

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL FERNANDES

IMPACTO DA INGESTÃO DE PROTEÍNAS NA HIPERTROFIA MUSCULAR



CURITIBA  
2024

**RAFAEL FERNANDES**

**IMPACTO DA INGESTÃO DE PROTEÍNAS NA HIPERTROFIA MUSCULAR**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Baixo orientação do Tutor Ragami Alves, Phd.

**CURITIBA  
2024**

Dedico este trabalho às minhas maiores  
incentivadoras: Minha esposa, Patricia, e  
minha filha, Julia.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente à minha esposa Patrícia e à minha filha Julia, que sempre confiaram em mim e me apoiaram, inclusive nos finais de semana que dediquei integralmente aos estudos deste curso de especialização, e que sempre me deram a energia necessária para seguir em frente.

Também agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial, ao professor Tácito Júnior, por me conceder essa oportunidade única, ao professor Ragami Alves, que, além de ministrar suas aulas, também dedicou parte de seu tempo para ser meu orientador nesse trabalho, e ao professor Jonato Prestes, que tanto me ajudou ao transmitir seus conhecimentos ao longo destes dois anos de curso.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, me ajudaram a concluir o Curso de Especialização em Treinamento de Força e Hipertrofia.

## RESUMO

A hipertrofia muscular é um processo adaptativo complexo, controlado por mecanismos mecânicos, bioquímicos e também nutricionais. A ingestão de proteína tem um papel fundamental em todo esse processo, tornando-se essencial para a síntese proteica, e, por consequência, o incremento de massa muscular. O treinamento resistido, quando combinado com uma ingestão adequada de proteínas, maximiza esses ganhos, sobretudo se procedermos a distribuir a ingestão de proteína durante todo o dia.

Esse estudo revisa os mecanismos de hipertrofia muscular, abordando a diferença entre homens e mulheres, assim como o papel dos aminoácidos essenciais, como pode ser a leucina, e a importância da ingestão de proteínas de alta qualidade, como pode ser o whey protein.

A combinação de treinamento de resistido e a ingestão de proteínas de alta qualidade resulta em um efeito sinérgico, promovendo significativamente ganhos musculares, particularmente em indivíduos destreinados.

Palavras-chave: Hipertrofia muscular, proteínas, treinamento de resistido, leucina, whey protein.

## ABSTRACT

Muscular hypertrophy is a complex adaptive process, regulated by mechanical, biochemical, and nutritional mechanisms. Protein intake plays a fundamental role throughout this process, becoming essential for protein synthesis and, so, the increase in muscle mass. Resistance training, when combined with adequate protein intake, maximizes these gains, especially if protein consumption is distributed throughout the day.

This study reviews the mechanisms of muscular hypertrophy, addressing the differences between men and women, as well as the role of essential amino acids, such as leucine, and the importance of consuming high-quality proteins, such as whey protein.

Combining resistance training with high-quality protein intake results in a synergistic effect, significantly promoting muscle gains, particularly in untrained individuals.

Keywords: Muscular hypertrophy, proteins, resistance training, leucine, whey protein.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1 Objetivo .....	8
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	10
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	11
3.1. Mecanismos Fisiológicos Envolvidos na Hipertrofia Muscular .....	11
3.1.1. Estímulos mecânicos e ativação da sinalização anabólica .....	12
3.1.2. Papel da proteína e aminoácidos essenciais na síntese muscular .....	12
3.2. Diferenças sexuais na hipertrofia muscular .....	13
3.3. Estratégias nutricionais e distribuição de proteínas .....	13
3.4. A importância do treinamento e da nutrição combinados .....	14
3.5. Principais resultados encontrados nos estudos .....	15
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	16
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	17

## 1. INTRODUÇÃO

A hipertrofia muscular se caracteriza pelo incremento do volume das fibras musculares, sendo um processo chave para melhorar a força física e a composição corporal, especialmente em indivíduos destreinados. A ingestão de proteínas tem um papel crucial neste processo, pois é essencial para a síntese proteica e, conseqüentemente, para os ganhos musculares (Mamerow et al., 2014). A importância do consumo de proteína vem se tornando cada vez mais evidente quando associada ao treinamento de resistido, particularmente em indivíduos destreinados (Benito et al., 2020). No entanto, fatores como o sexo, o nível de hormônios e a qualidade da proteína consumida podem afetar significativamente os resultados (Kraemer & Ratamess, 2005).

O consumo de proteínas de alta qualidade, como o whey protein, vem sendo amplamente investigado e tem mostrado ser bastante efetivo no processo de síntese proteica, conseqüentemente, no aumento da massa muscular (Arentson-Lantz et al., 2019).

Também podemos enfatizar que a ingestão de proteínas em indivíduos destreinados também se mostra especialmente eficaz, sobretudo se fazemos a divisão da ingestão de proteínas ao longo do dia (Mamerow et al., 2014). Adicionalmente, a diferença de hormônios entre homens e mulheres joga um papel extremamente importante, que, como homem, tem seus níveis de testosterona mais elevados, como consequência obtém mais ganhos anabólicos à resposta a treinamentos resistidos (Kraemer & Ratamess, 2005). No entanto, podemos também afirmar que mulheres podem lograr chegar a bons resultados, beneficiadas como aqui mencionado de uma correta ingestão de proteínas e de um plano nutricional dirigido a este objetivo (Benito et al., 2020).

### 1.1. Objetivo

Este estudo tem como objetivo explorar o papel da ingestão da proteína no processo de hipertrofia muscular, focando particularmente nos mecanismos que envolvem a síntese proteica, o impacto do treinamento resistido, e as diferenças nas respostas entre homens e mulheres.

O objetivo é revisar como a proteína, especialmente a proteína de alta qualidade como o Whey Protein, pode influenciar no crescimento muscular e entender os efeitos da

distribuição da proteína ao longo do dia com o objetivo de maximizar o ganho muscular, especialmente em indivíduos não treinados.

Adicionalmente, este estudo busca enfatizar a sinergia dos efeitos de hipertrofia com o consumo apropriado de proteínas de alta qualidade durante o treinamento resistido (Mamerow et al., 2014; Kraemer & Ratamess, 2005; Benito et al., 2020).

## **2. METODOLOGIA**

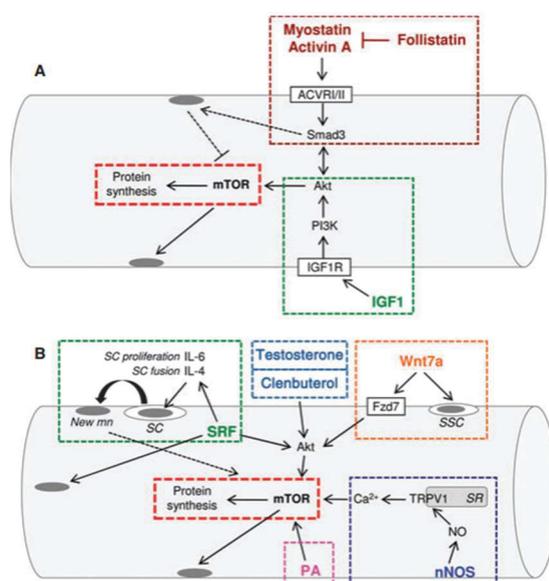
Uma revisão narrativa foi realizada através de instrumentos de busca de artigos científicos como PubMed, Google Scholar e Research Rabbit, focando em artigos publicados recentemente, com o objetivo de identificar efeitos de treinamento resistido e consumo de proteínas no resultado de hipertrofia muscular, em homens e mulheres destreinados. Estudos envolvendo adultos saudáveis, ou com alguma patologia, que foram submetidos a treinamentos de resistência e/ou consumo de proteínas também foram analisados e estratégias nutricionais como distribuição de proteínas ao longo do dia também foram analisadas, justamente para entender como podemos maximizar os resultados de ganho muscular.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1. Mecanismos Fisiológicos Envolvidos na Hipertrofia Muscular

Hipertrofia muscular é um processo adaptativo mediado por uma série de mecanismos fisiológicos que resulta no crescimento do volume muscular. Estes mecanismos envolvem a combinação de mecânica, bioquímica e estímulos nutricionais, o que todos são cruciais para promover a síntese proteica e o incremento de massa muscular. O treinamento resistido, quando combinado com a correta ingestão de proteínas, pode maximizar esses ganhos, promovendo um balanço positivo entre a síntese e degradação para o ganho de músculo.

A hipertrofia muscular é regulada por duas principais vias de sinalização: 1ª via IGF1–Akt–mTOR, que age como reguladora positiva do crescimento muscular, e a 2ª via Myostatin–Smad, que age como reguladora negativa. A ativação da via mTOR é central para a síntese proteica muscular e está diretamente associada à resposta ao exercício e à ingestão proteica, promovendo a hipertrofia quando os estímulos são adequados. Além disso, a difusão e fusão das células satélites levam ao aumento do número de mio-núcleos, e que também pode contribuir para o crescimento muscular, especialmente nos estágios iniciais do desenvolvimento muscular, mas com menor participação nas fases mais tardias do crescimento muscular adulto (Schiaffino et al., 2013).



O estudo descreve como diferentes vias de sinalização, como IGF1, Follistatina e mTOR, controlam o crescimento muscular esquelético. O mTOR é o ponto central dessas vias, regulando a síntese de proteínas. A interação entre várias vias, incluindo PI3K–Akt e a fusão de células satélites, também contribui para o aumento da massa muscular, especialmente durante a sobrecarga mecânica e regeneração.

### 3.1.1. Estímulos mecânicos e ativação da sinalização anabólica

Um fator primordial para hipertrofia muscular é o estímulo mecânico, causado pela resistência do exercício, este estímulo ativa diversas células sinalizando para regulação de síntese proteica. As principais vias envolvidas são as vias mTOR (mammalian target of rapamycin) e da proteína de choque térmico (Heat shock protein - HSP), que são ativadas quando os músculos sofrem estresse físico (Kraemer & Ratamess, 2005).

A via mTOR é a via central para o controle de síntese proteica, quando a resistência do exercício é realizada, esta via é ativada, assim de simples, o que intensifica a síntese proteica, contribuindo ao ganho muscular. Adicionalmente, a via mTOR regula a degradação das proteínas musculares, esta ativação é a resposta do exercício e consumo de proteínas em balanço positivo, que gera como consequência a hipertrofia muscular (Mamerow et al., 2014).

### 3.1.2. Papel da proteína e aminoácidos essenciais na síntese muscular

Aminoácidos essenciais, especialmente a Leucina, têm um papel fundamental na ativação da via mTOR, estudos mostram que a Leucina é um potente ativador da síntese proteica, estimulando assim a via mTOR, e por consequência gerando o ganho de massa muscular.

A Leucina, que é representada em altas concentrações de proteínas, é um dos principais aminoácidos responsáveis pela ativação da via mTOR, sobretudo, amplificado pelos efeitos do treinamento resistido (Arentson-Lantz et al., 2019). Portanto, um adequado consumo de proteínas, particularmente proteínas que são ricas no aminoácido Leucina, como o whey protein, pode maximizar a resposta muscular ao treinamento resistido, acelerando o processo de hipertrofia. (Antonio et al., 2015).

### 3.2. Diferenças sexuais na hipertrofia muscular

Homens e mulheres são fisiologicamente diferentes e sofrem respostas diferentes ao treinamento de resistido, a grande diferença é na produção de hormônios, sobretudo a testosterona, que é mais abundante em homens, e que favorece a síntese proteica, onde a testosterona reage diretamente à fibra muscular de maneira anabólica e reduzindo a degradação do músculo. (Kraemer & Ratamess, 2005).

As mulheres, por sua vez, têm baixos níveis de testosterona, o que limita a magnitude da resposta anabólica ao treinamento resistido, pode ser que as mulheres tenham menos ganho muscular quando comparadas aos homens, porém se as mulheres fazem a correta ingestão de proteínas associada ao treinamento resistido, podem ter melhoras significativas em sua composição corporal (Benito et al., 2020).

### 3.3. Estratégias nutricionais e distribuição de proteínas

A distribuição da proteína ao longo do dia é um fator determinante para maximizar os ganhos de hipertrofia, distribuindo a ingestão de proteína em diversas refeições pode otimizar a síntese proteica muscular, ativando com mais frequência a via mTOR, que pode ser mais eficaz com a presença de aminoácidos porque estará disponível no sangue durante todo o dia, especialmente quando falamos de indivíduos destreinados, que necessitam mais de estímulos anabólicos para promover a hipertrofia (Mamerow et al., 2014).

Além disso, o tipo de proteína ingerida também afeta a resposta anabólica. Proteínas de alta qualidade, como a proteína do soro de leite, que é rica em leucina, são mais eficazes em estimular a síntese proteica e maximizar os ganhos de massa muscular. O whey protein, por ser rapidamente digerido e rico em aminoácidos essenciais, é particularmente útil para potencializar os efeitos do treinamento de resistido (Arentson-Lantz et al., 2019).

### 3.4. A Importância do Treinamento e da Nutrição Combinados

Quando combinados, o treinamento resistido e a ingestão adequada de proteínas podem gerar um efeito sinérgico sobre a hipertrofia muscular. Estudos demonstram que, enquanto o treinamento resistido sozinho pode promover algumas adaptações musculares, a adição de uma ingestão proteica otimizada maximiza a síntese de proteínas musculares e resulta em maiores aumentos de massa muscular. Em indivíduos destreinados, a proteína tem um papel ainda mais importante, pois esses indivíduos não apresentam as adaptações musculares desenvolvidas por aqueles com um histórico de treinamento (Antonio et al., 2015; Ribeiro et al., 2022).

A ingestão de proteínas de alta qualidade pode reduzir a perda de massa muscular em períodos de energia negativa, como durante um programa de perda de peso ou em idosos com redução da atividade física, isso é especialmente relevante para pessoas que estão destreinadas, pois elas são mais suscetíveis à perda muscular durante períodos de inatividade. (Kim et al., 2015).

### 3.5. Principais resultados encontrados nos estudos

Título do Estudo	Autores	Resumo	Principais Resultados
Distribuição de proteína na dieta influencia positivamente a síntese de proteínas musculares ao longo de 24 horas	Mamerow et al., 2014	Investigou o efeito da distribuição de proteína na síntese de proteínas musculares e descobriu que a ingestão de proteína distribuída ao longo do dia promove maior síntese proteica.	A distribuição de proteínas ao longo do dia melhora a síntese de proteínas musculares, o que é crucial para otimizar a hipertrofia muscular.
Revisão sistemática com meta-análise sobre o efeito do treinamento de resistência no crescimento muscular de corpo inteiro em homens adultos saudáveis	Benito et al., 2020	Examinou os efeitos do treinamento de resistência no crescimento muscular em homens e analisou dados meta-analíticos para avaliar o impacto do treinamento na hipertrofia muscular.	O treinamento de resistência melhora significativamente o crescimento muscular, com efeito mais pronunciado em homens, embora as mulheres também se beneficiem de um treinamento adequado.
Exercício e nutrição para combater as deficiências de síntese proteica nos músculos envelhecidos	Dickinson et al., 2013	Focou nos efeitos do exercício e da nutrição sobre as deficiências de síntese de proteínas nos músculos envelhecidos, particularmente em adultos mais velhos.	Estratégias nutricionais e de exercício podem ajudar a reverter as deficiências de síntese proteica nos músculos envelhecidos, melhorando a função muscular e a massa muscular.
Respostas hormonais e adaptações ao treinamento de resistência e exercício	Kraemer & Ratamess, 2005	Explorou as respostas hormonais ao treinamento de resistência e discutiu como hormônios como a testosterona e o hormônio de crescimento influenciam as adaptações musculares.	A testosterona desempenha um papel importante na hipertrofia muscular, com diferenças significativas entre homens e mulheres devido às respostas hormonais.
Efeitos da suplementação proteica associada ao treinamento de resistência na composição corporal e força muscular em idosos: uma revisão sistemática de revisões sistemáticas com meta-análises	Vieira et al., 2022	Revisou revisões sistemáticas e meta-análises para determinar os efeitos da suplementação proteica na composição corporal e força muscular em idosos.	A suplementação de proteína, particularmente whey protein, apoia a força muscular e reduz a gordura corporal em idosos quando combinada com treinamento de resistência.
Melhorando a qualidade da proteína na dieta reduz os efeitos negativos da inatividade física sobre a composição corporal e função muscular	Arentson-Lantz et al., 2019	Avaliou o impacto da suplementação de whey protein na redução da perda muscular durante períodos de inatividade, mostrando efeitos benéficos para idosos.	O whey protein, quando incorporado a uma dieta equilibrada, ajuda a preservar a massa muscular e melhora a recuperação durante períodos de inatividade física.
A ingestão aumentada de proteína reduz a perda de massa magra durante a perda de peso em atletas	Mettler et al., 2010	Explorou a relação entre ingestão de proteína e perda de massa magra durante a perda de peso, enfatizando a importância de uma maior ingestão de proteínas para preservar a massa magra.	A ingestão aumentada de proteína durante a perda de peso preserva a massa magra e melhora a função muscular, especialmente em atletas que seguem programas de perda de peso.
Ingestão moderada e alta de proteínas promove recomposição corporal superior em mulheres mais velhas que praticam treinamento de resistência	Ribeiro et al., 2022	Analisou o papel da ingestão de proteínas moderada e alta na promoção da recomposição corporal em mulheres mais velhas que realizam treinamento de resistência.	Ingestões mais altas de proteína promovem maiores ganhos de massa muscular e reduções na massa gorda, especialmente em mulheres mais velhas que realizam treinamento de resistência.

#### 4. CONCLUSÕES

A hipertrofia muscular é um processo complexo que envolve uma série de estímulos mecânicos e metabólicos, que é altamente estimulada por ingestão de proteínas e por treinamento resistido. A ativação da via mTOR, essencial para a síntese proteica muscular, tem um papel principal em todo esse processo, sendo altamente influenciada pela viabilidade de aminoácidos essenciais disponíveis, como a Leucina, por exemplo, que amplifica os efeitos do treinamento resistido.

Homens e mulheres têm diferentes respostas hipertróficas devido à variação hormonal entre os dois sexos, como o alto nível de testosterona nos homens, o que promove maior resposta anabólica. Entretanto, ambos os sexos podem experimentar ganhos musculares significativos, especialmente quando combinam treinamento resistido com uma adequada ingestão de proteínas.

A distribuição de proteínas durante o dia, ao longo do dia, escolhendo proteínas de alta qualidade, como o whey protein (proteína do soro de leite), tem demonstrado ser uma ótima estratégia para maximizar os ganhos musculares. Com o consumo de proteínas ao longo do dia, otimiza-se a ativação da via mTOR de maneira mais frequente, o que favorece a síntese proteica constante.

Ainda mais, quando combinamos o exercício resistido e a alta qualidade das proteínas ingeridas, podemos maximizar os ganhos de massa muscular, sobretudo para aqueles indivíduos destreinados, homens ou mulheres, que são justamente o grupo que mais pode ser beneficiado pelo fator recomposição corporal.

Como conclusão, para otimizar a hipertrofia muscular é necessário não somente um treino de alta qualidade, mas também uma dieta de alta qualidade de proteínas para que essa combinação resulte em um significativo aumento de massa muscular, particularmente para indivíduos destreinados.

## REFERÊNCIAS

- PHILLIPS, S. M. **Dietary protein for athletes: From requirements to metabolic advantage.** *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 37, n. 3, p. 491-500, 2012
- MAMEROW, M. M. et al. **Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults.** *The Journal of Nutrition*, v. 144, n. 6, p. 876–880, 2014.
- BENITO, P. J. et al. **A systematic review with meta-analysis of the effect of resistance training on whole-body muscle growth in healthy adult males.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, p. 1285, 2020.
- DICKINSON, J. M. et al. **Exercise and nutrition to target protein synthesis impairments in aging skeletal muscle.** *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 41, n. 4, p. 216–223, 2013.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. **Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training.** *Sports Medicine*, v. 35, n. 4, p. 339-361, 2005.
- VIEIRA, A. F. et al. **Effects of protein supplementation associated with resistance training on body composition and muscle strength in older adults: A systematic review of systematic reviews with meta-analyses.** *Sports Medicine*, 2022.
- ARENSON-LANTZ, E. J. et al. **Improving dietary protein quality reduces the negative effects of physical inactivity on body composition and muscle function.** *Journals of Gerontology: Medical Sciences*, v. 74, n. 10, p. 1605–1611, 2019.
- METTLER, S. et al. **Increased Protein Intake Reduces Lean Body Mass Loss During Weight Loss in Athletes.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 42, n. 2, p. 326–337, 2010.
- RIBEIRO, A. S. et al. **Moderate and Higher Protein Intakes Promote Superior Body Recomposition in Older Women Performing Resistance Training.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 54, n. 5, p. 807-813, 2022.
- SCHOENFELD, B. J. **The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.
- NORTON, L. E. et al. **Effects of L-leucine supplementation and resistance exercise on muscle hypertrophy in untrained adults.** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 36, n. 2, p. 377-384, 2022.
- KATO, M. et al. **Does muscle hypertrophy relate to resistance training intensity? A systematic review and meta-analysis.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 52, n. 6, p. 376-387, 2020.

SCHIAFFINO, S. et al. **Signaling modules responsible for skeletal muscle growth during development, regeneration and overload-induced hypertrophy in the adult.** *The FEBS Journal*, 2013.

ANTONIO, J. **A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women – a follow-up investigation.** *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 12, p. 39, 2015. DOI: 10.1186/s12970-015-0100-0.

KIM, J. E. **Effects of dietary protein intake on body composition changes after weight loss in older adults: a systematic review and meta-analysis.** *Nutrition Reviews*, v. 74, n. 3, p. 210–224, 2016. DOI: 10.1093/nutrit/nuv065.