

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

KÉZIA VITÓRIA RABELO DE ALBUQUERQUE

**TREINAMENTO DE FORÇA NA HIPERTROFIA MUSCULAR DE RATOS EM DIETA
HIPERPROTEICA**

CAMPO GRANDE, MS

2025

KÉZIA VITÓRIA RABELO DE ALBUQUERQUE

**TREINAMENTO DE FORÇA NA HIPERTROFIA MUSCULAR DE RATOS EM DIETA
HIPERPROTEICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, sob orientação do Prof. Dr. Hugo Alexandre de Paula Santana.

CAMPO GRANDE, MS

2025

AGRADECIMENTOS

Concluir este trabalho representa muito mais do que o fim de uma etapa acadêmica; é também a realização de um esforço construído com dedicação, aprendizados e apoio. Por isso, é com gratidão que registro aqui algumas palavras a quem caminhou, de alguma forma, ao meu lado nessa jornada.

Agradeço primeiramente a Deus, por me sustentar nos momentos de cansaço, iluminar os caminhos e renovar minhas forças quando eu mesma duvidava delas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Hugo Alexandre de Paula Santana, agradeço pela paciência, disponibilidade e orientação sempre atenta, qualidades que fizeram toda a diferença não apenas neste trabalho, mas em toda a minha trajetória acadêmica.

Ao Prof. Dr. Jeaser Alves de Almeida, que, assim como o professor Hugo, teve um papel fundamental na minha formação, abrindo portas que resultaram em oportunidades concretas para o futuro. A ambos, minha profunda gratidão pelo comprometimento, pelas observações criteriosas e por contribuírem de forma tão significativa na construção da minha jornada acadêmica e profissional.

Aos professores que participaram da banca e acompanharam minha formação, meu sincero agradecimento. Cada aula, conselho e troca de ideias teve seu valor e contribuiu para que eu chegasse até aqui com mais preparo, maturidade e confiança.

Aos envolvidos na construção da pesquisa aqui apresentada, meu reconhecimento e gratidão. Se hoje posso usufruir destes dados para contribuir com a ciência, é porque pessoas zelosas e dedicadas empenharam tempo e esforço para que tudo isso acontecesse e desse certo.

Ao grupo de estudos PENSARE, pelo conhecimento e suporte que foram essenciais na minha formação acadêmica, tornando menos árduo a conquista das minhas graduações.

À minha família, especialmente à minha mãe, que mesmo sem entender exatamente o que eu estava fazendo, sempre torceram por mim.

E a todos que, mesmo de forma silenciosa, contribuíram para que este trabalho acontecesse: meu sincero muito obrigada.

TREINAMENTO DE FORÇA NA HIPERTROFIA MUSCULAR DE RATOS EM DIETA HIPERPROTEICA

Resumo: O treinamento de força (TF) é utilizado como forma de aumento da massa muscular, processo chamado de hipertrofia, o qual pode ser observado pela área de secção transversa (AST) do músculo. Em adição, dietas hiperproteicas (DH) são utilizadas no intuito de aumentar o processo de hipertrofia muscular. Entretanto, ainda não há consenso na literatura sobre a temática. Assim, o objetivo foi verificar o impacto da DH na hipertrofia muscular de ratos submetidos ao TF. Para isso, 18 ratos Wistar foram divididos em 4 grupos: NC (dieta normoproteica controle, n=5), NT (dieta normoproteica com treinamento, n = 5), HC (dieta hiperproteica controle, n =4) e HT (dieta hiperproteica com treinamento, n=4). Os grupos NC e NT receberam dieta padrão AIN-93M (14% de proteína) e os grupos HC e HT receberam dieta hiperproteica (26% de proteína). Os grupos NT e HT foram submetidos ao TF, três vezes por semana, com cargas progressivas em escada (50, 75, 90 e 100%) de sua capacidade máxima. O experimento teve duração de 12 semanas. Ao final, o gastrocnêmio foi excisado para verificar a AST (histologia com coloração HE). ANOVA One-Way com post hoc de Tukey foi utilizada como procedimento estatístico, adotando $p < 0,05$ como significância estatística. Não foram observadas diferenças entre o peso corporal final entre os ratos treinados (NT x HT) e entre os controles (NC x HC). Entretanto, o grupo HT apresentou redução do peso corporal quando comparado ao HC e NC ($p < 0,05$). Em relação a AST, os grupos treinados apresentaram aumento significativo em relação aos seus respectivos controles (NT, $1245,3 \pm 446,0$ vs. NC, $836,7 \pm 247,8 \mu\text{m}^2$ – $p < 0,05$) (HT, $1347,5 \pm 428,2$ vs. HC, $878,3 \pm 137,2 \mu\text{m}^2$ – $p < 0,05$). Não foram identificadas diferenças entre os grupos NT e HT. Conclui-se que a DH não apresentou diferenças na AST quando comparada com a dieta normoproteica de animais submetidos ao TF durante doze semanas. Novos estudos são necessários para novos desdobramentos.

Palavras-chave: Dieta hiperproteica; Treinamento de força; Hipertrofia.

STRENGTH TRAINING ON MUSCLE HYPERTROPHY IN RATS ON A HIGH-PROTEIN DIET

Abstract: Strength training (ST) is a training method to obtain muscle hypertrophy and high protein diets (HD) is an aid to increase the hypertrophy process. The aim of this work was to verify the impact of HD on muscle hypertrophy in rats submitted to ST. For this, 18 Wistar rats were divided into 4 groups: NC (normoprotein diet control, n=5), NT (normoprotein diet and training, n=5), HC (hyperprotein diet control, n=4) and HT (hyperprotein diet and training, n=4). The NC and NT groups received the standard AIN-93M diet (with 14% protein) and the HC and HT groups received a high-protein diet (with 26% protein). The NT and HT groups were submitted to ST, three times a week, for 12 weeks, with progressive loads on stairs (50, 75, 90 and 100%) of their maximum capacity. The gastrocnemius was excised to check for cross sectional area (CSA). One-Way ANOVA with Tukey post hoc was used as a statistical procedure, adopting $p < 0.05$ as significance. No differences were observed between the final body weight between trained rats (NT x HT) and between controls (NC x HC). However, the HT group showed a reduction in body weight when compared to the HC and NC ($p < 0.05$). Regarding CSA, the trained groups showed a significant increase in relation to their respective controls (NT, $1245,3 \pm 446,0$ vs. NC, $836,7 \pm 247,8 \mu\text{m}^2$ – $p < 0,05$) (HT, $1347,5 \pm 428,2$ vs. HC, $878,3 \pm 137,2 \mu\text{m}^2$ – $p < 0,05$). No differences were identified between the NT and HT groups. It is concluded that HD did not show differences in CSA when compared to the normoprotein diet of animals submitted to ST for twelve weeks. New studies are needed for new developments.

Keywords: High-protein diet; Strength training; Hypertrophy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. METODOLOGIA.....	9
3. RESULTADOS.....	11
4. DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÕES.....	17
6. REFERÊNCIAS.....	17

1. INTRODUÇÃO

A busca por aptidão física, seja por saúde ou performance, tem sido cada vez mais recorrente. Dentre os exercícios mais procurados se encontra o treinamento de força (TF), também chamado de treinamento resistido ou musculação, o mais comumente conhecido. Dentre as diversas possibilidades, o TF é considerado a principal forma de se obter a hipertrofia do músculo esquelético, em especial quando associado à uma dieta adequada. (PRESTES *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2018; PAES, 2016; GALATI, GIANTAGLIA e TOLEDO, 2017).

A prática regular de exercícios físicos, especialmente o TF, promove várias adaptações positivas no organismo, agudas e crônicas, capazes de auxiliar na prevenção e tratamento de doenças como, por exemplo, doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, colesterol, osteoporose, distrofias musculares e, quando associada à uma dieta balanceada, promove perda de peso e aumento da massa corporal. Também, aumenta a densidade óssea, estimula o equilíbrio e facilita a marcha. (FERNANDES *et al.*, 2018; MARQUES & LIBERALI, 2012; EGAN E ZIERATH, 2013). Além dos benefícios físicos, a prática regular do TF proporciona impacto favorável sobre a saúde mental, ajudando a prevenir perdas cognitivas e a atenuar quadros de depressão e ansiedade (OMS, 2020; OLIVEIRA, 2021).

O TF é uma modalidade de grande aplicabilidade, sendo praticado por pessoas de diferentes idades, sexos e níveis de condicionamento físico (MARQUES e LIBERALI, 2012), sendo que obesos e idosos são bastante beneficiados (FERNANDES *et al.*, 2018).

Considera-se essa modalidade (TF) como a principal forma de se desenvolver a hipertrofia muscular, caracterizada pelo aumento da área de secção transversa (AST) do músculo esquelético assim como aumento da AST da fibra muscular (PAES, 2016; MELONI, 2005). Sua regulação e obtenção estão diretamente relacionadas a fatores nutricionais e aos estímulos biomecânicos do movimento, principalmente aqueles realizados contra uma resistência de sobrecarga. Dessa forma, a hipertrofia muscular é resultado da interação entre o treinamento adequado e uma alimentação equilibrada, além de outros fatores moduladores (PAES, 2016; MARQUES & LIBERALI, 2012; EGAN & ZIERATH, 2013). Nesse contexto, a alimentação se destaca não apenas como um elemento chave para a síntese proteica, mas também como fator determinante para a redução da fadiga, a prevenção de lesões e a otimização do desempenho físico (GALATI, GIANTAGLIA e TOLEDO, 2017).

Praticantes de treinamento de força tem o consumo alimentar diário diferenciado, sendo necessário nutrientes suficientes e eficazes em suprir o gasto de energia e,

sobretudo, promover adequadamente a recuperação da musculatura esquelética após o estresse causado pelo exercício (PAES 2016; LAROSA, 2006). A importância da alimentação nesse contexto é tão significativa que estudos indicam que ela representa cerca de 60% dos fatores envolvidos no ganho de massa muscular.

Considera-se uma dieta normoproteica para ratos adultos aquela que fornece cerca de 14% de proteína, como ocorre na dieta padrão AIN-93M, enquanto dietas com 25% ou mais de proteína são classificadas como hiperproteicas (REEVES *et al.*, 1993). Em seres humanos, dietas normoproteicas correspondem a uma ingestão entre 0,8 e 1,2 g de proteína por quilograma de peso corporal por dia, enquanto valores acima de 1,6 g/kg/dia já são considerados hiperproteicos, podendo alcançar até 2,2 g/kg/dia em indivíduos fisicamente ativos (MOORE, 2021; JÄGER *et al.*, 2017).

Embora a alimentação seja fundamental para a prática de atividade física, a maioria das pessoas desacredita que uma dieta balanceada e adequada seja suficiente para suprir as necessidades nutricionais de indivíduos fisicamente ativos, inclusive atletas em fase preparatória para competições (PONTES & MELO, 2021; MENON & SANTOS, 2012). Essa crença tem levado muitos a recorrerem ao uso de suplementos proteicos, que, em algumas situações, fornecem quase metade da recomendação diária de proteínas. Como resultado, a ingestão total, somando-se a dieta habitual, frequentemente ultrapassa os níveis recomendados para indivíduos saudáveis, configurando uma dieta hiperproteica (GOMES *et al.*, 2008). Por essa razão, torna-se relevante investigar os efeitos da dieta hiperproteica (DH), visando compreender seus impactos na hipertrofia muscular e na saúde geral.

Estudos vêm indicando que indivíduos que frequentam academias tendem a adotar uma dieta com elevado teor de proteínas, muitas vezes influenciados por tendências populares e pela carência de informações e orientações nutricionais adequadas (DURAN *et al.*, 2004). Não somente entre desportistas e a população de maneira geral, mas também há uma crença difundida no meio esportivo de que a ingestão adicional de proteínas pode potencializar a força e o desempenho físico. No entanto, estudos científicos não corroboram essa suposição, demonstrando que a quantidade proteica necessária para a síntese muscular durante o treinamento é relativamente baixa e pode ser facilmente suprida por meio de uma alimentação equilibrada (MENON & SANTOS, 2012).

Corroborando com a informação anterior, um estudo conduzido por Lopes *et al.* (2015), apontou que o macronutriente mais utilizado em sua amostra (frequentadores de academia) foi a proteína, representando 66% dos participantes. Os autores atribuíram esse resultado à alta valorização dos suplementos proteicos no contexto das academias. A

literatura científica aponta que os suplementos à base de proteína estão entre os mais consumidos por praticantes de exercícios físicos (LOPES *et al.*, 2015).

Contudo, estudos conduzidos em seres humanos apresentam limitações metodológicas relevantes, especialmente pela dificuldade de controlar variáveis como o estresse, o nível de atividade física diária, a individualidade biológica e a aderência alimentar, fatores que interferem diretamente no gasto energético e nos resultados obtidos. Essas variáveis tornam a análise dos efeitos de diferentes estratégias nutricionais e de treinamento mais complexa e suscetível a viés. Diante disso, o uso de modelos experimentais com animais tem sido uma alternativa amplamente utilizada, pois permite maior controle ambiental, alimentar e de exercício físico, tornando os resultados mais consistentes e reprodutíveis (FERNANDES *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2008).

Nesse contexto, destaca-se o uso da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus*), amplamente adotada em pesquisas científicas por apresentar ciclo biológico curto, comportamento estável e alta taxa de reprodução, além de 80% de similaridade genética com os seres humanos. Essas características contribuem para a homogeneidade das amostras e maior confiabilidade nos resultados, como apontado por Mattaraia e Moura (2012). Diversas pesquisas vêm utilizando ratos dessa linhagem para investigar os efeitos do treinamento resistido sobre variáveis morfológicas e funcionais, evidenciando que esse modelo é eficaz para estudar mecanismos relacionados à hipertrofia muscular e ao impacto de diferentes composições dietéticas (FERNANDES *et al.*, 2018; ÁVILA *et al.*, 2025).

Por mais que as DH tenham sido amplamente adotadas para potencializar o processo de hipertrofia muscular (ÁVILA *et al.*; GALATI, GIANTAGLIA & TOLEDO, 2017), ainda não há um consenso na literatura sobre a temática. Diante da controvérsia e da crescente popularização das DH entre praticantes de treinamento resistido, torna-se necessário investigar seus impactos de forma controlada e rigorosa. Assim, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito da DH na hipertrofia muscular de ratos submetidos ao TF.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA da UFMS, sob registro nº 854/2017 e conduzido segundo regulamentações e guias éticas, Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009.

Após a aprovação, foram utilizados 18 ratos Wistar (*Rattus norvegicus albinus*) machos com 45 dias (adultos). Os ratos são oriundos do Setor de Criação do Biotério

Central da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Foram mantidos em gaiolas coletivas de polipropileno, com dimensões de 55x40x20cm, contendo de dois a três animais sob condições controladas de temperatura ($22\pm 2^{\circ}\text{C}$) e ciclo de 12 horas claro e escuro invertido. Os animais receberam dieta e água *ad libitum* ao longo das 13 semanas experimentais.

Os animais foram randomizados, de acordo com o método de envelope selado, em 4 grupos: NC (dieta normoproteica sem treinamento, $n=5$), NT (dieta normoproteica com treinamento, $n = 5$), HC (dieta hiperproteica sem treinamento, $n =4$) e HT (dieta hiperproteica com treinamento, $n=4$), conforme a figura 1. Os grupos NC e NT receberam dieta padrão para ratos adultos AIN-93M (14% de proteína), de acordo com a *American Institute of Nutrition Rodent Diet*. Os grupos HC e HT receberam dieta hiperproteica (26% de proteína).

O experimento durou 12 semanas, sendo a primeira de adaptação. Com pesos presos às caudas dos animais, eles subiam uma escada vertical de 1,1 m, com 2,0 cm entre degraus e 80° de inclinação. Ainda na semana de adaptação, os animais dos grupos NT e HT foram submetidos ao teste incremental para determinar a carga de carregamento máximo (CCM), que consistia em subir a escada com 75% da massa corporal (MC) do animal. Após a primeira subida, eram dados 120s de repouso entre cada subida e incrementados 30g à carga de transporte. Isto foi realizado até que o animal não pudesse mais realizar novamente uma subida completa. A CCM foi determinada pela soma das cargas adicionadas a 75% da MC.

Em relação ao TF, os grupos NT e HT foram submetidos a este três vezes por semana, com cargas progressivas em escada (50, 75, 90 e 100%) da CCM. Quando atingiam 100% da CCM, acrescentavam-se 30g a cada nova escalada completa. A MC era mensurada toda semana.

Ao final, após a eutanásia, o gastrocnêmio foi excisado para verificar a AST, utilizando histologia com coloração HE (hematoxilina eosina).

Como procedimento estatístico foi utilizada ANOVA One-Way com post hoc de Tukey, adotando $p < 0,05$ como significância estatística.

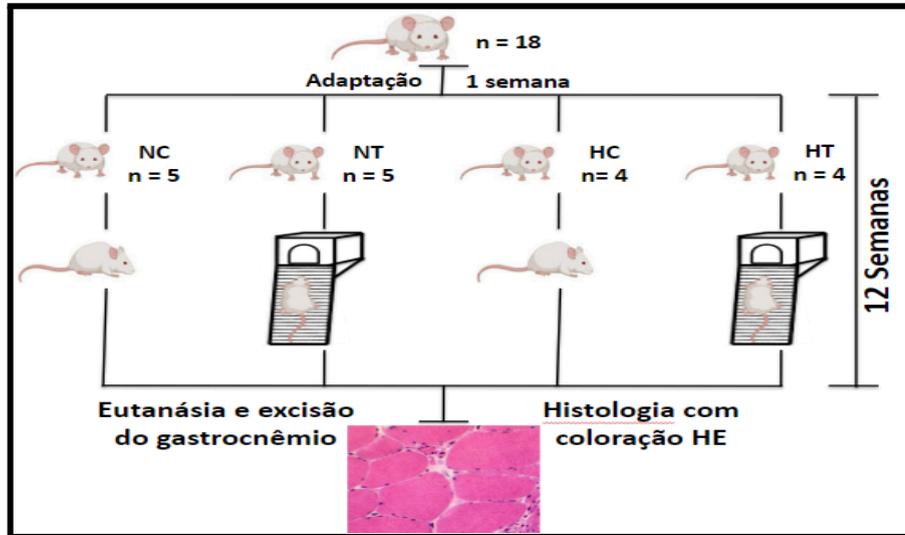


Figura 1: Fluxograma do experimento.

3. RESULTADOS

Não foram observadas diferenças entre o peso corporal final entre os ratos treinados (NT x HT) e entre os controles (NC x HC). Entretanto, o grupo HT apresentou redução do peso corporal quando comparado ao HC e NC ($p < 0,05$). (Figura 2)

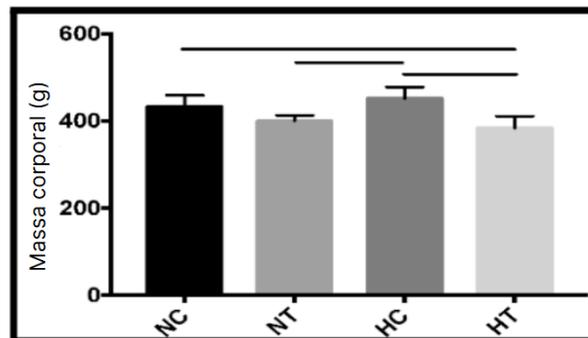


Figura 2: peso corporal de cada grupo.

Em relação a AST, os grupos treinados apresentaram aumento significativo em relação aos seus respectivos controles (NT, $1245,3 \pm 446,0$ vs. NC, $836,7 \pm 247,8 \mu\text{m}^2 - p < 0,05$) (HT, $1347,5 \pm 428,2$ vs. HC, $878,3 \pm 137,2 \mu\text{m}^2 - p < 0,05$). Não foram identificadas diferenças entre os grupos NT e HT. (Figura 3)

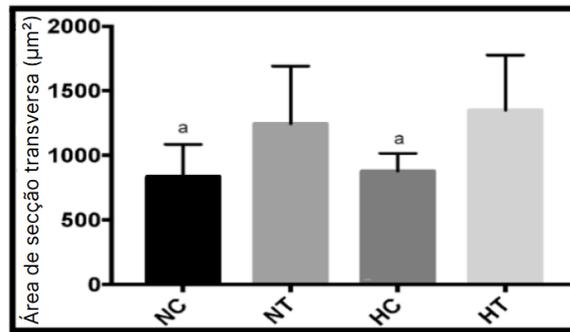


Figura 3: AST de cada grupo, sendo “a” o grupo controle no qual apresentou diferença significativamente estatística.

4. DISCUSSÃO

A crescente busca por aptidão física tem levado as pessoas não só a praticarem exercícios físicos, mas, também, adequar a alimentação para potencializar os resultados e alcançá-los mais rapidamente. ==Neste estudo, identificou-se que a ingestão de proteínas pode influenciar a AST muscular, mas sem diferenciar entre a massa corporal total.

Um estudo de Galati, Giantaglia e Toletto (2017) avaliou o percentual dos tipos de suplementos consumidos pelos praticantes de atividade física frequentadores de academia de ginástica em Ribeirão Preto-SP, em 2013, bem como os objetivos que os levaram a consumirem os suplementos. Estes foram os objetivos identificados: hipertrofia muscular, melhora da performance e perda de peso. A proteína foi o suplemento mais consumido.

Outro estudo semelhante (LOPES *et al.*, 2015), investigou quais suplementos as pessoas mais usavam e o quanto elas sabiam sobre o básico da nutrição alimentar. A pesquisa foi realizada com frequentadores de academias em Juiz de Fora, MG, totalizando uma amostra de 348 pessoas. Lopes *et al.* (2015) constataram em sua pesquisa que para 66% dos participantes a proteína é o suplemento mais importante na composição da dieta. Quanto aos conhecimentos, não é bem esclarecido os conceitos básicos de nutrição para essa amostra, bem como apresentaram alto consumo de suplementos e insatisfação corporal.

A hipertrofia muitas vezes vem relacionada com o aumento da massa corporal (PRESTES *et al.*, 2016), e os achados desta pesquisa não identificaram o aumento da AST do músculo estimulado quando ingerido um % maior de proteína. Contudo, apresentou diferenças significativas na massa corporal total. Sendo assim, a depender do método de análise, pode-se inferir de forma errada uma não hipertrofia, o que levaria a uma insatisfação pelos resultados.

Na mesma linha de pesquisa e em uma cidade próxima ao levantamento de Lopes *et al.* (2015), Gostan (2008) conduziu uma pesquisa em Belo Horizonte, MG, objetivando identificar o uso habitual de suplementos nutricionais por praticantes de atividade física em academias. Foram avaliados 1.102 praticantes de 50 academias diferentes. Os resultados encontrados apontam que, dentre os cinco produtos mais consumidos, foram os ricos em proteínas e aminoácidos, com uma porcentagem de 58% entre os participantes.

Outros estudos também constataram que, entre os suplementos mais procurados e consumidos por praticantes de TF, são aqueles à base de proteínas (FAYH *et al.*, 2013; ARAUJO, NUNES & CARVALHO, 2017; GOMES *et al.*, 2008; MENON & SANTOS, 2012).

Ambos os estudos mencionados anteriormente (GALATI, GIANTAGLIA & TOLETO, 2017; LOPES *et al.*, 2015; GOSTAN, 2008; FAYH *et al.*, 2013; ARAUJO, NUNES & CARVALHO, 2017; GOMES *et al.*, 2008; MENON & SANTOS, 2012) demonstraram que a maioria das pessoas usam os suplementos como uma tentativa de acelerar ganhos associados ao TF, sendo a maior busca relacionada principalmente à hipertrofia, mas também melhora no desempenho e emagrecimento. Logo, com os achados deste trabalho, pode-se entender que um percentual maior de proteína na dieta aliado ao treinamento resistido pode ser útil para diminuição da massa corporal total. No entanto, não foram observadas diferenças estatisticamente relevantes entre os grupos NT e HT para ganhos de hipertrofia ($p > 0,05$). Por outro lado, ambos os grupos treinados (NC x NT) (HC x HT) obtiveram aumento expressivo da AST ($p < 0,05$), indicando que tanto uma dieta balanceada quanto uma rica em proteínas, podem potencializar os efeitos do TF e gerar hipertrofia muscular.

A literatura científica evidencia que a suplementação proteica é amplamente utilizada por indivíduos praticantes de TF, muitas vezes sem a devida orientação de profissionais qualificados. Tal prática tem gerado preocupações, especialmente em razão dos potenciais riscos associados ao consumo excessivo de proteínas, o qual pode acarretar prejuízos à saúde (GALATI, GIANTAGLIA & TOLETO, 2017; FAYH *et al.*, 2013; GOMES *et al.*, 2008; GOSTAN, 2008; LOPES *et al.*, 2015). O organismo não armazena proteínas, então o que excede as necessidades é convertido em energia ou gordura. Esse processo gera substâncias que precisam ser eliminadas pelos rins. Quando há consumo excessivo de proteínas, esses órgãos podem ser sobrecarregados, resultando em possíveis danos e reações metabólicas adversas (ÁVILA *et al.*, 2025).

Ademais, embora alguns estudos demonstrem efeitos positivos da DH sobre o aumento da massa magra (MARQUES & LIBERALI, 2012; ÁVILA *et al.*, 2025; ANDERSEN *et al.*, 2005;), outras investigações não observaram diferenças estatisticamente

significativas quando comparadas a dietas normoproteicas e balanceadas, revelando a ausência de consenso científico quanto à eficácia dessa abordagem nutricional.

Hernandez e Nahas (2009), apontam que a ingestão de proteínas deve ser preferencialmente alcançada por meio de uma alimentação equilibrada e variada. Evidências científicas indicam que a utilização de suplementos proteicos, como a proteína do soro do leite e a albumina da clara do ovo, deve respeitar o valor total recomendado de ingestão diária de proteínas. A ingestão superior ao recomendado não tem sido associada a ganhos adicionais de massa muscular, tampouco a melhorias significativas no desempenho físico (HERNANDEZ & NAHAS, 2009), isto corrobora com os achados deste trabalho o qual não apresentou diferenças entre grupos de ingestão normo e hiperproteica.

Além da investigação sobre suplementação, no estudo de Menon e Santos (2012), eles também avaliaram a composição da massa corporal de homens que praticavam TF para ganho de massa muscular, com frequência mínima de treino de 3 vezes por semana, durante 12 semanas. Ao final, concluíram que a ingestão de proteínas dentro dos parâmetros recomendados mostrou-se eficaz para promover o aumento da massa muscular, sendo que quantidades iguais ou superiores às recomendadas resultaram em ganhos mais expressivos. Logo, os resultados deste trabalho complementam os achados de Menon e Santos (2012), uma vez que observamos que tanto a DH quanto a normoproteica, quando associadas ao treinamento resistido, foram eficazes na promoção da hipertrofia muscular, uma vez que ambos os grupos treinados apresentaram aumento da AST (NC x NT) (HC x HT).

Em um outro achado, Gomes *et al.* (2008), avaliaram praticantes de TF e o consumo de dieta normoproteica e DH, buscando justificar o uso de suplementação. Ao final, não encontraram diferenças estatísticas entre os grupos, sendo que o percentual de gordura corporal e massa magra foram similares entre os grupos. Isto sugere, mais uma vez, que uma dieta balanceada, que atinge a recomendação diária de proteínas, é capaz de proporcionar hipertrofia muscular quando associada ao TF.

Apesar desses apontamentos, que não favorecem o uso de proteínas além da recomendação diária, Marques e Liberali (2012) realizaram uma revisão sistemática buscando elucidar o consumo de proteínas na prática do TF. Eles identificaram que as proteínas desempenham um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento do organismo, sendo essenciais para a recuperação muscular e o desempenho físico. Além de atuarem como substrato estrutural, quando consumidas em grandes quantidades, também podem fornecer energia. Suas funções incluem a regulação do metabolismo, transporte de nutrientes, ação como catalisadores naturais, participação na defesa imunológica e na

sinalização celular. A suplementação proteica, especialmente em indivíduos fisicamente ativos, têm sido defendida por diversos autores por favorecer o anabolismo muscular, acelerar a recuperação entre treinos de força e melhorar o rendimento físico, especialmente pela maior disponibilidade de aminoácidos essenciais (MARQUES & LIBERALI, 2012).

Diante do exposto, os autores (MARQUES & LIBERALI, 2012) concluíram que uma alimentação equilibrada é capaz de suprir parte das necessidades proteicas, no entanto, a suplementação pode contribuir para a recuperação do tecido muscular, refletindo positivamente na performance física e no ganho de massa magra. Os estudos que foram analisados indicam que a ingestão de proteínas exerce efeitos benéficos quando associada ao treinamento de força, potencializando os resultados obtidos (MARQUES & LIBERALI, 2012).

Outro estudo, de Fernandes *et al.* (2018), chegou a resultados semelhantes aos nossos: o treinamento de força aplicado em ratos (*Rattus norvegicus*), submetidos a 25 sessões de TF, promoveu o aumento da área e do perímetro de miócitos do gastrocnêmio em comparação ao grupo controle. Os autores concluíram que a hipertrofia provavelmente lhes atribuiu mais força e condições de adaptações neuromusculares. De forma similar, os achados do presente estudo também demonstraram aumento significativo da área de secção transversa (AST) do gastrocnêmio nos grupos treinados em comparação aos sedentários (NT, $1245,3 \pm 446,0$ vs. NC, $836,7 \pm 247,8 \mu\text{m}^2$ – $p < 0,05$) (HT, $1347,5 \pm 428,2$ vs. HC, $878,3 \pm 137,2 \mu\text{m}^2$ – $p < 0,05$), reforçando a efetividade do treinamento resistido na promoção da hipertrofia muscular.

De maneira semelhante ao que foi proposto nesta pesquisa, o estudo de Ávila *et al.* (2025) utilizaram 22 ratos Wistar para analisar os efeitos de uma DH (35% de proteína do soro do leite) associada ao treinamento de escada, e concluiu que a combinação entre DH e exercício físico foi mais eficaz na promoção da hipertrofia muscular, especialmente no quadríceps e gastrocnêmio. Além disso, a DH isoladamente aumentou a saciedade, reduziu a ingestão alimentar e os níveis de triglicérides plasmáticos, além de elevar os estoques de glicogênio hepático, sem alterar a glicemia (ÁVILA *et al.*, 2025).

Observou-se também um aumento do peso renal, alterações nos níveis de ureia e ampliação do espaço urinário, indicando possíveis adaptações fisiológicas nos rins em resposta à alta ingestão proteica (ÁVILA *et al.*, 2025). Esses achados sugerem que, embora a DH associada ao exercício físico potencialize os efeitos do treinamento de força, seu uso deve ser avaliado com cautela devido às possíveis implicações renais.

Em nosso estudo, observamos que tanto a dieta normoproteica quanto a hiperproteica, quando associadas ao treinamento de força (TF), promoveram aumentos

significativos na área de secção transversa (AST) em comparação aos grupos sedentários. No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos HT e NT, o que sugere que o TF por si só é eficaz na promoção da hipertrofia, mesmo com uma dieta balanceada. Esses resultados corroboram os achados de Menon & Santos (2012) e Gomes *et al.* (2008), que também não identificaram diferenças marcantes entre dietas hiperproteicas e normais quando associadas ao TF.

Além disso, embora o treinamento de força seja citado na literatura sendo capaz de reduzir peso (FERNANDES *et al.*, 2018), neste estudo os grupos treinados não apresentaram diferenças significativas entre os grupos sedentários. Contudo, fazendo um paralelo aos estudos mencionados acima (GALATI, GIANTAGLIA & TOLETO, 2017; ÁVILA *et al.*, 2025) com os resultados obtidos no presente trabalho, verifica-se que a associação da DH com o TF foi eficaz em reduzir o peso corporal.

Kim (2020) fez uma revisão de literatura explorando as melhores estratégias para perda e manutenção de peso, incluindo vários tipos de dietas. Entre elas, as dietas com alto teor de proteínas têm ganhado destaque como estratégias eficazes para a redução de peso, principalmente por promoverem maior sensação de saciedade e contribuírem para a diminuição da gordura corporal. Além disso, quando associadas a uma ingestão equilibrada de carboidratos, essas dietas também demonstram impacto positivo sobre parâmetros metabólicos. Outro aspecto relevante é o potencial das dietas hiperproteicas em auxiliar na prevenção do reganho de peso, uma vez que a saciedade proporcionada pela maior ingestão de proteínas tende a reduzir o consumo energético total, favorecendo a manutenção da perda de peso alcançada (KIM, 2020). Resultados semelhantes também foram identificados na pesquisa de Ávila *et al.* (2025) e Moon & Koh (2020).

Apesar das DH estarem sendo muito utilizadas para ganho de massa corporal e para otimizar o processo de hipertrofia (ÁVILA *et al.*, 2025; GALATI, GIANTAGLIA & TOLETO, 2017), curiosamente este estudo demonstrou não haver diferenças significativas entre uma dieta normoproteica e hiperproteica na AST em ratos submetidos a doze semanas de TF.

Por outro lado, foi observada redução de peso corporal no grupo HT em comparação aos controles (HC e NC), o que pode estar relacionado ao aumento da saciedade e redução da ingestão alimentar com a DH, conforme apontado por Ávila *et al.* (2025) e Kim (2020). Esse efeito também pode estar relacionado a uma maior mobilização de gordura corporal, efeito reconhecido em DH associadas a treinos regulares.

Embora haja benefícios comprovados do consumo adequado de proteínas para a recuperação muscular, preservação da massa magra e melhora no desempenho físico (MARQUES & LIBERALI, 2012), os resultados obtidos nesta pesquisa reforçam que a

combinação de treinamento de força com uma dieta normoproteica é suficiente para promover ganhos expressivos de massa muscular. Dessa forma, a adoção de uma DH não se justifica para indivíduos saudáveis sem orientação profissional adequada.

5. CONCLUSÕES

A DH não apresentou diferenças na AST quando comparada com a dieta normoproteica. No entanto, a associação da DH com TF mostrou-se estatisticamente significativa na redução da massa corporal de animais submetidos ao TF durante doze semanas.

Possivelmente com um tempo de treinamento maior ou controle da alimentação ingesta, pode-se chegar a achados diferentes. Por isso, e considerando outras variáveis, novos estudos são necessários para que se encontre novos desdobramentos.

6. REFERÊNCIAS

ANDERSEN, L. L.; TUFKOVIC, G.; ZEBIS, M. K.; CREMERI, R. M.; VERLAAN, G.; KJAER, M.; SUETTA, C.; MAGNUSSON, P.; AAGAARD, P. The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. *Metabolism*, v. 54, n. 2, p. 151-156. 2005.

ARAUJO, A. J. S.; NUNES, A. M.; CARVALHO, L. M. F. Avaliação do consumo alimentar e uso de suplementos de praticantes de musculação. *Revista Univap*, v. 22, n. 40. 2016.

ÁVILA, E. T. P.; LIMA, T. R.; ALMEIDA, P. C.; TOLAZZI, G. J.; CAVALCANTE, L. P.; DONEDA, D. L.; PAES, G. B.; JUNIOR, R. C. V.; DAMAZO, A. S.; VOLTARELLI, F. A. High-protein diet based on whey protein isolate preserves muscle mass and its association with resistance training attenuates glomerular hypertrophy in rats. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, v. 133. 2025.

DURAN, A. C.; LATORRE, M.R.; FLORINDO, A. A.; JAIME, P. C. Correlação entre consumo alimentar e nível de atividade física habitual de praticantes de exercícios físicos em academia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 12, n. 3, 2004.

EGAN, B.; ZIERATH, J. R. Exercise Metabolism and the Molecular Regulation of Skeletal Muscle Adaptation. *Cell Metabolism*, v. 5, n. 17, p.162. 2013.

FAYH, A. P. T.; SILVA, C. V.; JESUS, F. R. D.; COSTA, G. K. Consumo de suplementos nutricionais por frequentadores de academias da cidade de Porto Alegre. *Revista Brasileira de Ciências dos Esportes*, v. 35, n. 1, p. 27-37. 2013.

FERNANDES, V. A. R.; COL, L. O.; MOURA, E. G.; MATOS, M. O.; CALDEIRA, E. J.; CONTE, M. Treinamento de força e seus efeitos sobre a área de secção transversa e perímetro celular de miócitos do gastrocnêmio de *rattus novergicus*. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo. v. 12. n. 73. p.676 e 678. 2018.

GALATI, P. C.; GIANTAGLIA, A. P. F.; TOLEDO, G. C. G. Caracterização do consumo de suplementos nutricionais e de macronutrientes em praticantes de atividade física em academias de Ribeirão Preto - SP. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo. v. 11. n. 62. p.151-153. 2017.

GOMES, G. S.; DEGIOVANNI, G. C.; GARLIPP, M. R.; CHIARELLO, P. G.; JORDÃO JR, A. A. Caracterização do consumo de suplementos nutricionais em praticantes de atividade física em academias. *Revista Medicina*, v. 41, n. 3, p. 327-31. 2008.

GOSTON, J. L. *Prevalência do uso de suplementos nutricionais entre praticantes de atividade física em academias de Belo Horizonte: fatores associados*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <
<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/URMR-7EMK4C>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

HERNANDEZ, A. J.; NAHAS, R. M. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, v. 15, n. 3. 2009.

JÄGER, R.; KERKSICK, C. .; CAMPBELL, B.; CRIBB, P. J.; WELLS, S. D.; SKWIAT, T. M.; PÚRPURA, M.; ZIEGENFUSS, T. N.; FERNANDO, A. A.; ARENT, S. M.; SMITH-RYAN, A. E.; STOUT, J. R.; ARCIERO, P. J.; ORMSBEE, M. J.; TAYLOR, L. W.; WILBORN, C. D.; KALMAN, D. S.; KREIDER, R. B.; WILLOUGHBY, D. S.; HOFFMAN, J. R.; KRZYKOWSKI, J.

L.; ANTONIO. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 14, n. 20, p. 1–20. 2017.

KIM, J. Y. Optimal Diet Strategies for Weight Loss and Weight Loss Maintenance. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, v. 30, n. 1, p. 20-31. 2020.

LAROSA, G. Dieta Hiperproteica. *Fitness Performance Journal*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p. 190. 2006.

LOPES, F. G.; MENDES, L. L.; BINOTI, M. L.; PERCEGONI, N. Conhecimento sobre nutrição e consumo de suplementos em academias de ginástica de Juiz de Fora, Brasil. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, v. 21, n. 6. 2015.

MARQUES, G. C.; LIBERALI, R. Consumo de proteínas na prática do treinamento de força - revisão sistemática. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo. v. 6. n. 32. p. 159. 2012.

MATTARAIA, V. G. M.; MOURA, A. S. A. M. T. Produtividade de ratos Wistar em diferentes sistemas de acasalamento. *Ciência Rural*, v. 42, n. 8, p.1490-1496. 2012.

MELONI, V. H. M. O papel da hiperplasia na hipertrofia do músculo esquelético. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2005;7(1):59-63

MENON, D.; SANTOS, J. S. Consumo de proteína por praticantes de musculação que objetivam hipertrofia muscular. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, v. 18, n. 1. 2012.

MOON, J.; KOH, G. Clinical Evidence and Mechanisms of High-Protein Diet-Induced Weight Loss. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, v. 29, n. 3, p. 166-173. 2020.

MOORE, D. R.; MEDEIROS, A.; KIMMELMAN, J. A.; PHILLIPS, S. M. Protein requirements for master athletes: just older versions of their younger selves. *Sports Medicine*, v. 51, supl. 1, p. 13–30. 2021.

OLIVEIRA, W. F. Os benefícios do treinamento de força para controle da ansiedade e depressão em jovens e adultos. *Revista Brasileira de Reabilitação e Atividade Física*, v.10, n.2, p. 49-61, 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Diretrizes da OMS sobre atividade física e comportamento sedentário*. Genebra: OMS, 2020. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/337001/9789240014886-por.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2025.

PAES, S. T. Efeitos do consumo protéico sobre a hipertrofia ocasionada pelo treinamento resistido: uma visão atual. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo. v. 10. n. 55. p.12 e 16. 2016.

PONTES, L. C.; MELO, F. *Revisando as evidências: importância da oferta proteica e do exercício resistido para a hipertrofia muscular*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/3448> >. Acesso em: 15 jun. 2025.

PRESTES, J.; FOSCHINI, D.; MARCHETTI, P.; CHARRO, M.; TIBANA, R. *Prescrição e periodização do treinamento de força em academias*. 2º edição. Barueri, SP: Manole, 2016.

REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY JR., G. C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*, v. 123, n. 11, p. 1939–1951. 1993.