; auxilia na digestão e absorção de nutrientes, principalmente o cálcio; estimulam a resposta imune do organismo, pois a vitamina D será devidamente aproveitada por sua ação; reduzem o risco de câncer no cólon, quando se associado ao consumo de fibras, e o baixo consumo de carne na dieta.

3.4 LIPÍDEOS

A gordura do leite é um constituinte que pode variar muito em função de alguns fatores como a raça do animal, tipo de alimentação, época do ano, fase de lactação, e estresse. Normalmente, o teor da gordura no leite está entre 3,3% a 4,5%, podendo exceder a 6,0% em algumas raças como a Jersey (DUTRA, 2017). A gordura do leite é constituída por mais de 98% de triacilgliceróis. Outros lipídeos presentes são colesterol, diacilgliceróis, ácidos graxos livres e fosfolípidos.

Os ácidos graxos que se apresentam no leite, variam de quatro a vinte átomos de carbono e de zero a quatro ligações duplas (SILVA, 2003). Dentre os ácidos graxos (AG) presentes no leite, 70% são saturados, com destaque para o palmítico, mirístico, esteárico. Os AG de cadeia curta também predominam, com destaque ao butírico e capríco. Os ácidos graxos insaturados compreendem 30%, com maior representatividade de ácido oleico, linoleico e α -linolênico (FAO, 2013).

O leite de vaca e seus derivados possui naturalmente AG *trans*, proveniente de processos metabólicos do intestino dos ruminantes. Dentre estes, destaca-se o ácido linoleico conjugado (CLA), que vem sendo associado a benefícios à saúde humana, tais como melhora da condição cardiovascular, do sistema imunológico, redução do risco de desenvolvimento de doenças neurodegenerativas como a doença de Alzheimer, além de potencial efeito anticancerígeno e hipolipomiantes (GAMA et al., 2015). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura os lácteos compreendem 70% da quantidade de CLA consumidos diariamente (FAO, 2013).

Com foco na redução do risco de doenças cardiovasculares tem-se buscado a diminuição dos teores dos ácidos graxos saturados de cadeia média, e incremento da concentração do ácido oleico no leite. Por suas propriedades anticarcinogênicas tem sido também alvo das pesquisas, elevar as concentrações dos ácidos linoleicos conjugados (CLA), cujo principal isômero no leite bovino é o ácido rumênico. Além disso tem-se buscado também aumentar o seu precursor, o ácido vacênico (GAMA et al., 2015).

Um importante aspecto que normalmente implica em mudanças positivas no perfil de ácidos graxos da gordura do leite de ruminantes diz respeito à suplementação de dietas com fontes lipídicas ricas em ácidos oleico, linoleico e/ou α -linolênico, tais como óleos e grãos, ou com coprodutos da agroindústria de alimentos ou da produção de biocombustível, tais como tortas gordas de oleaginosas ou oleíferas. A inclusão de óleo em dietas de vacas leiteiras sobre os teores ácidos rumênico e vacênico, diz respeito ao dia após início do fornecimento das dietas em que os valores máximos são alcançados, bem como à própria persistência de elevadas concentrações destes ácidos graxos no leite, sendo importante do ponto de vista mercadológico, pois asseguram à indústria de laticínios qualidade da matéria prima e manutenção de níveis mínimos destes ácidos graxos

no leite e derivados lácteos, permitindo sua ininterrupta comercialização (SILVA, 2015).

3.5 CÁLCIO

O cálcio é o mineral mais abundante no organismo, ele é classificado como metal alcalino terroso, e em sua forma ionizada, atua na estimulação da musculatura, na coagulação do sangue, na transmissão dos impulsos neurais, na ativação de várias enzimas, na síntese do calcitriol (forma ativa da vitamina D), no transporte dos líquidos extracelulares. Ele é um dos principais responsáveis pela estrutura, formação, e manutenção dos ossos e dentes. O cálcio também pode contribuir para o alívio da síndrome pré-menstrual, para prevenção de câncer do cólon e para o aprimoramento da regulação da pressão arterial (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

O cálcio é encontrado principalmente em alimentos como leite e seus derivados e vegetais verde-escuro, como o espinafre e legumes secos. A sua absorção e utilização varia consideravelmente. Alguns fatores podem afetar diretamente a sua biodisponibilidade como o tipo de alimento em que é encontrado (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

O intestino delgado absorve prontamente os minerais contidos nos produtos de origem animal pois, não possuem fixadores como ocorre nos vegetais e nem fibras dietéticas que dificultam a digestão e a absorção. A interação fibra-mineral, onde há alta ingestão de fibras, retarda a absorção de cálcio e outros minerais como ferro, magnésio e fósforo. A interação mineral-mineral, também pode dificultar a absorção do cálcio pois, minerais com o mesmo peso molecular acabam competindo entre si pela absorção intestinal. Além disso a junção desses minerais, faz com que eles passem através do trato digestivo sem serem absorvidos. Nas interações vitamina-mineral, várias vitaminas interagem com os minerais, afetando a sua biodisponibilidade. A vitamina D, facilita a absorção do cálcio enquanto a vitamina C aprimora a absorção do ferro (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

A lactose, açúcar presente naturalmente no leite, aumenta a solubilidade e a osmolaridade do cálcio no íleo, que estimulam a absorção do mineral por difusão passiva uma vez que no leite, por ter pH quase neutro, grande parte do cálcio

permanece em suspensão na forma de caseinato de cálcio, citrato de cálcio e complexado a lactose (PEREIRA et. al.,2009). Estes três componentes do leite auxiliam na manutenção da solubilidade do cálcio e são, possivelmente, os responsáveis pela melhor absorção de cálcio no leite do que em outras fontes (GRÜDTNER et. al.,1997). Por estarem em grande concentração no leite estudos em suplementos medicamentosos apontam que o citrato de cálcio é mais bem absorvido que o cálcio encontrado na composição de outros sais como carbonatos e gluconatos (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

As recomendações nutricionais de cálcio variam durante a vida dos indivíduos, com maiores necessidades durante períodos de rápido crescimento, como na infância e na adolescência, durante a gravidez e lactação, na deficiência de cálcio, na prática de exercícios que resultem em alta densidade óssea e aumentam a absorção de cálcio e na velhice (FLYNN, 2003). A ingestão ideal de cálcio é aquela que conduz a um pico de massa óssea adequado na criança e adolescente, mantenha-o no adulto e minimize a perda na senilidade (GRUDTNER et al., 1997).

Crianças alimentadas com fórmulas infantis livres de lactose apresentaram menor absorção de cálcio, apesar de parecer que essas fórmulas apresentam absorção de cálcio suficiente (RENHE, 2008). O leite, pensando em biodisponibilidade, faz-se então um excelente alimento fonte de cálcio, principalmente para crianças porque além do alto teor do mineral, a lactose ajuda na absorção, possivelmente através da melhoria da solubilidade (PEREIRA, 2014). Todavia, em derivados lácteos fermentados que contêm baixo teor de lactose, a absorção de cálcio é similar à do leite (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

Sendo assim a ingestão de cálcio deve ser constante para manutenção, em limites estreitos, da concentração plasmática do cálcio para que o organismo obtenha o equilíbrio do mineral que é armazenado sob a forma de massa óssea, a qual pode passar a cálcio circulante na corrente sanguínea. Com o avançar da idade, fatores genéticos e maus hábitos alimentares podem implicar na má absorção e excreção acentuada do mineral sendo a complementação alimentar ou medicamentosa necessária (MARTINI; WOOD, 2002; MOTTA, 2000).

3.6 CASEÍNA

As proteínas desempenham um papel fundamental no organismo humano, em sua manutenção, com funções de regulação de tecidos e órgãos. São essenciais para a síntese dos anticorpos e enzimas, são responsáveis por transmitir sinais entre células e é o principal componente do músculo esquelético (STEIJNS, 2008).

Entre as proteínas alimentares mais estudadas, a proteína do leite é a que contém maior escore de classificação de acordo com o sistema de pontuação que mede a qualidade da proteína baseado nas necessidades de aminoácidos do organismo (JAGER et al., 2017). De acordo com o *Institute of Medicine of the National Academies*, a ingestão diária recomendada para proteínas dietéticas para adultos de 19 anos ou mais é de 0,8 gramas por quilo de peso corporal por dia. A variação aceitável de distribuição de macronutrientes para proteínas é de 10% a 35% das calorias totais para adultos de mais de 18 anos de idade (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2005).

O leite de vaca contém aproximadamente 32g a 35 g de proteínas por litro (DUTRA, 2017). As principais proteínas encontradas no leite, são, as caseínas e as proteínas do soro do leite. As caseínas representam, cerca de 80% das proteínas totais, 19% são soroproteínas, e 1% são as proteínas ligadas à membrana do glóbulo de gordura, que são divididas em diversas frações e porções variadas (FOX, 2009).

As caseínas são um grupo de fosfoproteínas específicas do leite que apresentam baixa solubilidade, ou seja, que se precipitam com acidificação em pH 4,6. Elas são constituídas de micelas, uma estrutura esférica, globular formada por um agregado de várias moléculas de caseínas, compostos que possuem característica polares e apolares, com 40nm a 300 nm de diâmetro (SILVA, 2003).

Através da eletroforese foi possível determinar que a caseína isoelétrica tem três proteínas, que foram nomeadas α , β e γ , em ordem decrescente de mobilidade eletroforética e representaram cerca de 75%, 22% e 3% da caseína total, respectivamente. A α -caseína foi separada em sensível ao cálcio e insensível ao cálcio, e foram nomeadas de α_s e κ -caseínas, respectivamente (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

A κ -caseína representa 12% da caseína total, e é responsável pela formação e estabilização das micelas. Ela afeta muitas propriedades tecnologicamente

importantes da proteína do leite. Já a α_s -caseína contém duas proteínas, chamadas α_{s1} e α_{s2} -caseínas (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

As caseínas também apresentam uma microheterogeneidade devido a pequenas diferenças em uma ou mais das caseínas e baseia-se em cinco fatores: variabilidade no grau de fosforilação, polimorfismo genético, ligação dissulfeto, grau de glicosilação e hidrólise das caseínas pela plasmina. Todas as caseínas são fosforiladas (P), mas em grau variável (α_{s1} , 8 ou 9P; α_{s2} , 10, 11, 12 ou 13P; β -CN, 4 ou 5P; κ -CN, 1 ou 2P por molécula). Em relação ao polimorfismo genético foi observado que todas as proteínas do leite o exibem, e pelo menos 45 polimorfos já foram detectados através de eletroforese. Os polimorfos genéticos presentes são indicados por uma letra latina da seguinte forma: β -CN A 5P, α_{s1} -CN B 9P, κ -CN A1P, etc. As caseínas α_{s1} e β não possuem cisteína e cistina, e estão presentes na α_{s2} e κ , os quais ocorrem como ligações dissulfeto intermoleculares. A κ -CN é a única caseína glicosilada, ela contém galactose, N-acetilgalactosamina e ácido Nacetilneuramínico (siálico) (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

A caseína possui regiões de grande hidrofília em sua molécula, onde essas regiões estão orientadas para o exterior, enquanto as demais se orientam para dentro, desse modo κ -caseína ocupa uma posição de destaque, atuando como estabilizadora da micela, devido à sua solubilização ao cálcio iônico (Ca^{2+}), independente da temperatura (SILVA, 2003). Quando se faz queijo, o que coagula e forma uma rede que aprisiona os demais constituintes é a caseína, enquanto a parte líquida é o soro do leite, que contém as soroproteínas. Por isso é muito importante a obtenção de um leite que tenha quantidade e qualidade de caseína.

A caseína é descrita como uma proteína "lenta" por causa de sua taxa de digestão que resulta em uma distribuição mais prolongada de aminoácidos à circulação sistêmica do que a proteína do soro do leite. Apesar da caseína estimular a síntese proteica, pesquisas mostram que seus benefícios primários consistem em suprimir a decomposição das proteínas de todo o corpo (BOIRIE et al., 1997).

A síntese das proteínas é distinta entre si, por isso não somente a quantidade de proteína, mas também, o tipo ou fonte proteica consumida é importante para a manutenção ou o aumento da massa muscular. O tipo de proteína pode influenciar os resultados de um exercício de resistência devido à composição de aminoácidos da proteína e a capacidade do corpo de digerir e metabolizar essa proteína (HAYES, 2008).

Contudo, o desempenho das proteínas lácteas indica que em um período próximo aos exercícios de resistência pode influenciar positivamente a síntese de músculos, a composição corpórea e, no final, o desempenho físico (PHILLIPS, 2005; HAYES, 2008).

3.7 SOROPROTEÍNAS

As soroproteínas correspondem a cerca de 20% da proteína total do leite bovino. Existe um interesse considerável na produção das principais proteínas do soro do leite e das menores em escala comercial para aplicações nutricionais, nutracêuticas ou funcionais (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

As principais frações proteicas do soro do leite, a β -Lactoglobulina (β -Lg) e α -Lactoalbumina (α -La), estão presentes em maior concentração e constituem, aproximadamente, 70% das proteínas totais do soro do leite. Já a albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulina (Ig), glicomacropéptido (GMP) e frações de protease-ptonas, se apresentam em pequenas concentrações no leite, como lactoferrina, lisozima, lactoperoxidase, entre outras (Tabela 2) (HARAGUCHI et al., 2006; METSÄMUURONEN; NYSTRÖM, 2009).

Tabela 2 - Concentração, em gramas por litro, das principais proteínas do soro lácteo, do leite bovino.

Proteínas do soro	Concentração no leite bovino (g/L)
β -Lactoglobulina	3,2
α -Lactalbumina	1,2
Soroalbumina (BSA)	0,4
Imunoglobulinas	0,7
Lactoferrina	0,1
Lisozima	Desprezível

Fonte: Adaptado de HENG, (1999).

As soroproteínas são solúveis em ampla faixa de pH, apresentam estrutura globular e contêm pontes dissulfeto, que conferem um determinado grau de estabilidade estrutural (AIMUTIS, 2004). Nas últimas décadas, numerosas pesquisas

vêm demonstrando as qualidades nutricionais das proteínas solúveis do soro do leite.

Elas são extraídas da porção aquosa do leite, gerada durante o processo defabricação do queijo. Durante décadas, o soro do leite era dispensado pela indústria de alimentos, sendo tratado como resíduo. Somente a partir da década de 70, os cientistas passaram a estudar as propriedades dessas proteínas (SALZANO, 2002).

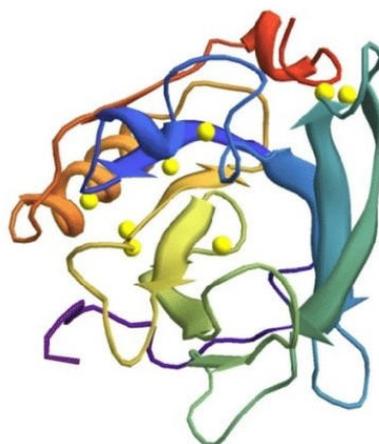
O soro do leite pode ser utilizado na sua forma original para produção de bebidas lácteas. Porém, considerando o seu alto teor de água e a finalidade de agregar valor ao produto e a seus derivados, o soro do leite pode ser concentrado. O produto concentrado é classificado, então, de acordo com o teor de proteína, e pode ter inúmeras aplicações, devido a suas características nutricionais e tecnológicas, que vão do seu uso desde ingrediente alimentício à produção de medicamentos (ALVES et al., 2014).

3.7.1 β -Lactoglobulina

A β -lactoglobulina (β -Lg) representa 50% das proteínas do soro do leite, ou seja, 12% da proteína total do leite bovino. Ela é a principal proteína do soro do leite nos leites de bovinos, búfalos, ovinos e caprinos. No entanto, a β -Lg não ocorre nos leites de humanos, ratos, camundongos entre outras espécies (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019). A β -Lg foi a primeira proteína do leite, a ser cristalizada e a designação beta é devido a seu aparecimento como segunda banda no perfil de ultracentrifugação do soro do leite. Possui estrutura tridimensional globular, composta por 15% de alfa-hélices, 43% de estrutura beta pregueada e 47% de estrutura não organizada (Figura 2) (PEREIRA et al.,2016).

O pH confere modificações na estrutura da β -Lg com associação ou dissociação de monômeros desta proteína. Em pH entre 5,1 e 6,7, ela se apresenta como dímero estável (constituído de duas unidades esféricas). Em pH menor que 3,0 ou maior que 8,0, os dímeros se dissociam em monômeros. Já na faixa de pH entre 5,1 e 3,8 (abaixo do ponto isoelétrico das mesmas) tende a formar octômeros especialmente em baixas temperaturas e elevadas concentrações de proteínas (PEREIRA et al.,2016; GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

Figura 2 - Estrutura tridimensional da β -Lactoglobulina.



Fonte: HAMMANN; SCHMID, (2014).

Quanto às características dessa fração proteica, ela apresenta em sua estrutura primária 162 resíduos de aminoácidos, massa molecular de aproximadamente 18,3 kDa (kilos Dalton), ponto isoelétrico igual a 5,2, e é rica em aminoácidos sulfurados e termosensível (ANDRADE, 2011; GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

A β -Lg é a proteína mais abundante no soro do leite bovino e praticamente não ocorre no leite humano, sendo assim considerada alergênica e antigênica, uma vez que pode causar alergia em segmentos mais sensíveis da população, principalmente crianças (ANDRADE, 2011). Ela contém duas ligações dissulfeto intramoleculares e 1 mol de cisteína por monômero.

A cisteína é especialmente importante porque reagem, após desnaturação térmica, com o dissulfeto intermolecular da κ -caseína e afetam significativamente a coagulação do coalho e a estabilidade térmica do leite. Ela também é responsável pelo sabor cozido do leite aquecido (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

A β -Lg possui uma estrutura particular, do tipo lipocalina, que forma uma espécie de cálice de caráter hidrofóbico que lhe confere propriedades funcionais. Esta estrutura em forma de cálice contribui para que ela seja uma proteína bastante estável em solução em uma ampla faixa de pH (ANDRADE, 2011). As lipocalinas possuem propriedades de ligação, no caso da β -Lg ela possui a capacidade de se ligar a muitas moléculas hidrofóbicas (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

Dentre as propriedades de grande aplicação na indústria de alimentos, podemos citar a capacidade de emulsificação, formação de espuma, geleificação e

interação com moléculas responsáveis pelo aroma e sabor do produto (ANDRADE, 2011).

Segundo PEREIRA et al. (2016) a β -Lg com sua estrutura globular é bastante estável contra a ação de ácidos e de enzimas proteolíticas presentes no estômago, como a pepsina, a tripsina e a quimotripsina, tanto *in vitro* quanto *in vivo*. Porém, em caso de ruptura das ligações dissulfeto ocorre um aumento significativo na suscetibilidade à proteólise. A β -Lg se liga ao retinol (vitamina A) em uma bolsa hidrofóbica, protege-o da oxidação e transporta-o através do estômago para o intestino delgado, onde o retinol é transferido para uma proteína de ligação ao retinol, que tem uma estrutura semelhante a β -Lg (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

Devido a sua estrutura composta por elevados níveis de estruturas secundárias e terciárias, sugere-se que a função principal desta fração proteica seja a ligação e carreamento de retinol (vitamina A) protegendo-o de oxidação, bem como a ligação a ácidos graxos livres, o que estimula a lipólise (PEREIRA et al., 2016; GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

3.7.2 α -Lactoalbumina

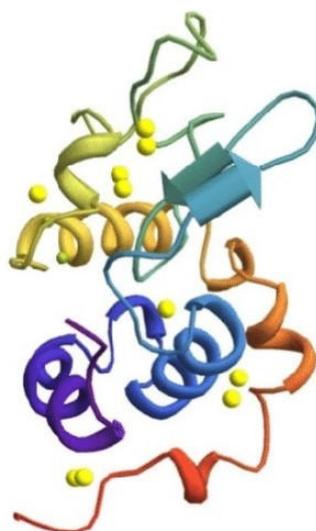
A α -Lactoalbumina (α -La) corresponde a cerca de 20% da proteína do soro de leite bovino (3,5% da proteína total do leite). α -La, é a principal proteína do leite humano, compondo 22% da proteína total e 36% das proteínas do soro. Ela é uma pequena proteína contendo 123 resíduos de aminoácidos, com massa de 14 kDa (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019; LIN et al., 2021). Dentre as proteínas contidas no soro do leite, a α -La apresenta-se como a de segundo maior teor. Ela possui a denominação α por ser a primeira banda do perfil de ultracentrifugação (PEREIRA et al., 2016). Por ser uma proteína de baixo peso molecular apresenta a propriedade de rápida digestão (MARKUS et al., 2002).

Ela contém quatro ligações dissulfeto intramoleculares por mol, mas não contém cisteína, fosfato ou hidrato de carbono. A α -La contém quatro resíduos de triptofano por mol. Seu ponto isoelétrico é pH 4,8 (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019). Em pH abaixo do seu ponto isoelétrico, apresenta tendência a formar associações, já em pH 6,6 ou acima deste, a α -Lactoalbumina permanece na forma de monômero (ANDRADE, 2011). Segundo PEREIRA et al. (2016) já foram

distinguidas duas variantes genéticas, A e B. O leite das raças *Bos taurus* contém apenas uma variante genética (B) de α -La, mas o gado Zebu produz as duas variantes (A e B) (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

Sua estrutura tridimensional (Figura 3) é praticamente esférica e exibe estrutura primária e secundária semelhante à da lisozima de clara de ovo (WHITNEY, 1944; SWAISGOOD, 2008). Dos 123 resíduos de aminoácidos 54 são idênticos aos resíduos correspondentes na lisozima de clara de ovo de galinha (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

Figura 3 - Estrutura tridimensional da α -Lactoalbumina.



Fonte: HAMMANN; SCHMID, (2014).

Dentre as características da α -Lactoalbumina, se destaca a capacidade de interação com o cálcio, sendo identificada como a única proteína capaz de se ligar a ele, estabilizando a proteína e evitando a desnaturação térmica (ANDRADE, 2011). A α -La contém dois íons Ca^{2+} por molécula em uma bolsa contendo quatro resíduos de aspartato. As proteínas que contém cálcio são mais estáveis ao calor, sendo a α -La a principal proteína do soro com esta propriedade. Após a desnaturação pelo calor (baixas temperaturas) ela renatura (GOULDING; FOX; O'MAHONY; 2019). Além do cálcio, a α -Lactoalbumina também possui forte interação com outros íons metálicos, identificada como metaloproteína, apresenta facilidade de ligação com zinco,

manganês, cádmio, cobre e alumínio o que pode facilitar sua absorção (ANDRADE,2011).

A α -La é sintetizada na glândula mamária, sua função biológica é contribuir para a atuação da lactose sintetase, enzima que catalisa a etapa final da biossíntese da lactose. Existe uma correlação direta entre as concentrações de α -La e lactose no leite (GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019; LIN et al., 2021). Ela é a principal proteína do leite humano, podendo também ser encontrada no leite de ovelha, búfala e cabra. Por ser rica em triptofano, a α -La eleva o triptofano sanguíneo sendo associado seu consumo a melhorias na saciedade, humor, percepção de dor e no ciclo de dormir e acordar. Ela também é utilizada no preparo de alimentos infantis, com o intuito de torná-los mais próximos da composição do leite humano. Além do triptofano, a α -La também é rica em lisina, leucina, treonina e cistina (KINSELLA; WHITEHEAD, 1989; MARKUS et al., 2002).

Os peptídeos hidrolisados de α -La têm várias funções biológicas, incluindo modulação da imunidade, ação antimicrobiana, antiviral, anti-hipertensiva, atividades opióides e antioxidantes (LIN et al., 2021). Alguns estudos mostraram que ela é uma das proteínas do soro ativa contra a ulceração gástrica (SGARBIERI, 2004; PEREIRA et al.,2016).

Propriedades antimicrobianas, contra, por exemplo, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*, também foram evidenciadas (LÖNNERDALI, 2003). Uma forma de α -La de alto peso molecular foi isolada da molécula de caseína humana precipitada com ácido, a qual apresentou atividade anticarcinogênica. A α -La bovina pode ser convertida em uma forma com atividade semelhante, chamada BAMLET. Essa forma também foi relatada como tendo atividade citotóxica comparável, em diferentes linhagens de células cancerígenas (BRINKMANN et al., 2011; GOULDING; FOX; O'MAHONY, 2019).

3.8 PEPTÍDEOS BIOATIVOS

Os peptídeos bioativos são definidos como fragmentos de proteínas que causam impacto positivo às funções do organismo, contribuindo para a melhoria da saúde (KORHONEN; PIHLANTO, 2006; MINE et al.,2010). Eles são constituídos por sequências de dois a vinte aminoácidos, de comprimento de cadeia variável e com baixa massa molecular inferior a 6000 Da. Quando a proteína nativa é submetida à

digestão enzimática pode ocorrer a produção de fragmentos ativos, denominados biopeptídeos ou peptídeos bioativos (SARMADI; SMAIL, 2010; BURITI; ROCHA; SAAD, 2005).

A bioatividade é definida principalmente pela composição e sequência de aminoácidos (SARMADI; ISMAIL, 2010). Alguns peptídeos derivados dos alimentos apresentam características estruturais análogas com peptídeos endógenos que atuam no organismo como neurotransmissores, hormônios ou agentes reguladores. Dessa forma, os peptídeos exógenos podem interagir com os receptores dos peptídeos endógenos e exercer funções semelhantes (HERNÁNDEZ-LEDESMA et al., 2014).

As substâncias bioativas de origem alimentar são reconhecidas pelo organismo como componentes naturais, que integram a alimentação cotidiana dos indivíduos. O seu consumo ao longo do tempo, numa frequência e quantidade apropriada pode trazer muitos benefícios à saúde, auxiliando na prevenção de doenças, principalmente de doenças não transmissíveis relacionadas à idade (PACHECO; ANTUNES, 2009).

Peptídeos derivados de alimentos são considerados um meio brando e seguro, com menores efeitos colaterais, por exemplo, do que algumas drogas normalmente utilizadas no tratamento da hipertensão (PIHLANTO-LEPPALA et al., 2000), as quais podem causar efeitos colaterais como redução da função renal, tosse, hipotensão, vermelhidão na pele, entre outros (FITZGERALD et al., 2004).

A diversidade funcional coloca os peptídeos e as proteínas em posição de destaque no campo das aplicações biotecnológicas, sendo apontados por alguns autores como possíveis substitutos de substâncias químicas utilizadas como fármacos ou conservantes de alimentos (UHLIG et al., 2014).

As proteínas do soro do leite são ricas em peptídeos bioativos, que se encontram inativos quando componentes de parte da estrutura da proteína passam a exercer suas funções quando liberados por meio de hidrólise enzimática durante a formulação de produtos alimentícios, ou no processo de digestão (KORHONEN; PIHLANTO, 2006). Essas moléculas bioativas podem ser extraídas, purificadas, concentradas e adicionadas a diversos outros alimentos de grande apelo popular, como os produtos lácteos. Entretanto, estes compostos bioativos normalmente são pouco solúveis em água, o que limita a sua utilização em produtos com baixas concentrações de gordura, e são instáveis química, térmica ou fotoquimicamente.

Neste contexto, as proteínas do leite, como as caseínas, as micelas de caseínas e as soroproteínas tornam-se veículos estratégicos para estas moléculas, podendo carrear-las, principalmente, em seus interiores hidrofóbicos, estabilizando-as por interações intermoleculares específicas. Conseqüentemente, nestes complexos proteínas-compostos bioativos, as moléculas bioativas ficam protegidas de fatores desestabilizadores como oxigênio, luz, temperatura e outros solventes (VOLP et al., 2011).

Assim, a utilização dos compostos bioativos como ingredientes para o processamento de alimentos é potencialmente promissora para a indústria, possibilitando a inovação e diversificação de diversas linhas de produto. Além disso, suprem as novas tendências dos consumidores, que buscam qualidade de vida e bem-estar. Entretanto, a indústria de alimentos possui um grande desafio, que é conseguir direcionar seus esforços para unir o conceito de saudabilidade à estabilidade das formulações, as questões regulatórias da legislação, ao custo do produto final e a uma boa aceitação sensorial (CHAGAS et al., 2020).

3.9 AMINOÁCIDOS INDISPENSÁVEIS (AI)

Entre os componentes do leite, as proteínas são os constituintes mais importantes da dieta humana, contribuindo com propriedades nutricionais, biológicas e funcionais significativas (RAFIQ *et al.*, 2016). Elas são conhecidas por sua alta qualidade nutricional, composição de aminoácidos, além de exibirem uma ampla gama de bioatividade. O soro de leite também contém dezenas de proteínas de alta qualidade, aminoácidos indispensáveis (AI), alta biodisponibilidade e bioatividade (AUESTAD; LAYMAN, 2021). O perfil de aminoácidos das caseínas e proteínas do soro de leite ocupam uma posição única na nutrição humana. A maior concentração de aminoácidos de cadeia ramificada (ACRs), presentes nas proteínas do leite, são importantes para a manutenção do crescimento tecidual, reparo e prevenção de ações catabólicas durante o exercício (RAFIQ *et al.*, 2016).

As principais proteínas do leite, como a caseína e as proteínas do soro do leite, constituem um equilíbrio favorável de aminoácidos, compostos por aminoácidos indispensáveis e não indispensáveis em concentrações variadas (RAFIQ *et al.*, 2016). Dos nove aminoácidos indispensáveis (AI), as proteínas do soro são notavelmente ricas em lisina, metionina, leucina e triptofano, que são

geralmente os aminoácidos mais limitantes em outros alimentos, e umou mais desses quatro aminoácidos são sempre limitantes em proteínas vegetais (AUESTAD; LAYMAN, 2021). No estudo feito por Rafiq *et al.* (2016) onde foi avaliado o perfil de aminoácidos da caseína e das proteínas do soro de diferentes espécies, foi observado que a leucina e a lisina são os aminoácidos indispensáveis com maior concentração na caseína e nas proteínas do soro de leite de vaca.

A leucina representa 11% a 12% das proteínas do soro do leite, aproximadamente 8% a 9% das proteínas animais (ovos, carnes e peixes) e aproximadamente 6% a 8% de vegetais proteínas (soja, ervilha, trigo, aveia e quinoa). Uma refeição com 20g a 25g de proteína de soro de leite pode fornecer o limiar de leucina de 2,5g, enquanto as carnes requerem aproximadamente 30g de proteína e os vegetais folhosos requerem 35g a 40g de proteína para fornecer a quantidade de leucina adequada para desencadear a resposta anabólica pós-prandial no músculo esquelético (AUESTAD; LAYMAN, 2021). A leucina desempenha um papel distinto no metabolismo de proteínas e na via de iniciação da tradução da síntese de proteínas musculares (RAFIQ *et al.*, 2016).

A lisina e a treonina são aminoácidos limitantes em vários recursos proteicos, também encontrados nas proteínas do soro de leite. Eles são estritamente indispensáveis, sensíveis ao catabolismo e importantes para a síntese de proteínas. As proteínas do leite especificamente provocaram um aumento maior nas concentrações de ACRs (26%) nos tecidos periféricos em comparação às proteínas de origem vegetal. Os aminoácidos de cadeia ramificada desempenham um papel significativo no controle de peso via homeostase da glicose e metabolismo lipídico.

Os suplementos a base de proteína de soro de leite e aminoácidos são meios potenciais para aumentar a massa corporal magra. Além disso, os aminoácidos o contendo enxofre (metionina, cisteína) aumentam as funções imunológicas através da conversão intracelular em glutatona, servindo assim como antioxidantes (RAFIQ *et al.*, 2016).

Em relação aos aminoácidos lisina, metionina, leucina e triptofano, segundo o método DIAAS (*Digestible Indispensable Amino Acid Score*), eles obtiveram um *score* que variou de 2,3 a 3,3 para as proteínas do soro de leite, enquanto o *score* para a proteína de soja isolada variou de 0,9 a 1,0 e para a proteína de trigo foi inferior a 0,8. A excepcional qualidade da proteína do leite, e especificamente as

soroproteínas, as tornam ideais para uso em suplementos e para criar refeições equilibradas (AUESTAD; LAYMAN, 2021).

A α -Lactalbumina, encontrada no soro do leite, é uma proteína hidrossolúvel contendo 129 aminoácidos e é notável por seu teor comparativamente alto de triptofano, lisina, cisteína, e os aminoácidos de cadeia ramificada. A sua composição única de aminoácidos e especificamente as concentrações de triptofano e cisteína, colaboram para suas diversas bioatividades envolvidas no sono, humor, função gastrointestinal, absorção de minerais, e imunidade. Ela contém quase quatro vezes o nível de triptofano em comparação com o de ovo, carne bovina, soja ou proteínas do trigo. O triptofano é o precursor direto da serotonina, o neurotransmissor produzido no cérebro, rim, pulmão e células epiteliais do intestino. A serotonina atua no cérebro melhorando o sono, humor e regulando a ingestão de alimentos (AUESTAD; LAYMAN, 2021).

A β -Lactoglobulina, também presente no soro do leite, é rica em leucina e pode ser importante para o estímulo da síntese de proteína muscular. Ela representa cerca de 55% das proteínas do soro do leite e é também uma fonte importante de aminoácidos de cadeia ramificada (ACRs). Os aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) que compõem a β -Lactoglobulina são em grande parte compostos por resíduos de leucina (aproximadamente 14,5% da β -Lactoglobulina) (HULMlet *al.*, 2010).

O efeito da ingestão de proteínas pré ou pós-exercício ricas em leucina tem um efeito positivo no aumento da síntese proteica e ganho de massa muscular. A ingestão de proteínas de alta qualidade, como as encontradas no soro do leite, estimula efetivamente a síntese de frações proteicas miofibrilares e sarcoplasmáticas no músculo em condições de repouso e em resposta ao exercício resistido (SANTIAGO, 2016).

O mais importante componente proteico de alta qualidade encontrado no soro do leite e em grandes concentrações são os aminoácidos indispensáveis de cadeia ramificada. Eles ativam uma via de sinalização intracelular (mTOR) estimulando a síntese proteica muscular. O mecanismo pelo qual os aminoácidos ativam a via mTOR pode envolver o aumento do Ca^{2+} intracelular, mas ainda não há estudos elucidativos desse mecanismo (HULMlet *al.*, 2010).

As soroproteínas podem ser usadas extensivamente para recuperação anabólica, gerando resposta máxima com o mínimo de proteína total e menos

calorias totais, que são considerações importantes para o controle de peso, condições de limitação de ingestão de alimentos, como doença ou envelhecimento, ou para recuperação pós-exercício, incluindo para uso de construção muscular para atletas (AUESTAD; LAYMAN, 2021).

Assim o *whey protein* é considerado uma proteína de alta qualidade por causa de sua abundante concentração de aminoácidos indispensáveis (principalmente os ACR) necessários para estimular a síntese de proteínas e apoiar o crescimento muscular (Tabela 3). A concentração dos aminoácidos e sua disponibilidade também podem ser preditivas da melhor resposta para a síntese proteica muscular, o que pode explicar a superioridade do soro do leite se comparado com outras fontes de aminoácidos (HULMI *et al.*, 2010).

Tabela 3 - Perfil aproximado de aminoácidos indispensáveis de várias fontes de proteínas.

Aminoácidos Indispensáveis	Whey protein isolado (g/100 g)	Whey protein hidrolisado (g/100 g)	Caseína (g/100 g)	Proteína do ovo (g/100 g)
Isoleucina	6,1	5,5	4,7	5,7
Leucina	12,2	14,2	8,9	8,4
Lisina	10,2	10,2	7,6	6,8
Metionina	3,3	2,4	3,0	3,4
Fenilalanina	3,0	3,8	5,1	5,8
Treonina	6,8	5,5	4,4	4,6
Triptofano	1,8	2,3	1,2	1,2
Valina	5,9	5,9	5,9	6,4
Total de ACRs	24,2	25,6	19,5	20,4
Total de AI	49,2	49,8	40,7	42,3

Fonte: Adaptado de HULMI *et al.* (2010).

3.10 DIETA E EXERCÍCIOS FÍSICOS

Pela ingestão equilibrada de todos os nutrientes, pode-se promover a saúde, prevenir doenças e melhorar a capacidade de rendimento do organismo (PEREIRA; CABRAL, 2007). Para que uma dieta seja equilibrada e nutritiva, algumas

características são fundamentais, tais como, a adequação e a qualidade dos alimentos, a quantidade a ser ingerida e a variedade dos nutrientes. Essas características auxiliam também no fornecimento de combustíveis necessários à prática regular e segura dos exercícios físicos (LIBERALI et al., 2016).

Entender os macronutrientes, (carboidratos, proteínas e lipídeos), é de extrema importância para a interface entre dieta e atividade física, pois é o conjunto de elementos nutricionais que formam a base de um organismo saudável e que pode levar à diferença do rendimento no exercício físico (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

3.10.1 Soroproteínas na promoção da saúde e na atividade física

As proteínas do leite exibem uma ampla gama de atividades biológicas que afetam as funções digestivas, respostas metabólicas aos nutrientes absorvidos, crescimento e desenvolvimento de órgãos e resistência a doenças. A ingestão de produtos lácteos com baixo teor de gordura ou formulações à base de proteína de soro do leite, por exemplo, são benéficas na regulação ou prevenção da síndrome metabólica, obesidade, doenças cardiovasculares, hipertensão e diabetes tipo 2 (KORHONEN; MARNILA, 2013).

As soroproteínas apresentam um alto teor de aminoácidos indispensáveis, os quais excedem às recomendações nutricionais de consumo diário, e apresentam excelentes funções biológicas. Dentre as funções biológicas podemos citar, reparação celular, construção e reparação de músculos e ossos e geração de energia. Todas essas funções são essenciais para quem pratica atividade física. Além disso, elas também possuem outros benefícios que estão ligados a processos metabólicos do corpo, como atividade imunoestimulante, proteção ao sistema cardiovascular e atividade antimicrobiana e antiviral (SGARBIERI, 2005; HARAGUCHI et al., 2006).

Evidências científicas acerca da suplementação de proteínas, aminoácidos e vitamina D, apontam para a eficácia dessa intervenção nutricional na melhoria da saúde muscular em idosos sarcopênicos, onde a administração da suplementação, associada à atividade física, tem-se uma potencialização dos resultados (HARAGUCHI, 2011).

O envelhecimento é um processo natural da vida, comum a todo ser humano. Durante esta fase, ocorre uma diminuição de aproximadamente 25% da alimentação diária, o que resulta na ingestão inadequada de proteínas, aminoácidos indispensáveis, carotenóides, selênio, vitaminas C, D e E. Essa redução da ingestão alimentar resulta na perda de tecido muscular, o que caracteriza a sarcopenia (ROBINSON; COOPER, SAYER, 2012). Porém, o consumo adequado de proteína supre as necessidades do organismo em relação aos processos anabólicos e catabólicos sofridos, o que garante um balanço nitrogenado positivo, contribuindo para a síntese proteica muscular (MARAGON; MELO, 2004).

Pesquisas realizadas por BAUER et al. (2015), LIN et al. (2020) e BO et al. (2017), onde grupos de idosos foram submetidos à suplementação do soro do leite enriquecido com leucina e vitamina D, demonstrou que a intervenção nutricional com aminoácidos indispensáveis, proteínas e vitamina D, gerou uma melhoria da saúde muscular dos idosos sarcopênicos, obtendo a melhora na marcha, e nos testes físicos realizados em cada estudo. As proteínas do soro do leite são uma rica fonte de aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina). A leucina é abundante (50-75% maior do que em outras fontes proteicas) e desempenha um papel fundamental na regulação do esqueleto e síntese de proteína muscular (PATEL, 2015).

A α -Lactoalbumina do leite de vaca e seus hidrolisados podem ser usados como suplementos em fórmula infantil devido ao alto grau (74%) de homologia de aminoácidos com α -Lado leite humano. Ela também é uma molécula transportadora de cálcio e uma boa fonte de muitos peptídeos bioativos, como inibidor da enzima conversora de angiotensina (ECA) e peptídeos opióides e antimicrobianos (KORHONEN; MARNILA, 2013). A ECA regula múltiplos processos biológicos e frequentemente implicada em complicações cardiovasculares e renais quando produzida em grande quantidade pelo organismo (PATEL, 2015). A α -La pode exercer muitas funções biológicas. Devido ao seu alto teor de triptofano (5%), o α -La pode ter efeito no metabolismo da serotonina. Um suplemento rico em triptofano baseado em α -La foi analisado por MARKUS et al. (2002), demonstrando melhora nas funções cognitivas em indivíduos vulneráveis ao estresse.

Uma forma conformacional particular de α -La presente no leite humano e também no de vaca é capaz de induzir apoptose em células tumorais e imaturas enquanto poupa células diferenciadas saudáveis. A conversão de α -La para a forma

apoptótica requer desdobramento da α -La e ligação a ácidos graxos específicos, principalmente ácidos graxos insaturados C18 na conformação cis. Assim, a α -La no leite pode ter efeitos preventivos no câncer gastrointestinal (BARBANA et al., 2011).

A β -Lactoglobulina, devido à sua propriedade lipofílica, desempenha um papel na absorção e subsequente metabolismo de ácidos graxos específicos. Essas interações coloidais por desempenhar um papel no metabolismo de proteínas e gorduras, podem ser exploradas na nutrição (KORHONEN; MARNILA, 2013). Além disso, β -Lg de leite de vaca, cabra e ovelha provou ser uma excelente fonte de peptídeos com uma ampla gama de bioatividades, como anti-hipertensivo, antimicrobiano, antioxidante, anticarcinogênico, imunomodulador, opióide, hipocolesterolêmico e outros efeitos metabólicos (CHATTERTON et al., 2006; PARK, 2009). Segundo HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ et al. (2011) a glicação de β -Lg de leite de vaca com galacto-oligosacarídeos (GOS) através da reação de Maillard forma peptídeos glicosilados estáveis à digestão. Esses peptídeos glicosilados parecem expressar atividade bifidogênica semelhante em comparação com GOS não conjugados. Esse fator leva a novas aplicações para produtos da reação de Maillard como compostos prebióticos.

O efeito antioxidante das soroproteínas está correlacionado ao fato de serem precursoras da glutathione, uma molécula que reduz os efeitos do estresse inflamatório ou oxidativo presentes em doenças como fibrose cística, pneumonia, diabetes, câncer, aterosclerose, infarto do miocárdio entre outras doenças. A glutathione reduz a produção de Interleucina-8, uma citocina que medeia respostas inflamatórias do sistema imunológico (PATEL, 2015).

3.10.2 Suplementação alimentar

Segundo Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a suplementação alimentar é destinada a pessoas saudáveis. Sua finalidade é fornecer nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos em complemento à alimentação (BRASIL, 2018). É comum esportistas e frequentadores de academias fazerem uso de suplementos alimentares com o intuito de obter um resultado mais rápido e melhorar seu desempenho (SANTOS, 2021).

O Conselho Federal de Nutricionistas (CFN) preconiza que, em indivíduos que praticam exercícios físicos regularmente, sem destaque ao desempenho, uma

dieta equilibrada, já atende todas as recomendações nutricionais dadas à população em geral (CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS, 2006). Dessa forma, recomenda-se a suplementação alimentar para casos especiais, como em atletas de alto rendimento.

De acordo com a Resolução CFN Nº 390/2006, suplementos nutricionais são produtos atribuídos à complementação da dieta, formulados de proteínas, lipídios e ácidos graxos, carboidratos e fibras, vitaminas e minerais, podendo ser isolados ou unidos entre si. Os suplementos esportivos são utilizados com o intuito de aumento de massa muscular, perda de peso, ganho de força e melhor rendimento (NABUCO et al., 2017). Em especial, os produtos lácteos e os suplementos de macro e micronutrientes podem fazer parte de um plano alimentar prescrito para auxiliar a atingir as necessidades especiais (LOPES et al., 2015).

A prática do treinamento resistido e a capacidade de síntese de proteínas musculares estão associadas, entre outros fatores nutricionais, à ingestão de quantidades diárias relativamente maiores de proteínas de alta qualidade aminoacídica. A prática de treinamento resistido é capaz de potencializar a síntese de proteínas musculares aguda e cronicamente. Atletas que realizam essa modalidade necessitam consumir uma quantidade diária relativamente maior de proteínas ricas em aminoácidos indispensáveis (AI) para recuperar o dano tecidual muscular ocasionado pelo treino. Por isso, o consumo aproximado de 20g a 25g de proteínas preferencialmente com valores significativos de leucina, parecem potencializar a síntese e recuperação miofibrilar especialmente, no pós-treino.

A magnitude da hipertrofia ocasionada por esse tipo de exercício é também influenciada por fatores metabólicos, tensionais e hormonais (SANTIAGO, 2016). A utilização incorreta de suplementos devido à falta de informação adequada ou orientação pode acarretar danos à saúde e prejuízos no desempenho físico. Sendo fundamental entender a legislação vigente, avaliar as características dos produtos e fatores associados a seu consumo, visto que no mercado atual encontra-se grande quantidade dos mesmos (NEVES et al., 2017).

3.10.3 Legislação de suplemento alimentar

No Brasil, até 2018 não havia uma definição legal para suplementos alimentares. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA),

grande parte dos produtos usados como suplementos alimentares era classificada em diferentes categorias regulatórias, como, alimentos para atletas; suplementos vitamínicos e/ou minerais; novos alimentos e/ou novos ingredientes; alimentos de propriedade funcional e/ou saúde; medicamentos específicos; e fitoterápicos. Existe no mercado um elevado número de produtos, o que dificulta a fiscalização, sendo a falta de segurança para a saúde do consumidor o maior risco associado a esse panorama. (BRASIL,2018).

Segundo a RDC nº 243 (Resolução da Diretoria Colegiada), de 26 de julho de 2018, da ANVISA, que dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares, define-se como suplemento alimentar o produto para ingestão oral, apresentado em formas farmacêuticas. Sendo destinado a suplementar a alimentação de indivíduos saudáveis com nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos, isolados ou combinados.

Nutrientes são substâncias químicas consumidas normalmente como componentes de um alimento, os quais proporcionam energia, crescimento, desenvolvimento e a manutenção da saúde.

As substâncias bioativas, podem ser nutrientes ou não nutrientes, presentes no alimento e que possuem ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano. As enzimas são proteínas capazes de catalisar reações bioquímicas, aumentando sua velocidade, desenvolvendo ações metabólicas ou fisiológicas no organismo humano. E os probióticos são micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do indivíduo (BRASIL, 2018).

Os constituintes autorizados pela ANVISA para uso em suplementos alimentares incluem os nutrientes como proteína, proteína concentrada de leite obtida de leite bovino, proteína isolada de leite obtida de leite bovino, proteínas de ervilha, girassol, lentilha, lipídeos, fibras alimentares, cálcio, vitaminas entre outros nutrientes. Dentre as substâncias bioativas tem-se o ácido hialurônico, colágeno tipo II, fosfatidilserina, silício, boro, entre outros. Dentre as enzimas, temos a lactase e dentre os probióticos tem-se *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Limosilactobacillus reuteri* associações. Esses constituintes são indicados para suplementos alimentares para indivíduos a partir de 19 anos, e não são indicados para suplementos alimentares para lactentes (0 a 12 meses) ou crianças de primeira infância (1 a 3 anos) (BRASIL, 2020).

Conforme a Instrução Normativa nº 76, de 5 de novembro de 2020 da ANVISA, que dispõe sobre a atualização das listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares, os suplementos alimentares que apresentam algum dos constituintes citados acima precisam trazer no seu rótulo a seguinte advertência: “Este produto não deve ser consumido por gestantes, lactantes, lactentes, crianças, pessoas imunocomprometidas ou pessoas acometidas de condição de saúde debilitante grave”. De acordo com o constituinte, a instrução traz a frase que deve constar na rotulagem do produto, havendo pequenas variações (BRASIL, 2020).

No que diz respeito aos suplementos alimentares a base de proteínas do soro de leite, denominados *whey protein*, não há uma legislação específica. Esses suplementos são contemplados pelas legislações de suplementos alimentares e pelas que dispõe sobre alimentos para atleta (BRASIL, 2010; BRASIL, 2018; BRASIL, 2020). Conforme a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 18, de 27 de abril de 2010 da ANVISA, que dispõe sobre alimentos para atletas, para que seja considerado um suplemento proteico o produto deve possuir uma quantidade mínima de 10g de proteínas e metade das calorias do produto devem ter como fonte a proteína. Outro ponto determinado pela RDC nº 18 de 27 de abril de 2010 da ANVISA, é a ausência de fibras alimentares na porção, ela determina que esses produtos não possam ser acrescidos de fibras alimentares e não nutrientes.

Além dos critérios supracitados é importante que o produto atenda aos critérios básicos de rotulagem como denominação de venda, lista de ingredientes, conteúdo líquido, identificação de origem, nome ou razão social e endereço importador, no caso de alimentos importados, identificação de lote, prazo de validade, instruções sobre o preparo e uso do alimento, conforme determinava a RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 da ANVISA, sobre Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados, que dispõe as informações obrigatórias que o rótulo deve conter (BRASIL, 2002).

No entanto, no Brasil, foram realizadas muitas mudanças nas normas referente a rotulagem de alimentos. Entrou em vigor no dia 1º de setembro de 2022, a nova RDC nº 727/2022, que dispõe sobre a Rotulagem de Alimentos Embalados (ANDRADE, 2022). A RDC nº 259, dispunha as definições de todo conteúdo de rotulagem, também estabelecia o que não deve conter no rótulo e na rotulagem, e os quesitos obrigatórios e como eles devem ser apresentados no produto (BRASIL,

2002). Agora revogada, pela RDC nº 727/2022, o processo de consolidação das mesmas, teve como objetivo a melhoria da técnica legislativa do ato, como a atualização da denominação dos órgãos e entidades da administração pública federal, atualização dos termos de linguagem antiquadas, eliminação de ambiguidade, simplificação dos termos técnicos da rotulagem, novos critérios de legibilidade, para proporcionar ao consumidor melhor compressão e uso dos rótulos e conseqüentemente maior funcionalidade da ferramenta para escolha dos produtos (ANDRADE, 2022).

Já a RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020, aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, estabelece definição, padronizações quanto aos constituintes e determina que as informações de porção (g) e em medida caseira, valor energético (Kcal) ou (KJ), carboidratos (g), proteínas (g), gorduras totais (g), gorduras saturadas (g), gorduras *trans* (g), fibra alimentar (g) e sódio (mg) estejam presentes no rótulo (BRASIL, 2020). Também cita os produtos ao qual ela não se aplica.

Especificamente para suplementos alimentares, a RDC nº 429 diz que o tamanho da porção declarada deve corresponder à quantidade diária recomendada pelo fabricante para cada um dos grupos populacionais específicos cujo consumo do produto é indicado no rótulo.

A Instrução Normativa IN nº75 de 8 de outubro de 2020, estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, e se aplica de maneira complementar à Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020).

Nesta normativedefine-se o valor diário recomendado (VDR), para fins de rotulagem nutricional dos alimentos para fins especiais não contemplados no § 6º do art. 8º da Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 429, de 2020, que tenham indicação para grupos populacionais específicos no seu rótulo e dos suplementos alimentares. O anexo XXI, informa o perfil de aminoácidos indispensáveis para declaração de alegações nutricionais de proteína, sendo este também um importante ponto para a discussão do trabalho.

3.11 TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO DO *WHEYPROTEIN*

O *whey protein* é um produto derivado lácteo com características nutricionais importantes, podendo ser consumido por pessoas com deficiências nutricionais, atletas profissionais ou amadores (MOURA,2017).

Entre os anos de 2010 e 2016, no Brasil, houve um aumento no consumo de suplementos alimentares de 233%, chegando a um faturamento de 1,49 bilhão de reais (MOLIN *et al.*, 2019).

A alta demanda no mercado de suplementos alimentares, em especial o *whey protein*, tem ganhado notoriedade, pois o consumo proteico está diretamente associado ao anabolismo do músculo esquelético (HARAGUCHI *et al.*, 2006).

O *whey protein* é um suplemento alimentar em pó que consiste em um concentrado de proteínas, do qual se utiliza como matéria-prima principal o soro do leite para sua produção, que por sua vez é extraído da fabricação dos queijos, sendo o principal subproduto gerado pela indústria queijeira (OLIVEIRA, 2018).

Comercialmente os produtos derivados do soro do leite, disponíveis são, concentrado proteico de soro (*whey protein concentrate* – WPC) que é o produto obtido pela remoção de constituintes não proteicos do soro de forma que o produto final seco contenha, em geral, entre 35% e 80% de teor proteico. O isolado proteico do soro (*whey protein isolate* – WPI) que é a forma comercial mais pura das proteínas do soro do leite e contém entre 80% e 95% de proteína (BRANS, 2006), e a proteína de soro hidrolisada (*whey proteinhydrolyzed*– WPH), que é obtida pela hidrólise das moléculas de proteínas durante seu processamento com a formação de segmentos proteicos menores, concentrados do soro com teor de lactose reduzido, que são produtos especiais com teor de lactose inferior a 1% e também com teor de minerais reduzidos (produto obtido pela remoção seletiva de uma parte dos minerais do soro através dos processos de troca iônica, eletrodialise ou outras técnicas de separação por membranas) (CORREIA *et al.*, 2011).

No processo de fabricação do *whey protein* de qualquer tipo, é necessário realizar a concentração do soro do leite. Este processo consiste na evaporação da água do soro, através de tecnologias por evaporação a vácuo, ou a tecnologia de separação por membrana que vai concentrar os sólidos do soro do leite (BALDASSO *et al.*, 2011).

A secagem por *spray dryer*, ou por atomização são utilizadas para obtenção de soro, concentrados (WPC) e isolados (WPI). O soro do leite é geralmente concentrado por evaporação a vácuo antes da secagem em *spray dryer*, possibilitando a concentração do soro a teores de sólidos lácteos entre 52% m/m e 60% m/m, com um custo energético por quilograma de água evaporada até vinte vezes inferior ao processo de retirada de água em *spray dryer* (CARIC et al., 2009; SCHUCK et al., 2010). A operação de secagem em *spray dryer* associada à tecnologia de separação por membranas permite a produção de pós lácteos com diferentes propriedades físicoquímicas, bioquímicas e graus de pureza, além de variadas propriedades funcionais (NARONG; JAMES, 2008; BALDASSO et al., 2011).

A secagem por atomização é uma tecnologia que consiste na remoção de parte da água do produto, permitindo armazenamento e conservação por mais tempo. Essa técnica reduz os custos logísticos, e frequentemente é a mais utilizada para desidratação de produtos lácteos. Também é considerada a operação mais importante para conservação de lácteos, pois possibilita a produção de leite em pó ou soro em pó a partir do leite ou soro, com perdas nutricionais mínimas (SCHUCK, 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um levantamento do suplemento alimentar *whey protein*, dos tipos, concentrado (WPC), isolado (WPI), e hidrolisado (WPH), de marcas nacionais por meio de trabalho de campo e por meio de consulta online.

4.1 Levantamento dos dados

Foram selecionadas quatro marcas, das quais apresentaram os três tipos de *whey protein* (WPC, WPI e WPH), totalizando 12 produtos, com conteúdo entre 0,9g e 1kg, dos sabores, natural e baunilha.

As marcas foram enumeradas, e cada proteína foi representada pela letra inicial correspondente ao tipo do produto, sendo as amostras das diferentes marcas de *whey protein* concentrado, representada pela letra (C), as amostras de *whey*

*protein*isolado pela letra (I), e as amostras de *whey protein*hidrolisado, pela letra (H), ou seja, a amostra C1 representa o *whey protein*concentrado da marca 1, e assim respectivamente para cada amostra conforme representado pela Tabela 4.

Tabela 4 - Tabela nutricional encontrada na rotulagem das diferentes marcas de WPC, WPI, WPH (padronizada para porção de 100g).

Amostra	Valor energético (kcal)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Gorduras totais (g)	Gorduras Saturadas (g)	Fibras (g)	Sódio (mg)
C1	408,0	10,0	80,0	5,3	0,0	0,0	0,2
C2	350,0	10,7	71,4	2,9	1,4	0,0	0,3
C3	396,0	8,8	80,0	4,4	4,4	0,0	0,2
C4	405,7	25,7	62,9	5,7	2,9	0,0	0,5
I1	373,3	3,3	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
I2	327,7	0,0	81,8	0,0	0,0	0,0	0,2
I3	363,0	7,0	88,9	0,0	0,0	0,0	0,4
I4	155,0	0,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,1
H1	360,0	0,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
H2	333,3	0,0	83,3	0,0	0,0	0,0	0,5
H3	370,0	5,0	83,3	2,0	1,0	0,0	0,3
H4	384,5	5,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Média Geral	352,2	6,3	83,0	1,7	0,8	0,0	0,3
Valor Máximo	408,0	25,7	95,0	5,7	4,4	0,0	0,5
Valor Mínimo	155,0	0,0	62,9	0,0	0,0	0,0	0,1
Amplitude	253,0	25,7	32,2	5,7	4,4	0,0	0,4
Desvio padrão	67,2	7,3	9,0	2,3	1,4	0,0	0,1
Erro padrão da média	19,4	2,1	2,6	0,7	0,4	0,0	0,0
Coefficiente de variação	19%	116%	11%	136%	178%	0,0	47%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A partir da conclusão do levantamento dos dados, foram realizadas análises da rotulagem dos produtos quanto a composição nutricional, com ênfase nos teores de proteína, aminoácidos, lista de ingredientes, considerando também a denominação de venda, alegações, e atributos no *display* frontal.

4.2 Legislações utilizadas

Trabalhou-se juntamente com consultas a legislação que regulamenta os suplementos alimentares, como a RDC n° 259 de 20 de setembro de 2002, que se aplica a rotulagem de todo alimento que seja comercializado, qualquer que seja sua origem embalado na ausência do cliente e pronto para oferta ao consumidor (BRASIL, 2002). Sendo esta complementa a RDC n° 136 de 8 de fevereiro de 2017.

A Resolução da Diretoria Colegiada RDC n° 727 de 1° de julho de 2022, que dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados, revogou a RDC n° 259/2002. A RDC n° 429 de 8 de outubro de 2020, dispõe sobre rotulagem nutricional dos alimentos embalados em conjunto com a IN n° 75 de 8 de outubro de 2020, onde foram observados no anexo XX, a designação, alegação para produto como fonte de proteína, mínimo de 10% do VDR, alegação para produto com alto conteúdo de proteína, mínimo 20% do VDR, e para produto aumentado em proteína com mínimo de 25%.

A IN n° 28 de 26 de julho de 2018, que estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares, dispõe dos limites mínimos e máximo que os constituintes devem ter na porção dos produtos, para análise comparativa dos valores encontrados.

A IN n°76 de 5 de novembro de 2020 que dispõe sobre a atualização das listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares, foram também consultadas para maior entendimento do que rege a regulamentação de suplementos alimentares para construção das tabelas.

Ressaltando que o trabalho foi realizado com base nas legislações vigentes, ainda que a legislação vindoura esteja breve, não foi o objetivo do trabalho analisá-la, pois, não está disponível no mercado o rótulo desses produtos adequados a nova legislação que é para alimentos previamente embalados.

4.3 Construção das tabelas

Mediante análises das rotulagens, foram reproduzidas as tabelas de informação nutricional, a tabela de aminograma, de cada produto, com padronizaçãodas unidades de medidas para grama, pois, não havia uma

padronização quanto as unidades de medidas dos constituintes, tanto da tabela nutricional quanto do aminograma e dos valores das porções. A padronização dos dados das tabelas, permitiu uma melhor visualização das informações e verificação das diferenças quanto aos teores dos mesmos.

Em sequência converteu-se os valores dos constituintes para porção de 100g, para maior equidade dos teores de cada constituinte e para comparações necessárias dos dados.

As tabelas foram construídas através do programa Excel, com medidas de dispersão para melhor visualização dos valores.

4.4 Análise estatística utilizada

Foi aplicada estatística descritiva sobre todos os constituintes das tabelas das informações nutricionais presente nos rótulos dos produtos. Assim como nas tabelas com os valores de cada tipo de *whey protein*.

Com os dados apresentados nas tabelas quanto aos teores de proteína, do *whey protein* concentrado, isolado e hidrolisado, realizou-se a aplicação estatística através da análise de variância para verificar se os teores de proteína se diferem entre si.

Utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias entre os teores dos três tipos de proteína, a fim de apontar onde há a diferença entre os teores dos constituintes.

Determinou-se o percentual de cada aminoácido presente na porção de cada produto, e avaliou-se, se os produtos estão em conformidade com a legislação.

As bases de dados, *Scopus* (Elsevier), Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES, foram utilizadas para a construção deste documento. Além da análise estatística descritiva, análise de variância e teste de Tukey, com auxílio do software Microsoft Excel.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a legislação para suplemento alimentar, instrução normativa, IN nº28 de 26 de julho de 2018, a qual está enquadrado o produto *whey protein*, são estabelecidos limites para nutrientes que não podem ser ultrapassados na recomendação diária de consumo indicada pelo fabricante conforme demonstrado na Tabela 5, onde encontra-se os valores mínimo e máximo para aminoácidos indispensáveis que devem estar presentes nas porções em miligrama por grama de proteína.

Tabela 5 – Lista dos limites de uso de nutrientes, segundo a IN nº28 de 26 de julho de 2018

Aminoácidos indispensáveis	Teor na porção/mg/g de proteína	
	Limite mínimo	Limite máximo
Proteína (g)	8,4	NE
Histidina	105	2120
Isoleucina	210	3240
Leucina	409,5	5660
Lisina	315	4940
Metionina + Cisteína	147	2360
Fenilalanina + tirosina	525	5570
Treonina	157,5	2720
Triptofano	42	860
Valina	273	3600

NE: valor não estabelecido pela legislação.
 Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 6, são apresentados os dados da informação nutricional dos doze produtos, *whey protein* do tipo concentrado (WPC), isolado (WPI) e hidrolisado (WPH), exibindo o código das amostras, o valor energético, teor de carboidrato, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, fibras e sódio.

Os valores nutricionais foram padronizados para uma porção de 100g a partir das informações disponibilizadas nos rótulos dos produtos para melhor entendimento do leitor, e maior homogeneidade dos valores, já que a porção dos produtos declarada nas rotulagens foram correspondidas à quantidade diária recomendada pelo fabricante.

Tabela 6– Tabela geral nutricional encontrada na rotulagem das diferentes marcas de WPC, WPI, WPH (padronizada para porção de 100g).

Amostra	Valor energético (kcal)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Gorduras totais (g)	Gorduras Saturadas (g)	Fibras (g)	Sódio (mg)
C1	408,0	10,0	80,0	5,3	0,0	0,0	0,2
C2	350,0	10,7	71,4	2,9	1,4	0,0	0,3
C3	396,0	8,8	80,0	4,4	4,4	0,0	0,2
C4	405,7	25,7	62,9	5,7	2,9	0,0	0,5
I1	373,3	3,3	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
I2	327,7	0,0	81,8	0,0	0,0	0,0	0,2
I3	363,0	7,0	88,9	0,0	0,0	0,0	0,4
I4	155,0	0,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,1
H1	360,0	0,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
H2	333,3	0,0	83,3	0,0	0,0	0,0	0,5
H3	370,0	5,0	83,3	2,0	1,0	0,0	0,3
H4	384,5	5,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Média Geral	352,2	6,3	83,0	1,7	0,8	0,0	0,3
Valor Máximo	408,0	25,7	95,0	5,7	4,4	0,0	0,5
Valor Mínimo	155,0	0,0	62,9	0,0	0,0	0,0	0,1
Amplitude	253,0	25,7	32,2	5,7	4,4	0,0	0,4
Desvio padrão	67,2	7,3	9,0	2,3	1,4	0,0	0,1
Erro padrão da média	19,4	2,1	2,6	0,7	0,4	0,0	0,0
Coeficiente de variação	19%	116%	11%	136%	178%	0,0	47%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os teores de proteína na Tabela 6, quanto ao limite mínimo estipulado para proteína na porção, mostra que todos os produtos estão de acordo com a legislação, e os teores dos constituintes são coesos com o processo de obtenção do produto.

As Tabelas 7, 8 e 9, foram desmembradas a partir da Tabela 6, para uma análise mais incisiva dos resultados.

A Tabela 7, apresenta os teores dos constituintes nutricionais dos suplementos alimentares WPC, padronizados para uma porção de 100g, a partir das informações disponibilizadas nos rótulos dos produtos.

Tabela 7 - Tabela nutricional encontrada na rotulagem das diferentes marcas de WPC (padronizada para porção de 100g).

Amostra	Valor energético (kcal)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Gorduras Totais (g)	Gorduras Saturadas (g)	Fibras (g)	Sódio (mg)
C1	408,0	10,0	80,0	5,3	0,0	0,0	0,2
C2	350,0	10,7	71,4	2,9	1,4	0,0	0,3
C3	396,0	8,8	80,0	4,4	4,4	0,0	0,2
C4	405,7	25,7	62,9	5,7	2,9	0,0	0,5
Média Geral	389,9	13,8	73,6	4,6	2,2	0,0	0,3
Valor Máximo	408,0	25,7	80,0	5,7	4,4	0,0	0,5
Valor Mínimo	350,0	8,8	62,9	2,9	0,0	0,0	0,2
Amplitude	58,0	16,9	17,2	2,9	4,4	0,0	0,3
Desvio padrão	27,1	8,0	8,2	1,3	1,9	0,0	0,1
Erro padrão da média	13,6	4,0	4,1	0,6	0,9	0,0	0,1
Coefficiente de variação	7%	58%	11%	28%	87%	0,0	48%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Apesar de não haver um número de repetições/amostras o suficiente para uma discussão estatística mais ampla da Tabela 7, o coeficiente de variação do teor de carboidrato de 58%, aponta uma variação considerável entre as amostras.

No processo de fabricação do *whey protein*, retira-se os componentes não proteicos do soro de leite, a fim de obter um produto final seco que contenha de 35% a 80% de teor proteico (BALDASSO, 2017). Essa margem na porcentagem do coeficiente de variação de carboidrato no produto, mostra que o valor encontrado para a amostra C4, apesar de ser alta quando comparadas com as outras amostras, está enquadrada dentro dos padrões usuais para este produto. Porém, a busca do

consumidor para este tipo de produto, é de um teor menor de carboidrato e de proteína aproximadamente 80%. Esta amostra, também apresenta o maior valor para gorduras totais, de 5,7g, o que pode ser ruim para a aquisição do produto, uma vez que o consumidor não busca presença de gordura nesse tipo de produto.

Estes fatores podem ser um indicio da falta de padronização referente a defasagem na regulamentação para suplemento alimentar *whey protein*, que não estabelece uma equidade das porções.

A rotulagem de cada produto analisado, apresentou diferentes valores da porção de uso do *whey protein*. Observou-se porção de 30g, 28g, 25g e 35g, o que pode confundir o consumidor na escolha da aquisição do produto, sendo um indicativo da falta de uma normatização técnica específica para suplemento alimentar *whey protein*.

As amostras C1 e C3, apresentaram o mesmo valor para proteína, 80g/100g, sendo o maior valor entre as amostras, e a amostra C2 com valor de 71,4g/100g.

Os teores de proteína das amostras da Tabela 7, estão em conformidade com os valores estabelecidos pela Instrução Normativa de nº 28, de 26 de julho de 2018, atingiram o mínimo recomendado que é de 8,4g.

A Tabela 8 apresenta os valores nutricionais dos suplementos alimentares WPI, padronizados para uma porção de 100g, a partir das informações disponibilizadas nos rótulos dos produtos analisados.

Tabela 8 - Tabela nutricional encontrada na rotulagem das diferentes marcas de WPI (padronizada para porção de 100g).

Amostra	Valor energético (kcal)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Gorduras Totais (g)	Gorduras Saturadas (g)	Fibras (g)	Sódio (mg)
I1	373,3	3,3	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
I2	327,7	0,0	81,8	0,0	0,0	0,0	0,2
I3	363,0	7,0	88,9	0,0	0,0	0,0	0,4
I4	155,0	0,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Média Geral	304,7	2,6	88,9	0,0	0,0	0,0	0,2
Valor Máximo	373,3	7,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Valor Mínimo	155,0	0,0	81,8	0,0	0,0	0,0	0,1
Amplitude	218,3	7,0	13,2	0,0	0,0	0,0	0,3
Desvio padrão	101,7	3,4	5,4	0,0	0,0	0,0	0,1
Erro padrão da média	50,9	1,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,1
Coefficiente de variação	33%	129%	6%	0,0	0,0	0,0	51%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Quando comparadas as Tabelas 7 e 8, percebe-se um maior valor para proteína na Tabela 8. Esse fato justifica-se pelo processo de obtenção do isolado proteico de soro (*whey protein isolate* – WPI), que é a forma comercial mais pura das proteínas do soro e contém entre 80 e 95% de proteína (BRANS, 2006).

A amostra I4, apresentou o maior teor de proteína 95g, no entanto não fez menção dos teores de carboidrato e de gordura, mostrando que falta alegação de constituinte na rotulagem do produto. Esse quadro também se dá as amostras I1, I2, e I3 por mostrar falta dos teores dos constituintes que não estão declarados no rótulo. A amostra I2, chama atenção pelos teores dos constituintes que são 81,8g de proteína e 0,2g de sódio, totalizando 90g de produto, ou seja, 10g de algum constituinte não está declarado no rótulo.

Mediante a lista de limites de nutrientes para suplementos alimentares da IN 28, os limites das amostras da Tabela 8 também estão em conformidade com os valores estabelecidos pela legislação, IN nº28 de 26 de julho de 2018, pois atinge o mínimo recomendado que é de 8,4g de proteína. Ressaltando que a lista da IN28 para limites de nutriente para suplemento alimentar, não estabelece limite máximo para teor de proteína.

A Tabela 9 apresenta os valores nutricionais dos suplementos alimentares WPH, padronizados para uma porção de 100g, a partir das informações disponibilizadas nos rótulos dos suplementos alimentares.

Tabela 9 - Tabela nutricional encontrada na rotulagem das diferentes marcas de WPH (padronizada para porção de 100g).

Amostra	Valor energético (kcal)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Gorduras totais (g)	Gorduras Saturadas (g)	Fibras (g)	Sódio (mg)
H1	360,0	0,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
H2	333,3	0,0	83,3	0,0	0,0	0,0	0,5
H3	370,0	5,0	83,3	2,0	1,0	0,0	0,3
H4	384,5	5,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Média Geral	362,0	2,5	86,7	0,5	0,3	0,0	0,3
Valor Máximo	384,5	5,0	90,0	2,0	1,0	0,0	0,5
Valor Mínimo	333,3	0,0	83,3	0,0	0,0	0,0	0,2
Amplitude	51,2	5,0	6,7	2,0	1,0	0,0	0,4
Desvio padrão	21,6	2,9	3,9	1,0	0,5	0,0	0,2
Erro padrão da média	10,8	1,4	1,9	0,5	0,3	0,0	0,1
Coefficiente de variação	6%	115%	4%	200%	200%	0,0	54%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 9, o maior valor para proteína corresponde as amostras H1 e H4, ambas com teor de 90g/100g e amostra H2 e H3 ambas também com valores iguais de 83,3g/100g.

O *whey protein* hidrolisado é obtido pela hidrólise das moléculas de proteínas durante seu processamento com a formação de segmentos proteicos menores; concentrados de soro com teor de lactose reduzido, que são produtos especiais com teor de lactose inferior a 1% e também o soro com teor de minerais reduzidos (produto obtido pela remoção seletiva de uma parte dos minerais do soro através dos processos de troca iônica, eletrodialise ou outras técnicas de separação por membranas) (CORREIA *et al.*, 2011). Essa afirmação pode justificar os valores encontrados nas amostras para carboidratos e proteína, assim como o valor do coeficiente de variação de 4% para proteína, apontando uma uniformidade e conformidade entre as amostras de acordo com a legislação.

A Tabela 10 faz menção à análise de variância, demonstrando haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os teores de proteína dos suplementos estudados.

Tabela 10 - Análise de variância para os teores de proteínas dos *whey protein* concentrado, isolado e hidrolisado.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	Valor F	Valor-p
Tratamento	2	550,2869	275,1434	7,3767	0,0127
Erro	9	335,6916	37,2991		(* $p < 0,05$)
Total	11	885,9785			

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 11, tem-se o teste de Turkey, para comparação das médias entre os teores de proteína dos três tipos de proteínas, *whey protein* concentrado, *whey protein* isolado e *whey protein* hidrolisado.

Tabela 11 - Teste de Tukey aplicado aos teores de proteínas dos *whey protein* concentrado, hidrolisado e isolado.

Pares de Tratamentos	Teor de proteínas (g/100g)	Tukey Valor-p	Tukey - Inferência
Concentrado vs. Isolado	73,56	0,0152142	* ($p < 0,05$)
Concentrado vs. Hidrolisado	88,93	0,0342383	* ($p < 0,05$)
Isolado vs. Hidrolisado	83,05	0,8531635	^{ns} ($p > 0,05$)

(*) Estatisticamente significativo.

(^{ns}) Estatisticamente não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao serem comparadas as médias, com o auxílio do teste de Tukey (Tabela 11), verificou-se que os suplementos isolado e hidrolisado não diferem nos seus teores de proteínas. O suplemento concentrado apresenta teor de proteínas significativamente diferente (menor) do que os teores dos suplementos hidrolisado e isolado. Portanto o teor de proteína entre os produtos WPI e WPH, estatisticamente se equivalem.

A Tabela 12 apresenta as listas de ingredientes presentes nos rótulos dos suplementos alimentares *whey protein*.

Tabela 12 - Lista de ingredientes apresentada no rótulo de diferentes marcas e tipos de *whey protein*.

<i>Whey protein</i>	Tipo	Sabor	Lista de ingredientes
C1	Concentrado	Natural	Concentrado proteico do soro do leite [WPC] e emulsificante: lecitina de soja.
C2	Concentrado	Natural	Proteína concentrada do soro do leite.
C3	Concentrado	Natural	Proteína concentrada do soro de leite e emulsificante lecitina de soja.
C4	Concentrado	<i>Sundae Vanilla</i>	<i>Whey protein</i> isolado, aroma artificial idêntico ao natural de vanilla sundae, antiuementante fosfato tricálcio, goma xantana, mix de vitaminas (ácido ascórbico [vit.C], riboflavina [Vit. B2], piridoxina [Vit. B6], tiamina [Vit.B1], biotina [Vit. H], cianocobalamina [Vit. B12], edulcorantes acessulfame de potássio e suclarose.
I1	Isolado	Natural	Proteína isolada do soro de leite (WPI) e emulsificante (lecitina de soja).
I2	Isolado	Baunilha	Proteína Isolada do Soro do Leite por Troca Iônica, Aroma Idêntico ao Natural de Baunilha e Edulcorante Natural Glicosídeos de Esteviol (Stevia).
I3	Isolado	Baunilha	Proteína isolada do soro do leite, aromatizante, edulcorantes sucralose e acessulfame de potássio e emulsificante lecitina de soja.
I4	Isolado	Baunilha	<i>Whey protein</i> isolado, aroma artificial idêntico ao natural de vanilla sundae, antiuementante fosfato tricálcio, goma xantana, mix de vitaminas (ácido ascórbico [vit.C], riboflavina [Vit. B2], piridoxina [Vit. B6], tiamina [Vit.B1], biotina [Vit. H], cianocobalamina [Vit. B12], edulcorantes acessulfame de potássio e suclarose.
H1	Hidrolisado	Natural	Isolado proteico de soro de leite hidrolisado (WPH), lecitina de soja (emulsificante).
H2	Hidrolisado	Baunilha	Proteína Isolada Hidrolisada do Soro do Leite, Aroma Idêntico ao Natural de Baunilha e Edulcorante Natural Glicosídeos de Esteviol.
H3	Hidrolisado	Baunilha	Proteína de soro do leite hidrolisada, proteína de soro do leite isolada, aromatizantes, edulcorantes sucralose e acesulfame de potássio e emulsificantes lecitina de girassol, lecitina de arroz e lecitina de soja.
H4	Hidrolisado	Baunilha	<i>Whey protein</i> isolado, <i>whey protein</i> hidrolisado aroma artificial idêntico ao natural de baunilha, antiuementante fosfato tricálcio, goma xantana, mix de vitaminas (ácido ascórbico [vit.C], riboflavina [Vit. B2], piridoxina [Vit. B6], tiamina [Vit.B1], biotina [Vit. H], cianocobalamina [Vit. B12], edulcorantes acessulfame de potássio e suclarose.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A lista de ingrediente presente nos rótulos dos produtos *whey protein* apresenta produtos similares em sua composição.

As amostras C1 e C4 contêm os mesmos ingredientes, isso pode ter ocorrido por serem produtos do mesmo tipo de proteína WPC.

Foram selecionados produtos de sabor Natural, e sabor Baunilha, para obtenção de parâmetros de comparação mais proporcionais entre as amostras.

Nos produtos sabor natural, os ingredientes encontrados são; proteína do soro do leite de acordo com sua tipagem, por exemplo: concentrado proteico do soro do leite e assim para cada proteína, e emulsificante lecitina de soja, sem adição de aditivos e aromatizantes.

A lista de ingrediente dos produtos sabor baunilha, também se assemelham, tendo uma maior quantidade de ingredientes contendo, aroma artificial, edulcorantes, antiuementantes, mix de vitaminas e espessantes.

Apesar dos produtos sabor natural apresentarem uma lista de ingredientes menor, o que tem tido grande aceitabilidade pelo consumidor que tem buscado por hábitos saudáveis, rótulo limpo, e isento de açúcares e conservantes (VENÂNCIO, 2020), os produtos do sabor baunilha, apresentam característica importantes que proporcionam uma experiência sensorial mais agradável ao paladar (SETHI, et al., 2016), sendo esta um dos principais motivos para aquisição do produto.

Um produto com maior quantidade de ingredientes nem sempre vai demonstrar um rótulo sujo, pois a maioria dos ingredientes são necessários para melhorar as funções e características do produto.

Os aromatizantes conferem propriedades organolépticas que caracteriza sabor, e aroma sendo imprescindíveis para aceitabilidade do produto.

Os emulsificantes e os estabilizantes, facilitam a homogeneidade dos aromas, ou sua incorporação nos produtos alimentícios, e os antiuementantes que são utilizados para obtenção, para manter caso necessário, a fluidez dos aromatizantes em pó.

As Tabelas 13, 14 e 15 apresentam os valores dos aminogramas dos produtos de WPC, somente com os teores dos aminoácidos indispensáveis em uma porção de 30g, a qual simula um scoop de *whey protein* comumente encontrado dentro dos produtos.

No aminograma da rotulagem dos produtos, foram apresentados os teores dos aminoácidos indispensáveis e dos aminoácidos não indispensáveis. Porém na literatura há somente valores de RDA para os aminoácidos indispensáveis.

Na primeira coluna das tabelas, tem-se os teores que cada aminoácido apresenta dentro da porção de 30g em miligramas.

Em seguida apresenta-se a porcentagem que cada aminoácido representa nessa porção a partir da RDA de referência, para homem (70kg) e mulher (60kg) com faixa etária de 19 a 30 anos.

Tabela 13 - Teores de aminoácidos indispensáveis encontrados nos concentrados proteicos de soro de leite em porcentagens de atendimento da recomendação diária para adulto(RDA) para homens e mulheres, baseadas na porção de 30g de produto.

Aminoácidos indispensáveis	Teor na porção mg/30g				RDA (mg/kg/dia)	RDA (mg/dia/homem 70kg)	% de atendimento da RDA homem				RDA (mg/dia/mulher 60kg)	% de atendimento da RDA mulher			
	C1	C2	C3	C4			C1	C2	C3	C4		C1	C2	C3	C4
Histidina	450	380	520	250	14	980	45,9	38,7	53,0	25,5	840	53,5	45,2	61,9	29,7
Isoleucina	1510	1320	1500	1020	19	1330	113,5	99,2	112,3	76,6	1140	132,4	115,7	131,5	89,4
Leucina	2520	2200	2640	1970	42	2940	85,7	74,8	89,7	67,0	2520	100,0	87,3	104,7	78,1
Lisina	450	1860	2190	1540	38	2660	16,9	69,9	82,3	57,8	2280	19,7	81,5	96,0	67,5
Metionina + Cisteína	1340	1036	998	650	19	1330	100,7	77,3	74,4	48,5	1140	117,5	90,8	87,5	57,0
Fenilalanina + tirosina	1580	990	1590	840	33	2310	68,3	42,8	68,8	36,3	1980	79,7	50,0	80,0	42,4
Treonina	1730	1440	1620	1110	20	1400	123,5	102,8	115,7	79,2	1200	144,1	120,0	135,0	92,5
Triptofano	570	510	390	420	5	350	162,8	145,7	111,4	120,0	300	190,0	170,0	130,0	140,0
Valina	1410	1250	1500	1020	24	1680	83,9	74,4	89,2	60,7	1440	97,9	86,8	104,1	70,8

RDA: Recomendação diária para adultos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Tabela 13, mostra que para um homem de 70kg encontra-se mais de 100% de atendimento para isoleucina, para treonina e para triptofano, enquanto que para mulher de 60kg, se tem mais de 100% para isoleucina, leucina, treonina, triptofano e valina. Dentre as amostras, C1 apresentou o menor percentual de lisina para homem com 16,9% e para mulher com 19,7%.

Nos treinos de resistência, um indivíduo necessita de 1,2g a 1,4g de proteína por quilograma de peso ao dia, enquanto que atletas de força necessitam de 1,6g a 1,7g por peso por dia, bem superior a 0,8g/kg de peso por dia, estabelecidos para indivíduos sedentários. Segundo a Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva, a ingestão diária de proteínas para indivíduos fisicamente ativos deveria ser de 1,4g a 2,0g/kg/dia de proteína, as quais não somente auxiliam como também aumentam as adaptações decorrentes do treinamento. (CAMPBELL *et al.*, 2007).

A ingestão de proteína ou aminoácidos, após exercícios físicos, favorece a recuperação e a síntese proteica muscular (HARAGUCHI, 2006). Além disso, quanto menor o intervalo entre o término do exercício e a ingestão proteica, melhor será a resposta anabólica ao exercício.

Existem diferentes vias pelas quais as proteínas do soro favorecem a hipertrofia muscular e o ganho de força, otimizando, dessa forma, o treinamento e o desempenho físico. A quantidade e o tipo de proteína ou de aminoácido, fornecidos após o exercício, influenciam a síntese proteica. Os valores da Tabela 13, demonstra suprir a necessidade tanto para indivíduos que praticam treinamento de resistência, como para atletas de força, apresentando valores satisfatórios para uma suplementação com *whey protein*.

Na Tabela 14, a maioria dos valores para leucina estão acima da RDA.

A ingestão de fontes proteicas cuja concentração de leucina seja predominante, é apontado como o principal fator aminoacídico de caráter hipertrófico. Isso decorre porque a leucina possui em sua conformação química, específicas propriedades capazes de potencializar o principal agente molecular mediador do processo celular de hipertrofia miofibrilar, a *mammalian target of rapamycin* ou mTOR (PAES, 2016).

Tabela 14 - Teores de aminoácidos indispensáveis encontrados nos isolados proteicos de soro de leite e porcentagens de atendimento da recomendação diária para adulto (RDA) para homens e mulheres, baseadas na porção de 30g de produto.

Aminoácidos indispensáveis	Teor na porção mg/30g				RDA (mg/kg/dia)	RDA (mg/dia/homem 70kg)	% de atendimento da RDA homem				RDA (mg/dia/mulher 60kg)	% de atendimento da RDA mulher			
	I1	I2	I3	I4			I1	I2	I3	I4		I1	I2	I3	I4
Histidina	560	500	511	291	14	980	57,1	51,0	52,1	29,6	840	66,7	59,5	60,8	34,5
Isoleucina	1940	1574	1800	1114	19	1330	145,9	118,3	135,3	83,7	1140	170,2	138,1	157,9	97,7
Leucina	3200	3574	3055	1577	42	2940	108,8	121,6	103,9	53,6	2520	127,0	141,8	121,2	62,5
Lisina	2370	2800	2744	1465	38	2660	89,1	105,3	103,2	55,1	2280	103,9	122,8	120,4	64,2
Metionina + Cisteína	1310	1600	1222	342 ¹	19	1330	98,5	120,3	91,9	-	1140	114,9	140,4	107,2	-
Fenilalanina + tirosina	1690	2000	1751	888	33	2310	73,2	86,6	75,8	38,4	1980	85,4	101,0	88,4	44,8
Treonina	2160	1324	1511	NC	20	1400	154,3	94,6	107,9	-	1200	180,0	110,3	125,9	-
Triptofano	510	600	477	300	5	350	145,7	171,4	136,3	85,7	300	170,0	200,0	159,0	100,0
Valina	1700	1400	1811	977	24	1680	101,2	83,3	107,8	58,1	1440	118,1	97,2	125,8	67,8

¹: Não constam teores cisteína; NC: Não constam teores de treonina.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Não consta teores para cisteína e treonina na amostra I 4.

Na Tabela 15, para um homem de 70kg atende-se mais de 100% para isoleucina, leucina, lisina, treonina para triptofano e valina, enquanto que para mulher de 60kg, há uma exceção de atendimento nos valores para histidina que apresenta os menores percentuais na porção dentre as amostras.

Estudos têm mostrado que somente os aminoácidos indispensáveis, especialmente a leucina, são necessários para estimular a síntese proteica. Nesse sentido, os teores de leucina na Tabela 14, supre a necessidade para homens e mulheres, sendo uma excelente fonte proteica, podendo potencializar o ganho de massa muscular.

Tabela 15- Teores de aminoácidos indispensáveis encontrados nos hidrolisados proteicos de soro de leite e porcentagens de atendimento da RDA para homens e mulheres adultos, baseadas na porção de 30 g de produto.

Aminoácidos indispensáveis	Teor na porção mg/30g				RDA (mg/kg/dia)	RDA (mg/dia/homem 70kg)	% de atendimento da RDA homem				RDA (mg/dia/mulher 60kg)	% de atendimento da RDA mulher			
	H1	H2	H3	H4			H1	H2	H3	H4		H1	H2	H3	H4
Histidina	480	579	423	NC	14	980	49,0	59,1	43,2	-	840	57,1	68,9	50,4	-
Isoleucina	1890	2109	1561	NC	19	1330	142,1	158,6	117,4	-	1140	165,8	185,0	136,9	-
Leucina	2880	3312	2488	NC	42	2940	98,0	112,7	84,6	-	2520	114,3	131,4	98,7	-
Lisina	2940	2735	2400	NC	38	2660	110,5	102,8	90,2	-	2280	128,9	120,0	105,3	-
Metionina + Cisteína	570	1400	1159	NC	19	1330	42,9	105,3	87,1	-	1140	50,0	122,8	101,7	-
Fenilalanina + tirosina	1650	1778	1423	NC	33	2310	71,4	77,0	61,6	-	1980	83,3	89,8	71,9	-
Treonina	1980	2337	1718	NC	20	1400	141,4	166,9	122,7	-	1200	165,0	194,8	143,2	-
Triptofano	600	630	441	NC	5	350	171,4	180,0	126,0	-	300	200,0	210,0	147,0	-
Valina	1470	1860	1338	NC	24	1680	87,5	110,7	79,6	-	1440	102,1	129,2	92,9	-

NC: Não constam teores de aminoácidos no rótulo do produto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na Tabela 15, observa-se que para um homem de 70kg há mais de 100% de atendimento para isoleucina, leucina, lisina, treonina para triptofano e valina, enquanto que para mulher de 60kg, os aminoácidos indispensáveis com 100% ou mais de atendimento na RDA na porção são isoleucina, leucina, lisina, treonina para triptofano e valina. Sendo a histidina o AA que apresenta os menores percentuais na porção dentre as amostras.

Importante ressaltar que a recomendação diária para adultos (RDA) tanto para homens quanto para mulheres é suprida com apenas um scoop do produto para todos os tipos de *whey protein*. Portanto o suplemento alimentar *whey protein* vai suprir todo aporte aminoacídico que um adulto necessita em apenas uma porção destes suplementos.

O produto H4, não apresentou a tabela de aminograma na rotulagem. Item este, que, mesmo não sendo obrigatório, é usualmente apresentado pela maioria das marcas, especialmente as importadas. A presença da tabela de aminograma na rotulagem dos produtos, demonstra maior profissionalismo e responsabilidade com consumidor, gerando maior credibilidade, podendo ser um fator determinante no ato da compra.

6 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados para proteína na rotulagem dos produtos na porção, mostra que todos os produtos estão em conformidade com a legislação.

As informações disponibilizadas nos rótulos dos suplementos alimentares *whey protein* (WPC, WPI, WPH), inferi-se em uma maior padronização nos atributos nutricionais entre os produtos WPI e WPH, cujo os teores não diferem entre si quanto aos teores de proteínas. O suplemento concentrado, no entanto, apresenta teores de proteínas significativamente diferente (menor) quando comparados aos teores dos suplementos hidrolisado e isolado.

Quanto a lista de ingredientes, vê-se que as marca, trouxeram conceito *clean label*, com poucos dois ingredientes por produto, mesmo aqueles produtos que apresentaram uma lista mais extensa de ingredientes, pois seus componentes referem-se a saudabilidade como o mix de vitaminas.

De acordo com a legislação vigente para suplementos alimentares a RDC nº 243/2018, IN28/2018, os resultados referentes aos teores de aminoácidos apresentados na rotulagem dos suplementos alimentares analisados, estão em conformidade com a legislação pois, apresentaram teores superior ao valor de limite mínimo estabelecido pela legislação RDC nº 243/ 2018.

Os produtos apresentaram uma despadronização na rotulagem, quanto as unidades de medidas na tabela de informação nutricional, e na tabela de aminograma. Ausência da tabela de aminograma, em um dos produtos e variação na quantidade das porções.

No entanto é válido ressaltar que é um momento propício para realizar ajustes nos itens identificados como vulneráveis, que não permitem esclarecimento adequado ao consumidor, visto que a nova legislação para alimentos previamente embalados a RDC nº 429/2020 está para entrar em vigor. Informações como o valor de cada constituinte com base na porção, os valores para 100g do produto, estão presente nessa RDC, o que vai ajudar o consumidor na escolha mais justo dos produtos.

Os rótulos dos produtos serão revistos, o que pode melhorar os parâmetros mencionados acima.

Contudo a legislação para suplemento alimentar do *whey protein*, está dispersa em muitos documentos, o que pode dificultar a normatização por parte da indústria, e das empresas, pois algumas instruções normativas podem trazer confundimento para regulamentação do produto pelo excesso de informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIMUTIS, W. R. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. **The Journal of Nutrition**, v.134, n.4, p.989-995, 2004.
- ALVES, M.P.; MOREIRA, R.O.; RODRIGUES JÚNIOR, P.H.; MARTINS, M.C.F.; PERRONE, I.T.; CARVALHO, A.F. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.69, n.3, p.212-226, 2014.
- ANDRADE, T. **O que mudou e por que temos uma nova legislação da Anvisa sobre rotulagem de alimentos?** 2022. Food safety brazil. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/o-que-mudou-nova-legislacao-anvisa-rotulagem-de-alimentos/>. Acesso em: 23 nov. 2022.
- ANDRADE, V. M. de. **Aqueous two-phase systems: determination of phase equilibrium and application for partition of alpha-lactoalbumin and beta-lactoglobulin**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agroquímica analítica; Agroquímica inorgânica e Físico-química; Agroquímica orgânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- ARAÚJO, E. A. **Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo Cottage adicionado de *Lactobacillus Delbrueckii* UFV H2b20 e de Inulina**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Viçosa, 2007.
- ASSIS, C. de. **A história do leite**. São Paulo: Prêmio Editorial Ltda, 1997.
- AUESTAD, N.; LAYMAN, D.K. Dairy bioactive proteins and peptides: a narrative review. **Nutrition Reviews**, v.79, n.S2, p.36–47, 2021.
- AUGUSTIN, L.S.; KENDALL, C.W.; JENKINS, D.J.; WILLET, W.C.; ASTRUP, A.; BARCLAY, A.W.; POLI, A. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: an International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). **Nutrition, Metabolism and cardiovascular diseases**, v.25, n.9, p.795-815, 2015.
- BALDASSO, C. **Fracionamento dos Compostos de Soro de Leite através da Tecnologia de Separação por Membrana**. 2011. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Porto Alegre, 2011.
- BARBANA, C.; SÁNCHEZ, L.; PÉREZ, M.D. Bioactivity of α -lactalbumin related to its interaction with fatty acids: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.51, p.783–794, 2011.
- BAUER, Jürgen M. *et al.* Effects of a vitamin D and leucine-enriched whey protein nutritional supplement on measures of sarcopenia in older adults, the PROVIDE

study: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Journal of the American Medical Directors Association**, v.16, n.9, p.740-747, 2015.

BAUMAN, D.E. *et al.* Major advances associated with the biosynthesis of milk. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.4, p.1235-1243, 2006.

BEMILLER, J.; WHISTLER, R. L. Carbohydrates. *In*: FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3ª ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p.158-223.

BLAAUW, B.; SCHIAFFIANO, S.; REGGIANNI, C. Mechanisms Modulating Skeletal Muscle Phenotype. **Compr Physiol**. v.3, p.1645-1687, 2013.

BO, Y.; LIU, C.; JI, Z.; AN, Q.; ZHANG, X, *et al.* A high whey protein, vitamin D and E supplement preserves muscle mass, strength, and quality of life in sarcopenic older adults: A double-blind randomized controlled trial. **Clinical Nutrition**, v.38, n.1, p.159-164, 2019.

BOIRIE, Y.; DANGIN, M.; GACHON, P.; *et al.* Proc. Natl. Acad. Sci. USA 94: 14930, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável** / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, – Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1, p. 3-27, 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 243, de 26 de julho de 2018. Dispõe Sobre Requisitos Sanitários dos Suplementos Alimentares. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 de julho de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 27 de abril de 2010. Aprova o regulamento técnico sobre alimentos para atletas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 de outubro de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de setembro de 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Recuperado. Brasília, 21 de outubro de 2019.

- BRANS, G. **Design of membrane systems for fractionation of particles suspensions**. 2006. PhD Thesis – Wageningen University, Netherlands, 2006.
- BRINKMANN, C.R.; THIEL, S.; LARSEN, M.K.; PETERSEN, T.E.; JENSENIUS, J.C.; HEEGAARD, C.W. Preparation and comparison of cytotoxic complexes formed between oleic acid and either bovine or human α -lactalbumin. **J. Dairy Sci.** v.94, p.2159–2170, 2011.
- BULHÕES, J.R *et al.* Eficiência dos métodos fisioterapêuticos de reabilitação no pós-operatório de hérnia de disco lombar. **Rev. Bras. Med.** v.65, n.7, p. 206-213, 2007.
- BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **International Dairy Journal**, v.15, p.1279–1288, 2005.
- CAMPBELL, B.; KREDIER, R.B.; ZIEGENFUSS, T.; BOUNTY, P.; ROBERTS, M.; BURKE, D.; LANDIS, J.; LOPEZ, H.; ANTONIO, J. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.4, n.8, 2007.
- CARIĆ, M. et al. Technology of evaporators, membrane processing and dryers. In: TAMIME, A. Y. **Dairy powders and concentrated products**. 1 ed. Chichester: Blackwell, 2009. cap. 3, p. 99-148.
- CARNEIRO, R. P. **Desenvolvimento de uma cultura iniciadora para produção de kefir**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- CHAGAS, A. A. et al. Compostos bioativos de interesse para a indústria de alimentos: propriedades, aplicações e perspectivas para o mercado consumidor. **Research, Society and Development**, v.9, 2020.
- CHATTERTON, D.E.W.; SMITHERS, G.; ROUPAS, P.; BRODKORB, A. Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin: technological implications for processing. **International Dairy Journal**, v.16, p.1290–1240, 2006.
- CHURCHWARD-VENNEV, Tyler A. *et al.* Supplementation of a suboptimal protein dose with leucine or essential amino acids: effects on myofibrillar protein synthesis at rest and following resistance exercise in men. **The Journal Of Physiology**. Hamilton, On, Canadá, p. 2751-2765, 2012.
- CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS. Regulamenta a prescrição dietética de suplementos nutricionais pelo nutricionista e dá outras providências. **Resolução CFN nº 390/2006**. Brasília. 2006.
- CORREIA, L. F. M.; MAUBOUIS, J. L.; CARVALHO, A. F. Aplicações de membranas na indústria de laticínios. **Revista Indústria de Laticínios**, v.15, p.74-78, 2011.

COELHO, A. I.; BERRY, G. T.; RUBIO-GOZALBO, M. E. Galactose metabolism and health. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v.18, n.4, p. 422-427, 2015.

COZZOLINO, S.M.F.; COMINETTI, C. **Bases bioquímicas e fisiológicas da nutrição: nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença. Cálcio.** In: COMINETTI, C. Cálcio. São Paulo: Manole, p.178:189, 2013.

DEMARCO, H.M.; SUCHER, K.P.; CISAR, C.J.; BUTTERFIELD, G.E. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. **Med. Sci. Sports Exerc Med. Sci.** v.31, p.164-170, 1999.

DREHMER, Michele *et al.* Associations of dairy intake with glycemia and insulinemia, independent of obesity, in Brazilian adults: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **The American Journal Of Clinical Nutrition**, p.775-782, 2015.

DUTRA, E. R. P. **Fundamentos básicos da produção de queijo.** Templo Gráfica e Editora Ltda. Juiz de Fora. 2017.

ECKEL, R.H. Insulin resistance: an adaptation for weight maintenance. **Lancet**, v.340, p.1452 – 453,1992.

EMBRAPA. **Conjuntura do Mercado de Lácteos.** Ano 6, n. 46, fev. 2013. Juiz de Fora: Embrapa gado de Leite, 2013.

EMBRAPA. **Saúde única e total.** São Paulo, 2021. Disponível em:<https://www.embrapa.br/documents/1355117/1528925/Anu%C3%A1rio+do+Leite+2021/03c94946-5ac0-4d10-4f1c-394a659503e7>.

EVANGELISTA, J. **Alimentos: um estudo abrangente.** São Paulo: Atheneu, 2005.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Milk and dairy products in human nutrition.** Rome; 2013.

FEBBRAIO, M.A.; KEENAN, J.; ANGUS, D.; CAMPBELL, S.; GARNHAM, A.P. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. **J. Appl. Physiol.**, v.89, p.1845-1851, 2000.

FITZGERALD, R. J.; MURRAY, B. A.; WALSH, D. J. The emerging role of dairy protein and bioactive peptides in nutrition and health. **American Society of Nutritional Science**, p.980S-988S, 2004.

FLYNN A. **The role of dietary calcium in bone health.** Proc Nutr Soc. 2003; 62:851-8.

FOOD AND NUTRITION BOARD, Institute of Medicine of the National Academies. **Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids.** Washington, D.C.: The National Academy Press, 2005.

FONSECA, L.F.L. da; SANTOS M.V. **Conceitos básicos sobre composição do leite e métodos utilizados**. 1º curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint. 2000.

FOX, P.F. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. First Edition. New York: Thomson Science, 460p., 1998.

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic e Professional, 1998. 446p.

FOX, P.F. Milk: an overview. *In*: THOMPSON, A.; BOLAND, M.; SINGH, H. **Milk proteins: from expression to food**. Amsterdam: Elsevier, 2009. p.2-54.

GAMA *et al.* Conjugated linoleic acid-enriched butter improved. Memory and upregulated phospholipase A2 encoding-genes in rat brain tissue. **Journal Neural Transm**, 2015.

GANTNER, Vesna; MIJÍĆ, Pero; BABAN, Mirjana; IKRTIĆ, Zoran; TURALIJA, Alka. The overall and fat composition of milk of various species. **Mljekarstvo**, [S.L.], p. 223-231, 2 nov. 2015. Croatian Dairy Union. <http://dx.doi.org/10.15567/mljekarstvo.2015.0401>.

GOULDING, D.A.; FOX, P.F.; O'MAHONY, J.A. **Milk proteins: An overview**. Elsevier. 2019.

GUERSON, Y.B. **Fatores que interferem na composição do leite de vacas mestiças na região do Caparaó-ES**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2015.

GUO, et al. Descoberta de zanubrutinibe (BGB-3111), um novo, potente e seletivo inibidor covalente da tirosina quinase de bruton. **J. Med. Chem.**v.62, p.7923–7940, 2019.

GRUDTNER, V.S.; WEINGRILL, P.; FERNANDES, A.L. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Rev. Bras. Reumatol**, v.37, n.143, p.51, 1997.

HAMMANNA, F.; SCHMID, M. Determination and Quantification of Molecular Interactions in Protein Films: A Review. **Materials**, v.7, p.7975-7996, 2014.

KORHONEN, H. J.; MARNILA, P. Milk Bioactive Proteins and Peptides. *In*: **Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health**, First Edition. Edited by Young W. Park and George F.W. Haenlein. 2013.

HARAGUCHI, F.K. **Prevenção da oxidação tecidual e modificações na expressão gênica da mTOR e MAFBx do músculo de ratos exercitados alimentados com as proteínas do soro do leite**. 2011. 114 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

- HARAGUCHI, F.K.; ABREU, W.C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Rev. Nutr. Campinas**, v.19, n.4, p. 479-488, 2006.
- HAYES, A.; CRIBB, P.J. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 11: 40, 2008.
- HENG G.B. Chemical composition of bovine colostrum. Food for Health in the Pacific Rim. Trumbull (Conn): **Food and Nutrition Press**, p.405, 1999.
- HERNÁNDEZ-LEDESMA, B. *et al.* Dairy protein hydrolysates: Peptides for health benefits. **International Dairy Journal**, v.38, n.2, p.82-100, 2014.
- HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, O., MORENO, F.J., KOLIDA, S., RASTALL, R.A. & SANZ, M.L. Effect of glycation of bovine β -lactoglobulin with galactooligosaccharides on the growth of human faecal bacteria. **International Dairy Journal**, v.21, p.949–952, 2011.
- HERRING, SA; KIBLER, WB; PUTUKIAN, M. Questões selecionadas para nutrição e o atleta: Uma declaração de consenso do médico da Equipe. **Medicina e Ciência e Esportes e Exercício**, v.45, n.12, p.2378-2386, 2013.
- HUI, Yiu H (Ed.). **Dairy science and technology handbook: principles and properties**. Eureka: Wiley-VCH, v.1, p.400 1993.
- HULMI, J.J.; LOCKWOOD, C.M.; STOUT, J.R. Review Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein. **Nutrition & Metabolism**, v.7, n.51, p.1-11, 2010.
- IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal e censo agropecuário**. Rio de Janeiro: Sidra, 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=94&z=p&o=29>. Acesso em: 16 nov. 2021
- IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 46, p.1-8, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf. Acesso em: 08 fev. 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Pesquisa Trimestral do Leite**. Rio de Janeiro, RJ, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- JAGER, R.; KERKSICK C.M.; CAMPBELL, B.I.; CRIBB, P.J.; WELLS, S.D.; SKWIAT, T.M. *et al.* International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. **J Int Soc Sports Nutr**, v.14, p.20, 2017.
- KINSELLA, J.E.; WHITEHEAD, D.M. Proteins in whey: chemical, physical and functional properties. **Adv Foods Nutr Res**, v.33, p.343-438, 1989.

KORHONEN, H.; PIIHLANTO, A. Bioactive peptides: Production and functionality. **International Dairy Journal**, v.16, p.945-960, 2006.

KRATZ *et al.* Dairy fat intake is associated with glucose tolerance, hepatic and systemic insulin sensitivity, and liver fat but not β -cell function in humans. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.99, p.1385-96, 2014.

LIBERALI, R.*et al.* **Fisiologia do exercício**. Indaial - SC: Biblioteca Dante Alighieri, 270 p., 2016.

LIN, Chih-Chien *et al.* Effects of adequate dietary protein with whey protein, leucine, and vitamin D supplementation on sarcopenia in older adults: An open-label, parallel-group study. **Clinical Nutrition**, 2020.

LIN, T.; MELETHARAYIL, G.; KAPOOR, R.; ABBASPOURRAD, A. Bioactives in bovine milk: chemistry, technology, and applications. **Nutrition Reviews**, v.79, p.48–69, 2021.

LOMER, M.C.; PARKES, G.C.; SANDERSON, J.D. Review article: lactose intolerance in clinical practice-myths and realities. **Aliment Pharmacol Ther.** v.15, n.27, p.93-103, 2008.

LÖNNERDALI B. Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. **AmJ Clin Nutr.** v.77, n.6, p.1537-43, 2003.

LOPES, F. G.; MENDES, L. L.; BINOTI, M. L.; OLIVEIRA, N. P.; PERCEONI, N. Conhecimento sobre nutrição e consumo de suplementos em academias de ginástica de juiz de fora, Brasil. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. v.21, n.6, p. 451-456, 2015.

MAGNONI, D.; CUKIER, C.; GARITA, F. S. **Manual prático em terapia nutricional**. São Paulo: Savier, 2010.

MARANGON, A.F.C.; DE MELO, R.A. Consumo de proteínas e ganho de massa muscular. **Universitas: Ciências da Saúde**, v.2, n.2, p. 297- 306, 2004.

MARKUS, C. R., OLIVER B.; DE HAAN E. H. F. Whey Protein rich in alpha lactoalbumin increases the ratio of plasma tryptophan to the sum of the other large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable subjects. **Am J Clin Nutr**, v.75, n.6, p.1051-6, 2002.

MARSHALL, K. Therapeutic applications of whey protein. **Alternative Medicine Review**, v.9, n.2, p.136-156, 2004.

MARTINI, L.A.; WOOD, R.J. Relative bioavailability of calcium - rich dietary sources in the elderly. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, p.1345 - 1350, 2002.

MCARDLE, W. D. KATCH, F. I. KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, p.03-223, 2003.

METSÄMUURONEN, S; NYSTYÖM, M. Enrichment of α -lactalbumin from diluted whey with polymeric ultrafiltration membranes. **Journal of Membrane Science**, v.337, n.2, p.248-256, 2009.

MINE, Y.; LI-CHANG, E; JIANG, B. **Bioactive Proteins and Peptides as Functional Foods and Nutraceuticals**. 1 ed. Iowa: Blackwell Publishing Ltd., 2010.

MOLIN, T.R.D.; LEAL, G.C.; MÜLLER, L.S.; MURATTI, D.T.; MARCON, G.Z.; CARVALHO, L.M.; VIANA, C. Marco regulatório dos suplementos alimentares e o desafio à saúde pública. **Revista Saúde Pública**, v.53, n.90, p.1-12, 2019.

MOURA, Israel Novaes de. **Caracterização e identificação de adulterações em whey protein por espectroscopia de fluorescência estacionária e resolvida no tempo**. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017

MORAIS, F.P.; COLLA, L.M. Functional foods and nutraceuticals: definition, legislation and health benefits. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, n.2, p.109-122, 2006.

MORENO, Y. M. F. **Influência das proteínas do soro de leite bovino, no estado nutricional, composição corporal, e sistema imunológico em um coorte de crianças com síndrome de imunodeficiência adquirida (AIDS)**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 2002. 109p.

MORENO, V. J. **Caracterização física e físico química do queijo minas artesanal, da microrregião Campo das Vertentes**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados – área: Qualidade do Leite e Derivados). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. 2013.

MOTTA, V. T. **Bioquímica Clínica: Métodos e interpretações**. 2º ed. Editora: Médica Missau, v.11, Rio de Janeiro, p.143-188, 2000.

MÜLLER, E. E. **Qualidade do leite, células somáticas e prevenção de mastite**. In: Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na Região Sul do Brasil, 2002, Maringá. Anais do II Sul – Leite. Maringá: UEM, 2002. P 206-217.

MUSTAPHA, A.; JIANG, T.; SAVIANDO, D.A. Improvement of Lactose Digestion by Humans Following Ingestion of Unfermented Acidophilus Milk: Influence of Bile Sensitivity, Lactose Transport, and Acid Tolerance of Lactobacillus acidophilus. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.8, p.1537-1545, 1997.

NABUCO, H.C.G.; RODRIGUES, V.B.; BARROS, W.M.; RAVAGNANI, F.C.P.; ESPINOSA, M.M.; RAVAGNANI, C.F.C. Uso de suplementos alimentares entre atletas brasileiros. **Revista de Nutrição**, v.30, n.2, p.163- 173, 2017.

NEVES, D.C.G.; PEREIRA, R.V.; LIRA, D.S.; FIRMINO, I.C.; TABAI, K.C. Consumo de suplementos alimentares alerta a saúde pública. **Revista Brasileira de Economia Doméstica**, v.28, n.1, p. 224-238, 2017.

OLIVEIRA, G.S. *et al.* MDLGV – Industry Ltd: **Whey Protein's Productive Process**. 2018. 204 p. Term Paper (Bachelor's Degree in Chemical Engineering) – Parana Federal Technological University. Apucarana, 2018.

PACHECO, M.T.B.; ANTUNES, A.E.C. Leite e sistema cardiovascular. *In*: PACHECO, M.T.B.; ANTUNES, A.E.C. **Leite para adultos: mitos e fatos frente à ciência**. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela Ltda, 2009. p.271-290.

PAES, T.S. Efeitos do Consumo Proteico Sobre a Hipertrofia Ocasionada pelo Treinamento Resistido: Uma Visão Atual. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.10. n.55. p.11-23, 2016.

PATEL, S. Emerging trends in nutraceutical applications of whey protein and its derivatives. **J Food Sci Technol**, p.1-12, 2015.

PARK, Y.W. (2009) Overview of bioactive components in milk and dairy products. *In*: **Bioactive Components in Milk and Dairy Products** (ed. Y. Park), pp. 3–12. Wiley-Blackwell, Ames, 2009.

PASIAKOS, S.M. Exercise and Amino Acid Anabolic Cell Signaling and the Regulation of Skeletal Muscle Mass. **Nutrients**, v.4, p.740-758, 2012.

PEREIRA D.B.C.; SILVA P.H.F. da; CARVALHO A.F.; ANTUNES A.E.C.; CRUZ, A.G. da; ZACARCHENCO, P.B.; SILVA, M.C. da. Lactose. *In*: CRUZ *et al.* **Química, bioquímica, análise sensorial e nutrição no processamento de leite e derivados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. cap. 2, p.38-42

PEREIRA, J.P.F. **Partição do cálcio em queijo minas padrão, e sua bioacessibilidade ao longo do tempo de maturação**. 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências e Tecnologia do Leite e Derivados, Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

PEREIRA, L.M.O.; CABRAL, P. Avaliação dos conhecimentos básicos sobre nutrição de praticantes de musculação em uma academia da cidade de Recife. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.1, n.1, p.40-47, 2007.

PEREIRA, G.A.P.; GENARO, P.S.; PINHEIRO, M.M.; SZEJNFELD, V.L.; MARTINI, L.A. Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.49, n.2, p.164-80, 2009.

PERRONE, I,T,F.Q.; ABREU,L. R. Efeito da Nucleação Secundária sobre a Cristalização do Doce de Leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.61, p.01-04, 2006.

PERRONE, I.T.; STEPHANI, R.; NEVES, B.S. **Doce de leite: Aspectos Tecnológicos**. Juiz de Fora: Do autor.2011.186p.

PHILLIPS, S.M., J.W. Hartman, and S.B. Wilkinson. **J. Am. Coll. Nutr.** 24: 134s, 2005.

PIHLANTO-LEPPALA, A.; KOSKINEN, P.; PIILOLA, K.; TUPASELA, T.; KORHONEN, H. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory properties of whey protein digests: concentration and characterization of active peptides. **Journal of Dairy Research**, v.67, p.53-64, 2000.

POORTMANS, J.R.; CARPENTIER, A.; PEREIRA-LANCHA, L.O.; LANCHA, J.R.A. Protein turnover, amino acid requirements and recommendations for athletes and active populations. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.45, p.875-890, 2012.

RAFIQ, S.; HUMA, N.; PASHA, I.; SAMEEN, A.; MUKHTAR, O.; KHAN, M.I. Chemical composition, nitrogen fractions and amino acids profile of milk from different animal species. **Asian Australas. J. Anim. Sci.**, v.29, n.7, p.1022-1028, 2016.

RENHE, I.R.T. O papel do leite na nutrição. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.63, n.363, p.36-43, 2008.

ROBINSON, R.K. **Modern Dairy Technology: Advances in Milk Processing**. London: Elsevier Applied Science Publishers LTD, New York, 1981. 438p.

ROBINSON, S.; COOPER, C.; SAYER, A.A. Nutrition and sarcopenia: A review of the evidence and implications for preventive strategies. **Journal Of Aging Research**, v.2, p.1-6, 2012.

SALZANO JR, I. **Suplementos nutricionais: práticas aplicações em esportes, desempenho humano e extensão de vida**. Simpósio série 007, São Paulo, p.75-202, 1996-2002.

SANTIAGO, T.P. Efeitos do Consumo Proteico Sobre a Hipertrofia Ocasionalada pelo Treinamento Resistido: Uma Visão Atual. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.10. n.55. p.11-23, 2016.

SANTOS, V.S.dos. "**Suplementação alimentar e atividades físicas**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/saude/suplementacao-alimentar-atividades-fisicas.htm>. Acesso em 07 de dezembro de 2021.

SANTOS, M.L.; BORGES, G.F. Exercício físico no tratamento e prevenção de idosos com osteoporose: uma revisão sistemática. **Fisioterapia em Movimento**, 2010.

SARMADI, B.H.; ISMAIL, A. Antioxidative peptides from food proteins: A review. *Peptides*, v. 31, n.10, p.1949-1956, 2010.

SCHUCK, P.; JEANTET, R.; CARVALHO, A. F. **Lactose crystallization and drying of whey**. Viçosa, MG: UFV, 2010. Curso ministrado na disciplina TAL 795 Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados

SETHI, S.; TYAGI, S. K.; ANURAG, R. K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. **Journal of food science and technology**, v.53, n.9, p.3408-3423, 2016.

SGARBIERI, V.C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de nutrição**, v.17, n.4, p.397-409, 2004.

SGARBIERI, V.C., Revisão: Propriedades estruturais e físico-químicas das proteínas do leite. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.1, p.43-56, 2005.

SHINGFIELD, K.J.; CHILLIARD, Y.; TOIVONEN, V.; KAIRENIUS, P.; GIVENS, D.I. (2008) **Trans Fatty Acids and Bioactive Lipids in Ruminant Milk**. In: **Bösze Z. (eds) Bioactive Components of Milk. Advances in Experimental Medicine and Biology**, v.606, Springer, New York, 2008.

SILVA, P.H.F.; PEREIRA, D.B.C.; OLIVEIRA, L.L.; COSTA JÚNIOR, L.C.G. **Físico-química do leite: Métodos analíticos**. Juiz de Fora: Gráfica Oficina de Impressão, 1997.

SILVA, P.H.F. **Leite UHT: fatores determinantes para sedimentação e geleificação**. 2003. Tese de Doutorado- Departamento de Ciências - Universidade Federal de Lavras, 2003.

SILVA, B.C.M. **Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês X Gir sob pastejo em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2015. Tese(Doutorado) - Curso de Zootecnia, Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

STEIJNS, J. M. Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? **International Dairy Journal**, v.18, p. 425-435, 2008.

STEPHANI, R. **Uma contribuição à pesquisa das propriedades químicas dos concentrados proteicos de soro de leite**. 2015.Tese (Doutorado) - Curso de Química, Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015.

STANTON, C. *et al.* **Handbook of fermented functional foods**. Boca Raton: CRC Press, 2003.

SUAREZ, F.L.; SAVIANO, D.A. Diet genetics, and lactose intolerance. **Food Technology**, v.51, n.3, p.74-76, 1997.

SWAISGOOD, H. 2008. Characteristics of milk. In: **Food Chemistry**. 4th ed. O. Fennema, ed. Marcel Dekker Inc., New York, 2008.

TÉO, C.R.P.A. Intolerância à lactose: uma breve revisão para o cuidado nutricional. **Arquivos de Ciências da Saúde da Unipar**, v.3, n.6, p.135-140, 2002.

THOMAS, D.; BROTHERHOOD, J.; BRAND, J.C. Carbohydrate feeding before exercise: effect of the glycaemic index. **Int. J. Sports Medicine**, v.12, p. 180 – 186, 1991.

TREVISAN, A.P. **Influência de diferentes concentrações de enzimas lactase e temperaturas sobre a hidrólise em leite pasteurizado**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

UGGIONI, P.L.; FAGUNDES, R.L.M. Tratamento dietético da intolerância à lactose: teor de lactose em alimentos. **Higiene Alimentar**, v.140, n.21, p. 24-29, 2006.

UHLIG, THOMAS *et al.* **The emergence of peptides in the pharmaceutical business: From exploration to exploitation**. Elsevier: euPa open proteomics, Delft, Holanda, v. 4, p. 58-69, 29 maio 2014.

VENÂNCIO, D.P.; PANDOLFI, M.A.C. *Clean label* na comercialização de produtos. **Revista Interface Tecnológica**, v.17, n.2, p.535-541, 2020.

VILELA, D.; RESENDE, J. C.; LEITE, J. B.; ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, n.1, p.8, 2017.

VOLP, A.C.P.; RENHE, I.R.T.; STRINGUETA, P.C. Carotenoides: pigmentos naturais como compostos bioativos. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.26, n.4, p.291-298, 2011.

WHITNEY, R. McL. Proteins of milk. In: WONG, N.P.; JENNESS, R.; KEENEY, M.; WHITTIER, E.O. **Lactose and its utilization: a review**. **Journal of Dairy Science**, 1944.

WENDLING, L. K.; WESCHENFELDER, S. Probióticos e alimentos lácteos fermentados – uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.68, n.395, p. 49-57, 2013.

WU, C.L.; NICHOLAS, C.; WILLIAMS, C.; TOOK, A.; HARDY, L. The influence of high-carbohydrate meal with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. **Br. J. Nutr.**, v.90, p.1049-1056, 2003.