



**Universidade Federal De Ouro Preto - UFOP**  
**Escola de Educação Física – EEFUFOP**  
**Bacharelado em Educação Física**



**Monografia**

**Efeito do Treinamento na Lesão Hepática em Ratos Suplementados  
com Farinha de Invertebrado**

**Pedro Henrique Carlos Gonçalves**

**Ouro Preto – MG**

**2021**

**Pedro Henrique Carlos Gonçalves**

**Efeito do Treinamento na Lesão Hepática em Ratos Suplementados  
com Farinha de Invertebrado**

Trabalho de conclusão apresentado a disciplina de Seminário de TCC (EFD-381) do curso de Educação Física - Bacharelado da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da mesma.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Lenice Kappes Becker

**Ouro Preto – MG**

**2021**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

G635e Gonçalves, Pedro Henrique Carlos .  
Efeito do treinamento na lesão hepática em ratos suplementados  
com farinha de invertebrado. [manuscrito] / Pedro Henrique Carlos  
Gonçalves. - 2021.  
31 f.: il.: gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Lenice Kappes Becker.  
Coorientador: Prof. Dr. Wanderson Geraldo de Lima.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Escola de Educação Física. Graduação em Educação Física .  
Área de Concentração: Educação Física.

1. Dieta protéica. 2. Exercício físico. 3. Lesão Hepática . 4.  
Treinamento resistido. I. Becker, Lenice Kappes. II. Lima, Wanderson  
Geraldo de. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 796.41

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Pedro Henrique Carlos Gonçalves**

### **Efeito do Treinamento na Lesão Hepática em Ratos Suplementados com Farinha de Invertebrado**

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

Aprovada em 12 de agosto de 2021

#### Membros da banca

Dra. Lenice Kappes Becker Orientadora Universidade Federal de Ouro Preto  
Dr. Wanderson Geraldo Lima Coorientador Universidade Federal de Ouro Preto  
Dr. Kelerson Mauro de Castro Pinto Universidade Federal de Ouro Preto  
Ms. Francisco Dias de Assis Junior Universidade Federal de Ouro Preto

Lenice Kappes Becker orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 18/08/2021



Documento assinado eletronicamente por **Lenice Kappes Becker Oliveira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/08/2021, às 12:47, 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](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0208297** e o código CRC **5F416BD4**.

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois creio que Ele é quem nos concede graça e força para enfrentarmos cada batalha e foi quem me permitiu chegar até aqui e tem sido comigo por todo o caminho desde sempre. Em seguida quero dedicar à minha família, a qual sempre me deu apoio; meu pai Pedro, minha mãe Elenice, minhas irmãs Geisy e Giselle e minha tia Madalena, quem teve um papel fundamental na minha escolha profissional. Gostaria de dedicar também a cada um dos meus amigos e familiares.

Também gostaria de dedicar aos meus professores e aos amigos do laboratório, pessoas que me ensinaram muito e contribuíram bastante para o meu crescimento.

“Então Samuel pegou uma pedra e a ergueu entre Mispá e Sem; e deu-lhe o nome de **Ebenézer**, dizendo: ‘**Até aqui o SENHOR nos ajudou**’”

(1 Samuel 7:12)

## RESUMO

Dietas ricas em proteínas são um recurso muito comum para indivíduos fisicamente ativos, pois atribuem a este recurso melhores resultados no treinamento. Uma fonte de proteína que vem sendo muito visada, por seus níveis de aminoácidos (AAs), é a oriunda de invertebrados. Neste estudo foi utilizado o *Gryllus assimilis* como fonte proteica. O objetivo deste trabalho foi verificar se o exercício de força é capaz de modular a lesão hepática de ratos que receberam treinamento e foram suplementados com farinha de invertebrado, pois estudos demonstram que o uso inapropriado de suplementação proteica pode culminar em danos para o fígado. Para tal, 30 ratos machos da espécie *Wistar* foram divididos em quatro grupos: sedentário controle (SC), treinado controle (TC), sedentário proteína (SP) e treinado proteína (TP), e submetidos a uma suplementação de proteína de invertebrado e a um protocolo de treinamento de força e saltos em meio aquático; após a eutanásia, foram coletados materiais para análise, sendo eles: sangue e fígado. Além destes também foram verificados o consumo de ração e o peso corporal destes animais. Feita a coleta, realizou-se uma análise bioquímica do plasma destes animais, sendo verificado alterações nos níveis de albumina, proteínas totais e TGP em alguns grupos, com diferença; ainda foram observadas prevalência de algumas lesões no fígado dos animais, sobretudo para o grupo SP, após análise histomorfométrica do tecido. Quanto ao peso do fígado, consumo de ração e peso corporal, também foram vistas alterações com diferença na média de consumo entre SC e TP e SP e TP; diferença entre SP e TP para proteínas totais e albumina e entre SP, TP e SC para peso do fígado ( $p < 0,05$ ). O estudo conclui que o exercício resistido foi capaz de atenuar possíveis danos hepáticos causados por uma suplementação a base de proteína de invertebrado.

**Palavras Chaves:** Proteína de invertebrado, Exercício Resistido, Lesão Hepática.

## ABSTRACT

Protein-rich diets are a very common resource for physically active individuals, as they attribute to this resource better result in training. A protein source that has been much sought after, due to its amino acid levels, is that from invertebrates. In this study, *Gryllus Assimilis* was used as a protein source. The objective of this study was to verify whether resistance exercise is able to modulate liver damage in trained rats supplemented with a high protein diet of invertebrate flour, as studies have shown that the inappropriate use of high protein diets can lead to liver damage. To this end, 30 male Wistar rats were divided into four groups, namely: sedentary control (SC), trained control (TC), sedentary protein (SP) and trained protein (TP), and submitted to a high-protein diet based on invertebrate protein and an aquatic jumping resistance training protocol; after euthanasia, materials were collected for analysis, namely: blood and liver. In addition to these, the feed intake and body weight of these animals were also verified. After the collection, a biochemical analysis of the plasma of these animals was carried out, verifying alterations in the levels of albumin, total proteins and TGP in some groups; a prevalence of some lesions in the liver of animals was also observed, especially for the SP group, after histomorphometric analysis of the tissue. As for liver weight, feed intake and body weight, changes were also seen. The study concludes that resistance exercise was able to attenuate possible liver damage caused by a high protein diet based on invertebrate protein.

**Keywords:** Invertebrate Protein, Resistance Exercise, Liver Injury.

## LISTA DE TABELAS

### **Tabela**

Tabela 1: intensidade de lesão que mais aparece.....	23
--	----

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1:** Média semanal do consumo de ração ao longo de seis semanas de treinamento. TP: treinado proteína; SP: sedentário proteína; TC: treinado controle; SC: sedentário controle. a: Diferença significativa entre SP e TP; b: diferença significativa entre SC e TP ( $p < 0,05$ ). 17
- Gráfico 2:** Massa corporal dos animais ao longo de 8 semanas. Semana 1: média inicial da amostra; semanas 2 a 7: tempo de treinamento para os grupos treinados; semana 8: média final da amostra. TP: treinado proteína; SP: sedentário proteína; TC: treinado controle; SC: sedentário controle..... 18
- Gráfico 3:** Média de massa do fígado entre os grupos. TP: treinado proteína; SP: sedentário proteína; TC: treinado controle; SC: sedentário controle. \*diferença significativa entre SP e SC; \*\*diferença significativa entre SP e TP ( $p < 0,05$ )..... 19
- Gráfico 4:** análise bioquímica para quantidade de albumina plasmática (y) nos grupos de animais (x). (a) semelhança entre o sedentário proteína (SP) e o treinado controle (TC) e diferença para com o (b), (b) semelhança entre sedentário controle (SC) e treinado proteína (TP) e diferença para com o (a) ;  $p < 0,0001$ ). ..... 20
- Gráfico 5:** análise bioquímica para quantidade de proteínas totais (y) nos grupos de animais (x). (a) semelhança entre o sedentário controle (SC), sedentário proteína (SP) e o treinado controle (TC) e diferença para com o (b), (b) diferença treinado proteína (TP) para com os demais grupos;  $p < 0,0001$ ). ..... 21
- Gráfico 6:** análise bioquímica para quantidade de transaminase glutâmica pirúvica (TGP) plasmática (y) nos grupos de animais (x);  $p < 0,05$ ..... 22
- Gráfico 7:** análise bioquímica para quantidade de transaminase glutâmica oxalacética (TGO) plasmática (y) nos grupos de animais (x). ..... 22
- Gráfico 8:** frequência da intensidade de inflamação em porcentagem (y) nos grupos de animais (x). ..... 24
- Gráfico 9:** frequência da intensidade de hiperemia em porcentagem (y) nos grupos de animais (x). ..... 24
- Gráfico 10:** frequência da intensidade de macroesteatose em porcentagem (y) nos grupos de animais (x). ..... 25

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

AAs – Aminoácidos.

SC – Sedentário Controle.

SP – Sedentário Proteína.

TC – Treinado Controle.

TP – Treinado Proteína.

TGO – Transaminase Glutâmica Oxalacética.

TGP – Transaminase Glutâmica Pirúvica.

HE – Hematoxilina-eosina.

EHNA – Esteatose Hepática Não Alcólica.

DM2 – Diabetes Mellitus tipo 2.

LDL – Colesterol de baixa densidade.

Será inserida aqui.

## SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Objetivo .....	12
1.2	Justificativa.....	12
2.0	METODOLOGIA.....	13
2.1	Amostra .....	13
2.2	Suplementação.....	14
2.3	Programa de treinamento.....	14
2.4	Análise bioquímica e histológica.....	15
2.5	Análise estatística .....	15
2.6	Cuidados Éticos .....	13
3.0	RESULTADOS .....	17
4.0	DISCUSSÃO .....	26
5.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	28
	REFERÊNCIAS .....	29

## 1.0 INTRODUÇÃO

Exercícios força possuem um papel importante na saúde das pessoas, pois estes promovem adaptações benéficas nos praticantes, tais como aumento da força muscular, melhora no VO<sub>2</sub> máximo e no sistema cardiorrespiratório (ASSUMPÇÃO *et al.*, 2008). Além disso, também pode promover micro lesões no músculo esquelético desencadeando processos inflamatórios que culminarão em hipertrofia do tecido (YAMADA; SOUZA JÚNIOR; PEREIRA, 2010).

Entretanto, tratando-se desse tipo de exercício, é importante considerar não apenas a prática em si, mas também a possibilidade do uso de complementos para uma obtenção eficaz dos benefícios. Campbell *et al.* (2007) menciona que indivíduos fisicamente ativos necessitam de maior quantidade de proteína em sua dieta comparados a indivíduos não ativos. Isso se deve ao fato de que exercícios físicos como os de força são capazes de gerar em nosso corpo danos fisiológicos que superam a condição do organismo de promover os reparos a partir dos recursos disponíveis e obtidos com a alimentação habitual, causado por exemplo por um grau elevado de intensidade do treino, sendo necessário a combinação da prática destes com a ingestão de substâncias presentes nos alimentos que contribuirão com o processo adaptativo (PAES, 2016).

Proteínas advindas de insetos chamam a atenção nesse papel de auxiliadora, devido ao seu teor considerável de aminoácidos (AAs) (CARDOSO, 2016). Aminoácidos presentes em proteínas, principalmente a leucina, possuem ação direta na síntese proteica, pois atuam na via de sinalização intracelular para esse processo (GIL; KIM; BIOCHEMISTRY, 2015). Além disso, o uso de dietas hiperproteicas é bem comum na sociedade ocidental, principalmente quando associada ao treinamento físico. Contudo, o uso crônico dessas dietas não é indicado, pois sabe-se que um de seus possíveis efeitos no organismo é a promoção de dano hepático causado por um acúmulo de triacilglicerol no tecido, gerando um possível comprometimento de suas funções ao promover uma sobrecarga no tecido (DÍAZ-RÚA *et al.*, 2017). Além disso, sabe-se que proteínas de origem animal tendem a apresentar maiores quantidades de metionina, homocisteína e cisteína, AAs metabolizados pelo fígado, cujo produto é o sulfato; o acúmulo destes AAs, principalmente a homocisteína, está associado ao aumento de risco para esteatose hepática não alcoólica (EHNA) (CHIARA *et al.*, 2019).

A esteatose hepática não alcoólica é a doença hepática mais comum no mundo, afetando 25% da população adulta global; está associada a doenças não transmissíveis como a obesidade e também a causa de distúrbios metabólicos como o diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Essa morbidade apresenta sintomas inexpressivos, mas pode ser identificada a partir da presença de três ou mais das seguintes características: grande circunferência da cintura, triglicerídeos elevados na corrente sanguínea, colesterol de baixa densidade (LDL) elevado e hipertensão (CHIARA *et al.* 2019; MILIC *et al.* 2014). Além disso, a presença de lesão no fígado pode ser verificada a partir da análise sanguínea para verificação dos níveis de transaminase glutâmica oxalacética (TGO) e transaminase glutâmica pirúvica (TGP), enzimas presentes no tecido que, quando em níveis elevados, indicam presença de lesão (CHAVES *et al.*, 2012; MELLO, 2016; MINUK, 1998).

Diante disso, o objetivo do presente estudo será avaliar se o exercício de força é capaz de modular a lesão hepática de ratos treinados suplementados com farinha de invertebrado.

## **1.1 Objetivo**

Avaliar se o exercício de força é capaz de modular a lesão hepática de ratos treinados, suplementados com farinha de invertebrado.

## **1.2 Justificativa**

O uso de dietas com excesso de proteína é bem comum na sociedade ocidental, principalmente quando associada à perda de peso, treinamento físico e manutenção de perda de peso. Contudo, o uso crônico dessas dietas não é indicado, pois sabe-se que um de seus possíveis efeitos no organismo é a promoção de dano hepático causado por um acúmulo de triacilglicerol no tecido, gerando um possível comprometimento de suas funções.

## **2.0 METODOLOGIA**

O presente estudo se deu a partir da análise de materiais coletados em estudo anterior em laboratório, com o intuito de verificar e interpretar materiais e dados obtidos no processo, utilizando técnicas de coleta de dados e observações sistemáticas. Este, é um estudo quantitativo transversal, pois analisa dados coletados ao longo de um período de tempo.

### **2.6 Cuidados Éticos**

Este estudo foi realizado conforme todos os cuidados necessários e exigidos pela Lei Arouca (11.794/08), bem como seguido as orientações do Cobeia (Colégio Brasileiro de Experimentação Animal) e aprovado no comitê de ética em uso de animais da Universidade Federal de Ouro Preto sob protocolo de número 2018/14.

### **2.1 Amostra**

Foram analisados os materiais coletados (fígado e plasma sanguíneo) de 30 ratos, machos, da linhagem *Wistar*, com média de 200 gramas de massa corporal ao início do estudo e dois meses de idade. Foi realizado um estudo randomizado controlado com os animais divididos em quatro grupos, sendo eles: treinado controle (TC, n=6), sedentário controle (SC, n=9), treinado proteína (TP, n=6) e sedentário proteína (SP, n=9). Os animais foram alocados em gaiolas individuais, mantidos a uma temperatura de 23°C, em um ciclo claro – escuro de 12 horas.

## 2.2 Suplementação

Aos animais não suplementados foi oferecida ração padrão triturada, com 22% de proteína (caseína), da marca Nuvilab® água *ad libitum*. A ração oferecida ao grupo suplementado era composta pela ração padrão triturada, acrescida de farelo da proteína advinda do *Gryllus assimilis*. O cálculo para a suplementação partiu da ingestão diária recomendada de 1,4g/kg de peso corporal em humanos (JÄGER *et al.*, 2017). A partir desse valor, foram calculadas as proporções para o consumo médio previsto de 30g de ração para ratos, que deveria conter 1,0g (5,04%) de farelo de grilo. Para que a suplementação fosse assegurada, a mistura final foi de 252g de grilo triturado para 5kg de ração padrão também triturada, mistura esta que foi oferecida aos animais em comedouros de vidro. A média de consumo diário dos animais suplementados foi de 39,3 gramas de ração, na qual continha 1,98 gramas de farelo de grilo. Aos animais suplementados foram também oferecidas ração e água *ad libitum*. Foi realizada a pesagem diária da ração dos animais para a realização da média de consumo semanal.

## 2.3 Programa de treinamento

Os animais foram submetidos a um protocolo de treinamento composto por saltos em meio aquático, com sobrecarga externa, durante 6 (seis) semanas. O programa foi iniciado por um período de 5 dias de adaptação ao meio líquido, sem a utilização de sobrecarga externa, com o volume de tempo variando entre 10 minutos (primeiro dia) e 50 minutos (último dia). A temperatura da água foi mantida em  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Após esse período de adaptação, o protocolo de treinamento foi iniciado.

O programa de treinamento de força constituiu em um protocolo de saltos adaptado de Teixeira *et al.* (2016), no qual o animal realizou saltos em meio aquático com peso fixo em sua cauda. Em cada sessão de treinamento foram realizadas 4 séries de 10 saltos, com 1 minuto de intervalo de recuperação entre as séries, totalizando 5 sessões semanais de treinamento. A carga inicial consistiu em 25% da massa corporal do animal e a progressão no

treinamento era realizada com o incremento semanal de 5% na carga, calculada de acordo com a massa corporal do animal.

Ao completar seis semanas de treinamento e após 12 horas de jejum, foi realizada a eutanásia dos animais, por excesso anestésico e guilhotina, durante a qual foram extraídas e avaliada a massa do fígado e coletado o plasma sanguíneo.

#### **2.4 Análise bioquímica e histológica**

O plasma coletado foi analisado bioquimicamente para as variáveis albumina, proteínas totais, transaminase glutâmica oxalacética (TGO) e transaminase glutâmica pirúvica (TGP), pois são comumente utilizados para verificação de lesão nesse tecido (CHAVES *et al.*, 2012; MELLO, 2016; MINUK, 1998). Além destes testes, também foi feita uma análise histomorfométrica do fígado. Para tal, o fígado foi cortado, preparado em lâminas e corado com hematoxilina-eosina (HE) para análise em microscopia eletrônica. Foram feitas 20 fotografias por lâmina (27 ao todo) em campos aleatórios com objetiva de 40x (SOARES *et al.*, 2011). As análises foram elencadas de maneira semiquantitativa da seguinte forma: ausente (caso até 33% das imagens apresentasse alguma lesão), moderado (caso 33% a 66% das imagens apresentasse alguma lesão) e intenso (caso mais de 66% das imagens apresentasse alguma lesão) (BARBOSA *et al.*, 2020). As lesões consideradas foram: inflamação do parênquima, hiperemia, macroesteatose, hemorragia, áreas de necrose tecidual e fibrose (DE FREITAS CARVALHO *et al.*, 2019).

O modelo de microscópio utilizado na histologia foi o Leica BM5000 com câmera digital (Leica DFC 300 FX) acoplada com módulo RGB ativada e associada ao *software* de captura e análise de imagens *Leica Application Suite*, o *software* para análise e processamento das imagens foi Leica Qwin V.3.2.1 (Leica Switzerland).

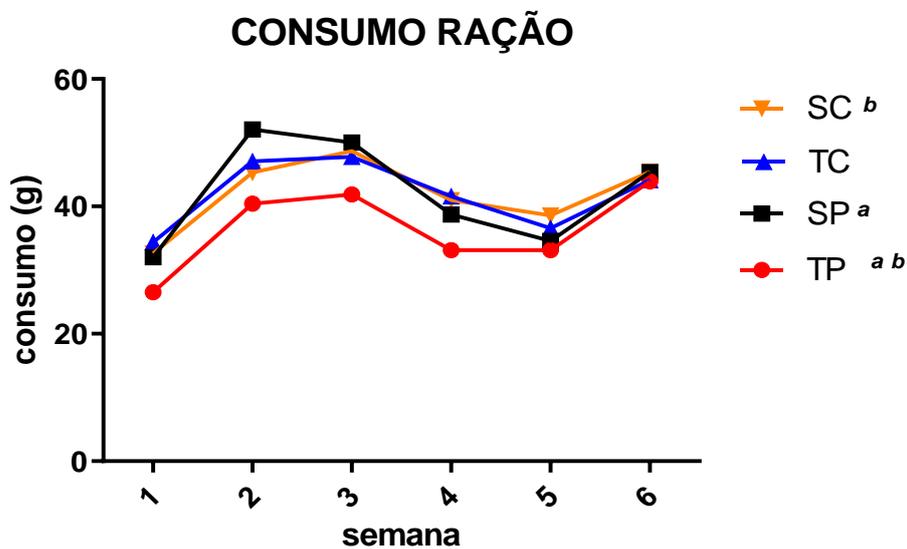
#### **2.5 Análise estatística**

Os dados foram analisados por meio do programa estatístico Graph Pad© Prisma 5.0 com valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão da média. A normalidade de distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, depois do qual foi realizada a análise de variância *one-way*, com pós teste de Tukey e Sidak, respectivamente, para comparações múltiplas das médias entre os grupos com distribuição normal. Para as variáveis que não apresentavam normalmente distribuídas, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis com pós teste de Dunn, para ambas as variáveis foi adotado valor de  $P < 0,05$  para a diferença estatística entre grupos.

### 3.0 RESULTADOS

Inicia-se este trabalho apresentando: consumo de ração, massa corporal e peso e do fígado – dados encontrados em estudo antecessor, de nosso laboratório, por França e Andrade (2018):

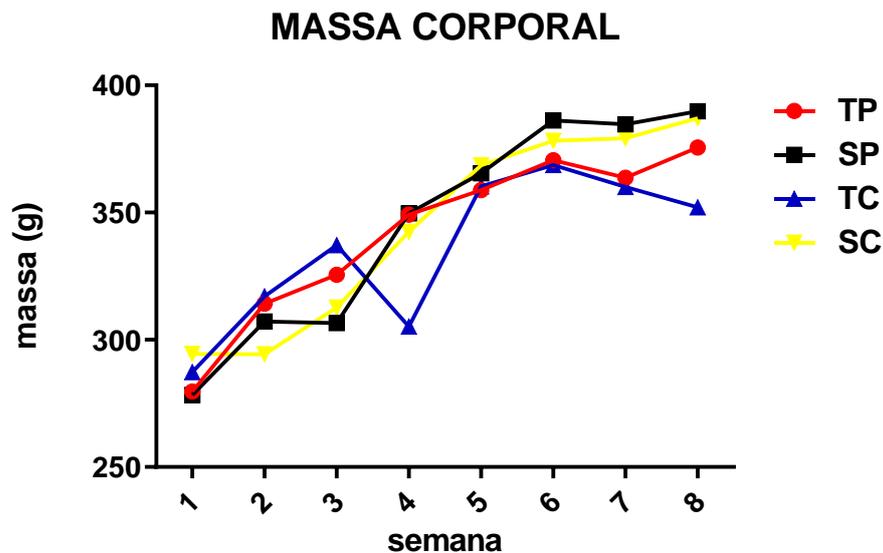
O gráfico 1 apresenta o consumo de ração dos animais no decorrer de seis semanas de intervenção. Após cálculo da média de consumo diário de cada grupo ao longo das seis semanas, o que se observou foi um aumento nos valores durante as três primeiras semanas, seguido por um decréscimo até a quinta semana e novamente por um leve aumento na última semana. Além disso, houve uma diferença significativa no grupo SP quando comparado com o grupo TP e SC com  $p < 0,05$ . Valores encontrados: SP ( $42,13 \pm 8,27g$ ), SC ( $41,95 \pm 5,79g$ ), TP ( $36,50 \pm 6,65g$ ), TC ( $41,91 \pm 5,50g$ ).



**Gráfico 1:** Média semanal do consumo de ração ao longo de seis semanas de treinamento. TP: treinado proteína; SP: sedentário proteína; TC: treinado controle; SC: sedentário controle. a: Diferença significativa entre SP e TP; b: diferença significativa entre SC e TP ( $p < 0,05$ ).

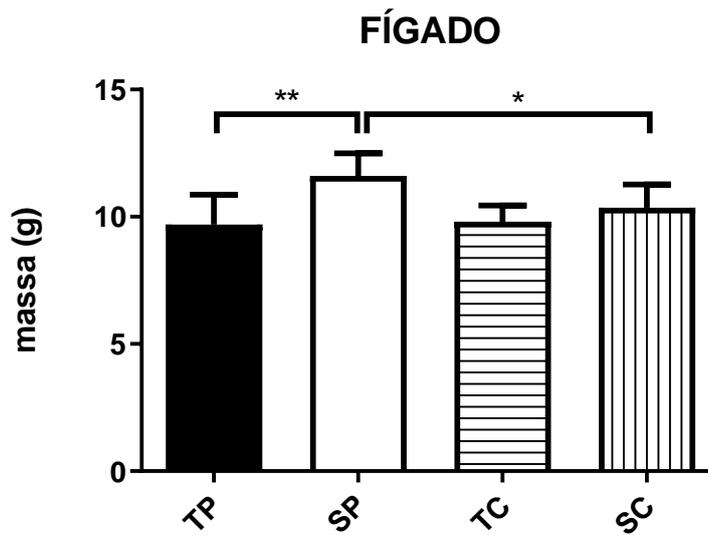
O gráfico 2 nos mostra o comportamento da massa corporal no decorrer das oito semanas de intervenção, pois foi considerado o período antes do início do treinamento. Após

cálculo das médias de massa corporal de oito e seis semanas e ao final do período de intervenção, antes da eutanásia, os valores obtidos foram: TP ( $342,10 \pm 33,10\text{g}$ ), SC ( $344,60 \pm 39,22\text{g}$ ), TC ( $336,0 \pm 29,70\text{g}$ ) e SP ( $346,0 \pm 43,19\text{g}$ ). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.



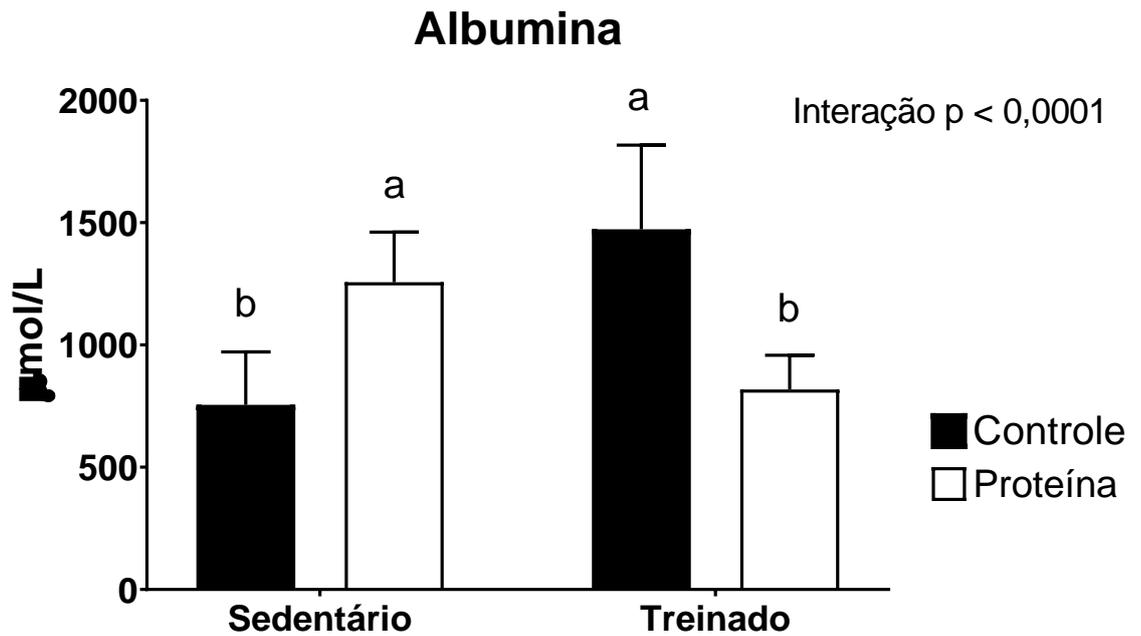
**Gráfico 2:** Massa corporal dos animais ao longo de 8 semanas. Semana 1: média inicial da amostra; semanas 2 a 7: tempo de treinamento para os grupos treinados; semana 8: média final da amostra. TP: treinado proteína; SP: sedentário proteína; TC: treinado controle; SC: sedentário controle.

O gráfico 3 apresenta a média de peso do fígado dos animais. Foi observada uma diferença significativa para o grupo SP comparado aos grupos TP e SC. Os valores observados foram: TP ( $9,69 \pm 1,17\text{g}$ ), SP ( $11,61 \pm 0,88\text{g}$ ), TC ( $9,81 \pm 0,63\text{g}$ ) e SC ( $10,35 \pm 0,91\text{g}$ ).



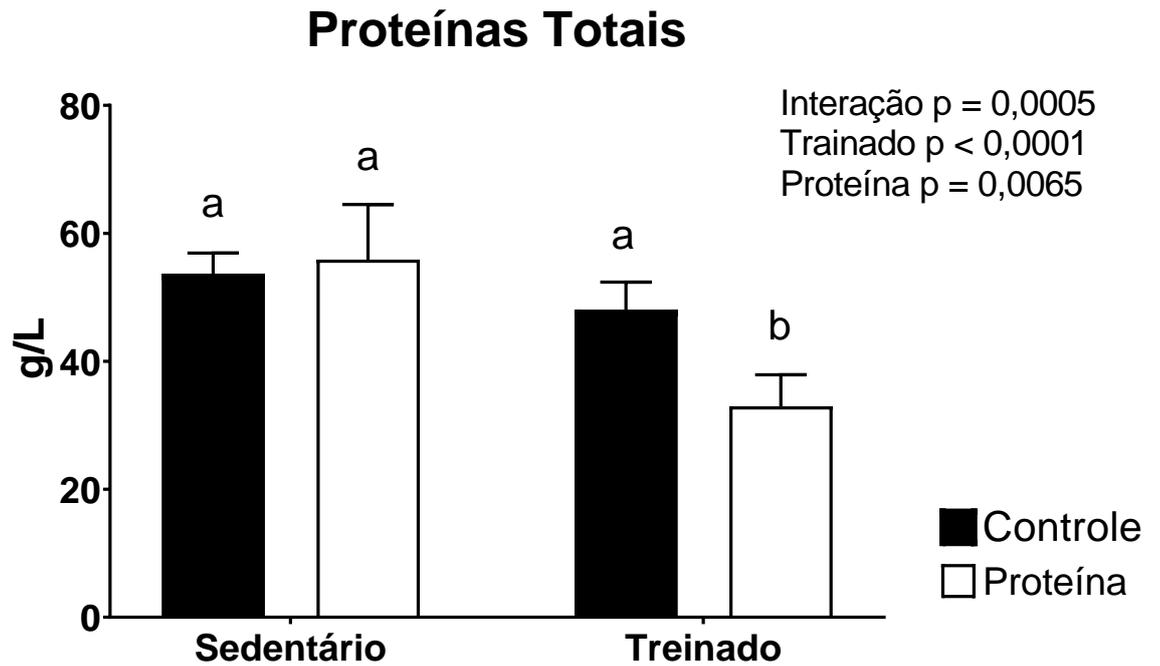
**Gráfico 3:** Média de massa do fígado entre os grupos. TP: treinado proteína; SP: sedentário proteína; TC: treinado controle; SC: sedentário controle. \*diferença significativa entre SP e SC; \*\*diferença significativa entre SP e TP ( $p < 0,05$ ).

O gráfico 4 indica os níveis de albumina entrados no plasma dos animais. Após análise o que se observou foi que houve interação entre os fatores para a albumina, fazendo com que os aumentos gerados pelo treinamento e ingestão da farinha de inseto isoladamente fossem abolidos no caso da associação desses dois fatores em comparação com o grupo controle. (SC =  $755,09 \mu\text{mol/L} \pm 216,37 \mu\text{mol/L}$  b; TC =  $1473,29 \mu\text{mol/L} \pm 344,12 \mu\text{mol/L}$  a; SP =  $1256,21 \mu\text{mol/L} \pm 205,35 \mu\text{mol/L}$  a; TP =  $817,52 \mu\text{mol/L} \pm 140,42 \mu\text{mol/L}$  b). ANOVA de duas vias seguida por Tukey pos-hoc.



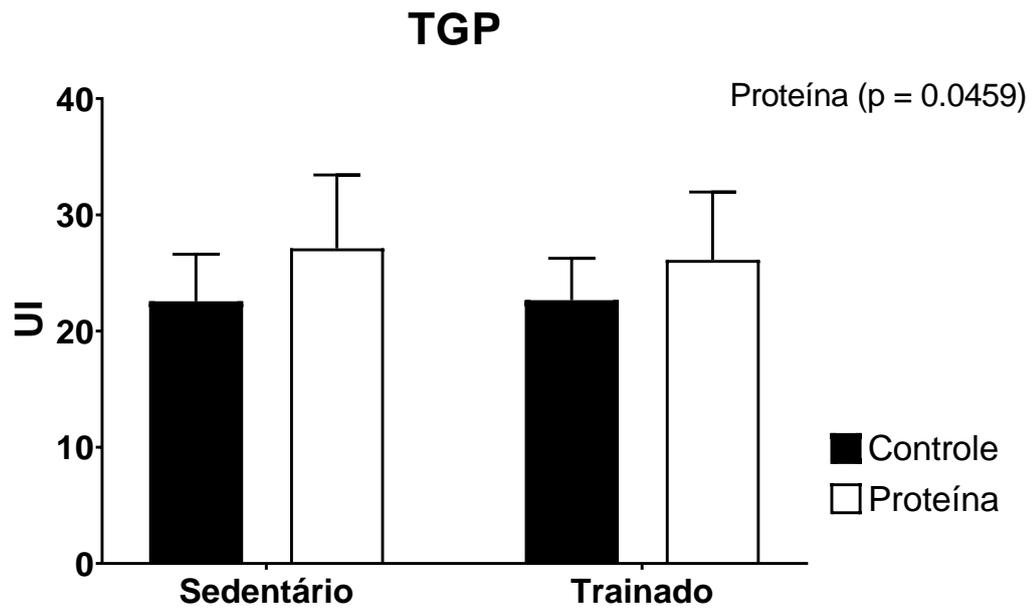
**Gráfico 4:** análise bioquímica para quantidade de albumina plasmática (y) nos grupos de animais (x). (a) semelhança entre o sedentário proteína (SP) e o treinado controle (TC) e diferença para com o (b), (b) semelhança entre sedentário controle (SC) e treinado proteína (TP) e diferença para com o (a) ;  $p < 0,0001$ ).

Já o gráfico 5 apresenta os níveis séricos de proteínas totais nos animais e o que se observou foi que houve um efeito do treinamento que diminuiu os níveis de proteína total, assim como a ingestão de farinha de inseto. Também houve interação entre os fatores resultando em diminuição ainda mais pronunciada dos animais que treinaram e ingeriram farinha de grilo concomitantemente. (SC =  $53,70 \text{ g/L} \pm 3,22 \text{ g/L}$  a; TC =  $48,08 \text{ g/L} \pm 4,30 \text{ g/L}$  a; SP =  $55,89 \text{ g/L} \pm 8,61 \text{ g/L}$  a; TP =  $32,97 \text{ g/L} \pm 4,93 \text{ g/L}$  b). ANOVA de duas vias seguida por Tukey pos-hoc.

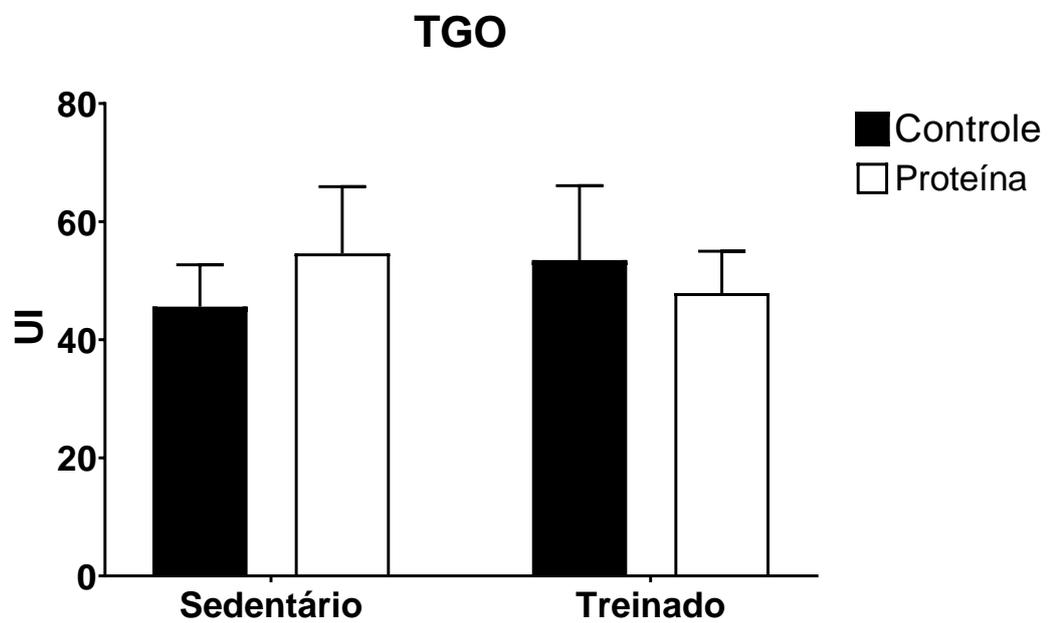


**Gráfico 5:** análise bioquímica para quantidade de proteínas totais (y) nos grupos de animais (x). (a) semelhança entre o sedentário controle (SC), sedentário proteína (SP) e o treinado controle (TC) e diferença para com o (b), (b) diferença treinado proteína (TP) para com os demais grupos; p < 0,0001).

O gráfico 6 e 7 indica os níveis plasmáticos de TGP e TGO respectivamente. O que se pode observar é que a atividade da TGP foi aumentada em animais que consomem farinha de grilo (SC =  $22,57 \pm 4,04$ ; TC =  $22,66 \pm 3,60$ ; SP =  $27,12 \pm 6,31$ ; TP =  $26,12 \pm 5,84$ ), mas a atividade de TGO não confirmou esse aumento (sem diferença). Portanto, ainda não é possível dizer que esse aumento de TGP foi prejudicial ou que tem um significado biológico importante.



**Gráfico 6:** análise bioquímica para quantidade de transaminase glutâmica pirúvica (TGP) plasmática (y) nos grupos de animais (x);  $p < 0,05$ .



**Gráfico 7:** análise bioquímica para quantidade de transaminase glutâmica oxalacética (TGO) plasmática (y) nos grupos de animais (x).

A tabela 1, bem como os gráficos 8 a 10 mostram as lesões e intensidade destas encontradas após análise histomorfométrica do fígado dos animais de cada um dos quatro grupos analisados. O que se pode observar foi que o grupo SC foi caracterizado por apresentar poucos animais com discreta macroesteatose, bem como boa parte dos animais apresentarem inflamação do parênquima discreta e em sua totalidade apresentarem hiperemia moderada. Já o grupo TC caracterizou-se por apresentar em sua totalidade discreta inflamação do parênquima e um volume moderado discreta apresentar hiperemia. No grupo SP as características observadas foram poucos animais apresentando discreta macroesteatose, volume moderado apresentando hiperemia e todos apresentando severa inflamação do parênquima. Por fim o grupo TP caracterizou-se por apresentar, em sua totalidade, animais com discreta inflamação do parênquima e poucos animais apresentarem discreta hiperemia. Nenhum dos grupos analisados apresentou hemorragia, necrose ou fibrose de qualquer intensidade.

**Tabela 1:** intensidade de lesão que mais aparece

Lesão	Grupos								Exato de Fisher
	SC		TC		SP		TP		
	(n= 8)		(n=5)		(n=9)		(n=5)		
<b>Macroesteatose</b>	50% <sup>a</sup>	+	0 <sup>b</sup>	-x-	44% <sup>a</sup>	+	0 <sup>b</sup>	-x-	<0,0001
<b>Hemorragia</b>	0	-x-	0	-x-	0	-x-	0	-x-	-x-
<b>Hiperemia</b>	100% <sup>a</sup>	++	60% <sup>b</sup>	+	100% <sup>a</sup>	+	40% <sup>c</sup>	+	<0,0001
<b>Necrose</b>	0	-x-	0	-x-	0	-x-	0	-x-	- x -
<b>Fibrose</b>	0	-x-	0	-x-	0	-x-	0	-x-	-x-
<b>Inflamação</b>	88% <sup>a</sup>	+	100% <sup>b</sup>	+	100% <sup>b</sup>	++/+++	100% <sup>b</sup>	+	<0,0025

Letras iguais indicam igualdade estatística para a lesão avaliada. Letras diferentes indicam diferença estatística. - x- = não se aplica; + = perfil discreto; ++ = perfil moderado; +++ = perfil intenso.

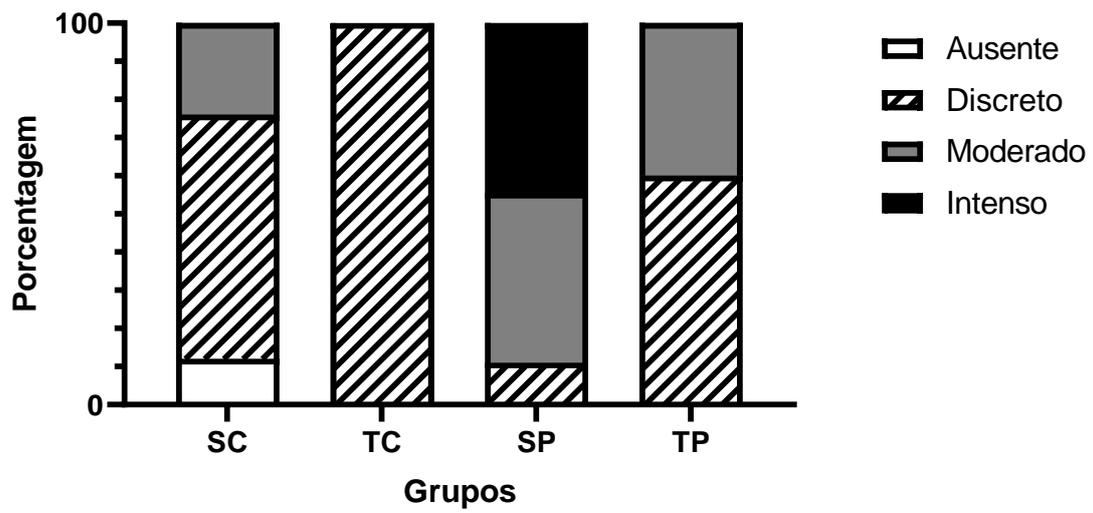


Gráfico 8: frequência da intensidade de inflamação em porcentagem (y) nos grupos de animais (x).

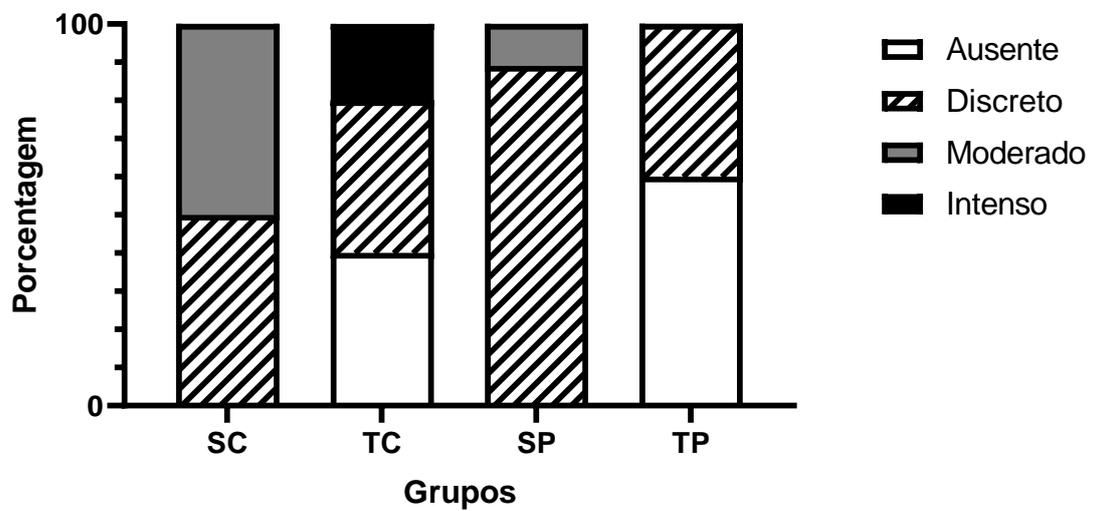
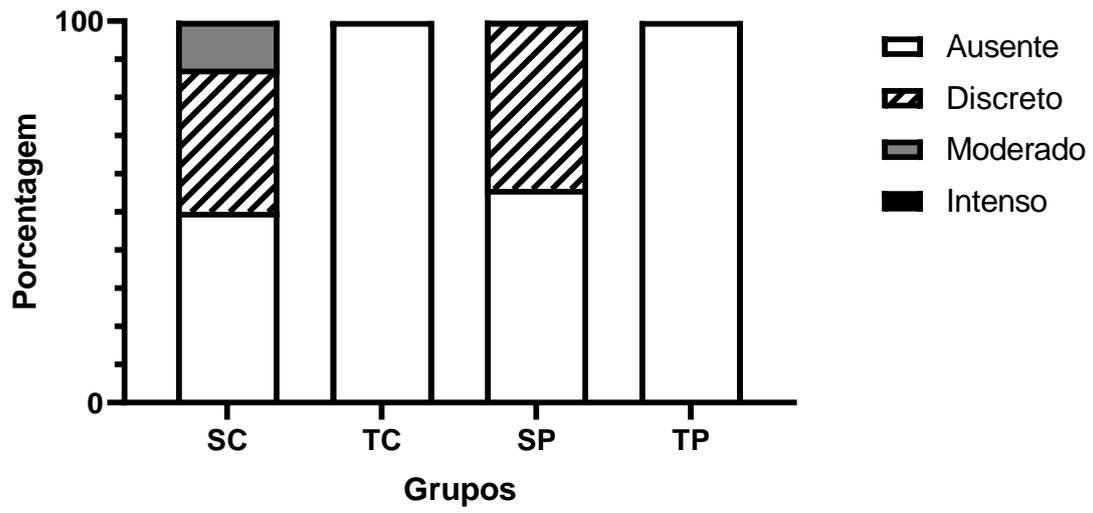


Gráfico 9: frequência da intensidade de hiperemia em porcentagem (y) nos grupos de animais (x).



**Gráfico 10:** frequência da intensidade de macroesteatose em porcentagem (y) nos grupos de animais (x).

#### 4.0 DISCUSSÃO

Inicialmente, é importante ressaltar que a proporção, bem como modalidade e intensidade de exercício mais eficiente para blindagem do sistema hepático é passível de discussão e análise e que esse não é o foco principal deste estudo.

Uma das maneiras de se verificar a presença de lesões no fígado é por meio de análise bioquímica. Neste trabalho, foi efetuado testes para averiguar a presença de albumina, proteínas totais, TGP e TGO no plasma sanguíneo, que são marcadores comuns utilizados nessa finalidade (CHAVES *et al.*, 2012; MELLO, 2016; MINUK, 1998). Ao fazer isso, verificou-se que houve diferença entre os grupos nas concentrações de albumina, proteínas totais e TGP, mas não para TGO. Como não foi observado diferença para TGO, não é possível afirmar, somente por análise bioquímica, que houve a ocorrência de EHNA no fígado dos animais utilizados no experimento.

Além disso, o fígado é a primeira defesa do corpo contra metabólitos e toxinas nocivas de origem exógena ou endógena, sendo também responsável por manter a capacidade de alternar entre as diferentes vias metabólicas dependendo do tipo de alimento e da disponibilidade. Dessa forma, uma quebra desse importante amparo pode elevar os riscos de sofrer os efeitos causados por sua disfunção. Então, com o objetivo de afirmar ou descartar a presença de EHNA, foi também realizada uma análise histológica do tecido. Através desta, verificou-se que não houve uma prevalência severa de EHNA, porém observou-se que houve uma presença considerável de lesão neste tecido na forma de inflamação, sobretudo no grupo de animais suplementados com farinha de invertebrado e não praticou exercícios.

Chiara *et al.* (2019) menciona que o *Food and Nutrition Board do Institute of Medicine* sugere uma ingesta energética diária composta por 45-65% de carboidrato, 20-35% de gordura e 10-35% de proteína, pois entende que estes valores estão associados a menores riscos de desenvolver doenças metabólicas e a um bom aporte energético. Diante disso, um aumento acentuado da ingestão de um destes macro nutrientes, pode levar a uma sobrecarga no tecido hepático e conseqüentemente ao comprometimento de suas funções. Neste trabalho, os animais que passaram por uma intervenção na dieta e não se exercitaram, ingeriram uma quantidade a mais de proteína, além da que já constava na ração, e isso pode explicar a presença aumentada de inflamações no tecido observadas a partir da análise histológica deste grupo.

O exercício físico induz a um aumento do gasto energético, bem como um aumento na demanda por aminoácidos para utilização nos processos de síntese proteica (PAES, 2016). Esse efeito, muitas vezes é suprido com o uso de suplementos e/ou mudanças na dieta por partes de praticantes de atividades físicas (VANDUSSELDORP, 2018). Neste estudo o grupo que passou por intervenção dietética, porém com a inclusão do exercício, apresentou menores efeitos deletérios da dieta em comparação com o grupo que apenas suplementou. Assim, esse efeito observado pode estar associado a essa resposta gerada com o exercício.

Neste estudo foi possível observar que o exercício exerceu influência sobre os efeitos deletérios da dieta. Porém, não foi possível afirmar que esta é a melhor forma de exercício para cumprir um papel de blindagem diante do contexto observado, sendo essa uma limitação deste estudo.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Lesões hepáticas podem ser causadas por diversos fatores, incluindo a desinformação e a negligência. O uso demasiado de macro nutrientes em dietas não criteriosas podem acarretar em problemas diretos à saúde e ao funcionamento do sistema fisiológico. Assim sendo, é de se considerar que o uso de dietas com quantidades a mais de proteína em sua composição precisa estar associado a um critério, bem como combinado à prática de exercícios para que os resultados obtidos sejam sobretudo na forma de benefícios. Neste estudo o grupo que passou por intervenção dietética, porém com a inclusão do exercício, apresentou menores efeitos deletérios da dieta em comparação com o grupo que apenas suplementou, levando a crer que o exercício foi capaz de modular a lesão hepática de ratos treinados suplementados com farinha de invertebrado.

## REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO, C. d. O.; SOUZA, T. M. F. d.; URTADO, C. B.; PRESTES, J. Treinamento resistido frente ao envelhecimento: uma alternativa viável e eficaz. **Anuário da Produção Acadêmica Docente**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 26, 2008.
- BARBOSA, P. O. *et al.* Açai (Euterpe oleracea Martius) supplementation in the diet during gestation and lactation attenuates liver steatosis in dams and protects offspring. **European Journal of Nutrition**, v. 59, p. 1895 – 1908, Agosto 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02040-2>. Acesso em: 27/07/2021.
- CAMPBELL, B.; KREIDER, R. B.; ZIEGENFUSS, T.; LA BOUNTY, P. *et al.* International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, s.l, v. 4, n. 1, p. 8, 2007.
- CARDOSO, S. A. E. **Utilização de insetos na alimentação humana e animal**. 2016. 79 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2016.
- CHAVES, G. V.; DE SOUZA, D. S.; PEREIRA, S. E.; SABOYA, C. J. *et al.* Associação entre doença hepática gordurosa não alcoólica e marcadores de lesão/função hepática com componentes da síndrome metabólica em indivíduos obesos classe III. **Revista da Associação Médica Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 3, p. 288-293, 2012.
- CHIARA, F. de; CHECCILLO, C. U.; AZCÓN, J. R.. High Protein Diet and Metabolic Plasticity in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: Myths and Truths. **Nutrients**, v. 11, n. 12, Dezembro 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11122985>. Acesso em: 13/07/2021.
- DÍAZ-RÚA, R.; KEIJER, J.; PALOU, A.; VAN SCHOTHORST, E. M. *et al.* Long-term intake of a high-protein diet increases liver triacylglycerol deposition pathways and hepatic signs of injury in rats. **The Journal of nutritional biochemistry**, Arábia Saudita, v. 46, p. 39-48, sep. 2017.
- DE FREITAS CARVALHO, M. M. *et al.* Effects of açai on oxidative stress, ER stress, and inflammation-related parameters in mice with high fat dietfed induced NAFLD. **Scientific Reports**, v. 9, n. 8107, Maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44563-y>. Acesso em: 27/07/2021.
- FRANÇA, L. P. T.; ANDRADE, R. da S. **Efeito do complexo proteico de invertebrados associado ao treinamento resistido para o ganho de massa magra em ratos**. 2018. 33 p. Monografia (Bacharelado em Educação Física) — Universidade Federal de Ouro Preto.
- GIL, J. H.; KIM, C. K. J. J. o. e. n.; BIOCHEMISTRY. Effects of different doses of leucine ingestion following eight weeks of resistance exercise on protein synthesis and hypertrophy of skeletal muscle in rats. **Journal of exercise nutrition & biochemistry**, Seoul, v. 19, n. 1, p. 31, mar. 2015.

JÄGER, R.; KERKSICK, C. M.; CAMPBELL, B. I.; CRIBB, P. J. *et al.* International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Davie, v. 14, n. 1, p. 1-25, 2017.

MELLO, Stephanie Christine Sinder. **Avaliação bioquímica do perfil lipídico e marcadores de lesão hepática em resposta a uma dieta aterogênica**. 2016. 81 f. Monografia (Graduação em Biomedicina) – Instituto de Saúde de Nova Friburgo, Universidade Federal Fluminense, Nova Friburgo. 2016.

MILIC, S.; LULIĆ, D.; ŠTIMAC, D.. Non-alcoholic fatty liver disease and obesity: biochemical, metabolic and clinical presentations. **World J Gastroenterol**, v. 20, n. 28, p. 9330 – 9337, Julho 2014. Disponível em: <https://www.wjgnet.com/1007-9327/full/v20/i28/9330.htm>. Acesso em: 13/07/2021.

MINUK, G. Y. Canadian Association of Gastroenterology Practice Guidelines: evaluation of abnormal liver enzyme tests. **Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology**, Winnipeg, v. 12, n. 6, p. 417-421, sep.1998.

PAES, S. T. Efeitos do consumo proteico sobre a hipertrofia ocasionada pelo treinamento resistido: uma visão atual. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 10, n. 55, p. 11-23, jan./fev. 2016.

SOARES, E. R. *et al.* Cardiac and renal effects induced by different exercise workloads in renovascular hypertensive rats. **Braz J Med Biol Res**, Ribeirão Preto, v. 44, n. 6, p. 573-582, June 2011. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-879X2011000600011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2011000600011&lng=en&nrm=iso)>. access on 15 Dec. 2019. Epub Apr 20, 2011 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2011007500049>.

TEIXEIRA, K. R.; SILVA, M. E.; DE LIMA, W. G.; PEDROSA, M. L. *et al.* Whey protein increases muscle weight gain through inhibition of oxidative effects induced by resistance exercise in rats. **Nutrition Research**, s.l, v. 36, n. 10, p. 1081-1089, oct. 2016.

VANDUSSELDORP, T. A. *et al.* Effect of Branched-Chain Amino Acid Supplementation on Recovery Following Acute Eccentric Exercise. **Nutrients**, v. 10, n. 10, Outubro 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu10101389>. Acesso em: 27/07/2021.

YAMADA, A. K.; SOUZA JÚNIOR, T. P. d.; PEREIRA, B. Treinamento de força, hipertrofia muscular e inflamação. **Revista Eletrônica da Escola de Educação Física e Desporto-UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, jan./jun. 2010.

