



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO (ENUT)
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS (DEALI)



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PROTEICA DA PROTEÍNA TEXTURIZADA DE
SOJA EM RATAS *WISTAR*

FAELMA KEMILLY COELHO SOUZA

Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO (ENUT)
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS (DEALI)



FAELMA KEMILLY COELHO SOUZA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PROTEICA DA PROTEÍNA TEXTURIZADA DE
SOJA EM RATAS *WISTAR*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Karina Barbosa de Queiroz.

Coorientadora: MSc. Miliane Martins de Andrade Fagundes.

Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S729a Souza, Faelma Kemilly Coelho.
Avaliação da qualidade proteica da proteína texturizada de soja em ratas wistar. [manuscrito] / Faelma Kemilly Coelho Souza. - 2021.
69 f.: il.: color..

Orientadora: Profa. Dra. Karina Barbosa de Queiroz.
Coorientadora: Ma. Miliane Martins de Andrade Fagundes.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Nutrição. Graduação em Nutrição .

1. Proteínas de soja texturizada. 2. Proteínas de soja. 3. Nutrição - Avaliação. I. Fagundes, Miliane Martins de Andrade. II. de Queiroz, Karina Barbosa. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 612.3

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/2247



FOLHA DE APROVAÇÃO

Faelma Kemilly Coelho Souza

Avaliação da qualidade proteica da proteína texturizada de soja em ratas Wistar

Monografia apresentada ao Curso de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição

Aprovada em 03 de setembro de 2021.

Membros da banca

Prof^ª. Dr^ª Karina Barbosa de Queiroz - Orientador(a) (Universidade Federal de Ouro Preto)
MSc. Miliane Martins Andrade Fagundes - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Prof^ª. Dr^ª Fernanda Guimarães Drummond e Silva - (Universidade Federal de Ouro Preto)
MSc. Raphael Antônio Borges Gomes - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Karina Barbosa de Queiroz, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 10 de março de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Karina Barbosa de Queiroz, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/03/2022, às 11:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0290619** e o código CRC **1BC1D375**.

Dedico este trabalho à minha mãe, Joelma, por todos os ensinamentos, amor e apoio, e por não medir esforços para que eu pudesse alcançar mais um sonho. Ao meu padrasto, Reinaldo, pelo carinho e por estar ao meu lado nessa trajetória. Ao meu pai, Fábio, por toda ajuda. À minha irmã, Letícia, pelo carinho e companheirismo. Ao meu namorado, Lucas, pelo amor e carinho, e por sempre me apoiar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser meu refúgio e fortaleza e segurar a minha mão em todos os momentos. Por ter me dado a oportunidade de ter uma família incrível, que me deu os ensinamentos que me guiaram e me construíram para chegar até aqui.

À minha mãe, Joelma, que sempre foi minha base de família, amor, cuidado e carinho. Ela que sempre fez o papel de mãe e pai na minha vida e nunca desistiu de mim. Amor e gratidão são palavras que expressam o que eu sinto por você. Esse passo tão importante só está sendo possível porque você sempre esteve ao meu lado.

Ao meu padrasto, pelos ensinamentos e por sempre ter acreditado em mim. Sempre foi muito importante na minha vida e essencial para que eu chegasse até aqui. Obrigada por tudo.

Ao meu pai, Fábio, que mesmo apesar da distância, sempre me ajudou e me apoiou. Ele que sempre se fez presente na minha vida de alguma forma. Obrigada pelo apoio e por acreditar em mim.

À minha irmã, Letícia, que é um presente de Deus na minha vida. Sempre foi minha companheira e amiga, e esteve ao meu lado em todos os momentos. Obrigada por me apoiar e pela irmandade de sempre.

À minha avó materna, Maria (em memória), meu exemplo de força e amor. Me guiou para que eu chegasse até aqui. Tenho certeza que está orgulhosa de mim agora e olhando por nós de onde estiver. Tudo que sou hoje é graças a você, que sempre me apoiou e esteve ao meu lado. Sou grata a você por todos os ensinamentos, e a Deus, por ter me dado a graça de tê-la comigo por tantos anos. Saudades eternas.

Ao meu namorado, Lucas, que acompanhou de perto as minhas lutas e conquistas. Que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e aconselhando. Sou grata pelo carinho e cuidado de sempre e por ter você comigo nessa trajetória.

Aos meus sogros, Denise e Sérgio, que sempre me receberam de braços abertos em seu lar. Sou grata a Deus por ter vocês na minha vida. Obrigada por todo carinho e apoio.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Karina Barbosa de Queiroz, que sempre me ajudou e acompanhou de perto a minha trajetória. Pela profissional incrível que é e pela garra de sempre. Obrigada pela confiança, pelo carinho e todos os conselhos já dados. Sou grata

por ter tido a oportunidade de ser sua aluna e por todos os aprendizados que tive. Sem você não seria possível que eu chegasse até aqui.

À minha coorientadora, MSc. Miliane Martins de Andrade Fagundes, por todas as idas no laboratório, por sempre estar disposta a me ajudar e pela excelente profissional que é. Obrigada por acreditar em mim e por todo apoio. Você foi muito importante para que esse momento se tornasse possível.

Agradeço também a todos os membros do Laboratório de Nutrição Experimental (LABNEX), por terem me recebido com muito carinho e por todo o aprendizado que tive como monitora da disciplina de Nutrição Experimental durante dois períodos. Agradeço, em especial, à Isabela Jesus, que esteve comigo durante pouco tempo, mas que foi essencial para que esse momento fosse possível.

Aos amigos que o curso de Nutrição me deu, Isabela Fernandez, Willian, Carol, Lucas, Luísa, Úrsula e Jordana. Sem vocês a caminhada teria sido mais difícil. Obrigada por deixarem meus dias mais leves e por todos os perrengues e conquistas compartilhadas.

Às amigas, Flávia e Layse, que foram minhas companheiras de apartamento por um longo período. Obrigada por deixarem meus dias mais leves, pela amizade e carinho, e por todas as risadas e choros compartilhados. Vocês foram essenciais durante a minha caminhada.

Aos meus amigos, Gabi, Vitor, Klinger e Maria Beatriz, que mesmo de longe, sempre estiveram comigo e me apoiaram. Obrigada por tornarem meus dias mais felizes e alegres e pela amizade e companheirismo de sempre.

Agradeço aos laboratórios que me ajudaram durante esse tempo. Em especial: ao Laboratório de Bromatologia, à Prof.^a Dr.^a Melina Oliveira e ao técnico MSc. Raphael Borges; ao Laboratório Multiusuário de Pesquisa da Escola de Nutrição e ao técnico Gustavo Silveira. Agradeço ao Raphael e Gustavo pela dedicação e disposição durante a realização das análises. Ao Centro de Ciência Animal (CCA), pelo cuidado com os animais e pela confiança transmitida a nós para a contribuição com a pesquisa científica.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Ouro Preto e à Escola de Nutrição pela oportunidade e por todos os ensinamentos dados através dos professores. Aos demais funcionários, pelo carinho, por toda colaboração e por tornar a UFOP um ambiente mais leve.

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez”.

-Jean Cocteau

Lista de figuras

Figura 1 – Representação esquemática da produção de PTS a partir da farinha desengordurada de soja.....	22
Figura 2 – Delineamento experimental do estudo.	29
Figura 3 – Teor de proteína das três diferentes dietas	40
Figura 4 – Efeito das diferentes dietas no ganho de peso dos animais.....	41
Figura 5 – Teor de nitrogênio nas fezes do ceco e excretadas pelos animais.....	45
Figura 6 – Resultados obtidos após a avaliação da qualidade proteica da PTS	49

Lista de tabelas

Tabela 1: Composição centesimal média da soja em grão.....	19
Tabela 2: Composição dos aminoácidos essenciais (g/16gN) presentes nos grãos de soja, na farinha, no concentrado proteico (70% de proteína), no isolado proteico (90%), na proteína texturizada de soja (PTS, com 50% de proteína) e o requerimento padrão da FAO.	19
Tabela 3: Tabela de composição das dietas experimentais (g/kg de dieta).....	28
Tabela 4: Concentração sérica de ureia, glicose, TG, CT, AST, ALT e CREA em ratas alimentadas com dieta controle, dieta LN e dieta à base de proteína texturizada de soja	43
Tabela 5: Avaliação da qualidade proteica da PTS através das análises de PER e NPR.	47

Lista de abreviações e siglas

ALT:	Alanina aminotransferase
AST:	Aspartato aminotransferase
BBi:	Inibidor de tripsina e quimotripsina <i>Bowman-Birk</i>
CCA:	Centro de ciência animal
CEUA:	Comissão de ética no uso de animais
CREA:	Creatinina
CT:	Colesterol total
DCNT:	Doenças crônicas não transmissíveis
DV:	Digestibilidade verdadeira
EPI:	Equipamentos de proteção individual
EQ:	Escore químico
FAO:	<i>Food and Agriculture Organization</i>
Fk:	Nitrogênio fecal do grupo aprotéico
G-C:	Grupo controle
G-LN:	Grupo livre de nitrogênio
G-PTS:	Grupo proteína texturizada de soja
HCl:	Ácido Clorídrico
KTI:	Inibidor de Tripsina <i>Kunitz</i>
L:	Litro
LabNex:	Laboratório de Nutrição Experimental
mg/dL:	miligramas/decilitros
mL:	mililitros
N:	Nitrogênio
NaOH:	Hidróxido de Sódio
NPR:	Razão proteica líquida
PDCAAS:	Escore Químico de Aminoácidos Corrigido para Digestibilidade de Proteínas
PER:	Coefficiente de eficácia proteica
PTS:	Proteína texturizada de soja
S.A.:	Sociedade Anônima

TG: Triglicéridos
TGP: Transaminase Pirúvica
UFOP: Universidade Federal de Ouro Preto
U/mL: Unidades/mililitros
 μ L: Microlitro

RESUMO

O trabalho busca avaliar a qualidade proteica da proteína texturizada de soja (PTS) em ratas, utilizando o modelo *in vitro* e *in vivo*, como o Escore Químico (EQ) e Escore Químico de Aminoácidos Corrigido para Digestibilidade de Proteínas (PDCAAS) para a avaliação da abundância, a Digestibilidade Verdadeira (DV) para a avaliação da digestibilidade, o Coeficiente de Eficácia Proteica (PER) e a Razão Proteica Líquida (NPR) para a avaliação da biodisponibilidade da qualidade da PTS. Para isso, foram utilizadas 18 ratas *Wistar*, divididas em 3 grupos, contendo 6 animais cada, sendo o grupo controle (G-C), com dieta purificada modificada contendo a caseína como fonte proteica (9,5% de proteína), o grupo livre de nitrogênio (G-LN) com dieta apteica (0% de proteína), e o grupo teste (G-PTS), com dieta purificada modificada contendo a proteína texturizada de soja como fonte proteica (9,5%). Depois da divisão dos grupos, foi feita a determinação do teor de nitrogênio das dietas experimentais, antes do início do experimento, para determinar se o teor de proteínas estava adequado (9,5%), pelo método de *Kjeldahl*. O teor de proteína encontrado na dieta do G-C foi igual a 95,0 g e o teor encontrado na dieta do G-PTS foi igual a 92,0 g. Após a determinação do teor de proteínas das dietas, deu-se início ao experimento. Aos 14 dias, foi feita a eutanásia dos animais do G-LN e aos 28 dias, a eutanásia dos grupos G-C e G-PTS. Semanalmente foram avaliados os efeitos das diferentes dietas sobre a ingestão alimentar e ganho de massa corporal. A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que os animais do G-LN tiveram menor ingestão alimentar e ganho de massa corporal, quando comparados aos animais do G-C e G-PTS, além de uma menor quantidade de fezes excretadas. Após a eutanásia dos animais dos 3 grupos, foi feita a determinação dos efeitos das diferentes dietas sobre o perfil metabólico a partir da obtenção do soro após a centrifugação do sangue dos animais. Foram avaliadas as concentrações séricas de ureia, glicose, triglicerídeos (TG), colesterol total (CT), AST, ALT e creatinina (CREA). Os resultados demonstraram que as concentrações séricas de ureia e glicose não apresentaram diferenças significativas entre os animais dos 3 grupos; as concentrações séricas de TG foram menores no G-PTS em relação ao G-LN; as concentrações de CT, AST e ALT apresentaram aumento nos animais do G-LN em relação ao G-C, e diminuição nos animais do G-PTS em relação ao G-LN; as concentrações de CREA foram maiores no G-PTS em relação ao G-LN; entretanto, vale destacar que não foi identificado CREA nos animais do G-LN. Em seguida, foi realizada a avaliação do teor de nitrogênio no conteúdo cecal (não houve diferença) e nas fezes excretadas dos animais após 14 e 28 dias de experimento.

A partir de todos os dados coletados, foi possível calcular os índices de avaliação da qualidade proteica a partir do cálculo da digestibilidade verdadeira (91%), PDCAAS (0,32), PER (1.6) e NPR (2,54). Nossos resultados demonstraram que a qualidade proteica da PTS é média em relação à proteína-padrão, mas quando comparada com outras fontes de proteína de origem vegetal, pode ser considerada uma boa fonte desde que tenha os aminoácidos limitantes corrigidos, além de ser eficaz na redução dos níveis séricos de TG.

Palavras-chave: proteína vegetal, PER, NPR, dosagens bioquímicas.

ABSTRACT

The work seeks to evaluate the protein quality of textured soy protein (PTS) in rats, using in vitro and in vivo models, such as the Chemical Score (EQ) and Amino Acid Score Corrected for Protein Digestibility (PDCAAS) for an evaluation of textured soy protein (PTS) in rats, the True Digestibility (DV) for, the Protein Efficacy Coefficient (PER) and the Net Protein Ratio (NPR) for the assessment of the bioavailability of the quality of PTS. For this, 18 Wistar rats were used, divided into 3 groups, containing 6 animals each, the control group (CG) with modified purified diet containing casein as a protein source (9.5% of protein), the group free from nitrogen (G-LN) with non-protein diet (0% protein), and the test group (G-PTS), with modified purified diet containing textured soy protein as a protein source (9.5%). After the groups were divided, the nitrogen content of the experimental diets was determined, before the beginning of the experiment, to determine if the protein content was adequate (9.5%), by the Kjeldahl method. The protein content found in the G-C diet was equal to 95.0 g and the content found in the G-PTS diet was equal to 92.0 g. After determining the protein content of the diets, the experiment began. At 14 days, the animals from the G-LN were euthanized and at 28 days, the G-C and G-PTS groups were euthanized. The effects of different diets on food intake e body mass gain of animals were evaluated weekly. From the results obtained, it was possible to observe that the animals from the G-LN had lower food intake and bodymass gain, when compared to the animals from the G-C and G-PTS, in addition to a smaller amount of excreted feces. After euthanasia of the animals of the 3 groups, the effects of the different diets on the metabolic profile were determined from the obtainmentof serum after centrifugation of the animals' blood. They were evaluated as serum options of urea, glucose, triglycerides (TG), total cholesterol (TC), AST, ALT and creatinine (CREA). The results showed that the serum concentrations of urea and glucose did not show significant differences between the animals of the 3 groups; serum TG concentrations were lower in G-PTS compared to G-LN; the concentrations of CT, ASTand ALT showed an increase in animals from G-LN compared to G-C, and decreased inanimals from G-PTS compared to G-LN; CREA concentrations were higher in G-PTS compared to G-LN; however, it is noteworthy that CREA was not identified in the G-LNanimals. Then, the evaluation of nitrogen content in the cecal content (there was no difference) and in the feces of the animals after 14 and 28 days of experiment was carriedout. From all the data collected, it was possible to calculate the protein quality assessment

indexes from the calculation of true digestibility (91%), PDCAAS (0.32), PER (1.6) and NPR (2.54). Our results showed that the protein quality of PTS is average compared to standard protein, but when compared to other protein sources of vegetable origin, it can be considered a good source as long as it has the limiting amino acids corrected, in addition to being effective in reducing serum TG levels.

Keywords: vegetable protein, PER, NPR, biochemical dosages.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	A soja e suas características funcionais.....	17
2.1.1	Valor nutricional da proteína da soja.....	18
2.1.2	Fatores antinutricionais da soja.....	20
2.2	Proteína Texturizada de Soja (PTS).....	21
2.3	Métodos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> de avaliação da qualidade proteica.....	23
3	OBJETIVOS.....	26
3.1	Objetivo geral.....	26
3.2	Objetivos específicos	26
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1	Animais e condições experimentais	27
4.2	Análise do teor de proteínas nas dietas	30
4.3	Análises bioquímicas no soro.....	31
4.3.1	Ureia	31
4.3.2	Glicose	32
4.3.3	Triglicerídeos.....	32
4.3.4	Colesterol total.....	33
4.3.5	Aspartato aminotransferase (AST)	34
4.3.6	Alanina aminotransferase (ALT).....	35
4.3.7	Creatinina.....	35
4.4	Índices de avaliação da qualidade proteica	36
4.4.1	Escore Químico (EQ)	36
4.4.2	Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS)	36
4.4.3	Digestibilidade Verdadeira (DV).....	36
4.4.4	Protein Efficiency Ratio (PER)	37
4.4.5	Net Protein Ratio (NPR).....	37
4.5	Análise estatística.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	Estabelecimento do modelo de avaliação da qualidade proteica.....	39
5.1.1	Determinação do teor de proteína das dietas experimentais	39
5.1.2	Os efeitos das diferentes dietas sobre a ingestão alimentar e ganho de massa corporal após 28 dias	40

5.2	Determinação dos efeitos das diferentes dietas sobre o perfil metabólico dos animais após 28 dias	42
5.3	Avaliação do teor de proteína no conteúdo cecal e nas fezes excretadas.....	44
5.3.1	Digestibilidade verdadeira	46
5.3.2	PDCAAS	46
5.4	Avaliação da qualidade proteica da proteína texturizada de soja.....	47
5.4.1	Protein Efficiency Ratio (PER) e Net Protein Ratio (NPR)	47
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
7	REFERÊNCIAS	50
8	APÊNDICES.....	55
9	ANEXOS	68

1 INTRODUÇÃO

As proteínas são as macromoléculas mais abundantes no organismo, desempenhando funções que vão desde a formação e crescimento, até o desenvolvimento dos tecidos corporais ⁽⁹⁾. Esse macronutriente pode ser encontrado em alimentos de origem animal, bem como em alimentos de origem vegetal, sendo que o valor biológico é a principal diferença entre as fontes ⁽⁴⁰⁾.

A recomendação de proteína para diferentes grupos populacionais deve considerar abundância e a biodisponibilidade dessa proteína ^(43, 36). Com a busca por uma alimentação saudável e o aumento da busca por dietas vegetarianas, a proteína vegetal surge como uma opção de substituição à proteína animal ⁽¹⁶⁾. Entretanto, a proteína de origem vegetal ainda não é priorizada na alimentação da população devido aos seus baixos valores nutricionais quando comparada à proteína de origem animal ⁽¹¹⁾. Além disso, as proteínas vegetais possuem fatores antinutricionais que diminuem a digestibilidade e biodisponibilidade da proteína, o que pode reduzir ainda mais a sua qualidade nutricional ^(41, 11).

Nesse contexto, destaca-se a soja, um alimento rico em proteína de origem vegetal que possui uma boa aceitação de consumo pela população ⁽⁶⁾. A utilização do termo “soja” geralmente é dada em relação a produtos feitos a partir de grãos integrais, já o termo “proteína de soja”, refere-se à extração da parte proteica dos grãos ⁽¹²⁾.

A farinha de soja desengordurada, extraída em baixa temperatura, e extrusada, dá origem à proteína texturizada de soja (PTS), que possui elevada qualidade nutricional e baixo custo em relação às proteínas de origem animal ⁽⁸⁾. Em boas condições, o processo de extrusão gera o aumento da digestibilidade dos nutrientes ⁽⁸⁾ e reduz a atividade biológica das proteínas antigênicas ^(20, 8). Portanto, a PTS é um ingrediente com maior digestibilidade que o farelo de soja, podendo apresentar menor atividade biológica, com menor nível de agressão à mucosa intestinal ⁽⁸⁾.

Para a indicação de uma proteína de boa qualidade, é necessário avaliar a abundância, digestibilidade e biodisponibilidade ⁽³⁶⁾. Assim como as fontes de proteína animal, consideradas de alto valor biológico, tem sido visto que as proteínas vegetais também resultam em misturas proteicas de elevado valor biológico ⁽³⁶⁾. Por isso, o trabalho busca avaliar a qualidade da proteica da PTS em ratas, utilizando o Escore Químico (EQ) e

PDCAAS para a avaliação da abundância, a Digestibilidade Verdadeira (DV) para a avaliação da digestibilidade, o Coeficiente de Eficácia Proteica (PER) e a Razão Proteica Líquida (NPR) para a avaliação da biodisponibilidade da proteína texturizada de soja.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A soja e suas características funcionais

A soja é uma planta originária da China. Seu nome científico é *Glycine max L.*; faz parte da família Fabaceae (leguminosas), assim como a ervilha, o feijão e a lentilha. É um alimento rico em proteínas de origem vegetal, podendo ser consumido na alimentação humana. No Brasil, planta-se muito o grão de soja, que possui formato arredondado com cor amarela ⁽²⁴⁾.

A soja é o principal alimento fonte de isoflavonoides ⁽¹²⁾. Através da realização de estudos clínicos e experimentais, concluiu-se que as proteínas e isoflavonas presentes na soja podem gerar benefícios em doenças crônicas, como as doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose, doenças renais e até mesmo nas manifestações da menopausa ^(35, 13).

Os grãos da soja são ricos em nutrientes, incluindo as gorduras com predominância dos ácidos graxos poliinsaturados (ômega 3 e ômega 6), além de ser uma boa fonte de vitaminas, minerais e fibras ^(35, 13). Além disso, este alimento contém aproximadamente 1,0 a 3,0 mg de isoflavonas por grama de proteína, o que desperta interesse nos pesquisadores, pois é considerado um composto químico não hormonal, com estrutura semelhante à dos hormônios estrogênicos humanos, que desempenham papel de moduladores seletivos nos receptores de estrógenos ⁽¹³⁾. Ainda, a soja apresenta fatores antioxidantes ⁽¹³⁾.

O consumo da soja tem relação com a melhora da saúde feminina e na prevenção da perda óssea após a menopausa e osteoporose da mulher e este efeito é atribuído, pelo menos em parte, às propriedades semelhantes ao estrogênio das isoflavonas ⁽¹³⁾. Além destes benefícios, as isoflavonas também podem auxiliar na prevenção do desenvolvimento da aterosclerose devido às suas propriedades antioxidantes, uma vez que minimizam a oxidação da fração LDL do colesterol e, conseqüentemente, diminuem a produção de placas ateroscleróticas ^(33, 13).

2.1.1 Valor nutricional da proteína da soja

A soja é um alimento de origem vegetal com grande interesse no consumo mundial devido à facilidade de aplicação de seus derivados na alimentação de humanos e animais, como também, pelo baixo valor econômico em relação às proteínas de origem animal, tanto em âmbito nacional, como internacional ⁽⁴⁷⁾. O Brasil é um dos maiores produtores de soja do mundo, sendo cultivada em várias regiões ⁽²⁷⁾.

A soja possui elevado teor nutricional quando comparada às outras fontes de proteína de origem vegetal, contendo cerca de 20% de gorduras, 40% de proteínas, 4 a 10% de umidade, minerais (ferro, cobre, cálcio, zinco, magnésio, cobalto, entre outros) e vitaminas como a tiamina e riboflavina ⁽⁴⁷⁾. O consumo dessa leguminosa tem grande relação com a saúde humana pelas suas características nutricionais como o elevado teor de minerais e fibras, e baixo teor de gorduras saturadas ^(23, 31, 47).

A soja também tem sido estudada como fonte de fitoquímicos, como os flavonoides, observando-se uma relação entre o consumo desta leguminosa com a redução do risco de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNTs), como doenças cardiovasculares, alguns tipos de cânceres e osteoporose ^(17, 25, 29, 31, 47).

Além disso, é considerada boa fonte de fibras, se destacando a fibra solúvel, muito utilizada em dietas com o objetivo de diminuir os níveis de colesterol no sangue em indivíduos com hipercolesterolemia ^(29, 47).

Além de colaborar para uma melhor nutrição do organismo humano, a soja é considerada um bom alimento em dietas vegetarianas, por ser boa fonte de proteína de alta qualidade ⁽²⁶⁾. A soja também é rica em ácidos graxos poli-insaturados e em carboidratos com a função de prebióticos ⁽²⁶⁾. A Tabela 1 mostra a composição centesimal média da soja em grão.

Tabela 1: Composição centesimal média da soja em grão.

Energia Kcal	Umidade g.100g ⁻¹	Proteínas g.100g ⁻¹	Lipídios g.100g ⁻¹	Carboidratos		Minerais g.100g ⁻¹
				Açúcares	Fibras	
417	11,0	38,0	19,0	23,0	4,0	5,0

Fonte: Adaptado de Kagawa, 1995.

A proteína da soja é fonte de lisina e possui como aminoácidos limitantes a metionina e cisteína, pois o escore químico para estes aminoácidos é de 0,54 e 0,35, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2: Composição dos aminoácidos essenciais (g/16gN) presentes nos grãos de soja, na farinha, no concentrado proteico (70% de proteína), no isolado proteico (90%), na proteína texturizada de soja (PTS, com 50% de proteína) e o requerimento padrão da FAO.

Aminoácidos Essenciais	Padrão FAO	SOJA				
		Grão	Farinha	Concentrado Proteico	Isolado Proteico	PTS
Cisteína	4,2	1,3	1,6	1,6	1,3	1,5
Isoleucina	4,2	4,5	4,7	4,8	4,9	4,7
Leucina	4,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8
Lisina	4,2	6,4	6,3	6,3	6,4	6,1
Metionina	2,2	1,3	1,4	1,4	1,3	1,2
Fenilalanina	2,8	4,9	5,3	5,2	5,3	5,0
Treonina	2,8	3,9	3,9	4,2	3,6	4,2
Triptofano	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4	1,1
Tirosina	2,8	3,1	3,8	3,9	4,3	3,3
Valina	4,2	4,8	5,1	4,9	4,7	4,8

*Para cálculo do escore químico (EQ) determina-se a razão entre a quantidade de aminoácidos da proteína teste e a quantidade de aminoácidos da proteína padrão (FAO 2002).

Fonte: Adaptado de Weingartner, 1987.

Além da abundância de aminoácidos essenciais, outro ponto relevante na avaliação do valor nutritivo das proteínas é a sua digestibilidade. Em contexto geral, sabe-se que as proteínas de origem animal possuem digestibilidade superior a 95%, ao mesmo tempo que as proteínas de origem vegetal apresentam digestibilidade menor que 80% ^(45, 50). Com isso, pode-se destacar a proteína de soja, por ser uma proteína de origem vegetal e apresentar digestibilidade média de 86,4%. Este valor é considerado elevado quando comparado a outras proteínas de origem vegetal ⁽³⁶⁾.

Outro fator importante na avaliação da qualidade proteica de um alimento é a sua biodisponibilidade. A determinação da biodisponibilidade é realizada a partir da comparação entre as proporções do nutriente ingerido com o nutriente absorvido e utilizado pelo organismo ⁽³⁴⁾. Como a biodisponibilidade pode ser influenciada por um grande número de parâmetros, dentre eles os fatores antinutricionais presentes em alguns alimentos, a quantidade do nutriente realmente disponível pode sofrer variações ⁽³⁴⁾.

2.1.2 Fatores antinutricionais da soja

Fatores antinutricionais são compostos que estão presentes em vários tipos de alimentos de origem vegetal e, quando consumidos, reduzem o valor nutricional destes alimentos ⁽⁷⁾. Eles podem diminuir a digestibilidade, absorção e biodisponibilidade dos nutrientes e, quando ingeridos em excesso, podem levar a problemas de saúde ^(42, 7), como a diminuição da disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais e minerais, além de poder causar irritações e lesões da mucosa gastrointestinal, interferindo na eficiência dos processos biológicos ^(45, 7).

Os fatores antinutricionais presentes na soja, como as lectinas, inibidores de proteases, fitatos, saponinas e oligossacarídeos ⁽²⁾, causam uma limitação na sua utilização, comprometendo sua biodisponibilidade ⁽⁴⁾.

As lectinas são glicoproteínas com a predisposição de se combinarem a receptores de moléculas glicoconjugadas na superfície da membrana das células ⁽³⁶⁾. Quando essas substâncias se ligam à parede do epitélio intestinal, podem causar alguns efeitos como atrofia das microvilosidades e redução da atividade das células epiteliais através da redução da absorção de nutrientes ⁽¹⁰⁾.

Os inibidores de proteases são os fatores antinutricionais mais importantes e investigados. Estes são formados pelo Inibidor de Tripsina *Kunitz* (KTI) - responsável por cerca de 80%

da inibição da atividade trípica de grãos de soja - e pelo inibidor de tripsina e quimotripsina *Bowman-Birk* (BBI) ⁽³⁰⁾. Estes antinutrientes são responsáveis pela inibição das enzimas proteolíticas e, por isso, levam à redução da digestibilidade da proteína da soja, gerando uma diminuição no ganho de peso e crescimento dos animais ⁽³⁰⁾. Como forma de inativar estes fatores e aumentar o valor nutricional da soja, é necessária a realização de processamentos térmicos ⁽³⁰⁾.

Apesar dos tratamentos térmicos reduzirem a quantidade de inibidores de proteases e melhorarem a qualidade das proteínas, isto não funciona completamente ^(19, 21). Os inibidores do tipo *Bowman-Birk* precisam de 60 minutos a 95 °C para serem inativados, sendo mais resistentes que os do tipo *Kunitz*. Portanto, isto poderia causar desnaturação das proteínas e reações paralelas que minimizariam a estrutura dos aminoácidos presentes e poderiam causar efeitos prejudiciais à biodisponibilidade de outros nutrientes ^(38, 22).

2.2 Proteína Texturizada de Soja (PTS)

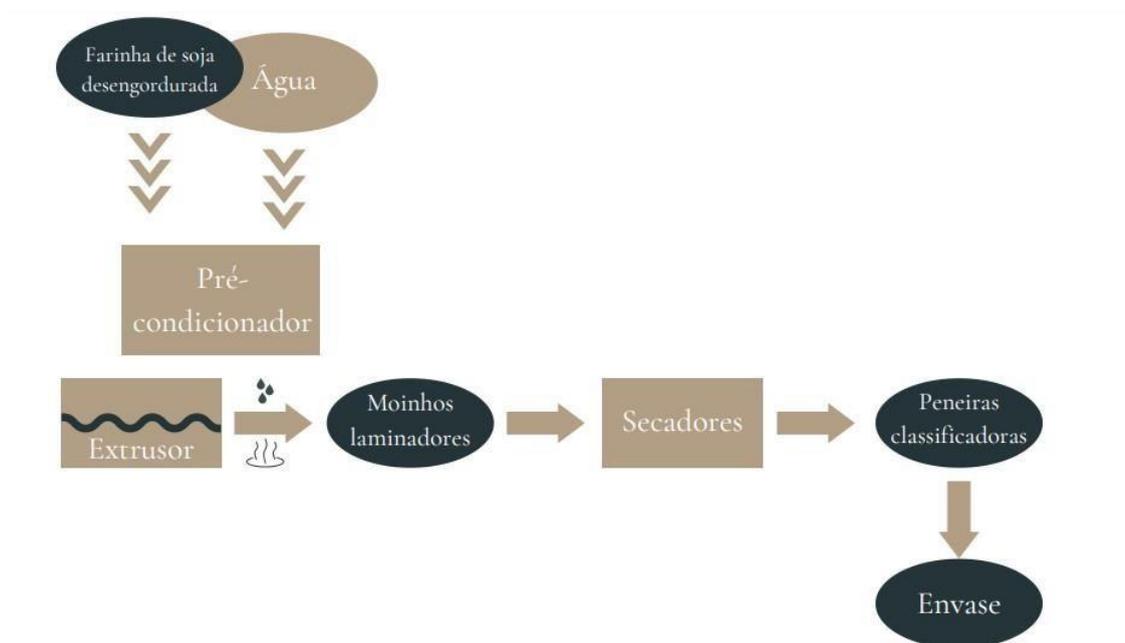
Com a comprovação da soja como boa fonte de proteína de origem vegetal, ela passou a ser usada para a obtenção de vários produtos e derivados proteicos ⁽¹³⁾. Por volta de 1950, os grãos da soja começaram a ser utilizados para a produção de uma farinha desengordurada para consumo humano, que serviu como precursora de outros importantes produtos, tais como o farelo de soja, a proteína texturizada de soja (PTS, mínimo de 50% de proteína), a proteína concentrada de soja (mínimo de 70% de proteína) e a proteína isolada de soja (mínimo de 90% de proteína) ⁽¹³⁾.

Com a descoberta da PTS para o consumo, sua utilização foi baseada na substituição da proteína animal por perder pouca água quando submetida a alta temperatura e apresentar uma textura semelhante à proteína da carne ⁽¹³⁾. Além disso, com a comprovação dos seus efeitos positivos na diminuição do colesterol e na prevenção de doenças cardíacas, a proteína texturizada de soja passou a ganhar o interesse da indústria alimentícia, que passou a produzir diversos tipos de alimentos à base da PTS ⁽¹³⁾. A partir deste momento, houve um aumento significativo do consumo e produção deste alimento, tais como bebidas, barras nutricionais, suplementos alimentares, cereais, biscoitos, molhos, chocolates, *snacks*, entre outros ⁽¹³⁾.

A PTS exerce várias funções nos alimentos, sendo importante destacar a de agregar água, aumentar a quantidade de proteína no produto e de substituir uma parte da carne em produtos embutidos, formatados ou a base de carne moída, mantendo o teor de proteína ⁽¹³⁾. Além disso, tem a função de espessante em produtos desidratados ⁽¹³⁾. Dentre suas propriedades funcionais, pode-se destacar as propriedades de hidratação, retenção de água e gordura, fixação de sabores e aromas e capacidade de formação de fibras ⁽¹³⁾.

A produção da PTS passa por algumas fases de processamento para atingir um bom resultado e obter um alimento de boa qualidade. O cuidado na produção deste alimento vai desde o plantio da soja, passando pela armazenagem dos grãos, preparação e extração, até a sua preparação final ⁽¹³⁾. Além disso, a forma como o processamento é feito é um fator determinante para atingir as propriedades nutricionais e funcionais desejadas no produto final. A Figura 1 relata uma representação esquemática do fluxograma de produção da PTS a partir da farinha desengordurada de soja.

Figura 1 – Representação esquemática da produção de PTS a partir da farinha desengordurada de soja.



Fonte: Adaptado de BUNGE ALIMENTOS, 2001.

No processo de produção da PTS, a etapa de extrusão é um fator determinante para a textura e a qualidade do produto final obtido, pois é quando ocorrem as transformações

químicas, físicas e bioquímicas necessárias para a texturização de um alimento. O processo de texturização das PTS pode ser separado em três fases ⁽¹³⁾. Na primeira fase, é feita a hidratação das proteínas dentro do extrusor, onde elas são desenroladas e esticadas pela ação do vapor e da rosca giratória. Na segunda fase, as proteínas são alinhadas e passadas através de uma matriz que as comprime e lamina longitudinalmente. Na terceira fase, já na saída da matriz, há a diminuição da pressão e vaporização da umidade, expandindo as estruturas e formando vacúolos de ar no interior destas. Após a realização das três fases, obtém-se uma estrutura porosa com arranjos paralelos de fibras laminares de proteína ⁽¹³⁾.

Após a etapa de extrusão, é realizada uma etapa de secagem, que também tem uma função importante na produção da PTS, pois diminui a umidade do produto visando aumentar o tempo de conservação e comercialização do mesmo. Este processo de desidratação exerce grande importância, pois aumenta o tempo de prateleira dos alimentos, tornando-os menos susceptíveis ao crescimento de bactérias, fungos e leveduras e diminui o risco de reações químicas e enzimáticas que degradam o produto e causam alguns odores indesejáveis ⁽¹³⁾.

2.3 Métodos *in vitro* e *in vivo* de avaliação da qualidade proteica

A produção de soja e seus produtos derivados tem aumentado nos últimos anos. O maior conhecimento da população por esses produtos começou com o aumento de dietas vegetarianas e veganas, que tiveram um crescimento nas últimas décadas por questões de saúde, filosofia, ecologia e até mesmo culturais e religiosas. Um dos produtos derivados da soja é a proteína texturizada de soja, que tem como principal característica seu elevado teor proteico quando comparada às demais proteínas de origem animal e baixo custo quando comparada às proteínas de origem animal ⁽³⁶⁾.

Porém, ao se considerar um alimento como nova fonte proteica, deve ser levado em conta a quantidade de aminoácidos essenciais, a digestibilidade e o nitrogênio total presentes no alimento em estudo. Para isso, são usados métodos *in vivo* e *in vitro* que permitem classificar a qualidade proteica do alimento ⁽³⁶⁾.

Os métodos utilizados para a avaliação da qualidade proteica se baseiam na determinação da composição aminoacídica, na determinação da digestibilidade do alimento e na biodisponibilidade ^(43, 36). Para avaliar a abundância de aminoácidos essenciais, pode-se utilizar o escore químico, uma técnica considerada rápida, consistente e barata, tendo

como objetivo principal a avaliação do conteúdo de aminoácidos essenciais presentes em uma fonte de proteína e a comparação dos valores com uma proteína tida como referência⁽³⁶⁾. Seus valores devem ser maiores que 1, indicando que a proteína contém os aminoácidos essenciais capazes de manter o bom funcionamento do organismo⁽³⁶⁾. A partir deste cálculo, é possível identificar o aminoácido limitante para a qualidade proteica. Entretanto, trata-se de um método *in vitro* cuja limitação é não garantir que, apesar de conter aminoácidos essenciais, isso não garante que aquela proteína será digerida. Portanto, é necessário avaliar a digestibilidade dessa proteína.

Outro determinante da qualidade proteica, a digestibilidade verdadeira (DV), método *in vivo*, é a medida da porcentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas pelo organismo na forma de aminoácidos ou de qualquer outro composto nitrogenado. Quando certas ligações peptídicas não são hidrolisadas no processo digestivo, parte da proteína é excretada nas fezes ou transformada em produtos do metabolismo pelos microrganismos do intestino grosso e, a partir da dosagem do teor de nitrogênio nas fezes, é possível calcular a digestibilidade daquela proteína^(45, 36).

Uma forma de corrigir a limitação do EQ é a partir da avaliação do PDCAAS (*Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score*). Com este método é feita uma relação entre o conteúdo do primeiro aminoácido limitante na proteína (mg/g), obtido pelo EQ, multiplicado pela digestibilidade verdadeira, método *in vivo*, no qual valores maiores que 1 indicam que a proteína é de boa qualidade⁽³⁶⁾. Entretanto, uma proteína com alta digestibilidade pode não ter a sua biodisponibilidade garantida. Por isso, são utilizados métodos com modelos animais para avaliar a qualidade proteica. O coeficiente de eficácia proteica (PER), é um método biológico que relaciona o ganho de peso de animais com consumo de uma proteína específica e compara com o grupo que recebe a proteína padrão, como por exemplo, a caseína⁽³⁶⁾. Valores de PER maior que 2,0 indica proteína de alta qualidade; entre 1,5-2,0, qualidade intermediária; e PER menor que 1,5, baixo valor nutricional. Sua principal limitação é que por ser uma medida de qualidade proteica para promover crescimento, não leva em consideração a proteína utilizada para a manutenção ou prevenção da perda de peso⁽²⁹⁾. Como forma de suprir a principal limitação do PER, utiliza-se o método da razão proteica líquida (NPR) no 14º dia de experimento, pois avalia o ganho de peso do grupo teste, mais a perda de peso do grupo com dieta livre de nitrogênio em relação ao consumo de proteína do grupo teste⁽³⁶⁾. Com isso, quando a proteína presente em um alimento possui quantidades adequadas de

aminoácidos essenciais, boa digestibilidade e biodisponibilidade, após a realização dessas análises a mesma pode ser considerada uma proteína de boa qualidade ou alto valor biológico ⁽³⁶⁾.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade proteica da proteína texturizada de soja (PTS) e seu efeito no metabolismo das ratas *Wistar*.

3.2 Objetivos específicos

1. Determinar o modelo experimental de avaliação da qualidade proteica;
2. Determinar o teor de proteínas das dietas experimentais - controle e teste (PTS);
3. Avaliar os efeitos das diferentes dietas (controle, livre de nitrogênio - LN e teste) sobre a ingestão alimentar e ganho de massa corporal após 14 e 28 dias de experimento.
4. Determinar os efeitos das diferentes dietas (controle, LN e teste) sobre o perfil metabólico dos animais após 14 e 28 dias de experimento.
5. Avaliar o teor de nitrogênio no conteúdo cecal e nas fezes dos animais após 14 e 28 dias de experimento;
6. Calcular os índices de avaliação da qualidade proteica para a PTS (PDCAAS, digestibilidade verdadeira, PER e NPR).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Animais e condições experimentais

Os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), com o protocolo de número 7298190220.

Ao início do experimento, foram selecionadas 18 ratas de linhagem *Wistar*, com 21 a 23 dias pós desmame, provenientes da colônia de criação do Centro de Ciência Animal (CCA) da UFOP. Inicialmente, os animais foram pesados, divididos igualmente e de forma aleatória em 3 grupos, sendo que cada grupo recebeu diferentes dietas: Grupo controle (n=6), Grupo LN (n=6) e Grupo Proteína Texturizada de Soja (n=6). Os animais foram mantidos em ambiente fechado, com controle de temperatura e umidade, com ciclo de claro-escuro de 12 horas.

As dietas experimentais foram preparadas no Laboratório de Nutrição Experimental (Labnex), utilizando-se todos os equipamentos de proteção individual (EPI's) para evitar sujidades nas preparações e algum tipo de contaminação. As dietas preparadas eram isocalóricas e isoproteicas, com exceção da dieta livre de nitrogênio, a qual não continha proteína em sua composição. Após o preparo, as dietas foram colocadas em sacos plásticos transparentes e reforçados, que foram muito bem lacrados e com os nomes de cada dieta anotados em um papel preso a cada saco plástico. Depois, as dietas foram acondicionadas sob refrigeração durante todo o período experimental, a fim de evitar contaminação e aumentar o tempo de duração das mesmas. A Tabela 3 demonstra a composição das diferentes dietas utilizadas no experimento.

Tabela 3: Tabela de composição das dietas experimentais (g/kg de dieta).

Nutrientes	Dietas		
	Controle	PTS	Aproteica
Caseína	118,75g	-	-
Proteína texturizada de soja	-	385,1g	-
Óleo de soja	80,0g	154,1g	80,0g
Misturas de minerais	35,0g	35,0g	35,0g
Mistura de vitaminas	10,0g	10,0g	10,0g
Colina	2,5g	2,5g	2,5g
Celulose	50,0g	14,1g	50,0g
Água	50,0g	50,0g	50,0g
Amido	653,7g	503,3g	772,5g
Valor calórico (kcal/kg)	3810 kcal	4088,22 kcal	3810 kcal

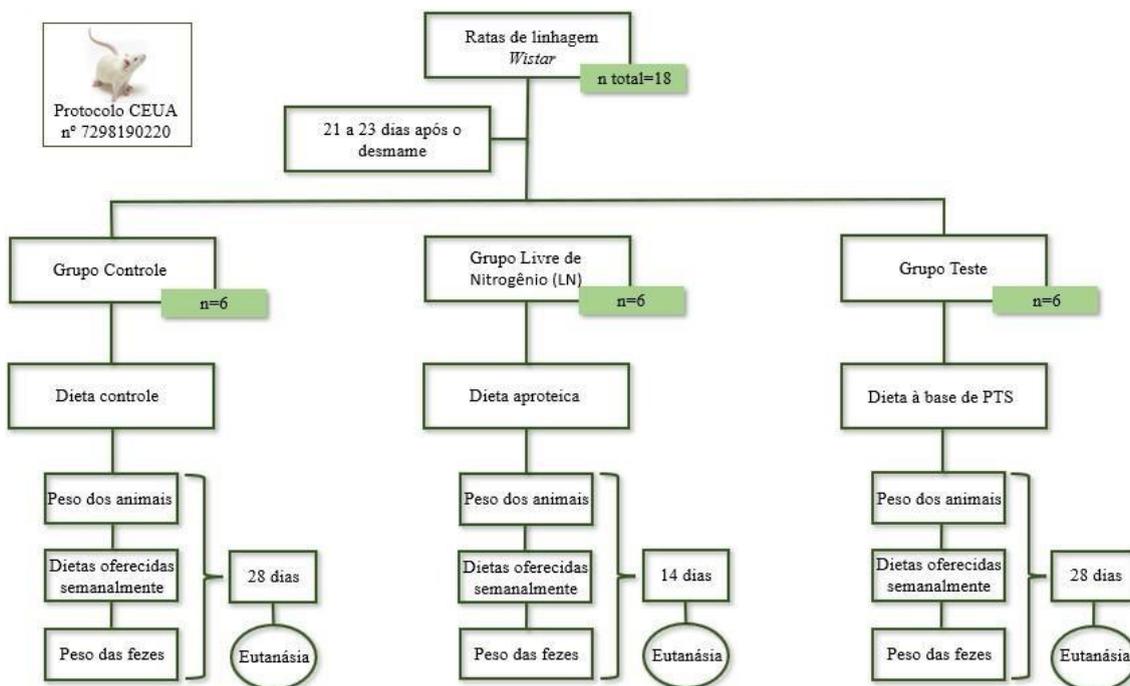
Ingredientes e suas respectivas quantidades presentes nas três diferentes dietas experimentais.

Fonte: elaboração própria.

Após a separação dos animais, cada grupo recebeu uma dieta específica e água *ad libitum*. O grupo controle recebeu uma dieta proteica à base de caseína, considerada uma proteína padrão de boa qualidade, por isso foi usada como forma de comparação aos resultados obtidos pelos outros dois grupos. Tal dieta era oferecida uma vez por semana, com a quantidade de 60 gramas, eventualmente sendo repostada antes do período previsto. O grupo LN recebeu uma dieta sem a presença de proteínas e livre de nitrogênio, sendo oferecida uma vez por semana, com a quantidade de 60 gramas, apresentando constantemente alimentos sobressalentes no fim do período.

E por fim, o grupo teste, que recebeu uma dieta contendo proteína texturizada de soja, que também foi oferecida uma vez por semana, com quantidade de 60 gramas, sendo necessária reposição constante antes do período estipulado. A Figura 2 representa o delineamento experimental.

Figura 2 – Delineamento experimental do estudo.



Fonte: elaboração própria.

Aos grupos controle e teste, foi oferecida dieta semanalmente, durante 4 semanas. Já para grupo LN, foi oferecida dieta livre de proteína semanalmente, durante 2 semanas devido a questões éticas, que não permitem que os animais consumam uma dieta sem a presença de proteína por mais de 14 dias.

Durante todo o experimento, os animais dos três grupos foram semanalmente pesados, as dietas devidamente repostas e também foi feita a pesagem das fezes excretadas e das sobras de dietas no pote e na bandeja para avaliar o consumo alimentar dos animais de cada grupo.

Após o período de 14 dias de experimento, os animais do grupo LN foram cuidadosamente retirados das gaiolas para serem submetidos ao processo de eutanásia após anestesia com isoflurano. Após a eutanásia os animais foram colocados em uma superfície para a retirada de órgãos e tecidos (coração, rins, fígado, tecido adiposo, músculo gastrocnêmio e músculo sóleo). Depois de retirados, tais órgãos foram pesados e tiveram seus valores registrados, sendo relevante citar que o grupo LN não teve a

presença de tecido adiposo. O sangue retirado dos animais foi submetido ao processo de centrifugação (4.000 rpm por 10 minutos) e as alíquotas do soro foram transferidas para *ependorfs* de 1,5 mL para a realização do procedimento de dosagens bioquímicas.

Depois da eutanásia do grupo LN, o grupo controle e o teste permaneceram no experimento por mais 14 dias, com as dietas oferecidas e repostas semanalmente, com a pesagem das sobras da dieta do pote e da bandeja e fezes. Após este período, os animais dos dois grupos foram submetidos ao mesmo processo de eutanásia utilizado para os animais do grupo LN e foram anestesiados com isoflurano antecedendo o processo da eutanásia. Posterior à eutanásia, cada animal foi colocado separadamente em uma superfície para a retirada de órgãos e tecidos (coração, rins, fígado, tecido adiposo, músculo gastrocnêmio e músculo sóleo). Depois de retirados, tais órgãos foram pesados e tiveram seus valores registrados. O sangue também foi processado da mesma forma descrita previamente.

4.2 Análise do teor de proteínas nas dietas

A determinação de proteínas foi feita baseada no método de *Kjeldahl*, conforme descrito no Instituto Adolfo Lutz (2008), seguindo três etapas: digestão, destilação e titulação.

Na primeira etapa ou digestão, pesou-se aproximadamente 0,25 g das amostras das três dietas em triplicata, transferindo-as para os tubos de *Kjeldahl*, onde foi acrescentado 10,0 mL de ácido sulfúrico junto a 2,5 g de mistura catalítica em cada tubo. Após a realização dos processos anteriores, os tubos contendo as amostras foram levados para um bloco digestor a uma temperatura de 50°C por aproximadamente 1 hora. Em seguida, a temperatura foi aumentada aos poucos até obter a temperatura de 350°C. Após a digestão, o líquido se torna limpo e transparente, de cor azul-esverdeada, indicando que as amostras podem ser retiradas do bloco digestor.

Na destilação, foi acoplado ao destilador de nitrogênio um *erlenmeyer* contendo 50 mL de solução de ácido bórico a 4% com 5 gotas de solução de indicador misto de *Tashiro*. A amostra foi acoplada ao destilador e adicionou-se a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 50% até que a amostra apresentasse com coloração preta. Após a mudança de coloração da amostra, foi coletado cerca de 150 mL da solução no *erlenmeyer*. Com a adição de NaOH ao tubo contendo a amostra digerida, os sais de amônio formados no processo de digestão, foram convertidos em amônia.

A titulação foi realizada com uma solução de ácido clorídrico (HCl) a 0,1 mol/L que reagiu com metaborato de amônio formado no processo de destilação, até a mudança de coloração do indicador de pH *Tashiro*. O volume da solução de HCl foi registrado para a quantificação do teor de nitrogênio.

4.3 Análises bioquímicas no soro

As análises bioquímicas no soro foram feitas utilizando *kits* da Labtest Diagnóstica S.A.[®], Minas Gerais, Brasil. As dosagens realizadas foram: ureia, glicose, triglicerídeos, colesterol total, AST, ALT e creatinina.

4.3.1 Ureia

O princípio do procedimento é a hidrólise da ureia pela urease a íons amônio e CO₂, que reagem em pH alcalino com salicilato e hipoclorito de sódio sob a ação catalisadora do nitroprussiato de sódio. Com a reação, ocorre a formação da cor azul de indofenol, que terá intensidade proporcional à quantidade de ureia na amostra, ou seja, quanto mais ureia, mais acentuada a cor. O produto utilizado para a realização da análise foi a Urease-Labtest Diagnóstica S.A.[®] (Referência 27).

Na primeira parte do experimento, os tubos com as amostras de soro foram retirados do ultra-freezer, onde estavam à temperatura média de -80°C e colocados em temperatura ambiente, em média 20°C, até o descongelamento. Cerca de 10 minutos depois, foram retirados 3 µL das amostras de soro com a utilização de uma pipeta de 10 µL, usando a regulagem de 3 µL. Logo em seguida, as amostras foram colocadas em duplicata em microplacas.

O *kit* para dosagem de ureia que estava refrigerado à temperatura entre 2 e 8°C, foi colocado em temperatura ambiente por aproximadamente 20 minutos. Após a manutenção da temperatura, foi adicionado 300 µL da urease tamponada, com a utilização de uma pipeta de 1.000 µL, nas amostras de soro, padrão e branco, e com a utilização de uma pipeta de 10 µL, foi adicionado 3 µL no poço padrão. Em seguida, as amostras foram levadas para a estufa a 37°C por 5 minutos. Posteriormente, adicionou-se em todo os poços 300 µL do oxidante de uso, homogeneizou-se e incubou em estufa a 37°C durante

5 minutos. Após este tempo, as mesmas foram colocadas no equipamento *Epoch Biotek*[®] para a medição da absorvância a 600 nm e tiveram seus valores computados pelo *software Gen 5* (versão 1.11).

Para o cálculo das concentrações de ureia no soro, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Ureia (mg/dL)} = \frac{\text{absorvância do teste}}{\text{absorvância do padrão}} \times 100$$

5.1.1 Glicose

Neste procedimento, a glicose oxidase catalisa a oxidação da glicose, formando o peróxido de hidrogênio que reage com 4-aminoantipirina e fenol, que gera uma antipirilquinonimina vermelha com intensidade proporcional à concentração da glicose na amostra. O produto utilizado para a realização da análise foi a Glicose *Liquiform-Labtest* Diagnóstica S.A.[®] (Referência 133).

As amostras de soro foram descongeladas em temperatura ambiente por aproximadamente 10 minutos, retirando-se 3 µL de cada amostra com a utilização de uma pipeta de 10 µL que foi colocada em duplicata na microplaca.

Após a manutenção da temperatura do *kit* de glicose, foi adicionado 300 µL do reagente 1 com a utilização de uma pipeta de 1.000 µL, nas amostras de soro, padrão e branco, e com a utilização de uma pipeta de 10 µL, foi adicionado 3 µL no seu respectivo poço. Em seguida, as amostras foram levadas para a estufa a 37°C durante 10 minutos. Após este procedimento, as mesmas foram colocadas no equipamento *Epoch Biotek*[®] para a medição da absorvância a 505 nm e tiveram seus valores computados pelo *software Gen 5* (versão 1.11).

Para o cálculo das concentrações de glicose no soro, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Glicose (mg/dL)} = \frac{\text{absorvância do teste}}{\text{absorvância do padrão}} \times 100$$

5.1.2 Triglicerídeos

A análise de triglicerídeos é feita com a utilização do *kit* Triglicérides *Liquiform-Labtest* Diagnóstica S.A.[®] (Referência 87). Por meio de um conjunto de reações químicas, ocorre

a formação da cor vermelha que é proporcional à concentração de triglicerídeos presentes na amostra.

Este método visa dosar a quantidade de triglicerídeos nas amostras de soro e os valores de absorvância de cada amostra ao final do experimento. O procedimento desta dosagem foi feito em duplicata, onde retirou-se 3 µL de soro com a utilização de uma pipeta de 10 µL. Logo em seguida, foi acrescentado 300 µL do reagente 1 em cada poço contendo amostras do soro e também no poço que continha 3 µL do padrão.

Em seguida, as amostras foram levadas para a estufa a 37°C por 10 minutos. Após retiradas da estufa, as amostras foram colocadas no equipamento *Epoch Biotek*[®] para a medição dos valores de absorvância a 505 nm de cada uma. Com a utilização do *software* Gen 5 (versão 1.11) os resultados foram computados e tiveram seus valores registrados.

Para o cálculo das concentrações de triglicerídeos no soro, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Triglicerídeos (mg/dL)} = \frac{\text{absorvância do teste}}{\text{absorvância do padrão}} \times 200$$

5.1.3 Colesterol total

A determinação do colesterol total ocorre através de um conjunto de reações químicas, que ao final formam a coloração vermelha de intensidade proporcional à quantidade de colesterol total presente na amostra. Para a realização deste procedimento foi utilizado o *kit* Colesterol *Liquiform*-Labtest Diagnóstica S.A.[®] (Referência 76).

Este método é realizado para avaliar a quantidade de colesterol na amostra de soro e os valores de absorvância de cada tubo. Para isso, retirou-se 3 µL de soro em cada poço da microplaca, com a utilização de pipeta de 10 µL e as amostras foram feitas em duplicata, sendo feitos também o padrão. Em seguida, foi adicionado 300 µL do reagente 1 em todos os poços e 3 µL do padrão no seu respectivo poço. Em seguida, as amostras foram levadas para a estufa a 37°C por 10 minutos. Após este tempo, foram retiradas da estufa e colocadas no *Epoch Biotek*[®] para a medição dos valores de absorvância de cada amostra, que tiveram os resultados computados pelo *software* Gen 5 (versão 1.11), e os valores de absorvância a 505 nm de cada amostra foram registrados.

Para o cálculo das concentrações de colesterol total no soro, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Colesterol (mg/dL)} = \frac{\text{absorbância do teste}}{\text{absorbância do padrão}} \times 200$$

5.1.4 Aspartato aminotransferase (AST)

A transaminase oxalacética promove a transferência de grupamentos amina de alfa aminoácidos para α -cetoácidos. Ocorre uma reação entre L-aspartato e o α -cetoglutarato, sob formação da enzima aspartato aminotransferase (AST), formando glutamato e oxalacetato. O oxalacetato formado durante a reação enzimática é medido através da formação de hidrazona, que possui cor intensa em meio alcalino. Para a realização deste experimento foi utilizado o *kit* Transaminase Oxalacética-Labtest Diagnóstica S.A.[®] (Referência 52).

Na primeira parte do experimento, adicionou-se 0,25 mL do TGO substrato (nº1) e 0,05 mL da amostra em um tubo de ensaio, que foi colocado em banho-maria a 37 °C por 2 minutos cronometrados. Após esse período, adicionou-se 0,25 mL do reagente de cor (nº2), que foi homogeneizado e logo depois incubado na estufa a 37 °C durante 60 minutos cronometrados. Por fim, adicionou-se 2,5 mL do NaOH de Uso, que foi homogeneizado e deixado em temperatura por mais 20 minutos. Em seguida, misturou-se a solução e esperou mais 5 minutos para determinar as absorbâncias a 505 nm.

Em seguida, adicionou-se 32,0 mL de solução de NaOH em um balão volumétrico de 100 mL e acrescentou o volume com água destilada. Em seguida, pipetou-se 10 μ L de cada amostra de soro com a utilização de uma pipeta de 10 μ L, colocando 1.000 μ L do reagente em cada tubo com a utilização da pipeta de 1.000 μ L. Logo, as amostras foram homogeneizadas e levadas para a estufa durante 10 minutos.

Após este procedimento, iniciou-se a curva de calibração, onde foram utilizados 5 *eppendorfs* de 1,5 mL contendo 20 μ L de água e 100 μ L do reagente de cor (n.2) em cada tubo e diferentes quantidades do padrão e do substrato TGO. A solução padrão foi colocada em quantidade crescente, sendo que no tubo 1 não foi acrescentada a solução, no tubo 2 foi colocado 10 μ L, no tubo 3 20 μ L, seguindo a ordem crescente de 10 μ L até o tubo 5, no qual foi adicionado 40 μ L de solução padrão. Diferentemente da solução padrão, o substrato foi colocado na ordem decrescente mantendo a diferença de 10 μ L

para cada tubo, sendo que no tubo 1 foi adicionado 100 µL do TGO substrato e no tubo 5, 60 µL. Os reagentes foram homogeneizados e deixados em temperatura ambiente durante 20 minutos.

Ao atingir o tempo estipulado anteriormente, acrescentou-se 1.000 µL do NaOH de uso em cada tubo, que foram fechados, homogeneizados e deixados em temperatura ambiente por mais 5 minutos. Em seguida, a microplaca foi levada para a leitura das amostras e dos pontos da curva. Após o traçado da curva de calibração, foi realizado o procedimento manual seguindo a ordem e especificações de tempo da bula, e por fim, as amostras foram levadas para o equipamento *Epoch Biotek*[®] para determinação das absorbâncias a 505 nm e tiveram seus valores computados pelo *software* Gen 5 (versão 1.11).

5.1.5 Alanina aminotransferase (ALT)

A finalidade da análise de ALT é medir a atividade da Transaminase Pirúvica (TGP) em amostra de sangue por método cinético de tempo fixo e medição de ponto final. A transaminase pirúvica promove a transferência de grupamentos amina de α -aminoácidos para α -cetoácidos. O piruvato formado é medido através da formação de hidrazona, a qual tem intensa cor em meio alcalino. Para a realização deste experimento foi utilizado o *kit* Transaminase Pirúvica-Labtest Diagnóstica S.A.[®] (Referência 53).

O procedimento para dosagem da ALT é semelhante ao descrito previamente para ALT, diferindo apenas no tempo de incubação da amostra, que nesse caso, é de exatamente 30 minutos.

5.1.6 Creatinina

A determinação da creatinina em amostras de soro é feita para a avaliação da função renal. A medida da reação nos primeiros minutos permite a determinação da creatinina. A creatinina e outros componentes do soro reagem com a solução de picrato em meio alcalino, formando um complexo de cor vermelha que é medido pelo espectrofotômetro.

Para a realização deste procedimento, foi utilizado o *kit* Creatinina K-Labtest Diagnóstica S.A.[®] (Referência 96), que foi retirado da refrigeração cerca de 30 minutos antes do início da análise para atingir a temperatura ambiente. Para a dosagem adicionou-se 1000 µL de picrato alcalino em *ependorfs* de 1,5 mL e, em seguida, esses foram colocados em banho-maria no equipamento *Ultratherm* BWT-U – Biosan[®] a 37°C para a manutenção

da temperatura. Após essa etapa, 10 µL de cada amostra e, também, 10 µL do reagente padrão foram adicionados ao picrato e individualmente foi realizada a leitura das absorvâncias (da amostra e do padrão) a 510 nm no espectrofotômetro *Spectrophotometer* 35D – Alunan[®] nos tempos 30 e 90 segundos. Os resultados obtidos tiveram seus valores anotados.

Para o cálculo das concentrações de creatinina no soro, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Creatinina (mg/dL)} = \frac{\text{absorbância do teste}}{\text{absorbância do padrão}} \times 4$$

4.4 Índices de avaliação da qualidade proteica

Para a avaliação da qualidade proteica da dieta, foram utilizados os métodos descritos a seguir com suas respectivas equações.

4.4.1 *Escore Químico (EQ)*

Para a determinação do escore químico, os valores dos aminoácidos foram expressos em miligrama (mg) de aminoácidos por grama (g) de proteína, comparando com o valor padrão estabelecido pela *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2002) (Tabela 2), expresso na seguinte fórmula:

$$EQ = \frac{\text{mg do aminoácido essencial por g da proteína teste}}{\text{mg do aminoácido essencial por g da proteína de referência}} \times 100$$

4.4.2 *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS)*

Para a determinação do PDCAAS, foi usado o valor do escore químico do aminoácido essencial mais limitante. O cálculo foi realizado através da multiplicação do escore mais baixo de aminoácido essencial pela digestibilidade da proteína, como descrito a seguir:

$$PDCAAS = EQ \times DV$$

4.4.3 *Digestibilidade Verdadeira (DV)*

A partir da segunda semana do experimento, as fezes foram coletadas, colocadas em estufa a 100°C por aproximadamente 1 hora e pesadas diariamente. Posteriormente foram utilizadas para a determinação do teor de nitrogênio pelo método de *Kjeldahl*, conforme

descrito no item 4.2, que foi usado para calcular a digestibilidade verdadeira por meio da equação abaixo:

$$DV (\%) = \frac{I - (F - Fk)}{I} \times 100$$

Onde:

I: Nitrogênio ingerido pelo grupo-teste

F: Nitrogênio fecal do grupo-teste

Fk: Nitrogênio fecal do grupo apteico

4.4.4 Protein Efficiency Ratio (PER)

O PER foi determinado após 28 dias de experimento, através da relação do ganho de peso dos animais com o consumo da proteína. A equação utilizada para calcular este índice foi a seguinte:

$$PER = \frac{\text{Ganho de peso (g)}}{\text{Proteína consumida (g)}}$$

4.4.5 Net Protein Ratio (NPR)

Para a determinação do NPR, levou-se em consideração o ganho de peso do grupo teste, mais a perda de peso do grupo LN, em relação ao consumo de proteína do grupo teste. A equação usada para o cálculo do NPR foi a seguinte:

$$NPR = \frac{\text{Ganho de peso do grupo teste (g)} + \text{perda peso grupo LN(g)}}{\text{proteína consumida pelo grupo teste (g)}}$$

4.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software GraphPad Prisma* (versão 5.00) compatível com o sistema operacional *Windows* (San Diego, Califórnia, USA).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade *Kolmogorov-Smirnov*, *D'Agostino e Pearson e Shapiro Wilk*, sendo considerados com distribuição paramétrica aqueles que passavam em pelo menos um desses testes. Dados com distribuição paramétrica foram tratados pelo teste *One-Way ANOVA* e apresentados como média \pm desvio padrão. O pós-teste de *Tukey* foi utilizado para determinar entre quais grupos a diferença foi significativa. Os dados com distribuição não paramétrica foram avaliados pelo teste de

Kruskal-Wallis e teste de t Student, seguido do pós teste de *Dunns* e foram expressos como mediana e intervalo interquartil. As diferenças foram consideradas significativas quando $p \leq 0,05$. Ao avaliar apenas dois grupos, usou-se o teste t de *Student* aos resultados que seguiram o teste de normalidade, e o teste de *Mann-Whitney*, aos resultados que não seguiram o teste de normalidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estabelecimento do modelo de avaliação da qualidade proteica

5.1.1 Determinação do teor de proteína das dietas experimentais

Ao início do experimento, foi preciso realizar a quantificação do teor de nitrogênio das dietas para determinar o teor de proteínas através do fator de correção (6,25 gramas de proteína – 1,0 grama de nitrogênio). A partir disso, multiplicou-se os valores de nitrogênio das dietas por 6,25 para determinar os teores de proteína das dietas, os quais estão representados pela Figura 3.

O teor de nitrogênio encontrado na dieta dos animais do G-C foi de 15,2 gramas e a expressão utilizada para determinar o teor de proteínas foi a seguinte:

$$6,25g \text{ de proteína} - 1,0 g \text{ nitrogênio}$$

$$X g \text{ de proteína} - 15,2 g \text{ nitrogênio}$$

$$X = 95,0 \text{ gramas de proteína}$$

E o teor de nitrogênio encontrado na dieta dos animais do G-PTS foi de 14,7 gramas, sendo convertidos em proteína utilizando o mesmo fator de correção representado acima:

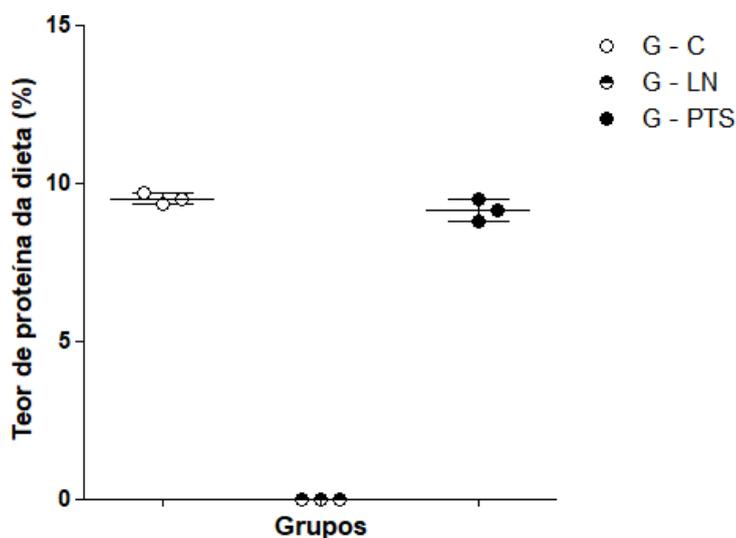
$$6,25g \text{ de proteína} - 1,0 g \text{ nitrogênio}$$

$$X g \text{ de proteína} - 14,7 g \text{ nitrogênio}$$

$$X = 92,0 \text{ gramas de proteína}$$

O teor de proteína encontrado na dieta do G-C foi igual a 95,0 g a cada 1000 gramas de dieta, representando 9,5%. O teor de proteína encontrado na dieta do G-PTS foi igual a 92,0 g a cada 1000 gramas de dieta, representando 9,2%, como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Teor de proteína das três diferentes dietas.



O teor de proteína da dieta foi avaliado antes de iniciar o experimento. Os dados acima estão representados como média \pm desvio padrão (*One way ANOVA*). A análise dos resultados foi feita através do teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*. Foi utilizado o teste de *Kruskal-Wallis*, com o pós-teste de *Dunn* para avaliar o nível de significância das diferenças entre os valores dos três grupos. * $p < 0,05$.

G-C, grupo controle; G-LN, grupo livre de nitrogênio; G-PTS, grupo proteína texturizada de soja.

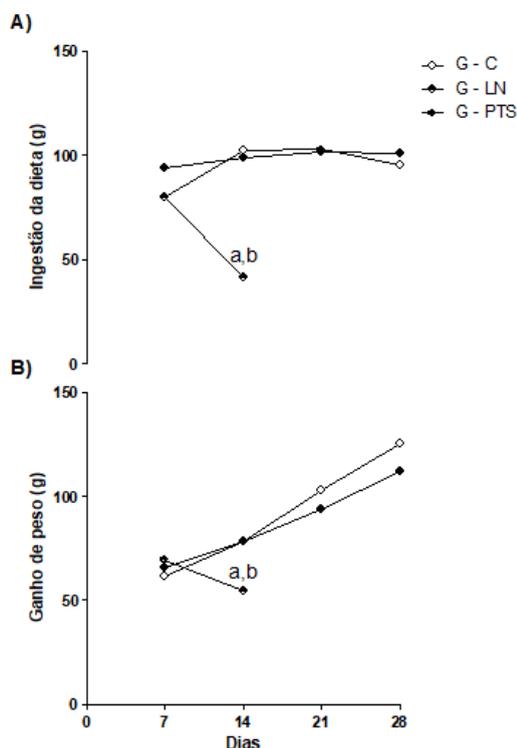
Fonte: elaboração própria.

Os resultados apresentados pelo gráfico acima são referentes às dietas dos animais de cada grupo. Os resultados das análises estatísticas e a observação do gráfico indicam que a dieta do G-LN não apresentou teor de proteína, enquanto as dietas dos outros dois grupos apresentaram quantidades semelhantes, sendo o G-C 9,5% de proteína, e o G-PTS 9,2% de proteína. Os resultados foram conforme o esperado, visto que a dieta do G-LN é livre de nitrogênio, enquanto as outras duas foram calculadas para conter 9,5% de proteína.

5.1.2 Os efeitos das diferentes dietas sobre a ingestão alimentar e ganho de massa corporal após 28 dias

Como descrito nos métodos, os animais foram divididos em três grupos, sendo que cada um recebeu diferentes dietas. O resultado a seguir (Figura 4) mostra os efeitos das diferentes dietas no ganho de massa corporal dos animais experimentais.

Figura 4 – Efeito das diferentes dietas no ganho de peso dos animais.



A) Ingestão alimentar e B) ganho de massa corporal dos animais dos diferentes grupos após 28 dias de experimento. Os resultados estão representados como média. Até os 14 dias de experimento, dados paramétricos foram avaliados pelo ANOVA ONE-WAY, seguida do pós-teste de Tukey e dados não paramétricos foram avaliados pelo teste de *Kruskal-Wallis*, seguido do pós-teste de *Dunn's*, para avaliar as diferenças entre os valores de ingestão dos três grupos. Aos 21 e 28 dias, como foram avaliados somente dois grupos (G-C e G-PTS), dados paramétricos foram avaliados pelo teste t de *Student* e dados não paramétricos foram avaliados pelo teste de *Mann-Whitney* para demonstrar o nível de significância entre os resultados das diferenças. * $p < 0,05$.

^a em relação ao G-C e ^b em relação ao G-PTS.

G-C, grupo controle; G-LN, grupo livre de nitrogênio; G-PTS, grupo proteína texturizada de soja.

Fonte: elaboração própria.

De acordo com a Figura 4A, não foram observadas diferenças na ingestão dos grupos G-C e G-PTS ao longo dos dias. Entretanto, o G-LN teve uma redução de 59,4% na ingestão alimentar em relação ao G-C, enquanto o G-PTS teve um aumento de 132% na ingestão alimentar em relação do G-LN.

Em relação ao ganho de massa corporal (Figura 4B), também não foram observadas diferenças no ganho de peso dos grupos G-C e G-PTS ao longo dos dias. Entretanto, o G-LN teve uma redução de 28,7% na massa corporal em relação ao G-C, enquanto o G-PTS apresentou um aumento de 44% em relação ao G-LN.

Os resultados apresentados na Figura 4 demonstram a relação da ingestão da dieta com o ganho de massa apresentado pelos animais. A menor ingestão alimentar da dieta e, conseqüentemente, menor ganho de peso do G-LN, é devido à grande quantidade de dieta desperdiçada pelos animais desse grupo. Por ser uma dieta sem proteína, os animais não tiveram boa adaptação devido à falta de sabor caracterizada pela ausência de proteína.

5.2 Determinação dos efeitos das diferentes dietas sobre o perfil metabólico dos animais após 28 dias

Na Tabela 4 estão descritos os resultados das dosagens bioquímicas no soro dos animais ao final de 14 dias (G-LN) e 28 dias (G-C e G-PTS). As concentrações séricas de ureia e glicose não apresentaram diferença entre os grupos. Já nas concentrações de TG foi observado uma redução no G-PTS de 64,7% e 32%, respectivamente, em relação ao G-LN e G-C. As concentrações de CT, AST e ALT, aumentaram 45,1%, 87,9% e 143%, respectivamente, nos animais do G-LN em relação ao G-C, e diminuíram 42,1%, 45,9% e 52,5%, respectivamente, nos animais do G-PTS em relação ao G-LN (mesmo o LN sendo dosado em 14 dias). Os valores de CREA foram aumentados 76,5% no G-PTS quando comparado ao G-C. Destaca-se que a concentração de CREA não foi detectada aos 14 dias no G-LN.

Tabela 4: Concentração sérica de ureia, glicose, TG, CT, AST, ALT e CREA em ratas alimentadas com dieta controle, dieta LN e dieta à base de PTS.

Metabólitos	Grupos Experimentais		
	G-C	G-LN*	G-PTS
Ureia (mg/dL)	23,50 ± 2,53	30,13 ± 7,30	32,50 ± 10,95
Glicose (mg/dL)	94,28 ± 22,76	100,1 ± 17,27	76,93 ± 27,92
TG (mg/dL)	45,38 ± 11,37	59,86 ± 13,07	21,13 ± 10,30 ^{a,b}
CT (mg/dL)	61,31 ± 8,22	88,96 ± 11,97 ^a	51,45 ± 12,63 ^b
AST (U/mL)	60,46 ± 8,71	113,6 ± 37,87 ^a	61,42 ± 17,32 ^b
ALT (U/mL)	11,49 ± 4,97	27,94 ± 9,98 ^a	13,25 ± 4,24 ^b
CREA (mg/dL)	0,34 ± 0,13	0,06**	0,60 ± 0,20 ^{a,b}

Os dados acima estão representados como média ± desvio padrão (ANOVA *One way*, pós teste de *Tukey* e teste t de *Student* para comparar o G-C e o G-PTS). As diferenças significativas entre os grupos estão representadas pelas letras ^{a, b}, sendo ^a em relação aos animais do G-C, e ^b em relação aos animais do G-LN. Os animais foram divididos em 3 grupos, sendo que cada um tinha um n=6 animais.

*Dosagem realizada após 14 dias de experimento.

**Não foi detectada a concentração de creatinina nos animais do G-LN.

G-C, grupo controle; G-LN, grupo livre de nitrogênio; G-PTS, grupo proteína texturizada de soja; TG, triglicerídeos; CT, colesterol total; CREA, creatinina.

Fonte: elaboração própria.

Sabe-se que o teor elevado de TG no organismo está associado ao risco de doenças cardiovasculares, principalmente em mulheres^(3, 48, 44), portanto quando os níveis estão elevados, há urgente necessidade de baixá-los até estarem normalizados, evitando o risco para essas doenças^(3, 44). Portanto, com a análise do gráfico e dos resultados estatísticos, sugere-se que a PTS reduziu as concentrações de TG nos organismos dos animais.

O valor elevado de colesterol total é fator de risco para o surgimento de doenças cardiovasculares. Sabe-se que o aumento do colesterol é multifatorial, podendo estar relacionado a fatores genéticos, alimentação inadequada, sedentarismo, entre outros. Portanto, a dieta à base da PTS, é uma boa recomendação para evitar a hipercolesterolemia e conseqüentemente a aterosclerose e outras doenças envolvidas direta ou indiretamente com o aumento dos níveis de TG⁽⁴⁴⁾. Assim, a dieta contendo proteínas de origem vegetal, como a soja e a PTS, pode ser uma boa alternativa fundamental para indivíduos que já sofrem com esses tipos de alterações, ou aqueles que buscam manter os níveis de CT normalizados.

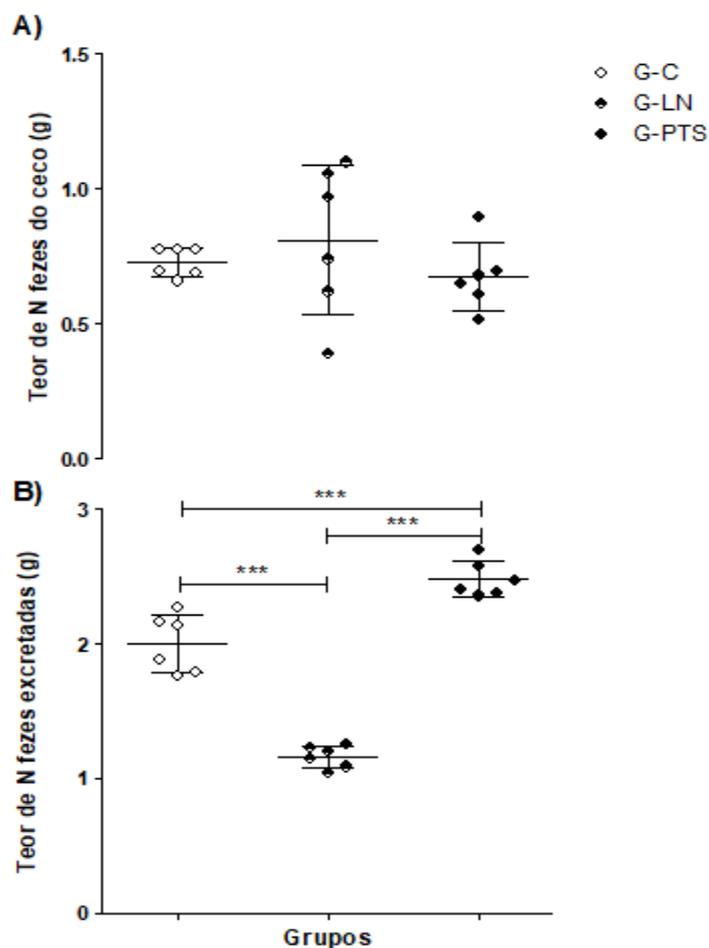
Em relação aos resultados das concentrações séricas de AST e ALT, os quais demonstraram aumento nos níveis séricos dos animais do G-LN, pode-se ressaltar que a dieta aprotéica pode acarretar danos hepáticos, como o surgimento de alterações e processos inflamatórios no fígado, visto que essas enzimas são marcadoras de danos hepáticos ⁽¹⁵⁾.

De acordo com os resultados, o G-PTS apresentou concentrações séricas de CREA em relação ao G-C. A creatina é transportada do músculo para o plasma, de onde é quase totalmente removida em constante velocidade por filtração glomerular. Com isso, os níveis de creatinina sérica podem sofrer variações em relação à quantidade de proteína na dieta ⁽³⁹⁾. Isso explica o teor de creatinina presente no soro dos animais do G-LN ter sido igual a 0 e a quantidade do G-PTS ter sido elevada em relação ao G-LN.

5.3 Avaliação do teor de proteína no conteúdo cecal e nas fezes excretadas

A Figura 5 representa o teor de nitrogênio cecal e nas fezes excretadas dos animais após 14 dias (G-LN) e 28 dias (G-C e G-PTS). A Figura 5A representa a diferença na quantidade de nitrogênio cecal e a Figura 5B representa a diferença na quantidade de fezes excretadas dos animais de cada grupo.

Figura 5 – Teor de nitrogênio nas fezes do ceco e excretadas pelos animais.



A) Teor de nitrogênio no conteúdo cecal e B) nas fezes excretadas dos animais dos grupos G-C, G-LN e G-PTS. Os dados acima estão representados como média \pm desvio padrão (One way ANOVA). *** $p < 0,001$. G-C, grupo controle; G-LN, grupo apteico; G-PTS, grupo à base de PTS. Fonte: elaboração própria.

Em relação ao teor de nitrogênio cecal, não foi observada nenhuma diferença entre os grupos (Figura 5A).

Em relação ao teor de nitrogênio das fezes excretadas, foi observado um aumento de 24% e 113% no teor de nitrogênio das fezes excretadas pelo G-PTS em relação ao G-C e G-LN, respectivamente. Ainda, o G-LN teve uma redução no teor de nitrogênio fecal de 41,9% em relação ao G-C. A baixa excreção de nitrogênio observada nos animais do G-LN pode ser justificada pela baixa ingestão da dieta e mesmo havendo um consumo mínimo, a dieta não tinha fonte de proteínas. Com isso, sugere-se que o nitrogênio excretado nas fezes é de origem endógena ⁽³⁶⁾. Já no G-PTS, a maior excreção de

nitrogênio nas fezes pode ser justificada pela presença de fatores antinutricionais presentes na proteína de soja texturizada, como inibidores de proteases que interferem na hidrólise das proteínas, tornando-as menos disponíveis para absorção e uso pelo organismo sendo excretada, portanto, nas fezes ⁽²¹⁾.

5.3.1 Digestibilidade verdadeira

A partir dos resultados das concentrações de proteína na dieta, foi possível quantificar a quantidade de nitrogênio consumido pelo G-PTS através da seguinte razão:

$$6,25g \text{ de proteína} - 1,0g \text{ de nitrogênio}$$

$$92,0g \text{ de proteína} - Xg \text{ de nitrogênio}$$

$$X = 14,7g \text{ de nitrogênio na dieta}$$

A quantidade de nitrogênio fecal excretado pelo G-PTS foi de 2,48g, enquanto a quantidade de nitrogênio fecal excretado pelo G-LN foi de 1,16g.

A partir desses resultados, foi possível determinar a digestibilidade verdadeira da proteína texturizada de soja através da seguinte equação:

$$DV (\%) = \frac{I - (F - Fk)}{I} \times 100$$

$$DV (\%) = \frac{14,7 - (2,48 - 1,16)}{14,7} \times 100$$

$$DV (\%) = 91\%$$

O cálculo demonstra que a proteína texturizada de soja apresentou digestibilidade verdadeira de 91%.

5.3.2 PDCAAS

A partir do resultado da digestibilidade da proteína texturizada de soja, pode-se determinar o PDCAAS através do cálculo do primeiro aminoácido essencial limitante apresentado na literatura (Tabela 2). O cálculo do escore químico foi feito através da seguinte equação:

$$EQ = \frac{\text{mg do aminoácido essencial por g da proteína teste}}{\text{mg do aminoácido essencial por g da proteína de referência}} \times 100$$

$$EQ = \frac{1,5g}{4,2g} \times 100$$

$$EQ = 35,7\%$$

O cálculo acima demonstra que o escore químico do primeiro aminoácido essencial limitante da PTS é de 0,357g ou 35,7%. A partir disso, foi feito o cálculo do PDCAAS com o uso da seguinte equação:

$$PDCAAS = EQ \times DV$$

$$PDCAAS = 0,357 \times 0,91$$

$$PDCAAS = 0,32$$

Logo, o PDCAAS encontrado para PTS foi de 0,32.

5.4 Avaliação da qualidade proteica da proteína texturizada de soja

5.4.1 Índice de eficiência proteica (PER) e Net Protein Ratio (NPR)

A Tabela 5 representa os valores e as médias de PER (após 28 dias) e NPR (após 14 dias) encontrados no G-C e G-PTS.

Tabela 5: Avaliação da qualidade proteica da PTS através das análises de PER e NPR.

	PER				NPR			
	G-C		G-PTS		G-C		G-PTS	
1	2,21	13	1,69	1	3,50	13	2,54	
2	2,39	14	1,57	2	3,68	14	2,72	
3	2,11	15	1,71	3	3,44	15	2,86	
4	2,35	16	1,56	4	3,93	16	2,31	
5	2,25	17	1,63	5	3,86	17	2,19	
6	2,28	18	1,62	6	3,96	18	2,66	
Média	2,27	Média	1,63	Média	3,73	Média	2,54	

Os valores de PER e NPR dos animais do G-C e G-PTS foram calculados com base nas fórmulas apresentadas na seção de métodos.

G-C, grupo controle; G-PTS, grupo à base de proteína texturizada de soja; NPR razão proteica líquida; PER, índice de eficácia proteica.

Fonte: elaboração própria.

O PER, também chamado de índice de eficiência proteica, é um método de avaliação utilizado para determinar a qualidade da proteína em estudo, comparando-a com uma proteína de alta qualidade. Os animais do G-PTS apresentaram valores de PER de 1,6, o

que significa que, por esse indicador, a PTS é uma proteína de média qualidade, podendo ser utilizada para promover o crescimento do animal ⁽³⁰⁾, de acordo com o parâmetro avaliado.

O NPR foi determinado no 14º dia do experimento, levando-se em consideração o ganho de peso do grupo teste, mais a perda de peso do grupo com dieta aprroteica em relação ao consumo de proteína do grupo teste. O NPR considera o grupo com dieta aprroteica para corrigir a maior crítica ao PER, que ganho de peso nem sempre reflete a incorporação de proteína ⁽²²⁾.

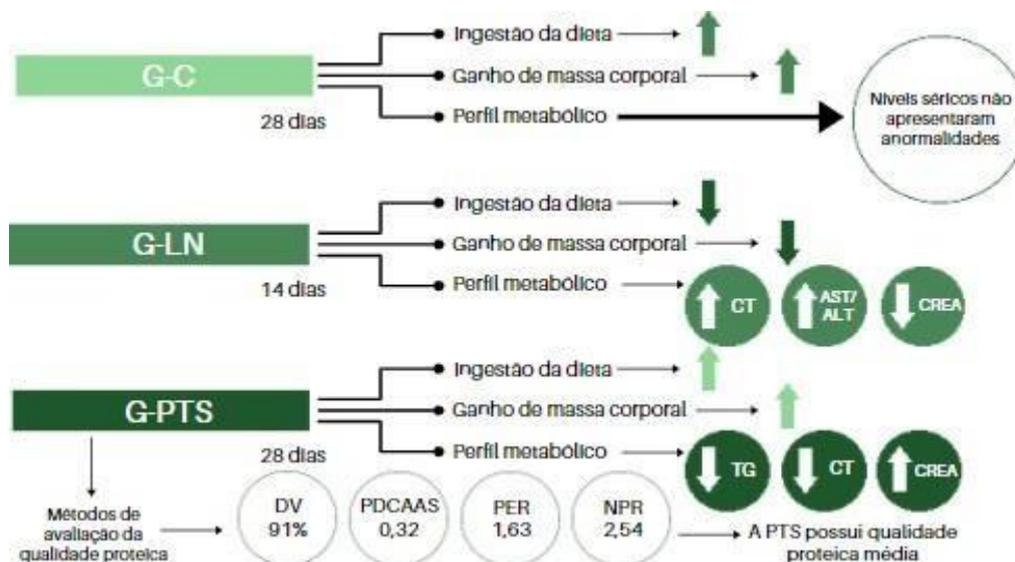
Os animais do G-PTS apresentaram NPR de 2,54, o que significa que o NPR do G-PTS corresponde a 68,1% do NPR do G-C, sendo importante ressaltar que a qualidade biológica da PTS é menor quando comparada à proteína-padrão (caseína). Os dados representados (Tabela 5) demonstram uma diferença de 0,91 entre os valores de PER e NPR dos animais do G-PTS. Essa diferença é considerada baixa, indicando que a proteína texturizada de soja possui qualidade proteica mediana e pode ser usada tanto para a manutenção como para o crescimento dos animais.

Os resultados de PER e NPR já eram esperados, tendo em vista que a PTS possui aminoácidos essenciais limitantes, o que limita a sua utilização para a síntese proteica. Vale destacar que, uma das limitações do método *in vivo* é a recomendação discrepante de aminoácidos essenciais para roedores em relação aos requerimentos humanos, uma vez que roedores necessitam de maior teor de aminoácidos sulfurados que os humanos (devido ao maior teor de pêlos) e isso pode ter tido impacto na avaliação da qualidade da soja, uma vez que a cisteína é o primeiro aminoácido limitante dessa proteína. Além disso, vale destacar que o consumo da PTS pelos animais foi feito sem tratamento térmico e, como a soja possui fatores antinutricionais termolábeis, pode explicar a qualidade nutricional mediana encontrada nesse estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seguir, a Figura 6 demonstra os principais resultados encontrados nesse trabalho:

Figura 6 – Avaliação da qualidade proteica da PTS.



Efeitos das dietas sobre a ingestão alimentar, ganho de peso e perfil metabólico dos animais dos três grupos, bem como DV, PDCAAS, PER e NPR.

AST, aspartato aminotransferase; ALT, alanina aminotransferase; CREA, creatinina; CT, Colesterol total; DV, digestibilidade verdadeira; G-C, grupo controle; G-LN, grupo aprotéico; G-PTS, grupo proteína texturizada de soja; NPR, razão proteica líquida; PDCAAS, pontuação de aminoácidos corrigida para digestibilidade de proteínas; PER, coeficiente de eficácia proteica; TG, triglicérides.

Fonte: elaboração própria.

Em resumo, nossos resultados demonstraram que a qualidade proteica da PTS é média em relação à proteína-padrão, mas quando comparada com outras fontes de proteína de origem vegetal, pode ser considerada uma boa fonte desde que tenha os aminoácidos limitantes corrigidos, além de ser eficaz na redução dos níveis séricos de TG.

Sendo assim, a PTS pode ser considerada uma boa fonte proteica de origem vegetal para incluir na alimentação humana, principalmente em preparações culinárias vegetarianas. Os aminoácidos essenciais limitantes nessa proteína são a metionina e cisteína, sendo, portanto, necessário que o alimento seja consumido junto a algum outro alimento rico nesses aminoácidos essenciais para que não haja deficiência de nenhum aminoácido na alimentação.

7 REFERÊNCIAS

1. ADEROLU, A.Z.; LAWAL, M.O.; OLADIPUPO, M.O. *Processed Cocoyam Tuber as Carbohydrate Source in the Diet of Juvenile African Catfish (Clarias Gariepinus)*. **Eur. J. Scient. Res.**, v.35, p.453-460, 2009. Disponível em: <https://ir.unilag.edu.ng/handle/123456789/6912>. Acesso em: 01 ago. 2021.
2. ANSTEAD, G. M. *et al.* *Malnutrition alters the innate immune response and increases early visceralization following Leishmania donovani infection*. **Infection and Immunity**, Estados Unidos, v. 69, n. 8, p. 4709-4718, ago./2001. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/IAI.69.8.4709-4718.2001>. Acesso em: 10 jun. 2021.
3. AUSTIN, Melissa A.; HOKANSON, John E.; EDWARDS, Karen L. *Hypertriglyceridemia as a cardiovascular risk fator*. **The American Journal of Cardiology**, Washington, v. 81, n. 4, p. 7-12, fev./1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002914998000319>. Acesso em: 2 jun. 2021.
4. BARBOSA, Natanael Cardoso. Uma revisão bibliográfica dos fatores antinutricionais: Taninos, inibidores de proteases e lectinas. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**, Anápolis, p. 1-87, nov./2014. Disponível em: <http://www.ifgoias.edu.br/attachments/article/1704/TCC%20-%20Natanael%20Cardoso%20Barbosa.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.
5. BECK, C. C. *et al.* Fatores de risco cardiovascular em adolescentes de município do sul do Brasil: prevalência e associações com variáveis sociodemográficas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 36-49, fev./2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/BB5nQVQWtV6ThqQvZHM7KvC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 ago. 2021.
6. BEHRENS, Jorge Herman; SILVA, M. A. A. P. D. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. **Food Science and Technology International**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 431-439, set./2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/CYDdGKvVvWM8DRqdhHLLKj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 mai. 2021.
7. BENEVIDES, C. M. D. J. *et al.* Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 67-79, jan./2011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634679/2598>. Acesso em: 9 jun. 2021.
8. BERTOL, Teresinha Marisa; MORES, Nelson; FRANKE, Márcia Regina. Substituição parcial do farelo de soja por proteína texturizada de soja na dieta de leitões desmamados. **Revista brasileira de zootecnia**, Dourados, v. 30, n. 1, p. 141-149, fev./2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/p5bBwt7sDLHG5KddykbGsjv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 mai. 2021.
9. BEZERRA, Crislaine Chagas; MACÊDO, É. M. C. D. Consumo de suplementos à base de proteína e o conhecimento sobre alimentos proteicos por praticantes. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 7, n. 40, p. 224-232, jul./2013. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/398/380>. Acesso em: 9 mai. 2021.
10. BRUNE, M. F. S. S. *et al.* Avaliação bioquímico-nutricional de uma linhagem de soja livre do inibidor de tripsina Kunitz e de lectinas. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 657-663, set./2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/5SV5wsdTW6fQz3y4dvrcF3L/?lang=pt&format=pdf>.

Acesso em: 9 jun. 2021.

11. CAMPOS, K. R. R.; GUTIERREZ, É. M. R. Avaliação físico-química da proteína de soja texturizada. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, ano, Piracicaba, v. 10, n. 2, p. 25-34, dez./2020. Disponível em:

<http://www.fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/384/373786>. Acesso em: 8 mai. 2021.

12. CARVALHO, H. V. M. D. As Evidências dos Benefícios do Consumo das Isoflavonas da Soja na Saúde da Mulher: Revisão de Literatura. **UNOPAR Científica**, Pernambuco, v. 16, n. 4, p. 353-359, mai./2014. Disponível em: <https://seer.pgskroton.com/index.php/JHealthSci/article/view/397>. Acesso em: 15 mai. 2021.

13. CASSINI, Aline Schilling. Análise das características de secagem da Proteína Texturizada de Soja. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, p. 1-136, jul./2004. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4737/000414520.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 mai. 2021.

14. CENTER, K. C. R. C. R. F. P. R. A. D. *et al.* **Texturization**. 1. ed. Cherry, J.P.: *Protein Functionality in Foods*, 1981. p. 51-88.

15. COUTO, J. L. A. *et al.* Alterações da função hepática de camundongos desnutridos e infectados pelo *Schistosoma mansoni*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Maceió, v. 41, n. 4, p. 390-393, ago./2008. Disponível em: file:///C:/Users/fa_10/Downloads/Altera%C3%A7%C3%B5es%20da%20fun%C3%A7%C3%A3o%20hep%C3%A1tica%20CAMUNDONGO.pdf. Acesso em: 27 ago. 2021.

16. DONEDA, Divair. **Vegetarianismo na gestação, lactação, infância e adolescência**. 1. ed. Porto Alegre: Secretaria de Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021. p. 1-41. Acesso em: 9 mai./2021.

17. ESTEVES, Elizabeth Adriana; MONTEIRO, J. B. R. Efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 43-52, abr./2001. Acesso em: 21 mai. 2021.

18. FIGUEIREDO, R. *et al.*, Relação proteína: carboidrato no desempenho e metabolismo de juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Petrolina, v. 66, n. 5, p. 1568-1676, out/2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/XwL8zbNdNs9GQZ4mmpB54rM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 jul. 2021.

19. FRIEDMAN, M. *et al.* *Comparison of a commercial soybean cultivar and an isoline lacking the Kunitz trypsin inhibitor: composition, nutritional value, and effects of heating*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Estados Unidos, v. 39, n. 2, p. 327-335, fev./1991. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00002a022>. Acesso em: 9 jun. 2021.

20. FRIESEN, K. G. *et al.* *The effect of moist extrusion of soy products on growth performance and nutrient utilization in the early-weaned pig*. **Journal of Animal Science**, Estados Unidos, v. 71, n. 8, p. 2099-2109, ago./1993. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8376234/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

21. GILANI, G.S.; XIAO, C.W.; COCKELL, K.A. *Impact of Antinutritional Factors in Food Proteins on the Digestibility of Protein and the Bioavailability of Amino Acids and on Protein Quality*. **British Journal of Nutrition**, v. 108, p.315–332, ago./2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23107545/>. Acesso em: 22 ago. 2021.

22. GIORA, C. G. B; FILHO, Flávio Finardi. Avaliação in vivo da qualidade proteica da soja geneticamente modificada. **Universidade de São Paulo (USP)**, São Paulo, p. 1-88, abr./2004. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-13042015-123050/publico/CINTIA_GISELA_BEZUTI_GIORA_Mestrado.pdf. Acesso em: 3 jun. 2021.
23. GRIESHOP, C M; JR, G. C. F. *Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China, and the United States*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, USA, v. 49, n. 5, p. 49-73, mai./2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11368653/>. Acesso em: 19 mai. 2021.
24. JARDINE, J. G. ; BARROS, T. D. soja, Agencia Embrapa de Informação Tecnológica (ageitec, 2011) Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3vtdl7vi.html>. Acesso em: 15 mai. 2021.
25. LICHTENSTEIN, A H. Soy protein, isoflavones and cardiovascular disease risk. **The Journal of Nutrition** , Boston, v. 128, n. 10, p. 1589-1592, out./1998. Disponível em: https://watermark.silverchair.com/1589.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9khhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAsAwggK8BgkqhkiG9w0BBwagggKtMIICqQIBADCCAqIGCSqGSIB3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQMw3yYjTvCBihIG1P6AgEQgIICcyzjc11klktPrbDIl0rEVf8ty1mIkyn8VoSoesgzLFXC96eKi72AMKIApcFQRzteuOCbZhwaS2hcO51iWHI-Mn75d9ub9tF. Acesso em: 21 mai. 2021.
26. MANDARINO, J. M. G; OLIVEIRA, M. A. D; LEITE, Rodrigo Santos. Características físico-químicas e tecnológicas dos grãos: teor de clorofila. **EMBRAPA**, São Paulo, p. 158-177, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1099610/1/p157177.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2021.
27. MELLO, F. O. L. *et al.* Produtividade de grãos e qualidade de sementes de soja selecionadas para alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 445-450, mai./2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/69VP8PchMYSqnXkdfRMbPbQ/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 21 mai, 2021.
28. MENDES, Fabrícia Queiroz. Qualidade proteica de alimentos, aprimoramento de métodos de digestibilidade in vitro e qualidade de grãos atacados por insetos-praga. **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 1-152, fev./2009. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/7672/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.
29. MESSINA, M; MESSINA, V. *Increasing use of soyfoods and their potential role in cancer prevention*. **Journal of the American Dietetic Association**, Estados Unidos, v. 91, n. 7, p. 836-840, jul./1991. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2071799/>. Acesso em: 21 mai. 2021.
30. MONTEIRO, M. R. P. *et al.* Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do Inibidor de Tripsina *Kunitz* e das isoenzimas Lipoxigenases. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 195-205, jun./2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/D3HR95VGsQw6kGy3p5RtWbg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 8 jun. 2021.
31. MORAIS, A. A. C. D; SILVA, A. L. D. Valor nutritivo e funcional da soja. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, Vitória, v. 15, n. 2, p. 306-315, jun./2000. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-269041>. Acesso em: 21 mai. 2021.

32. MOURÃO, D. M. *et al.* Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 529-539, ago./2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/6Bg46DxcRFKXKCKgCZP8yH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2021.
33. PREDIGER, Clarice Cardozo da Costa. Efeito do Consumo de Proteína de soja isolada sobre os níveis de lipídios séricos em mulheres. Porto Alegre, p. 1-132, jul./2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18757/000730489.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 mai. 2021.
34. NEVEL, C. V. *et al.* Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor Kunitz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)**, Caracas, v. 51, n. 2, p. 1-8, jun./2001. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000200012. Acesso em: 28 mai. 2021.
35. PHILIPPI, Sônia Tucunduva. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008. Acesso em: 15 mai./2021.
36. PIRES, C. V. *et al.* Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, mai./2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/rZc6S4hLs5dLqghbmNgqwhPb/?lang=pt#>. Acesso em: 12 mai. 2021.
37. POVINELI, K.I.; FILHO, F. Finardi. As múltiplas funções das lectinas vegetais. **Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 135-156, dez./2002. Disponível em: http://sban.cloudpanel.com.br/files/revistas_publicacoes/49.pdf. Acesso em: 14 jun. 2021.
38. QIN, G X; VERSTEGEN, M. W. A; POEL, A. F. B. V. D. Effect of temperature and time during steam treatment on the protein quality of full-fat soybeans from different origins. **Science Food and Agriculture**, Estados Unidos, v. 77, n. 3, p. 393-398, jul./1998. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291097-0010%28199807%2977%3A3%3C393%3A%3AAID-JSFA59%3E3.0.CO%3B2-M>. Acesso em: 2 jun. 2021.
39. RAMOS, Graziela; MARINI, Danyelle Cristine. Exames bioquímicos relacionados a alterações renais. **FOCO**, Brasil, v. 5, n. 6, p. 11-26, jun/2014. Disponível em: <http://www.revistafoco.inf.br/index.php/FocoFimi/article/view/42/4>. Acesso em: 6 jul. 2021.
40. RODRIGUES, M. D. L. C. **Alimentação e nutrição no Brasil**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. p. 1-93.
41. ROUX, L. L. *et al.* *In vitro static digestion reveals how plant proteins modulate model infant formula digestibility*. **Food Research International**, França, v. 130, n. 1, p. 1-11, abr./2020. Disponível em: [https://pdf.sciencedirectassets.com/271165/1-s2.0-S0963996919X00162/1-s2.0-S0963996919308038/am.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjELH%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDNzqAXNyf1J3GI%2FQhrrcNPFYxpYSOoxrQFQxQv5OdhJAIhAJ0HmveTj30%2FHH1CU9v5egQWsvU4Qp45VDxiIeXYdFVoKoMECKr%2F%2F](https://pdf.sciencedirectassets.com/271165/1-s2.0-S0963996919X00162/1-s2.0-S0963996919308038/am.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjELH%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDNzqAXNyf1J3GI%2FQhrrcNPFYxpYSOoxrQFQxQv5OdhJAIhAJ0HmveTj30%2FHH1CU9v5egQWsvU4Qp45VDxiIeXYdFVoKoMECKr%2F%2F). Acesso em: 8 mai. 2021.
42. SANTOS, M. A. T. D. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência Agronômica**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, abr./2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cagro/a/njSgvLWxXMJ3p7sG74bs48y/?format=pdf&lang=pt#:~:text=Determinou%2Dse%20os%20teores%20de,se%20aceit%C3%A1veis%20para%20o%20consumo..> Acesso em: 17 jun. 2021.

43. SARWAR, Ghulam. *The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats*. **The Journal of Nutrition**, Canadá, v. 127, n. 5, p. 758-764, mai./1997. Disponível em: <https://academic.oup.com/jn/article/127/5/758/4724217>. Acesso em: 12 mai. 2021.

42. SCHIAVO, Marli; LUNARDELLI, Adroaldo; OLIVEIRA, J. R. D. Influência da dieta na concentração sérica de triglicerídeos. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 4, p. 283-288, mar/2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jbpm/a/HwwNg65qV3pTdvDCdSNTspR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 jul. 2021.

44. SGARBIERI, Valdomiro C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. 1. ed. São Paulo: Varela, 1996. Acesso em: 2 jun. 2021.

45. SILVA, Mauricio Henriques Louzada. Development and characterization of a modified soybean protein isolate with a human milk casein solubility profile. **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, mar./2007. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/513/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

46. SILVA, M. S. *et al.* Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Food Science and Technology**, Goiânia, v. 26, n. 3, p. 571-576, jul./2006. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/kprRjtX88JH8NpQpv7fKHtC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 mai. 2021.

47. SPOSITO, A. C. *et al.* Triglyceride and lipoprotein are markers of coronary artery disease severity among postmenopausal women. **Maturitas**, São Paulo, v. 39, n.3, p. 203-208. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378512201002237>. Acesso em: 21 mai. 2021.

48. TAVARES, G. M. *et al.* A soja como alimento funcional na prevenção do câncer. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, Vitória, v. 15, n. 2, p. 321-325, jun./2000. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-269043>. Acesso em: 2 jun. 2021.

49. TOLEDO, T. C. F. D. *et al.* Composição, digestibilidade protéica e desaminação em cultivares brasileiras de soja submetidas à radiação gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 812-815, dez./2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/khd6gGWXnVzTq7wTXkQ7tcB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 9 jun. 2021.

50. VR, Young. Soy protein in relation to human protein and amino acid nutrition. **Journal of the American Dietetic Association**, Massachusetts, v. 91, n. 7, p. 828-835, jul./1991. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/2071798>. Acesso em: 28 mai. 2021.

8 APÊNDICES

APÊNDICE 01 – Dados da ingestão em gramas dos animais do G-C, durante 4 semanas de experimento

G1 - Controle				Semana 1		
Peso frasco vazio	1	101,52	Dieta	1	85,05	
	2	94,74		2	79,88	
	3	94,75		3	79,45	
	4	96,39		4	80,22	
	5	99,3		5	80,22	
	6	94,23		6	81,92	
Média		96,82	81,12			
Dieta		Sobra		Ingestão		
Semana 2	1	112,4	1	11,14	1	101,26
	2	110,39	2	10,29	2	100,1
	3	116,44	3	10,7	3	105,74
	4	114,09	4	5,96	4	108,13
	5	117,09	5	13,87	5	103,22
	6	109,8	6	16,22	6	93,58
Média		113,37	11,36		102,01	
Dieta		Sobra		Ingestão		
Semana 3	1	104,53	1	1,7	1	102,83
	2	126,73	2	5,38	2	121,35
	3	109,84	3	9,72	3	100,12
	4	105,66	4	1,27	4	104,39
	5	104,59	5	1,9	5	102,69
	6	101,13	6	6,32	6	94,81
Média		108,75	4,38		104,37	
Dieta		Sobra		Ingestão		
Semana 4	1	105,25	1	17,74	1	87,51
	2	125	2	13,72	2	111,28
	3	102,12	3	7,74	3	94,38
	4	103,34	4	6,46	4	96,88
	5	104,19	5	7,58	5	96,61
	6	102,85	6	11,26	6	91,59
Média		107,13	10,75		96,38	

APÊNDICE 02 – Dados da ingestão em gramas dos animais do G-LN, durante 2 semanas de experimento

G2 - LN				Semana 1		
Peso frasco vazio	7	95,29	Dieta	7	60,1	
	8	98,45		8	80,05	
	9	93,86		9	81,87	
	10	94,96		10	80,14	
	11	93,94		11	78,62	
	12	93,93		12	79,36	
Média		95,07			76,69	
Dieta		Sobra		Ingestão		
Semana 2	7	60,45	7	20,21	7	40,24
	8	61,45	8	23,39	8	38,06
	9	82,16	9	34,94	9	47,22
	10	77,92	10	33,86	10	44,06
	11	78,56	11	36,12	11	42,44
	12	77,65	12	41,32	12	36,33
Média		73,03	31,64		41,39	

APÊNDICE 03 – Dados da ingestão em gramas dos animais do G-PTS, durante 4 semanas de experimento

G3 – Proteína Texturizada de Soja				Semana 1		
Peso frasco vazio	13	94,57	Dieta	13	105,43	
	14	97,07		14	89,13	
	15	96,02		15	95,57	
	16	95,2		16	92	
	17	95,39		17	111,43	
	18	94,7		18	89,84	
Média		95,49			97,23	
Dieta			Sobra		Ingestão	
Semana 2	13	125,55	13	12,6	13	112,95
	14	121,26	14	9,98	14	111,28
	15	119,15	15	16,76	15	102,39
	16	82,07	16	10,66	16	71,41
	17	101,51	17	16,51	17	85
	18	101,64	18	6,75	18	94,89
Média		108,53	12,21		96,32	
Dieta			Sobra		Ingestão	
Semana 3	13	127,6	13	13,83	13	113,77
	14	99,72	14	2,62	14	97,1
	15	105,27	15	6,87	15	98,4
	16	120,39	16	15,8	16	104,59
	17	130,21	17	16,31	17	113,9
	18	99,11	18	6,79	18	92,32
Média		113,72	10,37		103,35	
Dieta			Sobra		Ingestão	
Semana 4	13	126,38	13	12,46	13	113,92
	14	105,49	14	9,17	14	96,32
	15	104,74	15	8,27	15	96,47
	16	104,06	16	2	16	102,06
	17	107,6	17	6,58	17	101,02
	18	104,17	18	3,54	18	100,63
Média		108,74	7		101,74	

APÊNDICE 04 – Massa corporal e ganho de massa corporal dos animais de cada grupo

Semana	G1 - C		G2 - LN		G3 - PTS	
Semana 1	1	63	7	67	13	69
	2	63	8	68	14	63
	3	63	9	71	15	64
	4	57	10	69	16	65
	5	60	11	70	17	67
	6	60	12	70	18	66
Média	61		69,17		65,67	
Semana 2	1	78	7	54	13	87
	2	79	8	53	14	71
	3	79	9	58	15	79
	4	73	10	55	16	78
	5	79	11	54	17	84
	6	75	12	56	18	76
Média	77,17		55		79,17	
Semana 3	1	102	7		13	102
	2	105	8		14	95
	3	102	9		15	98
	4	104	10		16	81
	5	106	11		17	88
	6	102	12		18	93
Média	103,5		49,33		92,83	
Semana 4	1	124	7		13	124
	2	133	8		14	109
	3	118	9		15	115
	4	126	10		16	104
	5	127	11		17	119
	6	125	12		18	109
Média	125,5		45,5		113,33	

APÊNDICE 05 – Peso dos órgãos (fígado, rim, tecido adiposo visceral, coração, músculo gastrocnêmio e músculo sóleo) dos animais do G-LN após a eutanásia, durante 2 semanas de experimento

G-LN						
Animal	Fígado	Rim	Tecido adiposo visceral	Coração	Músculo gastrocnêmio	Músculo Sóleo
7	1,59	0,5	-	0,27	0,51	0,016
8	1,38	0,56	-	0,5	0,24	0,034
9	1,71	0,53	-	0,34	0,62	0,022
10	1,45	0,52	-	0,35	0,38	0,016
11	1,42	0,65	-	0,34	0,45	0,046
12	1,81	0,59	-	0,24	0,26	0,021
Média	1,56	0,56	-	0,34	0,41	0,026

APÊNDICE 06 – Peso dos órgãos (fígado, rim, tecido adiposo visceral, coração, músculo gastrocnêmio e músculo sóleo) dos animais do G-PTS após a eutanásia, durante 4 semanas de experimento

G-PTS						
Animal	Fígado	Rim	Tecido adiposo visceral	Coração	Músculo gastrocnêmio	Músculo Sóleo
13	4,09	1,32	2,86	0,53	0,31	0,06
14	2,85	1,19	2,65	0,58	0,54	0,23
15	2,85	1,02	3,31	0,54	0,5	0,12
16	4,06	1,16	1,73	0,46	0,64	0,04
17	3,25	1,43	1,46	0,45	0,71	0,06
18	3,9	1,76	1,42	0,45	0,55	0,15
Média	3,50	1,31	2,24	0,50	0,54	0,11

APÊNDICE 07 – Dosagem bioquímica de ureia do soro dos animais

Animais	Absorbância 1 (nm)	Ureia 1 (mg/dL)	Absorbância 2 (nm)	Ureia 2 (mg/dL)	Média 1 e 2	Média do Grupo	DP
1	0,251	25,21	0,22	21,69	23,45	23,50	2,54
2	0,231	23,20	0,25	24,91	24,05		
3	0,251	25,21	0,22	21,79	23,50		
4	0,188	18,88	0,20	20,29	19,58		
5	0,256	25,71	0,29	29,33	27,52		
6	0,225	22,60	0,23	23,20	22,90		
7	0,386	38,77	0,44	44,19	41,48	30,13	7,31
8	0,123	12,35	0,25	24,91	18,63		
9	0,291	29,23	0,33	33,44	31,33		
10	0,277	27,82	0,29	28,72	28,27		
11	0,252	25,31	0,37	36,86	31,08		
12	0,284	28,52	0,31	31,43	29,98		
13	0,283	28,42	0,26	26,21	27,32	32,50	10,95
14	0,317	31,84	0,31	30,63	31,23		
15	0,251	25,21	0,27	27,12	26,16		
16	0,534	53,63	0,52	52,53	53,08		
17	0,231	23,20	0,22	21,59	22,40		
18	0,355	35,65	0,34	33,95	34,80		

APÊNDICE 08 – Dosagem bioquímica de glicose do soro dos animais

Animais	Absorbância 1 (nm)	Glicose 1 (mg/dL)	Absorbância 2(nm)	Glicose 2 (mg/dL)	Média 1 e 2	Média do Grupo	DP
1	0,199	78,04	0,299	117,25	97,65	94,28	22,76
2	0,193	75,69	0,32	125,49	100,59		
3	0,218	85,49	0,265	103,92	94,71		
4	0,174	68,24	0,110	43,14	55,69		
5	0,341	133,73	0,304	119,22	126,47		
6	0,228	89,41	0,234	91,76	90,59		
7	0,219	85,88	0,258	101,18	93,53	100,10	17,27
8	0,223	87,45	0,232	90,98	89,22		
9	0,251	98,43	0,287	112,55	105,49		
10	0,324	127,06	0,353	138,43	132,75		
11	0,236	92,55	0,239	93,73	93,14		
12	0,216	84,71	0,225	88,24	86,47		
13	0,164	64,31	0,169	66,27	65,29	76,93	27,92
14	0,125	49,02	0,099	38,82	43,92		
15	0,125	49,02	0,122	47,84	48,43		
16	0,259	101,57	0,277	108,63	105,10		
17	0,158	61,96	0,376	147,45	104,71		
18	0,206	80,78	0,274	107,45	94,12		

APÊNDICE 09 – Dosagem bioquímica de triglicerídeos do soro dos animais

Animais	Absorbância 1 (nm)	Triglicerídeos 1 (mg/dL)	Absorbância 2 (nm)	Triglicérides 2 (mg/dL)	Média 1 e 2	Média do Grupo	DP
1	0,043	40,38	0,05	47,89	44,13	45,38	11,37
2	0,051	47,89	0,05	43,19	45,54		
3	0,044	41,31	0,05	46,01	43,66		
4	0,036	33,80	0,03	27,23	30,52		
5	0,064	60,09	0,08	71,36	65,73		
6	0,048	45,07	0,04	40,38	42,72		
7	0,052	48,83	0,04	40,38	44,60	59,86	13,07
8	0,080	75,12	0,09	81,69	78,40		
9	0,069	64,79	0,06	57,28	61,03		
10	0,072	67,61	0,08	70,42	69,01		
11	0,062	58,22	0,07	61,97	60,09		
12	0,049	46,01	0,05	46,01	46,01		
13	0,022	20,66	0,02	18,78	19,72	21,13	10,30
14	0,048	45,07	0,03	29,11	37,09		
15	0,029	27,23	0,04	32,86	30,05		
16	0,015	14,08	0,01	10,33	12,21		
17	0,012	11,27	0,01	12,21	11,74		
18	0,019	17,84	0,02	14,08	15,96		

APÊNDICE 10 – Dosagem bioquímica de colesterol total do soro dos animais

Animais	Absorbância 1 (nm)	Colesterol total 1 (mg/dL)	Absorbância 2 (nm)	Colesterol 2 (mg/dL)	Média 1 e 2	Média do Grupo	DP
1	0,078	61,18	0,082	64,31	62,75	61,31	8,22
2	0,074	58,04	0,072	56,47	57,25		
3	0,073	57,25	0,100	78,43	67,84		
4	0,059	46,27	0,06	47,06	46,67		
5	0,084	65,88	0,09	70,59	68,24		
6	0,086	67,45	0,08	62,75	65,10		
7	0,110	86,27	0,117	91,76	89,02	88,95	11,97
8	0,113	88,63	0,145	113,73	101,18		
9	0,094	73,73	0,105	82,35	78,04		
10	0,128	100,39	0,14	109,80	105,10		
11	0,097	76,08	0,118	92,55	84,31		
12	0,096	75,29	0,098	76,86	76,08		
13	0,032	25,10	0,048	37,65	31,37	47,84	14,34
14	0,094	73,73	0,042	32,94	53,33		
15	0,099	77,65	0,065	50,98	64,31		
16	0,066	51,76	0,059	46,27	49,02		
17	0,056	43,92	0,02	15,69	29,80		
18	0,086	67,45	0,065	50,98	59,22		

APÊNDICE 11 – Dosagem bioquímica de TGO do soro dos animais

Animais	Absorbância (nm)	TGO (U/mL)	Média do Grupo	DP
1	0,377	57,38	60,46	8,71
2	0,398	67,58		
3	0,393	65,03		
4	0,405	70,77		
5	0,367	53,55		
6	0,356	48,45		
7	0,369	54,83	113,61	37,87
8	0,539			
9	0,495	133,89		
10	0,507	154,93		
11	0,483	121,14		
12	0,461	103,28		
13	0,343	43,35	61,42	17,32
14	0,433	85,43		
15	0,364	52,28		
16	0,422	79,06		
17	0,353	47,18		
18	0,386	61,20		

APÊNDICE 12 – Dosagem bioquímica de TGP do soro dos animais

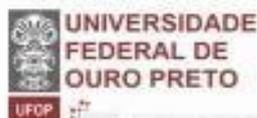
Animais	Absorbância (nm)	TGP (U/mL)	Média do Grupo	DP
1	0,271	12,08	11,49	4,98
2	0,274	13,08		
3	0,265	11,07		
4	0,231	2,01		
5	0,285	16,10		
6	0,280	14,59		
7	0,273	13,09	27,94	9,98
8	0,361	38,25		
9	0,355	36,24		
10	0,35	34,73		
11	0,311	23,15		
12	0,307	22,15		
13	0,259	9,06	13,25	4,24
14	0,288	17,11		
15	0,259	9,06		
16	0,279	14,09		
17	0,297	19,12		
18	0,267	11,07		

APÊNDICE 13 – Dosagem bioquímica de creatinina do soro dos animais

Animais	Absorbância (nm) 30 segundos	Absorbância (nm) 90 segundos	A90 s - A30 s	Creatinina (não corrigida)	Média do Grupo	DP
1	0,087	0,090	0,003	0,46	0,64	0,180
2	0,075	0,081	0,006	0,92		
3	0,131	0,135	0,004	0,62		
4	0,072	0,077	0,005	0,77		
5	0,165	0,168	0,003	0,46		
6	0,154	0,158	0,004	0,62		
7	0,078	0,080	0,002	0,31	0,31	0
8	sem soro	sem soro	sem soro	sem soro		
9	0,260	0,262	0,002	0,31		
10	0,317	0,315	-0,002	-0,31		
11	0,143	0,143	0	0,00		
12	0,082	0,084	0,002	0,31		
13	0,062	0,066	0,004	0,62	1,08	0,78
14	0,116	0,123	0,007	1,08		
15	0,099	0,102	0,003	0,46		
16	0,099	0,116	0,017	2,62		
17	0,070	0,076	0,006	0,92		
18	0,099	0,104	0,005	0,77		

9 ANEXOS

ANEXO 01 – Certificado de aprovação na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)



Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Avaliação da qualidade proteica da farinha de soja em modelo experimental", protocolada sob o CEUA nº 2054150321 (000000), sob a responsabilidade de **Karina Barbosa de Queiroz** e equipe: Miliane Martins de Andrade Fagundes; Faelma Kemilly Coelho Souza - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Ouro Preto (CEUA/UFOP) na reunião de 02/07/2021.

We certify that the proposal "Protein quality evaluation of soybean flour in an experimental model", utilizing 18 Heterogenic rats (18 females), protocol number CEUA 2054150321 (000000), under the responsibility of **Karina Barbosa de Queiroz** and team: Miliane Martins de Andrade Fagundes; Faelma Kemilly Coelho Souza - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Ouro Preto Federal University (CEUA/UFOP) in the meeting of 07/02/2021.

Finalidade da Proposta: Pesquisa (Acadêmica)

Vigência da Proposta: de 04/2021 a 05/2021 Área: Ciências Biológicas

Origem:	Centro de Ciência Animal	Sexo:	Fêmeas	Idade:	21 a 28 dias	N:	18
Especie:	Ratos heterogênicos						
Linhagem:	Wistar			Peso:	45 a 55 g		

Local do experimento: Laboratório de Nutrição experimental

Ouro Preto, 02 de julho de 2021

Prof. Dra. Paula Melo de Abreu Vieira
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. Dr. Leonardo Máximo Cardoso
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal de Ouro Preto

ANEXO 02 – Termo de compromisso do programa de monitoria remunerada 2020.1



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
PRÓ-REITORIA GRADUAÇÃO



TERMO DE COMPROMISSO

PROGRAMA DE MONITORIA 2020.1 (REMUNERADA)

Preenchimento exclusivo pela
Secretaria do Departamento:
Data do cadastro do aluno no Sistema
de Controle de Bolsistas
_____/_____/_____
Rubrica do responsável pelo cadastro:

A Universidade Federal de Ouro Preto, por meio da Pró-Reitoria de Graduação (PROGRAD), representada pelo sua Pró-reitora de Graduação, Prof. Tânia Rossi Garbin, observados os termos das Normas Gerais para a concessão de bolsas de ensino, concede bolsa de Monitoria para o(a) aluno(a) FAELMA KEMILLY COELHO SOUZA, CPF 086.176.526-59, matrícula 15.1.7131, do curso de NUTRICAÇÃO, e-mail fa_1022@hotmail.com, exercer atividades de monitoria da disciplina da disciplina ALI210 - Nutrição Experimental C, sob a orientação da professora Karina Barbosa de Queiroz, SIAPE 3.030.787, DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS da UFOP, de acordo com as condições abaixo:

1. O período de vigência da bolsa de Monitoria para o primeiro semestre letivo de 2020 terá início em 25/01/2021 e término em 23/04/2021.

2. A carga horária das atividades da monitoria será de 15 horas semanais.

a. Considerando os períodos de aula previsto no calendário acadêmico referente a 2020.1, as bolsas de monitoria serão pagas da seguinte forma:

- uma bolsa (R\$75,00) referente ao mês de janeiro/2021;
- uma bolsa (R\$300,00) referente ao mês de fevereiro/2021;
- uma bolsa (R\$300,00) referente ao mês de março/2021;
- uma bolsa (R\$150,00) referente ao mês de abril/2021;

3. Os monitores deverão ter disponibilidade para participar de reuniões, encontros e eventos destinados a apresentação, discussão, avaliação e aperfeiçoamento da monitoria.

4. A presente concessão de bolsa de monitoria não estabelece, em hipótese alguma e para nenhum efeito, vínculo empregatício entre a UFOP e o bolsista, ou entre este e terceiros, nem lhe dará direito a quaisquer vantagens além das expressamente previstas neste termo.

5. Com base na legislação vigente e nas normas referentes ao Programa de Monitoria, a PROGRAD poderá cancelar ou suspender a presente bolsa, não sendo cabível indenização por parte da UFOP.

6. O professor orientador é responsável pelo cumprimento das obrigações mencionadas neste termo, bem como nas normas pertinentes ao Programa, comprometendo-se a comunicar à PROGRAD qualquer espécie de inadimplência e/ou ocorrência de substituição de bolsista, instruindo os devidos registros no sistema de controle de bolsistas da UFOP.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
PRÓ-REITORIA GRADUAÇÃO



7. Caso o bolsista conclua o curso de graduação ou seja desligado da UFOP por outro motivo, a bolsa será cancelada automaticamente. É responsabilidade do professor orientador informar à Comissão de Monitoria do departamento, à PROGRAD e à secretaria do departamento sobre o desligamento do bolsista e a sua substituição.

8. O bolsista deverá manter atualizados os dados cadastrais no portal 'Minha UFOP'.

9. A secretaria do departamento será responsável pelo cadastro e registro de frequência mensal no sistema de controle de bolsistas.

a. O sistema de controle de bolsistas é mantido pelo Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI) e validado pela PROGRAD.

b. Cabe à secretaria do departamento manter arquivados os registros de frequência mensal dos bolsistas, devidamente assinados pelos professores orientadores, não sendo necessário encaminhá-los à PROGRAD.

10. É responsabilidade do bolsista registrar a frequência dos alunos usuários dos serviços de monitoria por meio de formulário próprio (disponível na página eletrônica da PROGRAD), a ser encaminhado mensalmente à Comissão de Monitoria do departamento.

11. Ao término da monitoria, o professor orientador e o bolsista terão direito a uma única declaração de participação no Programa de Monitoria, emitida pelo sistema de controle de bolsistas.

12. O bolsista abaixo assinado declara estar ciente das boas práticas da monitoria (em anexo) e que aceita a bolsa que lhe é concedida, sem restrição, em todos os seus

PROFESSOR: KARINA BARBOSA DE

EMAIL: karina.queiroz@ufop.edu.br

TELEFONE: (31)35513-613

ALUNO: FAELMA KEMILLY COELHO SOUZA

Início das atividades do bolsista

22/02/2021

TELEFONE: (33)999796848

CPF: 086.176.526-59

Ouro Preto, 22 de fevereiro de 2021.

Assinatura do Professor

Assinatura do Aluno Bolsista

COMISSÃO DE MONITORIA DO DEPARTAMENTO E/OU COLEGIADO DE CURSO

Observações:

Cabe ao secretário do departamento, cadastrar o bolsista, gerar o Termo de Compromisso do Sistema de Controle de Bolsistas da "Minha UFOP" e, antes do primeiro período designado para lançamento de frequência, anexar a cópia eletrônica assinada (digitalizada em formato PDF) no Sistema.