



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ANA CÉLIA MENDES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO TEOR PROTEICO EM SUPLEMENTOS ALIMENTARES
INDICADOS PARA PACIENTES ONCOLÓGICOS**

**Assis/SP
2023**



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

ANA CÉLIA MENDES DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO TEOR PROTEICO EM SUPLEMENTOS ALIMENTARES
INDICADOS PARA PACIENTES ONCOLÓGICOS**

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando(a): Ana Célia Mendes de Oliveira
Orientador(a): Silvia Maria Batista de Souza**

**Assis/SP
2023**

Oliveira, Ana Célia Mendes de

O482a Análise do teor proteico em suplementos alimentares indicados para pacientes oncológicos / Ana Célia Mendes de Oliveira. – Assis, 2023. -- 42p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) -- Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA), Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis (IMESA), 2023. -- Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Maria Batista de Souza.

1. Suplementos dietéticos. 2. Teor vitamínico dos alimentos. 3. Análise de alimentos. I Souza, Sílvia Maria Batista de. II Título.

CDD 664.6

ANÁLISE DO TEOR PROTEICO EM SUPLEMENTOS ALIMENTARES INDICADOS PARA PACIENTES ONCOLÓGICOS

ANA CÉLIA MENDES DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: _____
Silvia Maria Batista de Souza

Examinador: _____
Elaine Amorim Soares

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e à Gloriosa Nossa Senhora das Graças, como agradecimento pelas inúmeras graças imerecidas, e mesmo assim recebidas de Vossas mãos liberais.

Dedico também ao meu noivo querido Carlos Eduardo, meus pais José e Luciana e a toda minha família. Quero ainda dedicar aos professores do Curso de Química Industrial da Fundação Educacional do Município de Assis, em especial aos professores e coordenadores admiráveis que tive a honra de conhecer, Mary Leiva e Alexandre Mazzali.

RESUMO

Pacientes oncológicos sofrem, na maioria dos tratamentos, problemas nutricionais envolvendo a perda de massa muscular como resultado colateral da administração de agentes quimioterápicos para enfrentar a doença. A terapia nutricional e os cuidados paliativos são frequentemente objeto de novos estudos voltados à melhoria da qualidade de vida desses indivíduos. Uma alternativa para reter o desequilíbrio nutricional é uma dieta rica em proteínas, ministrada por suplementação. O objetivo deste trabalho é estabelecer uma análise comparativa entre o valor declarado de proteínas e aquele concretamente encontrado nesses produtos. Foram analisados os teores de proteína pelo método de Kjeldhal de 5 produtos comercializados na cidade de Assis – SP, destinados à pacientes em tratamento oncológico. Os resultados obtidos estavam de acordo com o declarado.

Palavras-chave: Suplementos alimentares; Teor proteico.

ABSTRACT

Patients with cancer face, in most of treatments, nutritional problems involving loss of muscle mass, as a result of side effects of chemotherapy agents administered to fight against the disease. The nutritional therapy and palliative care are frequently object of new studies to improve life quality of those individuals. An alternative to stop the nutritional unbalance, is the a protein-rich diet, through supplementation. The goal of this research is to stablish a comparative analysis between the declared and concrete value of total proteins in such products, using the Kjeldhal method, in three diferent samples. The results of the experiment conclue that all the samples analised are being produced inside the legislation parameters, and do have what is declared in their respective nutritional tables.

Keywords: Food Supplements; Content Protein.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura geral dos aminoácidos, com exceção da prolina como um aminoácido cíclico.....	12
Figura 2: Ligação peptídica.....	13
Figura 3: Demonstração à direita da estrutura α -hélice e à esquerda da β -folha pregueada	14
Figura 4: Estruturação dos quatro níveis de organização das proteínas	15
Figura 5: Formação do reativo Biureto.....	21
Figura 6: Etapas método de Kjeldhal	23
Figura 7: Primeira etapa: Digestão.	24
Figura 8: Reações durante o processo de destilação	24
Figura 9: Reação durante o processo de titulação	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Definições de acordo com a Portaria SVS/MS n.º 272/98.....	17
Tabela 2: Classificação dos Agentes Quimioterápicos.....	19
Tabela 3: Identificação de amostras	27
Tabela 4: Resultados obtidos.....	31
Tabela 5: Densidade dos produtos e valores corrigidos	32
Tabela 6: Valor teórico X valor real obtido	33

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. AMINOÁCIDOS.....	12
3. PROTEÍNAS	13
3.1. ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS	13
4. CÂNCER E NUTRIÇÃO	16
4.1. AGENTES QUIMIOTERÁPICOS	18
5. SUPLEMENTOS ALIMENTARES.....	20
6. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS	21
6.1. MÉTODO DE BIURETO.....	21
6.2. MÉTODO DE LOWRY	21
6.3. MÉTODO DE BRADFORD	22
6.4. MÉTODO DE ABSORÇÃO NO ULTRA-VIOLETA	22
6.5. MÉTODO DE KJELDAHL	22
6.5.1. DIGESTÃO	23
6.5.2. DESTILAÇÃO	24
6.5.3. TITULAÇÃO	25
7. MATERIAIS E MÉTODOS	26
7.1. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	26
7.1.1. Amostras.....	26
7.1.2. Equipamentos	26
7.1.3. Reagentes.....	26
7.1.4. Suplementos.....	27
7.2. MÉTODO.....	28
7.2.1. Densidade.....	28
7.2.2. Determinação de proteína	28
7.2.3. Cálculos	29
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
9. CONCLUSÃO	36
10. BIBLIOGRAFIA.....	37

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista a facilidade de obter alimentos processados, e com níveis calóricos excessivos que acabam por causar notórias disfunções ao organismo humano, acarretando o surgimento de diversas doenças como a obesidade, a esteatose hepática, infarto, câncer, entre outras, os tempos atuais são marcados pela redobrada necessidade de zelar pela saúde nutricional. (BRUM, 2009, p.10)

Proteínas são definidas como “copolímeros de condensação que utilizam como monômeros até 20 aminoácidos de ocorrência natural, que diferem apenas nas cadeias laterais”. (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018, p.817)

Esse grupo de macromoléculas formadas através de ligações peptídicas, é caracterizado pela sua indispensável importância para a manutenção dos seres vivos, e, pode ser disponível aos seres humanos através de alimentos como carnes, peixes, ovos, leite e derivados, além de outros alimentos. (ALMEIDA et. al., 2013, p.34)

O equilíbrio metabólico pode ser atingido através de uma alimentação adequada e por intermédio da ingestão de substâncias e nutrientes ausentes ou carentes no organismo. A ingestão dessas substâncias pode ser auxiliada por suplementos alimentares para potencializar a nutrição. (ANVISA, 2020)

É importante que os pacientes oncológicos obtenham proteínas de fontes saudáveis, como carne magra, peixe, ovos, laticínios com baixo teor de gordura, leguminosas, nozes e sementes. No entanto, a orientação dietética para cada paciente deve levar em consideração suas necessidades específicas, condições médicas e possíveis interações com o tratamento em curso. A ingestão desses alimentos é indicada por diversas razões, bem como: recuperação e manutenção de massa muscular, o fortalecimento do sistema imunológico, a cicatrização e recuperação, além do combate à fadiga. (CARVALHO, 2011, p.1042).

Em destacado artigo, Duarte et al. (2020, p.120) concluíram que no contexto dos cuidados paliativos para pacientes oncológicos, a suplementação, dentre outras estratégias nutricionais, afigura-se como um valioso instrumento para retardar a progressão da caquexia (perda substancial de peso), aumentando o bem-estar do paciente e sua sobrevida.

Tendo em vista que a análise nutricional de suplementos alimentares indicados aos pacientes oncológicos é de grande importância no que se refere ao teor proteico, o objetivo deste trabalho foi analisar o teor de proteína em 5 produtos comercializados em Assis, SP e comparar como o valor declarado na embalagem.

2. AMINOÁCIDOS

De maneira geral, os aminoácidos são formados por um grupamento amina ($-NH_2$), um grupo carboxila ($-COOH$), e uma cadeia lateral R, gerando na maioria dos casos, um carbono quiral. Com exceção da glicina que contém em sua cadeia lateral, mais um átomo de hidrogênio (COX; NELSON, 2014, p.76)

Responsáveis pela formação das proteínas, os aminoácidos (Figura 1) possuem um carbono α assimétrico, ou seja, um carbono quiral, que configuram duas formas estereoisoméricas, sendo elas: L-estereoisômeros ou D-estereoisômeros. “Apenas os L-estereoisômeros, os quais estão relacionados com o L-gliceraldeído, são encontrados em proteínas” (CORSINO, 2009, p.23)

A classificação dos aminoácidos segue de acordo com o grupamento de suas cadeias laterais (-R) e pode ser fracionada em cinco diferentes grupos: aminoácidos não-polares, aminoácidos polares sem carga, aminoácidos ácidos, aminoácidos básicos e aminoácidos aromáticos. (GONZÁLEZ & SILVA, 2017, p.113)

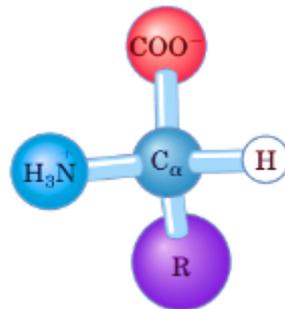


Figura 1: Estrutura geral dos aminoácidos, com exceção da prolina como um aminoácido cíclico (COX; NELSON, 2014 p.76)

3. PROTEÍNAS

Encontradas em diversos alimentos tanto de origem animal quanto vegetal, as proteínas são formadas por uma série de aminoácidos através de ligações peptídicas. “Desempenham papéis extremamente importantes, na maioria dos processos biológicos, atuando como enzimas, hormônios, neurotransmissores, transportadores através das membranas celulares e outros” (ZAIA; ZAIA; LICHTIG, 1998, p. 787)

De acordo com as definições de Liberato & Oliveira (2019, p. 59), as proteínas são formadas por uma base comum de 20 aminoácidos e uma cadeia carbônica constituída por um grupo amino (-NH-) e um carboxila (-COOH-).

Conforme Oliveira (2016, p.14), “proteínas são polímeros lineares formados por diferentes combinações de aminoácidos, os quais estão conectados por interações covalentes chamadas ligação peptídica”, ou seja, a ligação é feita através do ataque nucleofílico do grupamento amino ao grupamento carbonílico, com a exclusão de uma molécula de água, como demonstrado na figura 2:

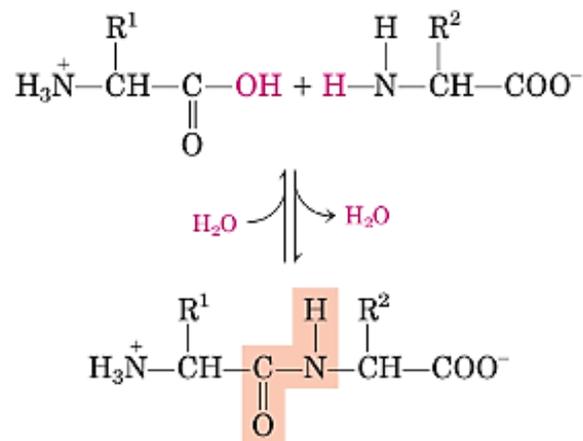


Figura 2: Ligação peptídica (COX; NELSON, 2014, p.86)

3.1. ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS

Seguindo o que traz Corsino (2009, p.30), esse grupo de macromoléculas apresenta níveis de organização que “referem-se a conformações, geradas não covalentemente, da cadeia polipeptídica”. Esses níveis são fundamentais para o desenvolvimento de suas funções e comumente conhecidos como estruturas tridimensionais primárias, secundárias, terciárias e quaternárias que, podem conferir diversas atividades.

O nível menos complexo da estrutura proteica, é denominado como estrutura primária, onde se aponta a origem da sequência linear de aminoácidos sob a coordenação das ligações peptídicas. A estrutura secundária traz o aprimoramento da primária, onde são assumidas duas organizações diferentes no espaço, chamadas de α -hélice e β -folha pregueada que se estabilizam pelas pontes de hidrogênio. (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018, p.817)

A estrutura α -hélice, conforme a Figura 3, é caracterizada pelo enrolamento da cadeia em torno de um eixo longitudinal, ou seja, uma estrutura helicoidal, que se estabiliza a partir de pontes de hidrogênio disponibilizadas pelos grupo $-NH$ e o grupo $-C=O$ de 4 resíduos adiante. (HARVEY & FERRIER, 2012, p.16)

A estrutura β -folha pregueada (Figura 3) permite a interação lateral entre as cadeias ou segmentos afastados de uma mesma cadeia, ou seja, as ligações de hidrogênio podem acontecer de forma paralela ou não entre as cadeias. (MARZZOCO & TORRES, 1999, p.21)

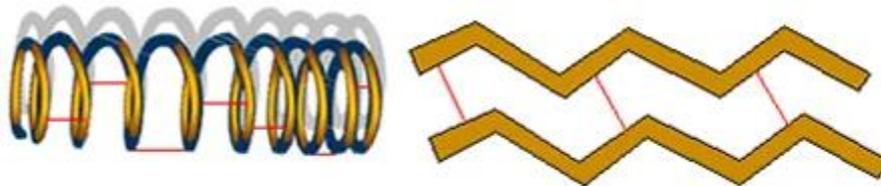


Figura 3: Demonstração à direita da estrutura α -hélice e à esquerda da β -folha pregueada (FOGAÇA, 2023)

A estrutura terciária estabelece a progressão das α -hélices e β -folha pregueadas presentes na estrutura secundária, onde são ordenadas e arranjadas até constituírem a conformação final de uma proteína. Esse nível é mantido por diversos tipos de interações, como as ligações não covalentes: pontes de hidrogênio, hidrofóbicas, iônicas, forças de van der Waals, e até mesmo por uma ligação covalente de pontes de dissulfeto (Marzzoco & Torres, 2015).

De acordo com Nelson (2014, p.125) “Algumas proteínas contêm duas ou mais cadeias polipeptídicas distintas, ou subunidades, que podem ser idênticas ou diferentes. O arranjo

4. CÂNCER E NUTRIÇÃO

O Instituto Nacional de Câncer (INCA), define câncer como sendo um agrupamento de doenças que tem como característica o “crescimento desordenado de células, que invadem tecidos e órgãos” (INCA, 2022)¹.

Olivato (2017, p.39) explica que o metabolismo de células tumorais é tido pela conversão da glicose a ácido láctico na presença de oxigênio, diferentemente do metabolismo de células normais que realizam o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa.

A doença surge a partir de uma única célula que, passando por transformações que envolvem a interação entre fatores genéticos e agentes externos, se desenvolve em etapas distintas, controladas por um gene ou conjunto de genes diferentes. Os agentes externos podem ser: carcinogênicos físicos, químicos ou biológicos que incluem os fatores nutricionais como forma de proliferação celular. Logo, o auxílio de intervenções nutricionais tem um valor significativo quanto ao encolhimento dessa proliferação. (Carvalho, Camilo, & Ravasco, 2011, p.1043)

Diversas abordagens são utilizadas para o tratamento de câncer, cada uma delas de forma individualizada, de acordo com a realidade do diagnóstico de cada paciente. Usualmente, os tratamentos utilizados são: Cirurgia, Quimioterapia, Radioterapia, Imunoterapia e Hormonoterapia. A resposta ao tratamento depende do tipo de fármaco, via de administração, duração e estado geral do paciente, bem como os variáveis efeitos colaterais (HIPÓLITO, 2021, p.18-19).

Dessa forma, faz-se necessário a utilização de estratégias que integrem a qualidade de vida e o tratamento específico de cada paciente. Para que haja essa integração, os médicos e nutricionistas utilizam de cuidados paliativos que devem “incluir as investigações necessárias para o melhor entendimento e manejo de complicações e sintomas estressantes tanto relacionados ao tratamento quanto à evolução da doença” (INCA, 2022)²

¹ <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/o-que-e-cancer>

² <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-de-saude/controlado-cancer-do-colo-do-utero/acoes/cuidados-paliativos>

Tendo em vista a relevância do trabalho nutricional com esses pacientes, a Portaria de nº 272/98, publicada pela Secretaria de Vigilância Sanitária pelo Ministério da Saúde, estabelece as definições sobre Nutrição Parenteral (NP), Terapia de Nutrição Parenteral (TNP) e Terapia Nutricional (TN), conforme a tabela 1:

Nutrição Parenteral (NP)	Solução ou emulsão, composta basicamente de carboidratos, aminoácidos, lipídios, vitaminas e minerais, estéril e apirogênica, acondicionada em recipiente de vidro ou plástico, destinada à administração intravenosa em pacientes desnutridos ou não, em regime hospitalar, ambulatorial ou domiciliar, visando a síntese ou manutenção dos tecidos, órgãos ou sistemas.
Terapia de Nutrição Parenteral (TNP)	Conjunto de procedimentos terapêuticos para manutenção ou recuperação do estado nutricional do paciente por meio de NP.
Terapia Nutricional (TN)	Conjunto de procedimentos terapêuticos para manutenção ou recuperação do estado nutricional do paciente por meio da Nutrição Parenteral e ou Enteral.

Tabela 1: Definições de acordo com a Portaria SVS/MS n.º 272/98

De acordo com Duarte et al. (2020, p.125) “o uso da alimentação artificial auxilia na melhora do balanço energético e desacelera o processo de caquexia, atuando na manutenção do peso e redução do processo catabólico.” A terapia nutricional é caracterizada pelo uso de macro e micronutrientes de modo a suplementar a dieta do paciente e é utilizada para prevenção à desnutrição além de reduzir as complicações de um jejum prolongado, seja ele induzido ou não. (CORTES, et al., 2003, p.394-395)

Em resumo, a orientação nutricional vai muito além da relação entre o alimento e quantidade e, conquista sua importância na manutenção e prevenção da saúde do indivíduo, além de prevenir os agravos das deficiências nutricionais. (Carvalho, et al., 2018, p.164)

4.1. AGENTES QUIMIOTERÁPICOS

“Define-se quimioterapia como o método que utiliza compostos químicos, chamados quimioterápicos, no tratamento de doenças causadas por agentes biológicos.” (Schulze, 2007)

O Ministério da Saúde trás em um Manual de Bases Técnicas da Oncologia esclarecimentos sobre as várias categorias e classificações sobre o tratamento e a administração de agentes quimioterápicos, informa ainda sobre os tratamentos de suporte aos pacientes que, compõe um amplo grupo de medicamentos para auxiliar no tratamento de forma indireta. (BRASIL, 2022)

De acordo com Silveira (2021, p.2), a escolha do tratamento depende do grau e natureza da doença, além das condições físicas de cada paciente. A vantagem e desvantagem do tratamento quimioterápico se dá pela eliminação das células cancerígenas e também de células normais, gerando numerosos efeitos colaterais, dentre eles, a caquexia.

De acordo com Lacerda (2001, p.251), as drogas mais utilizadas no tratamento oncológico podem ser divididas em três grupos: drogas citotóxicas, drogas que alteram a resposta imunológica e os hormônios. Os agentes quimioterápicos podem ainda ser classificados conforme a tabela 2:

QUIMIOTERÁPICO	CLASSIFICAÇÃO
Agentes Alquilantes	Os alquilantes promovem rompimento do anel purínico e conseqüente quebra do DNA molecular, gerando bloqueio da mitose.
Alcalóides da “Vinca”	Gera a ruptura dos microtúbulos que participam do ciclo da mitose. A rápida ação destas drogas gera hiperuricemia, o que exige tratamento prévio com alopurinol. São potentes agentes neurotóxicos.

Antimetabólitos	Atuam em determinadas enzimas, inibindo-as e provocando a síntese de compostos aberrantes e sem atividade, que bloqueiam os ciclos celulares normais.
Antibióticos Antraciclínicos	São citotóxicos e formam complexos estáveis com o DNA, inibindo a sua síntese, a do RNA ou a de ambos.
Enzimas	Atuam como catalisadores de reações enzimáticas que privam a célula maligna de seus principais substratos metabólicos.
Sintéticos	Drogas de origem sintética: Corticosteróides, Progestinas, Estrogênios e Androgênios, Antiestrogênios

Tabela 2: Classificação dos Agentes Quimioterápicos. (LACERDA, 2001, p.251)

5. SUPLEMENTOS ALIMENTARES

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), esclarece que os suplementos alimentares devem ser utilizados a nível de complementação dietética, diferentemente de medicamentos que são utilizados para o tratamento, prevenção e/ou curar doenças. Têm como função principal o fornecimento de nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos e, seus benefícios vão de acordo com a substância ou o microrganismo presente. (ANVISA, 2020)³

Segundo Cunha et al. (2021, p.447) “a busca de fontes alternativas de nutrientes, principalmente proteínas, se faz necessária à medida que há um constante aumento da demanda consumidora de suplementos proteicos.” Considerando as dificuldades encontradas no percurso de tratamentos quimioterápicos, no que diz respeito à alimentação, a aplicação desses produtos se torna uma alternativa no combate à desnutrição, perda de massa muscular e óssea, além da baixa imunidade.

³ <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/suplementos-alimentares>

6. MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS

6.1. MÉTODO DE BIURETO

Conforme descrito por Miwa (2003, p.51), o método colorimétrico se baseia na reação biureto, que é caracterizada pela adição de uma solução alcalina (NaOH) ao sulfato de cobre (CuSO₄), a uma solução de amostra proteica. Caso a amostra possua alto teor proteico, ao final da reação, obtém-se como produto final um complexo quadrado planar com a ligação peptídica, apresentando uma coloração violeta e possui bandas de absorção entre 270 e 540 nm.

Ainda segundo a autora, o mecanismo de reação da formação do reagente Biureto é demonstrado a seguir:

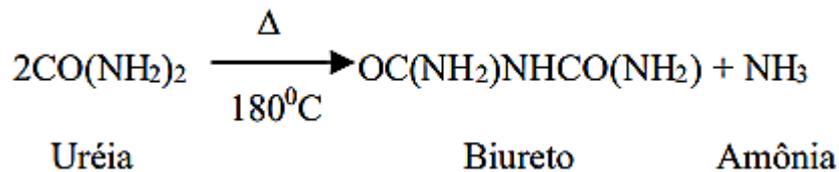


Figura 5: Formação do reagente Biureto (MIWA, 2003, p.51)

Conforme Zaia (1998 apud LEMOS, 2016, p.43), esse método é utilizado para determinação de proteínas totais em meios variados e caracterizado por sua rapidez, além de ser manipulado com reagentes de baixo custo. Porém, uma de suas desvantagens é possuir uma baixa sensibilidade.

6.2. MÉTODO DE LOWRY

Esse procedimento utiliza de uma mistura de molibdato, tungstato e ácido fosfórico, comumente conhecido como reagente Folin-Ciocalteu, que se reduz quando em contato com as cadeias laterais de aminoácidos, na presença de um catalisador cobre (II). Apesar de sua alta sensibilidade, esse método está submetido a inúmeros interferentes e a um período maior para análise, além de variáveis absorções em diferentes proteínas.

6.3. MÉTODO DE BRADFORD

Caracterizado como um dos métodos de procedimento espectroscópico rápido e preciso e, muito utilizado para substituir o uso de reagentes corrosivos na quantificação de proteínas pelo método de Kjeldhal, o método de Bradford depende da composição de aminoácidos e sua reação ao corante, ou seja, é baseado na reação do corante BG-250 (Brilhante de Coomassie Blue G-250) entre os polos das cadeias laterais de proteínas que sejam alcalinas ou aromáticas. (KLOTH, 2021, p.38)

6.4. MÉTODO DE ABSORÇÃO NO ULTRA-VIOLETA

Segundo Fernandes (2019, p.22), esse método é largamente utilizado para a purificação, separação e para a quantificação de proteínas que apresentam absorção na região abaixo de 220 nm devido às ligações peptídicas e em 280 nm devido à vários aminoácidos. O método tem por vantagem o curto tempo de duração além da não destruição da amostra e, como principal desvantagem a incidência de várias substâncias que também absorvem no UV, tornando os resultados obtidos contestáveis. (ZAIA, 1998, p.791)

6.5. MÉTODO DE KJELDAHL

De acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008, p.122), a determinação de proteínas por esse método é definida pela decomposição da matéria orgânica e produção de amônia para quantificação via método volumétrico de nitrogênio total, sendo assim constituído em três etapas, conforme a figura 6:



Figura 6: Etapas método de Kjeldhal

6.5.1. DIGESTÃO

A primeira etapa é caracterizada pela decomposição da matéria orgânica presente na amostra, através do ácido sulfúrico aliado a um catalisador, que marca a deslocação do nitrogênio transformando-se em sal amoniacal. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008, p.122)

De acordo com Galvani e Gaertner (2006, p.1) as reações que ocorrem nessa etapa são:

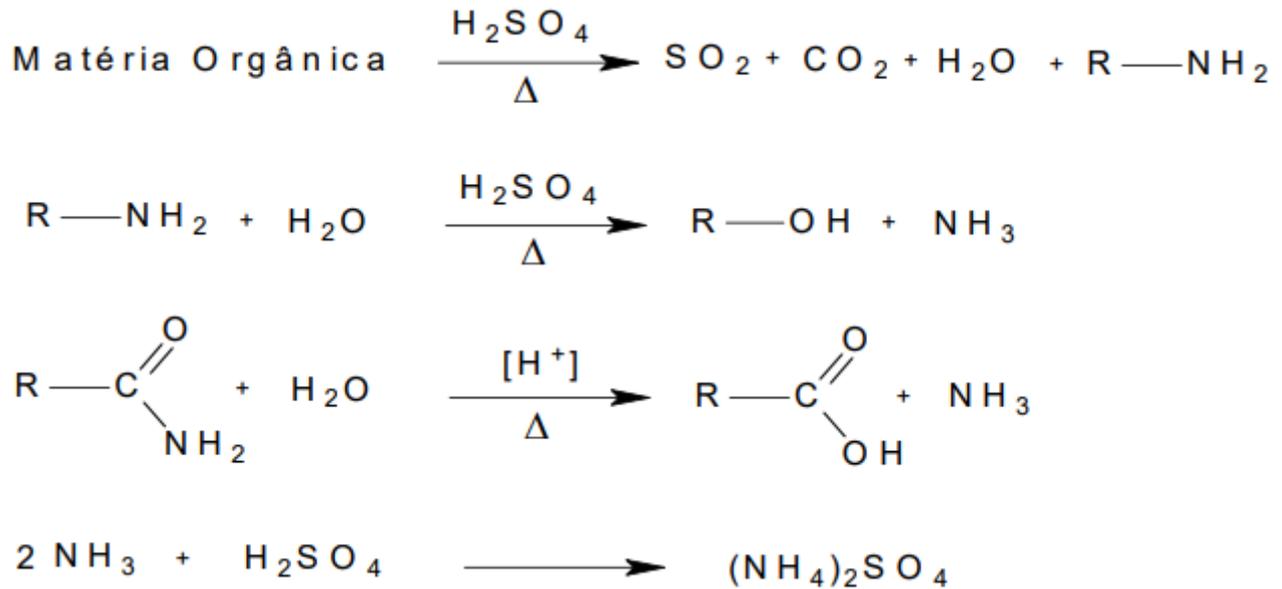


Figura 7: Primeira etapa: Digestão. (GALVANI, F; GAERTNER, E., 2006, p.1)

6.5.2. DESTILAÇÃO

Em concordância com Barp (2020, p.13) nessa etapa, utiliza-se o destilador de nitrogênio para que o sulfato de amônio presente na solução digerida, entre em contato com hidróxido de sódio de concentração conhecida, sob agitação constante até que toda a amostra seja destilada, ou seja, durante o processo há a liberação de amônia (-NH₃) que é retida em uma solução contendo ácido bórico na presença de um indicador, formando assim o Borato de amônio (NH₄H₂BO₃). Conforme a reação demonstrada na figura 8:

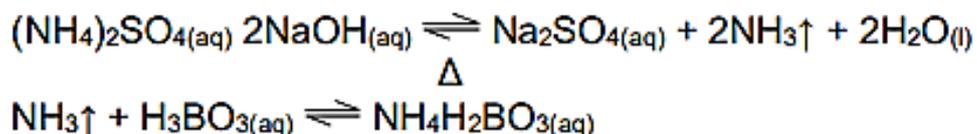


Figura 8: Reações durante o processo de destilação (BARP, 2020, p.13)

6.5.3. TITULAÇÃO

Segundo o que traz em seu artigo, Andrade (2020, p.2) esse método é conhecido como um dos métodos volumétricos mais aplicados em procedimentos analíticos, a volumetria, ou então, a titulação, tem como base as reações que determinam a concentração do titulado por meio de uma solução com concentração conhecida, denominada titulante.

Sendo a etapa responsável por determinar a concentração da amostra, utiliza-se o produto final da etapa de destilação para a titulação com ácido clorídrico até o ponto de viragem, assim como a reação demonstrada na Figura 9:



Figura 9: Reação durante o processo de titulação (BARP, 2020, p.13.)

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho utilizou-se o método de análise de Kjeldhal estabelecido pelo Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 2008, p.123).

7.1. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

7.1.1. Amostras

Foram adquiridas no comércio de Assis-SP, 5 amostras de suplementos alimentares indicados a pacientes oncológicos classificados como suplementos hiperprotéicos, devido a quantidade significativa de proteínas em relação ao valor calórico total.

7.1.2. Equipamentos

- Balança analítica SHIMADZU/ AUY220
- Frascos de Kjeldhal (500 a 800mL)
- Manta aquecedora
- Bloco digestor micro TE-040/25
- Destilador de Nitrogênio Tecnal/ TE-0364
- Capela para exaustão de gases
- Pipetas Lab Mate Pro 100 – 100uL

7.1.3. Reagentes

Os reagentes utilizados tinham grau analítico e foram:

- Ácido sulfúrico
- Ácido clorídrico 0,05mol/L
- Sulfato de Cobre
- Sulfato de Potássio
- Dióxido de Titânio
- Fenolftaleína
- Vermelho de metila
- Zinco em pó
- Hidróxido de sódio
- Mistura catalítica

7.1.4. Suplementos

Foram adquiridos no comércio de Assis, 4 produtos hiperprotéicos líquidos e 1 sólido, sendo que os valores de proteína declarados estão na tabela 3.

SUPLEMENTO	PORÇÃO	PROTEÍNA POR PORÇÃO
1	260mL	20g
2	100mL	8g
3	100mL	9,2g
4	100mL	7,9g
5	40g	16g

Tabela 3: Identificação de amostras

7.2. MÉTODO

7.2.1. Densidade

Para o cálculo da densidade dos produtos líquidos, utilizou-se como método a pesagem das alíquotas de 1mL em balança de precisão com o auxílio de uma pipeta, em triplicata

7.2.2. Determinação de proteína

Para a determinação do teor proteico nas amostras escolhidas, foi selecionado o método mais convencional e utilizado para esse tipo de análise, o método de Kjeldhal

7.2.2.1. Digestão

Com o auxílio de um conta-gotas, pesou-se 0,1g de cada amostra em tubos de Kjeldhal junto com 1,5g da mistura catalítica. Em seguida, foi adicionado 5mL de ácido sulfúrico para então colocar no bloco digestor com a chapa a 450°C por três horas.

7.2.2.2. Destilação

Em cada tubo com as amostras já digerida, foi adicionado aproximadamente 10mL de água destilada para dissolução do precipitado. Para o resfriamento dos tubos, utilizou-se água corrente para que fosse colocado no destilador de nitrogênio. Ao adicionar o tubo no destilador, adicionou-se 20mL de NaOH 40%. Após a adição de hidróxido de sódio, foi aberta a torneira do destilador de maneira leve e lenta e, em seguida, a caldeira de água foi verificada e o destilador foi ligado. Ao final dessa operação, foi colocado 35mL de uma

solução ácida de ácido bórico em um Érlenmeyer de 250mL para a captura da amônia destilada até observar a coloração verde.

7.2.2.3. Titulação

As amostras contendo o borato de amônio foram tituladas com solução de ácido clorídrico 0,05 mol/L, até a mudança na coloração. Após, anotou-se o volume gasto de cada titulação.

7.2.3. Cálculos

De acordo com o método utilizado, o cálculo aplicado para determinação de proteínas nas amostras está conforme descrito a seguir:

$$Proteína\ total\ (\%) = \frac{mN \times 14,01 \times 100}{P(g)}$$

Onde:

mN = Número de mols Nitrogênio

6,25 = fator de conversão geral do nitrogênio em proteína com base na Resolução RDC 360/03

P = Peso em gramas da amostra

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram adquiridas 5 amostras hiperprotéicas de marcas variadas encontradas no comércio de Assis, SP. O estudo contou com a titulação em triplicata para maior conferência dos resultados. Todo procedimento experimental foi realizado nas dependências do Laboratório Solos & Plantas no mesmo município, tendo como auxílio e instruções dos colaboradores da unidade. Os pesos (g) das amostras e o volume titulado estão descritos na tabela 4:

Amostra	Peso (g)	Volume titulação (mL)	Teor Proteína (g/kg)
1	0,1237	2,3	81,35
1	0,1	2	87,50
1	0,1039	2	84,22
2	0,117	2,3	86,00
2	0,1221	2,5	89,58
2	0,1266	2,5	86,39
3	0,1093	2,7	108,07
3	0,1236	3	106,19
3	0,1029	2,5	106,29
4	0,13	2,5	84,13
4	0,1285	2,5	85,12

4	0,141	2,8	86,88
5	0,1132	10,8	417,40
5	0,1025	9,5	405,49
5	0,1088	10	402,11

Tabela 4: Resultados obtidos

De acordo com a equação para determinação de proteína total, podemos encontrar os valores em % ou g/Kg de amostras, como exemplificado no cálculo abaixo:

Amostra 1) 1ª titulação

$$\frac{2,3 \text{ mL}}{1000} = 0,0023\text{L (conversão para litros)}$$

$$0,0023\text{L} \times 0,005\text{mol/L} = 0,000115 \text{ mol ácido}$$

$$0,000115 \text{ mol} \times 6,25 = 0,0071875 \text{ mol Nitrogênio}$$

$$\text{Proteína Bruta} = \left(\frac{0,0071875 \text{ mol} \times \frac{14,01\text{g}}{\text{mol}}}{0,1237\text{g}} \right) \times 100$$

$$\text{Proteína Bruta} \cong 8,15\% \cong 81,35\text{g/kg}$$

Amostra 1) 2ª titulação

$$\frac{2 \text{ mL}}{1000} = 0,002\text{L (conversão para litros)}$$

$$0,002\text{L} \times 0,001\text{mol/L} = 0,000115 \text{ mol ácido}$$

$$0,0001 \text{ mol} \times 6,25 = 0,000625 \text{ mol Nitrogênio}$$

$$\text{Proteína Bruta} = \left(\frac{0,000625 \text{ mol} \times \frac{14,01\text{g}}{\text{mol}}}{0,1\text{g}} \right) \times 100$$

$$\text{Proteína Bruta} \cong 8,75\% \cong 87,50 \text{ g/kg}$$

Amostra 1) 3ª titulação

$$\frac{2 \text{ mL}}{1000} = 0,002L \text{ (conversão para litros)}$$

$$0,002L \times 0,001\text{mol/L} = 0,000115 \text{ mol ácido}$$

$$0,0001 \text{ mol} \times 6,25 = 0,000625 \text{ mol Nitrogênio}$$

$$\text{Proteína Bruta} = \left(\frac{0,000625 \text{ mol} \times \frac{14,01\text{g}}{\text{mol}}}{0,1039\text{g}} \right) \times 100$$

$$\text{Proteína Bruta} \cong 8,42\% \cong 84,22\text{g/kg}$$

$$\text{Média} = \frac{81,35 + 87,50 + 84,22}{3} = 84,35\text{g/kg}$$

Sabendo-se que as 4 primeiras amostras são líquidas, encontrou-se suas densidades, pesando em g o equivalente a 1mL de solução, conforme a tabela 5, obtendo os valores de:

Amostra	Valor média	Densidade	Valor corrigido
1	84,35 g/kg	1,056	79,88
2	87,32 g/kg	1,062	82,22
3	106,85 g/kg	1,048	101,96
4	85,37 g/kg	1,052	81,15
5	408,33 g/kg	—	—

Tabela 5: Densidade dos produtos e valores corrigidos

Através dos valores de densidade, pode-se calcular o equivalente em g/kg, dividindo os valores em massa pela densidade de cada produto, como:

$$\frac{81,35 \text{ g/kg}}{1,056} = 77,03 \text{ g/L}$$

Com os resultados dos valores corrigidos em g/L, calculou-se o teor de Proteína equivalente a cada porção do produto, como pode ser visto na tabela 6, utilizando um cálculo básico de regra de 3, como descreve o exemplo abaixo:

$$77,03 \text{ g} - 1000\text{mL}$$

$$X - 260\text{mL}$$

$$X = 20,02\text{g}$$

Realizou-se a média dos dados obtidos e foram comparados com os valores declarados em cada tabela nutricional e com a legislação atual sobre a conformidade desses produtos, de acordo a tabela 6:

Amostra	Valor obtido	Valor descrito na tabela nutricional	Conforme?
1	20,07g/260mL	20g	SIM
2	8,21g/100mL	8g	SIM
3	10,19g/100mL	9,2g	SIM
4	8,11g/100mL	7,9g	SIM
5	16,33g/40g	16g	SIM

Tabela 6: Valor teórico X valor real obtido

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) do Brasil, para esse tipo de

suplemento, é permitida uma variação de até 20% entre os valores declarados pelo fabricante e os valores realmente presentes nas amostras. Isso significa que os resultados das análises laboratoriais devem estar dentro dessa margem de variação para estar em conformidade com a regulamentação que visa garantir a precisão e a veracidade das informações nutricionais declaradas nos rótulos dos produtos, proporcionando aos consumidores informações confiáveis sobre o conteúdo dos suplementos que estão consumindo. Tendo em vista as análises realizadas neste trabalho, os resultados obtidos foram adequados aos parâmetros exigidos pela regulamentação do país e, todos os suplementos demonstraram estar cumprindo com os valores apontados nos rótulos e não apresentaram nenhum valor abaixo da variação permitida.

SILVA e colaboradores (2022) em seu trabalho foram avaliados dois métodos para a quantificação do teor de proteínas no Whey Protein: o método clássico de Kjeldhal e o espectrofotométrico de Biureto. Os resultados demonstraram que ambos os métodos são eficazes na quantificação de proteínas. No entanto, o método de Biureto pode sofrer interferência significativa ao analisar amostras com alto teor de carboidratos, diferentemente do método de Kjeldhal.

Em outro trabalho, MORAIS (2020) teve por objetivo analisar os teores de proteínas totais em suplementos alimentares destinados ao ganho de massa muscular, comercializados no município de Campina Grande, Paraíba, utilizando o método de Kjeldhal. Foram selecionadas cinco marcas de suplementos proteicos adquiridas no comércio varejista da cidade. Porém, os resultados da análise revelaram uma divergência entre o índice de proteínas apresentado na rotulagem do produto e o índice obtido após a análise laboratorial. No entanto, os valores obtidos ainda estavam em conformidade com a legislação vigente. Isso ressalta a importância de um monitoramento constante dos produtos alimentares para assegurar a precisão das informações nutricionais fornecidas aos consumidores.

Em um artigo publicado pela Revista Brasileira de Cancerologia, é feito um trabalho que compara as formulações propostas com Suplementos Industriais (SI) em relação à composição nutricional e aos aspectos econômicos de Suplementos Alimentares Artesanais (SAA). Esse tipo de estudo é importante para avaliar a eficácia e a viabilidade de diferentes abordagens no fornecimento de suplementação nutricional a pacientes com câncer. A escolha entre suplementos industriais e artesanais pode depender de vários fatores, incluindo a disponibilidade de recursos, as necessidades nutricionais específicas do paciente e as preferências individuais. De acordo com Arthur (2023), os Suplementos

Alimentares Artesanais apresentam 1,6% de teor de proteína a mais que em comparação com os Suplementos Industriais.

Conforme o inciso I do artigo 8º da Resolução Anvisa RDC-18, o produto pronto para consumo deve conter, no mínimo, 10 gramas de proteína por porção. Isso significa que, para ser considerado um suplemento proteico para atletas de acordo com essa regulamentação, o produto deve atender a esse critério mínimo de teor de proteína por porção.

De acordo com o que a Resolução Anvisa RDC nº360/03 regulamenta, há uma tolerância de 20% nas variações dos resultados das análises de qualquer nutriente alimentício declarado no rótulo. Conforme consta no Anexo III da Instrução Normativa nº 28/2018, a qual constitui a legislação regulamentar expedida pela ANVISA, para pessoas maiores de 19 anos, o limite mínimo de proteína permitido por suplemento é de 8,4g por suplemento (BRASIL, 2018, p.145)

9. CONCLUSÃO

No presente trabalho, todas as cinco amostras de suplementos alimentares indicados para pacientes oncológicos se enquadram sem nenhuma não conformidade ou variação além do que é permitido pela Anvisa. Dentre as amostras analisadas, todas atingiram o limite de variação aceitável, além de possuírem a quantidade mínima exigida para que todas as amostras se enquadrassem em suplementos proteicos.

Em síntese, todos os fabricantes estão apresentando uma satisfatória confiabilidade nos produtos analisados, por estarem em conformidade com o que é permitido e o que é declarado em suas tabelas nutricionais.

10. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Vanessa Vivian de; CANESIN, Edmilson Antônio; SUZUKI, Rúbia Michele; PALIOTO, Graciana Freitas. Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico. **Revista Química Nova na Escola (QNEsc)**, v.30, n.1, fevereiro, 2013, p.34-40. Disponível em: <[06-EEQ-79-11.pdf \(sbq.org.br\)](#)>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ANDRADE, Davi dos Reis. **Comparação metodológica para determinação do teor de proteínas totais em suplementos proteicos consumidos por praticantes de atividade física**. 2020. 84p. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Minas Gerais. Diamantina. 2021.

ANDRADE, J. C. **Química Analítica Básica: Volumetria de Neutralização - conceitos e curvas de titulação**. 2020. *Chemkeys.*, 14.

ARTHUR, Priscila Silva. Desenvolvimento de Suplementos Artesanais, Análise e Comparação com Suplementos Industriais para Pacientes em Estado de Caquexia do Câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 69, n. 2, março. 2023. p. 1-10.

ATKINS, P., JONES, L.; LAVERMAN, L. . **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7ª ed. (F. J. Nonnenmacher, Trad.) Porto Alegre: Bookman. 2018

BARP, G. (2020). **Relatório de Estágio Supervisionado Desenvolvido Na Seção Laboratorial Avançada De Santa Catarina Do Laboratório Federal De Defesa Agropecuária**. QMC5515 – Estágio Supervisionado, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS., Departamento de Química, Florianópolis, SC.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução RDC Nº 272, de 8 de abril de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico que fixa os requisitos mínimos exigidos para a Terapia de Nutrição Parenteral. 1998. Brasília - DF: Diário Oficial da União, Poder Executivo.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria De Atenção Especializada à Saúde. Departamento De Regulação, Avaliação e Controle. Coordenação-Geral De Gestão Dos

Sistemas De Informações Em Saúde. **Sistema de Informações Ambulatoriais**. Brasília, 2022.

BRUM, André Luis Silveira. **A QUÍMICA DOS SUPLEMENTOS ALIMENTARES**. 2009. 55p. Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

CARVALHO, A. C.; MARTINS, P. C.; ARAÚJO, R. B.; CERDEIRA, C. D.; SILVA, R. B.; BARROS, G. B. Parâmetros Nutricionais em Pacientes Oncológicos atendidos em um Centro de Referência no Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Cancerologia**, 2018, p.159-166. Brasil.

CARVALHO, G. d.; CAMILO, M. E.; RAVASCO, P. Qual a relevância da nutrição em oncologia? **Acta Med Port**, 2011, 1041-1050.

CORSINO, J. **Bioquímica**. 2009. Campo Grande: Ed. UFMS.

DA POIAN, A.; FOGUEL, D.; DANSA-PETRETSKI, M., Machado, O. T.; ABREU-FIALHO, A. P. **Bioquímica I**. 2010. 2, 5ª. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Fundação CECIERJ.

DIAS, V. M., Coelho, S. C., Ferreira, F. M., Vieria, G. B., Cláudio, M. M., & Silva, P. D. O grau de interferência dos sintomas gastrintestinais no estado nutricional do paciente com câncer em tratamento quimioterápico. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, 2006, p.104-110.

DUARTE, Ennya Cristina Pereira dos Santos; FEIJÓ-FIGUEIREDO, Maria Clara; SOUZA, Rosana Rodrigues de; PEREIRA-FREIRE, Joilane Alves. Assistência nutricional para os cuidados paliativos de pacientes oncológicos: uma revisão integrativa. **Revista de Atenção à Saúde (RAS)**, v.18, n.64, abril-junho, 2020, p.124-132. Disponível em: <[Vista do ASSISTÊNCIA NUTRICIONAL PARA OS CUIDADOS PALIATIVOS DE PACIENTES ONCOLÓGICOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA \(uscs.edu.br\)](#)>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo)/coordenadores: Odair Zenebon, N. S. 2008. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** (Vol. IV). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

FERNANDES, G. M. **Estratégias Para Determinação De Proteínas Baseadas Em Dispositivos De Papel, Dispositivos Miniaturizados E Impressão 3d**. 2019. Uberlândia: Minas Gerais.

FOGAÇA, J. R. **Estruturas das proteínas**. 2023. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/estruturas-das-proteinas.htm>>. Acesso em: 1 nov. 2023.

GALVANI, F.; GAERTNER, E. Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta. **Circular Técnica**, maio de 2006, Corumbá, MS, Brasil: Embrapa.

GONZÁLES, F. H.; SILVA; S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2017. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

Harvey, R. A., & Ferrier, D. R. (2012). *Bioquímica Ilustrada*. Porto Alegre: Artmed.

INCA, I. N. (31 de 05 de 2022). *Ministério da Saúde*. Fonte: gov.br : <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/o-que-e-cancer>

Kloth, M. G. (30 de Agosto de 2021). AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA EXTRAÇÃO DE PROTEÍNA A PARTIR DE SUBPRODUTO AGROINDUSTRIAL. Ponta Grossa, PR, Brasil. Fonte: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/27712/1/avaliacaoviabilidadeextracaoproteina.pdf>

LEMOS, Izabel Azevedo de. **Avaliação de métodos espectrofotométricos para a determinação do teor de proteínas residuais nas preparações vacinais de polirribosil ribitol fosfato (PRP)**. 2016. 105p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Liberato, M. d., & Oliveira, M. S. (2019). *Química Bioquímica*. Fortaleza, Ceará: Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE.

Marzzoco, A., & Torres, B. B. (1999). *Bioquímica Básica*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan S.A.

MIWA, A. C. (2003). *COMPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS COLORIMÉTRICOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO*. São Carlos, São Paulo.

MORAIS, Marcos Garcia Costa et al. Determinação de proteínas totais em suplementos alimentares para ganho de massa muscular comercializados no município de campina grande, paraíba. Anais do V CONAPESC. Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/72777>>. Acesso em: 07/11/2023

Nutricia, E. D. (17 de Setembro de 2021). *Danone*. Fonte: Nutricia Life-Transforming Nutrition: <https://www.danonenutricia.com.br/adultos/alimentacao/consumo-diario-saudavel-proteina>.

OLIVATO, Márcia Carolina Millán. **Investigação do dicloroacetato de sódio (DCA) para tratamento de mastocitomas caninos: Estudos *in vitro***. 2017, p.39. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2017.

OLIVEIRA, Mariana dos Santos. **Identificação de padrões conformacionais em estruturas experimentais e projeto de metaheurísticas para a predição da estrutura tridimensional de proteínas**. 2016. 87p. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. Departamento de Biologia Molecular e Biotecnologia. Porto Alegre.

PINTO, A. e. (2020). Proteínas Virais no Protein Data Bank. *REVISTA DE CIÊNCIA ELEMENTAR*, 1-4.

SCHULZE, M. M. (set-dez de 2007). Tratamento Químioterápico em Pacientes Oncológicos. *Rev. Bras. Oncologia Clínica*, pp. 17-23.

SEVERO, A. (s.d.). *A importância de um acompanhamento nutricional*. Acesso em 17 de Julho de 2023 Tial: <https://tial.com.br/a-importancia-de-acompanhamento-nutricional/>

SILVA, Jorge Luiz et al. Análise do teor de proteína em whey protein pelos métodos de kjeldahl e biureto. 2022. Editora Científica Digital. Open Science Research IX. Volume 9.

2022. Editora Científica Digital. ISBN 978-65-5360-235-9. Disponível em: <www.editoracientifica.com.br>. Acesso em: 07/11/2023.

SILVEIRA F.M.; WYSOCKI A.D; MENDEZ R.D; PENA S.B; SANTOS E.M.; MALAGUTI-TOFFANO S., et al. Impacto do tratamento quimioterápico na qualidade de vida de pacientes oncológicos. **Acta Paul Enferm.** 2021;34:eAPE00583.

ZAIA, D. A. (1998). DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS TOTAIS VIA ESPECTROFOTOMETRIA: VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MÉTODOS EXISTENTES. *QUÍMICA NOVA*, 787-793.