



## Hipertrofia Muscular

*Muscle Hypertrophy*

Hipertrofia Muscular

Gianni Leandro Goicoa da Costa <sup>1</sup>

Cristian Rodrigues (orientador)<sup>2</sup>

### Resumo

A hipertrofia muscular é o processo biológico caracterizado pelo aumento do volume das fibras musculares esqueléticas, resultante principalmente do treinamento de resistência, como a musculação. Esse fenômeno ocorre por meio de estímulos mecânicos e metabólicos que provocam microlesões nas fibras, desencadeando uma resposta adaptativa do organismo. A síntese proteica é estimulada, levando à reparação e ao crescimento muscular, desde que haja aporte nutricional adequado, especialmente de proteínas e aminoácidos essenciais, e descanso suficiente para a recuperação. Diversos fatores influenciam o processo, incluindo a genética, a intensidade e o volume do treino, o sono, a idade e os níveis hormonais. A prática regular de exercícios resistidos, associada a uma alimentação equilibrada e a um planejamento periodizado, é fundamental para alcançar ganhos consistentes de massa magra e força muscular, contribuindo também para a melhora do metabolismo e da composição corporal.

**Palavras-chave:** Hipertrofia muscular. Treinamento resistido. Síntese proteica. Nutrição esportiva. Adaptação fisiológica.

### Abstract

Muscle hypertrophy is the biological process characterized by an increase in the volume of skeletal muscle fibers, primarily resulting from resistance training, such as weight training. This phenomenon occurs through mechanical and metabolic stimuli that induce microlesions in the fibers, triggering an adaptive response by the body. Protein synthesis is stimulated, leading to muscle repair and growth, as long as there is adequate nutritional intake, especially of proteins and essential amino acids, and sufficient rest for recovery. Several factors influence the process, including genetics, training intensity and volume, sleep, age, and hormone levels. The regular practice of resistance exercises, combined with a balanced diet and periodic planning, is essential for achieving consistent gains in lean mass and muscle strength and for improving metabolism and body composition. Keywords: Muscle hypertrophy. Resistance training. Protein synthesis. Sports nutrition—physiological adaptation.

## 1 Introdução

A hipertrofia muscular é um fenômeno biológico de grande relevância no contexto das ciências do exercício e da saúde, definida como o aumento do tamanho dos músculos esqueléticos em resposta a estímulos específicos, especialmente ao treinamento de força. O interesse por esse processo transcende os limites do desempenho esportivo, estendendo-se à reabilitação, à promoção da saúde e à prevenção de doenças crônicas. Pesquisas recentes destacam que a hipertrofia muscular não apenas melhora a funcionalidade e a qualidade de vida, mas também desempenha um papel crucial na modulação do metabolismo e no controle de fatores de risco cardiovasculares, tornando-se

<sup>1</sup> Gianni Leandro Goicoa Da Costa do curso de Bacharelado em Educação Física da Unopar – Universidade Norte do Paraná.

<sup>2</sup> Cristian Rodrigues. Docente do curso de Bacharelado em Educação Física da Unopar – Universidade Norte do Paraná.

um objetivo estratégico em intervenções multidisciplinares.

O estudo da hipertrofia muscular é intrinsecamente multidimensional, envolvendo aspectos fisiológicos, bioquímicos, genéticos e ambientais. Avanços científicos têm permitido compreender, de forma cada vez mais detalhada, os mecanismos celulares e moleculares responsáveis pelo crescimento muscular, bem como as variáveis que o modulam, como a intensidade, o volume e a frequência do treinamento, além de fatores nutricionais e hormonais. Essa complexidade evidencia a necessidade de abordagens integradas e baseadas em evidências para o desenvolvimento de estratégias eficazes de promoção da hipertrofia em diferentes populações.

A literatura científica tem se debruçado sobre as diferenças individuais na resposta hipertrófica ao treinamento, destacando a influência de variáveis como idade, sexo, perfil genético e condições de saúde. Tais fatores podem determinar não apenas o potencial de ganho de massa muscular, mas também a velocidade e a sustentabilidade dessas adaptações. Compreender essas nuances é fundamental para a prescrição personalizada de programas de treinamento e para a maximização dos benefícios associados à hipertrofia, minimizando riscos e otimizando resultados.

Outro aspecto central refere-se à relação entre treinamento físico, alimentação e processos de recuperação, elementos que compõem o tripé do desenvolvimento muscular. O aporte adequado de nutrientes, sobretudo de proteínas, a periodização do treinamento e a qualidade do sono são reconhecidos como determinantes críticos para a síntese proteica e o remodelamento muscular. Além disso, investigações recentes apontam para o papel da sinalização hormonal, do microambiente inflamatório e da plasticidade neuromuscular na modulação da resposta hipertrófica, indicando caminhos promissores para futuras intervenções.

Diante do crescente interesse da sociedade por estética, desempenho e saúde, a compreensão aprofundada dos processos que regem a hipertrofia muscular assume relevância ímpar para profissionais de educação física, fisioterapeutas, nutricionistas e médicos. O delineamento de recomendações baseadas em evidências, a partir da integração entre a ciência básica e a aplicada, emerge como requisito essencial para o desenvolvimento de práticas seguras, eficientes e éticas no âmbito do treinamento físico e da promoção da saúde muscular.

## **2 Desenvolvimento**

### **2.1 Metodologia**

O presente estudo foi elaborado por meio de revisão bibliográfica, de natureza qualitativa e descritiva, com o objetivo de reunir, analisar e sintetizar as principais evidências científicas sobre os mecanismos, fatores e estratégias relacionados à hipertrofia muscular. A pesquisa foi conduzida entre

julho e outubro de 2025, utilizando como fontes principais livros especializados, artigos científicos e dissertações acadêmicas disponíveis em bases de dados reconhecidas, como SciELO, PubMed, Google Scholar e ResearchGate, além de periódicos nacionais e internacionais de Educação Física, Nutrição e Fisiologia do Exercício.

Foram considerados trabalhos publicados nos últimos dez anos (2015–2025), o que assegura a atualidade e a relevância das informações. A busca bibliográfica foi realizada por meio de descritores selecionados conforme os objetivos do estudo, incluindo: “hipertrofia muscular”, “treinamento resistido”, “síntese proteica”, “nutrição esportiva”, “recuperação muscular” e “sono e desempenho físico”.

Os critérios de inclusão abrangeram publicações com abordagem científica, metodologias validadas e relação direta com os temas da fisiologia, da nutrição e do treinamento de força voltados à hipertrofia. Excluíram-se artigos duplicados, textos opinativos, resumos sem acesso ao conteúdo integral e estudos sem base empírica ou revisão sistemática.

Após a triagem, as referências selecionadas foram organizadas e analisadas quanto à coerência com os objetivos propostos e classificadas em eixos temáticos: fisiologia e mecanismos da hipertrofia; fatores determinantes e influências externas; treinamento de força e periodização; nutrição aplicada ao crescimento muscular; e recuperação e sono como mediadores da adaptação.

A metodologia adotada permitiu identificar tendências, lacunas e convergências nas publicações recentes, oferecendo uma visão integrada e atualizada sobre o tema. Essa abordagem bibliográfica qualitativa não envolveu a coleta de dados primários nem a aplicação de instrumentos experimentais, limitando-se à interpretação e à análise crítica de estudos já consolidados na literatura científica.

## 2.1 Resultados e Discussão

Os resultados da pesquisa bibliográfica revelaram que a hipertrofia muscular é um fenômeno amplamente estudado nas ciências do exercício, com ênfase crescente nas últimas décadas devido à sua relevância para a saúde, o desempenho e a reabilitação física. A análise cronológica dos estudos permitiu observar uma evolução significativa no entendimento dos mecanismos fisiológicos, das variáveis de treinamento e das estratégias nutricionais envolvidas no crescimento muscular. Tal evolução se deve, em parte, ao avanço das metodologias de pesquisa, ao desenvolvimento de tecnologias de imagem e à consolidação de protocolos experimentais que possibilitaram mensurar com maior precisão as alterações estruturais e funcionais no tecido muscular humano.

Nas primeiras investigações sobre o tema, a hipertrofia era compreendida de forma simplista,

associada apenas ao aumento do volume muscular visível. No entanto, estudos mais recentes demonstraram que o processo resulta de adaptações celulares complexas, envolvendo a síntese proteica miofibrilar, o aumento da densidade mitocondrial e a ativação de células satélites responsáveis pela regeneração tecidual. Conforme Lima e Miguel et al. (2021), essas respostas fisiológicas são desencadeadas por estímulos mecânicos repetitivos, típicos do treinamento de força, que geram microlesões nas fibras musculares, as quais, ao se recuperarem, tornam-se maiores e mais resistentes.

Outra descoberta relevante identificada nas publicações analisadas foi a diferenciação entre hipertrofia sarcoplasmática e hipertrofia miofibrilar, conforme discutido por Oliveira (2022). Enquanto a primeira está relacionada ao aumento do conteúdo de fluido e de glicogênio dentro da célula muscular, conferindo volume estético, a segunda está ligada ao acréscimo de proteínas contráteis, como actina e miosina, o que resulta em maior força e densidade muscular. A literatura mais recente sugere que ambas as formas ocorrem simultaneamente, variando conforme o tipo de estímulo aplicado, o nível de experiência do praticante e o perfil genético individual. Essa distinção permitiu um avanço substancial na prescrição de programas de treinamento específicos para diferentes objetivos, seja para o desempenho atlético ou para a reabilitação funcional.

No campo da fisiologia endócrina, as pesquisas revisadas destacaram o papel crucial dos hormônios anabólicos no processo de hipertrofia. Nogueira (2022) e Andrade e Reis (2021) observaram que substâncias como testosterona, hormônio do crescimento (GH) e IGF-1 atuam diretamente na ativação das vias de sinalização intracelular responsáveis pela síntese proteica. A via mTOR (mammalian target of rapamycin), em particular, foi amplamente reconhecida como um ponto central na regulação da resposta anabólica, integrando estímulos mecânicos, nutricionais e hormonais. Além disso, verificou-se que a regulação negativa dessa via, causada por fatores como estresse crônico ou privação de sono, pode comprometer o desenvolvimento muscular, o que demonstra que a homeostase hormonal e metabólica é determinante para a eficácia do processo hipertrófico.

Outro eixo de resultados refere-se à influência da nutrição e do estado energético na hipertrofia. De acordo com Ogiku e Ikematsu (2015), o balanço energético positivo é fundamental para sustentar o crescimento muscular, visto que déficits calóricos severos reduzem a síntese proteica mesmo diante de estímulo mecânico adequado. O consumo de proteínas de alto valor biológico, especialmente as ricas em aminoácidos essenciais, como a leucina, mostrou-se indispensável para ativar a mTOR e favorecer o reparo tecidual. Além disso, pesquisas mais recentes, como as de Yasuda et al. (2022), demonstraram que a distribuição uniforme da ingestão proteica ao longo do dia resulta em desempenho superior à ingestão concentrada em uma única refeição, sugerindo que o padrão alimentar desempenha um papel tão importante quanto o volume total de proteínas ingeridas.

A literatura também revelou que os métodos de treinamento resistido são fatores determinantes para o sucesso da hipertrofia. Faria (2018) e Hajj-Boutros e Jacob (2023) destacaram que o treinamento de força de alta intensidade, realizado entre 60% e 85% de 1RM (repetição máxima), induz os maiores ganhos de massa muscular, desde que associado a uma periodização estruturada e intervalos adequados de recuperação. Modelos de periodização linear e ondulatória demonstraram ser eficazes para evitar platôs adaptativos e manter o estímulo hipertrófico contínuo. Esses achados reforçam a importância da variação planejada de volume e intensidade como ferramenta essencial para maximizar as adaptações fisiológicas e reduzir o risco de overtraining.

A questão da recuperação muscular e do sono emergiu como um componente essencial nos estudos mais recentes. Conforme Parreira e Resende (2015) e Lima (2017), o sono profundo favorece a liberação pulsátil de GH e a redução dos níveis de cortisol, criando um ambiente anabólico ideal para o crescimento muscular. A privação do sono, por outro lado, aumenta a fadiga, prejudica a regeneração tecidual e reduz a eficiência da síntese proteica. Esses resultados evidenciaram que o repouso adequado deve ser considerado uma variável de treinamento tão relevante quanto a carga e a intensidade, sendo indispensável à otimização dos resultados.

Além disso, a revisão revelou que a individualidade biológica exerce influência direta sobre a magnitude das respostas hipertróficas. Estudos apontaram diferenças significativas entre indivíduos quanto à proporção de fibras do tipo I e do tipo II, à sensibilidade hormonal, à capacidade de recuperação e à predisposição genética (HAYES e CRIBB, 2008). Essa variabilidade reforça a necessidade de protocolos de treinamento personalizados, ajustados às características fisiológicas e aos objetivos de cada praticante. O reconhecimento dessas diferenças também contribuiu para o desenvolvimento de abordagens mais inclusivas em programas de treinamento, contemplando grupos como mulheres, idosos e iniciantes, que tradicionalmente apresentavam menor representatividade em estudos sobre hipertrofia.

A análise global dos resultados indicou que a hipertrofia muscular é um processo multifatorial, dependente da integração entre o estímulo mecânico, o aporte nutricional e a recuperação adequada. Nenhum fator isolado foi capaz de explicar plenamente o crescimento muscular; ao contrário, as evidências sugeriram uma sinergia entre exercício, alimentação e sono como base para o sucesso das adaptações. Tais conclusões reafirmam o papel do profissional de Educação Física como mediador entre a ciência e a prática, responsável por aplicar o conhecimento técnico e empírico de forma ética e personalizada, garantindo a eficiência e a segurança dos programas voltados ao desenvolvimento da massa muscular.

Entre os estudos mais antigos, destacaram-se as pesquisas de Andrews e MacLean (2006), que evidenciaram a importância do consumo proteico adequado para a síntese muscular em idosos

praticantes de exercícios resistidos, e as contribuições de Hulmi, Lockwood e Stout (2010), que confirmaram o papel da proteína do soro do leite (whey protein) na ativação da síntese proteica e na recuperação pós-treino. Essas investigações serviram de base para estudos posteriores que aprofundaram o entendimento das vias metabólicas e hormonais envolvidas no processo hipertrófico.

A partir de 2015, com o avanço das técnicas de imagem e de biologia molecular, houve ampliação do conhecimento sobre a ativação da via IGF-1/Akt/mTOR, principal mediadora da síntese proteica muscular (NOGUEIRA, 2022). Ogiku e Ikematsu (2015) confirmaram que a ingestão adequada de aminoácidos essenciais, especialmente leucina, potencializava essa via, reforçando a relação direta entre nutrição e adaptação muscular. Já Lima e Miguel et al. (2021) demonstraram que o número de séries e a intensidade dos exercícios influenciam diretamente o volume de hipertrofia, sendo os protocolos de alta intensidade e curta duração os mais eficazes para promover o aumento da seção transversal das fibras musculares.

Os resultados também mostraram que fatores hormonais e ambientais desempenharam um papel determinante no processo hipertrófico. Oliveira (2022) e Andrade e Reis (2021) destacaram que hormônios anabólicos, como testosterona, GH e IGF-1, atuaram sinergicamente para promover o crescimento das miofibrilas, enquanto níveis elevados de cortisol tiveram efeito catabólico, reduzindo o ganho muscular. Além disso, os estudos apontaram a importância do sono e da recuperação como componentes indispensáveis da adaptação, visto que a liberação de GH e a síntese proteica ocorriam de forma mais intensa durante o repouso (PARREIRA e RESENDE, 2015; LIMA, 2017).

No campo da prática, Faria (2018) e Hajj-Boutros e Jacob (2023) evidenciaram que o treinamento de força periodizado e individualizado era a estratégia mais eficaz para induzir hipertrofia de forma segura e contínua. Tais autores observaram que a alternância planejada entre fases de maior volume e menor intensidade e fases de maior intensidade e menor volume prevenia o supertreinamento e maximizava o estímulo hipertrófico. Adicionalmente, verificou-se que protocolos que combinavam exercícios multiarticulares e monoarticulares resultavam em maior recrutamento de fibras e em melhor equilíbrio entre força e volume muscular.

Do ponto de vista nutricional, os dados indicaram que a ingestão diária de proteínas entre 1,6 e 2,2 g/kg de peso corporal, associada a um consumo calórico levemente superior ao gasto energético diário, foi determinante para ganhos consistentes de massa magra (LIMA e MIGUEL, 2021). Essa faixa de consumo mostrou-se suficiente para maximizar a síntese proteica muscular (MPS), reduzir o catabolismo e favorecer o balanço nitrogenado positivo. Os autores ressaltaram que excedentes calóricos não geram maior hipertrofia, mas sim aumento de gordura corporal, reforçando a importância de estratégias nutricionais equilibradas e adaptadas à composição corporal de cada indivíduo. Assim, a modulação calórica deve ser ajustada gradualmente, priorizando a qualidade dos

macronutrientes e a eficiência metabólica do organismo.

O fracionamento proteico ao longo do dia e a ingestão pós-treino mostraram-se estratégias fundamentais para otimizar a chamada janela anabólica, período em que o organismo apresenta maior sensibilidade à síntese de proteínas musculares (HULMI, LOCKWOOD e STOUT, 2010). Evidências recentes indicaram que o consumo de 20 a 40 g de proteína de alto valor biológico por refeição, distribuído em intervalos de três a quatro horas, mantém o estímulo constante à síntese proteica (YASUDA et al., 2022). Essa prática garante o fornecimento contínuo de aminoácidos essenciais, especialmente da leucina, principal ativadora da via mTOR, responsável pelo início do processo anabólico celular. Dessa forma, a consistência da ingestão proteica, mais do que o volume total consumido em uma única refeição, constitui o fator preponderante para o crescimento muscular sustentado.

Entre as fontes proteicas mais eficazes, destacaram-se a proteína do soro do leite (whey protein), a ovoproteína, as carnes magras e o peixe, que apresentam elevada biodisponibilidade e perfil completo de aminoácidos essenciais (OGIKU e IKEMATSU, 2015). Os estudos mostraram que o consumo de whey protein após o exercício resistido resulta em elevação rápida dos níveis plasmáticos de leucina e estimula, de forma mais eficiente, a MPS quando comparado a fontes vegetais. Entretanto, autores como Wilson (2016) e Nogueira (2022) destacaram que dietas baseadas em proteínas vegetais também podem promover hipertrofia, desde que haja planejamento adequado das combinações alimentares para atingir o espectro completo de aminoácidos e uma ingestão proteica total ligeiramente superior (2,0–2,4 g/kg).

No contexto dos carboidratos, a literatura analisada demonstrou que eles desempenham um papel essencial não apenas como fonte primária de energia, mas também na modulação da resposta hormonal ao treinamento. Segundo Hayes e Cribb (2008), a ingestão de carboidratos junto às proteínas após o exercício favorece a liberação de insulina, hormônio que inibe a degradação proteica e facilita o transporte de aminoácidos para o interior das células musculares. Essa combinação também reduz os níveis de cortisol, criando um ambiente metabólico mais favorável à recuperação. Dessa forma, o equilíbrio entre proteínas e carboidratos na refeição pós-treino é considerado um dos pilares da nutrição voltada à hipertrofia muscular.

Os lipídios, embora frequentemente negligenciados, também desempenham funções importantes na síntese hormonal e na saúde das membranas celulares. Pesquisas como a de Ogiku e Ikematsu (2015) evidenciaram que dietas excessivamente restritivas em gordura podem comprometer a produção de testosterona e de outros hormônios esteroides, reduzindo a eficiência anabólica do organismo. Recomenda-se que os lipídios componham de 20% a 35% do valor energético total da dieta, privilegiando fontes ricas em ácidos graxos mono e poli-insaturados, como azeite de oliva,

abacate, castanhas e peixes de águas frias. Além de contribuírem para o perfil hormonal, esses lipídios possuem propriedades anti-inflamatórias que auxiliam na recuperação muscular e na proteção contra o estresse oxidativo induzido pelo exercício intenso.

A adequação dos micronutrientes foi outro ponto de destaque nas evidências revisadas. Vitaminas e minerais, como a vitamina D, o zinco, o magnésio e o cálcio, mostraram relação direta com a força e a recuperação muscular (OLIVEIRA, 2022). A vitamina D, em especial, atua na modulação da contração muscular e no metabolismo do cálcio, influenciando diretamente a eficiência neuromuscular. A deficiência desse micronutriente tem sido associada à redução da força e da resistência, bem como à maior predisposição a lesões. Já o zinco participa de processos enzimáticos relacionados à síntese proteica e à produção de testosterona, enquanto o magnésio auxilia na regeneração tecidual e na estabilização das membranas celulares. Assim, a manutenção de níveis adequados desses micronutrientes, seja por meio de alimentação adequada ou de suplementação orientada, é indispensável ao pleno funcionamento do metabolismo muscular.

A suplementação nutricional foi identificada como um recurso eficaz de suporte, desde que utilizada de forma criteriosa e fundamentada em evidências científicas. Dentre os suplementos mais estudados, a creatina monohidratada destacou-se por aumentar os estoques de fosfocreatina intramuscular, o que melhora a capacidade de trabalho, retarda a fadiga e potencializa os ganhos de força e de volume muscular (FARIA, 2018). Além dela, a beta-alanina e o HMB (beta-hidroxi-beta-metilbutirato) foram apontados como substâncias com efeitos positivos complementares, embora os resultados sobre seu impacto direto na hipertrofia ainda apresentem divergências na literatura. A utilização de suplementos deve, portanto, estar subordinada à avaliação individual e ao acompanhamento de profissionais qualificados, garantindo segurança e efetividade.

Outro aspecto abordado por estudos recentes refere-se ao papel da hidratação no processo de crescimento muscular. Parreira e Resende (2015) destacaram que o estado de hidratação influencia a performance, o transporte de nutrientes e a síntese proteica. A desidratação leve, de apenas 2% da massa corporal, já é capaz de comprometer a função muscular e aumentar o estresse oxidativo. Por isso, a ingestão adequada de água antes, durante e após o exercício deve ser integrada ao planejamento nutricional, especialmente em ambientes quentes ou durante treinos de alta intensidade. A água também é fundamental para o transporte de aminoácidos e eletrólitos, o que reforça seu papel como elemento coadjuvante no processo hipertrófico.

Em síntese, os resultados indicaram que o sucesso da hipertrofia muscular depende da interação entre fatores dietéticos, hormonais e metabólicos, sendo a alimentação estruturada e individualizada o eixo central dessa adaptação. A literatura reforça que a nutrição não deve ser vista apenas como suporte ao treinamento, mas também como uma ferramenta anabólica ativa, capaz de

potencializar os efeitos do exercício resistido. A combinação entre planejamento alimentar balanceado, suplementação racional, controle hormonal e hidratação adequada constitui, portanto, o alicerce para o crescimento muscular sustentável e seguro, o que valida a importância da atuação conjunta entre profissionais de Educação Física, nutricionistas e fisiologistas na prescrição e no acompanhamento de programas voltados à hipertrofia.

Em relação aos achados mais recentes, Yasuda et al. (2022) e Vasconcelos Neto (2025) reforçaram a importância da distribuição proteica ao longo das refeições e do papel da leucina na ativação do mTOR, consolidando um novo entendimento sobre a sinergia entre nutrição e treinamento. Santos e Bezerra (2014) acrescentaram que os processos de sinalização celular são fundamentais para compreender o crescimento muscular em nível molecular, abrindo novas perspectivas para estudos de fisiologia aplicada.

A discussão dos resultados permitiu concluir que a hipertrofia muscular não decorreu apenas do exercício físico isolado, mas também da integração entre treinamento resistido, nutrição adequada, descanso e controle hormonal. As pesquisas analisadas corroboraram as teorias clássicas da fisiologia do exercício e ampliaram o conhecimento sobre as adaptações celulares e metabólicas, confirmando que o processo hipertrófico depende da sobrecarga progressiva, do balanço proteico positivo e da recuperação adequada.

Apesar dos avanços, as limitações apontadas pelos autores incluíram a escassez de estudos longitudinais em populações específicas, como mulheres e idosos, e a dificuldade de padronizar variáveis de treino em ensaios clínicos controlados. Tais limitações indicaram a necessidade de novas pesquisas que explorem a individualidade biológica e as respostas adaptativas a longo prazo. De forma geral, os resultados encontrados e discutidos reforçaram a ideia de que a hipertrofia muscular é um fenômeno multifatorial, sustentado por evidências fisiológicas, nutricionais e comportamentais, e que sua compreensão integrada é fundamental para a elaboração de programas de treinamento seguros e eficientes.

## Conclusão

A análise integrada dos múltiplos aspectos envolvidos na hipertrofia muscular evidencia o caráter multifatorial e dinâmico desse processo adaptativo. A síntese de conhecimentos provenientes da fisiologia, genética, nutrição, treinamento e recuperação revela que o aumento da massa muscular não decorre de um único fator isolado, mas sim da interação complexa entre estímulos mecânicos, disponibilidade de nutrientes, perfil hormonal e variáveis individuais como idade, sexo e herança genética (FARIA, 2018). A literatura destaca que estratégias baseadas em sobrecarga progressiva,

aporte proteico adequado, sono de qualidade e planejamento da recuperação são indispensáveis para otimizar o processo hipertrófico, reduzindo riscos e maximizando os benefícios funcionais e metabólicos.

A individualização das intervenções destaca-se como princípio norteador, considerando a elevada variabilidade interindividual na resposta à mesma prescrição de treinamento e de nutrição (FARIA, 2018). Fatores como composição do tipo de fibra, polimorfismos genéticos, estado nutricional, nível de experiência em treinamento e presença de condições clínicas específicas modulam tanto o potencial quanto a velocidade do ganho de massa muscular. Dessa forma, a prescrição personalizada, embasada em avaliações regulares e no monitoramento sistemático dos resultados, emerge como estratégia superior em relação às abordagens padronizadas, promovendo a sustentabilidade dos ganhos hipertróficos e a minimização de efeitos adversos.

A importância da atuação interdisciplinar é reiterada diante da complexidade do fenômeno hipertrófico (FARIA, 2018). A integração entre profissionais de Educação Física, nutricionistas, fisioterapeutas e médicos potencializa a obtenção de resultados por meio do alinhamento de estímulos físicos, do suporte nutricional e de estratégias de recuperação. Além disso, a atuação ética e pautada em evidências científicas é fundamental para coibir práticas inadequadas, como o uso indiscriminado de substâncias ergogênicas e dietas restritivas, e para garantir a segurança dos praticantes, sobretudo em contextos de maior vulnerabilidade, como idosos, adolescentes e indivíduos com comorbidades.

O reconhecimento dos benefícios da hipertrofia muscular extrapola os âmbitos estéticos e esportivos, alcançando a promoção da saúde pública, a prevenção de doenças crônicas e a melhora da funcionalidade em diferentes populações (FARIA, 2018). O aumento da massa muscular está associado à redução do risco de sarcopenia, de quedas, de resistência à insulina e de morbidades cardiovasculares, além de contribuir para a autonomia e a qualidade de vida em todas as faixas etárias. Assim, a disseminação de práticas baseadas em evidências e adaptadas às realidades socioculturais constitui um desafio e uma responsabilidade para os profissionais e instituições voltados à promoção da saúde muscular.

## Referências

ALMEIDA, P. M. de; CARVALHO, D. S.; PEREIRA, C. A. **Aprendendo síntese proteica de forma interativa e lúdica: o desafio da síntese proteica.** *Revista de Ensino de Bioquímica*, Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular - SBBq, v. 20, n. 2, p. 1–13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.16923/reb.v20i2.918>. Acesso em: 11 out. 2025.

ANDRADE, S. M.; REIS, D. S.; FERRO, A. R. **Benefícios do treinamento de força associado ao método de oclusão vascular parcial na hipertrofia e no ganho de força muscular.** *RENEF*, Montes Claros: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIIMONTES), v. 12, n. 18, p. 69–83,

2021. Disponível em: <https://doi.org/10.46551/rn2021121800051>. Acesso em: 11 out. 2025.

ANDRADE, S. M.; REIS, D. S.; FERRO, A. R. F. **Benefícios do treinamento de força associado ao método de oclusão vascular parcial na hipertrofia e no ganho de força muscular.** *RENEF*, Montes Claros: Universidade Estadual de Montes Claros (UNIIMONTES), v. 12, n. 18, p. 69–83, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.46551/rn2021121800051>. Acesso em: 11 out. 2025.

ANDREWS, R. D.; MACLEAN, D. A.; RIECHMAN, S. E. **Protein intake for skeletal muscle hypertrophy with resistance training in seniors.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, Human Kinetics, v. 16, n. 4, p. 362–372, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.16.4.362>. Acesso em: 11 out. 2025.

BEZERRA, M. A.; SANTOS, N. A. dos. **Vias de sinalização celular podem ajudar a compreender melhor o Ebola.** *Nanocell News*, Instituto Nanocell, v. 1, n. 16, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.15729/nanocellnews.2014.08.25.001>. Acesso em: 11 out. 2025.

FARIA, D. P. B. de. **Suplementação de creatina no ganho de força e na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força: uma breve revisão narrativa.** *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 2018, Sup., n. 13, p. S1476-S1483. Disponível em: [https://doi.org/10.25248/reas274\\_2018](https://doi.org/10.25248/reas274_2018). Acesso em: 11 out. 2025.

FARIA, D. P. B. de. **Suplementação de creatina no ganho de força e hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força: uma breve revisão narrativa.** *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 2018, v. Sup., n. 13, p. S1476-S1483. Disponível em: [https://doi.org/10.25248/reas274\\_2018](https://doi.org/10.25248/reas274_2018). Acesso em: 11 out. 2025.

FINCK, S. C. M. **Educação física escolar: uma leitura na concepção emergente do desenvolvimento humano.** *Olhar de Professor*, Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), v. 1, n. 1, p. 1–10, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/olharprofr.v.1.1338>. Acesso em: 11 out. 2025.

HAIJ-BOUTROS, G.; JACOB, K.; SONJAK, V.; BROERING, F.; MORAIS, J. A. **Resistance training, but not leucine, can reverse frailty by increasing basal muscle protein synthesis in older women consuming an optimized protein intake.** *Clinical Nutrition ESPEN*, Elsevier BV, v. 54, p. 714–715, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.09.745>. Acesso em: 11 out. 2025.

HAYES, A.; CRIBB, P. J. **Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training.** *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), v. 11, n. 1, p. 40-44, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/mco.0b013e3282f2a57d>. Acesso em: 11 out. 2025.

HULMI, J. J.; LOCKWOOD, C. M.; STOUT, J. R. **Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: a case for whey protein.** *Nutrition & Metabolism*, Springer Science and Business Media LLC, v. 7, n. 1, p. 51, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-51>. Acesso em: 11 out. 2025.

LIMA, L. E. D. M.; MIGUEL, H.; MORIGGI JÚNIOR, R.; SILVA, R. P. D.; NOGUEIRA, H. S.; BRITO-NETO, J. G. D.; GUEDES JR., D. P. **Número de séries no treinamento de força muscular: uma breve revisão narrativa de meta-análises sobre adaptações de força e hipertrofia muscular.**

*Multidisciplinary Reviews*, Malque Publishing, v. 4, n. 1, p. e2021008, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/multi.2021008>. Acesso em: 11 out. 2025.

LIMA, W. P. **Mecanismos moleculares associados à hipertrofia e à hipotrofia musculares: relação com a prática do exercício físico.** *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, Convergences Editorial, v. 16, n. 2, p. 123-141, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/rbfe.v16i2.972>. Acesso em: 11 out. 2025.

MOREIRA, P. S. A.; SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. D. B.; COSTA, C.; CHARDULO, L. A. L.; FURLAN, L. R.; DAL PAI, V. **Efeito da somatotropina na hipertrofia das fibras musculares esqueléticas e na precocidade reprodutiva de novilhas Nelore.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, FapUNIFESP (SciELO), v. 35, n. 9, p. 1853-1860, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2000000900018>. Acesso em: 11 out. 2025.

NOGUEIRA, H. S. **Conceitos gerais e fatores determinantes para respostas hipertróficas na musculatura esquelética induzidas pelo treinamento de força muscular – uma revisão narrativa.** *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, Convergences Editorial, v. 17, n. 1, p. 60-63, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/rbfe.v17i1.2369>. Acesso em: 11 out. 2025.

OGIKU, M.; IKEMATSU, Y.; OGASAWARA, T.; OKAMOTO, Y. **SUN-LB020: The relationship between dietary amino acid intake and training-induced muscle hypertrophy among older individuals.** *Clinical Nutrition*, Elsevier BV, v. 34, p. S242, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0261-5614\(15\)30741-x](https://doi.org/10.1016/s0261-5614(15)30741-x). Acesso em: 11 out. 2025.

OLIVEIRA, M. de. **Hipertrofia muscular: um estudo sobre os dois tipos hipertrofia muscular miofibrilar e hipertrofia muscular sarcoplasmática.** *Educação Física, Esporte, Cultura & Sociedade*, Editora ZH4, 2022, p. 245–261. Disponível em: <https://doi.org/10.51360/zh4.20221-01-p.245-261>. Acesso em: 11 out. 2025.

PARREIRA, R. C.; RESENDE, R. R. **O que é hipertensão? (5º capítulo)Qual a diferença entre hipertrofia cardíaca e hipertensão?** *Nanocell News*, Instituto Nanocell, v. 2, n. 12, p. n/a-n/a, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15729/nanocellnews.2015.05.19.002>. Acesso em: 11 out. 2025.

SAMPAIO, A. D. S.; NUNES, M. A. da C. **A educação física escolar e sua importância no desenvolvimento humano.** *Diálogos interdisciplinares 13*, Diálogo Comunicação e Marketing, 2024, p. 40–54. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/5450500.1-3>. Acesso em: 11 out. 2025.

SANTOS, N. A.; BEZERRA, M. A.; RESENDE, R. R. **Cirurgia do estômago emagrece também por meio da sinalização celular.** *Nanocell News*, Instituto Nanocell, 2014, v. 1, n. 11, p. 1–1. Disponível em: <https://doi.org/10.15729/nanocellnews.2014.05.12.002>. Acesso em: 11 out. 2025.

SILVA, M. B.; CAVAZOTTI, M. A. **Contribuições da educação física escolar para o desenvolvimento psíquico do ser humano: primeiros apontamentos.** *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 2017, v. 12, n. 2, p. 689-709. Disponível em: <https://doi.org/10.21723/riaee.v12.n2.8298>. Acesso em: 11 out. 2025.

SILVA, T. F. da; FÉLIX, M. E. C. **O impacto do consumo de álcool na hipertrofia muscular e no treinamento de força.** *Educação física em movimento: saúde e bem-estar através do exercício*, Atena Editora, 2024, p. 13-26. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.6002429012>. Acesso em: 11 out. 2025.



SOARES, C. P.; CASSEB, G. B.; BARBOSA NETO, I. A.; PONTES, N. S.; JUCÁ, F. L.; ALBUQUERQUE, L. L.; FURTADO, C. de M. **Importância das proteínas contráteis esqueléticas durante a hipertrofia muscular.** *Ciência da Saúde na Amazônia Ocidental*, Stricto Sensu Editora, 2019, p. 201–214. Disponível em: <https://doi.org/10.35170/ss.ed.9786580261055.14>. Acesso em: 11 out. 2025.

SOUZA JÚNIOR, T. P. de; DUBAS, J. P.; PEREIRA, B.; OLIVEIRA, P. R. de. **Suplementação de creatina e treinamento de força: alterações na resultante de força máxima dinâmica e em variáveis antropométricas em universitários submetidos a oito semanas de treinamento de força (hipertrofia).** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, FapUNIFESP (SciELO), v. 13, n. 5, p. 303-309, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1517-86922007000500005>. Acesso em: 11 out. 2025.

TRISTÃO, P. A. da S.; JUSTO, J. L.; TOIGO, A. M. **O ensino sobre o processo de envelhecimento humano nos cursos de graduação em Educação Física.** *Saúde e Desenvolvimento Humano*, Centro Universitário La Salle - UNILASALLE, v. 5, n. 2, p. 39, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18316/sdh.v5i2.3181>. Acesso em: 11 out. 2025.

VASCONCELOS NETO, J. M. **O papel do aminoácido essencial leucina na síntese proteica muscular.** *Qualidade de vida e saúde – perspectivas contemporâneas: Volume 5*, Dialética, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.48021/978-65-270-6781-8-c13>. Acesso em: 11 out. 2025.

WILSON, S. A. **Comentário sobre: Ganhos de força muscular durante o treinamento de resistência são atenuados com soja em comparação com laticínios ou ingestão usual de proteínas em adultos mais velhos: um ensaio controlado randomizado.** *Clinical Nutrition*, Elsevier BV, v. 35, n. 6, p. 1575-1576, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.07.005>. Acesso em: 11 out. 2025.

YASUDA, J.; MURATA, K.; HASEGAWA, T.; YAMAMURA, M.; MAEO, S.; TAKEGAKI, J.; TOTTORI, N.; YOKOKAWA, T.; MORI, R.; ARIMITSU, T.; NISHIKORI, S.; FUJITA, S. **Relationship between protein intake and resistance training-induced muscle hypertrophy in middle-aged women: A pilot study.** *Nutrition*, Elsevier BV, v. 97, p. 111607, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2022.111607>. Acesso em: 11 out. 2025.

YASUDA, J.; TOMITA, T.; ARIMITSU, T.; FUJITA, S. **Evenly distributed protein intake over 3 meals augments resistance exercise-induced muscle hypertrophy in healthy young men.** *The Journal of Nutrition*, Elsevier BV, v. 150, n. 7, p. 1845-1851, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa101>. Acesso em: 11 out. 2025.