



CURSO DE BACHARELADO BIOMEDICINA

LAÍS EDUARDA DA SILVA FONTOLAN

**FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO: MUSCULAÇÃO APLICADA A
HIPERTROFIA MUSCULAR EM MULHERES**

Apucarana
2025

LAÍS EDUARDA DA SILVA FONTOLAN

**FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO: MUSCULAÇÃO APLICADA A
HIPERTROFIA MUSCULAR EM MULHERES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Biomedicina da Faculdade de Apucarana –
FAP, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Cássio Lucio Del Grossi

Apucarana
2025

LAÍS EDUARDA DA SILVA FONTOLAN

**FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO: MUSCULAÇÃO APLICADA A
HIPERTROFIA MUSCULAR EM MULHERES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Biomedicina da Faculdade de Apucarana –
FAP, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina, com
nota final igual a _____, conferida pela
Banca Examinadora formada pelos
professores:

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof Casio Lúcio del Grossi
Faculdade de Apucarana

Prof Vinicius Lopes da Silva
Faculdade de Apucarana

Prof Luciano Cezar
Faculdade de Apucarana

Apucarana, ____ de _____ de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha mãe, Marilene, a qual sempre me ajudou em todos os quesitos e esteve sempre presente, sem ela não teria chego até aqui.

A minha família que sempre me apoiou e colaborou comigo em vários momentos.

Aos amigos que fiz durante esse período, Elyda, Eliziane, Evellyn, Taynara e Tamiris, dividimos muito mais que conhecimento, dividimos companheirismo, que ajudou esse período a se tornar mais leve e me motivarem sempre, além de outros amigos de foram da instituição que sempre estiveram comigo.

Professor Cássio Lúcio del Grossi por me orientar e dividir seu conhecimento comigo, assim como todos os professores do curso de Biomedicina da Faculdade de Apucarana.

Agradeço também a mim, pela dedicação e persistência ao longo dessa jornada acadêmica e ter chego até aqui.

Em especial agradeço ao meu avô, que sei de onde ele está, ficaria orgulhoso de presenciar esse momento da minha vida, obrigada Sebastião.

“Eu quero ser definida pelas coisas que eu amo, não as que eu odeio, não as coisas que eu tenho medo, não as coisas que me assombram no meio da noite, eu só acho que você é o que você ama”

(Taylor Swift)

FONTOLAN, Laís Eduarda da Silva. **Fisiologia do Exercício:** musculação aplicada a hipertrofia muscular em mulheres. 39P. Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo). Graduação em Biomedicina. Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR.2025

RESUMO

O estudo buscou analisar os mecanismos fisiológicos, biológicos e comportamentais que influenciam a hipertrofia muscular em mulheres praticantes de musculação, por meio de uma revisão integrativa de literatura. Foram selecionados artigos nacionais e internacionais publicados entre 2019 e 2025 no Google Acadêmico, Pubmed e Scielo, que investigaram variáveis de treinamento, suplementação, fatores hormonais e genéticos relacionados ao ganho de massa muscular no público feminino, visando como os fatores fisiológicos, biológicos, genéticos e ambientais influenciam o processo de hipertrofia muscular em mulheres praticantes de musculação. Os resultados evidenciaram que o treinamento resistido promove ganhos consistentes de massa muscular, especialmente quando há manipulação adequada de variáveis como intensidade, volume, intervalo de descanso, amplitude de movimento e tipo de contração. A literatura também destacou a relevância de fatores nutricionais, com ênfase no uso de creatina e whey protein, além da influência hormonal, como o impacto positivo da reposição de estradiol em mulheres pós-menopausa e a ausência de prejuízos significativos associados ao uso de contraceptivos orais. Observou-se, ainda, que mesmo mulheres idosas podem se beneficiar do treinamento resistido, com ganhos de força e hipertrofia que contribuem para a prevenção da sarcopenia e para a manutenção da qualidade de vida. Conclui-se que a hipertrofia muscular é uma prática segura, eficaz e indispensável, tanto para objetivos estéticos quanto funcionais e também de saúde, ressaltando a importância de programas individualizados que integrem fisiologia, nutrição e fatores endócrinos.

Palavras-chave: Massa muscular. Sexo feminino. Fatores nutricionais. Treinamento resistido. Mecanismos fisiológicos.

FONTOLAN, Laís Eduarda da Silva. **Exercise Physiology:** weight training applied to muscle hypertrophy in women. 39P Final Course Work (Article). Degree in Biomedicine. Faculdade de Apucarana – FAP. Apucarana – PR.2025

ABSTRACT

This study aimed to analyze the physiological, biological, and behavioral mechanisms that influence muscle hypertrophy in women practicing resistance training, through an integrative literature review. National and international articles published between 2019 and 2022, on Scholar Google, Pubmed and Scielo, were selected, investigating training variables, supplementation, hormonal, and genetic factors related to female muscle growth, aiming to understand how physiological, biological, genetic, and environmental factors influence the process of muscle hypertrophy in women engaged in resistance training. The results showed that resistance training consistently promotes muscle hypertrophy, especially when training variables such as intensity, volume, rest intervals, range of motion, and contraction type are properly adjusted. The literature also emphasized the importance of nutritional factors, highlighting the role of creatine and whey protein, as well hormonal influences, including the positive effects of estradiol replacement in postmenopausal women and the lack of significant impairments associated with oral contraceptive use. Furthermore, evidence suggests that even elderly women benefit from resistance training, with improvements in strength and muscle mass that contribute to sarcopenia prevention and quality of life. It can be concluded that muscle hypertrophy constitutes a safe, effective, and essential practice, not only for aesthetic and functional purposes but also for health, underscoring the relevance of individualized programs that integrate physiology, nutrition, and endocrine factors.

Keywords: Muscle mass. Female sex. Nutritional factors. Resistance training. Physiological mechanisms.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tipos de fibras.....	14
Quadro 2- Resultado do Treinamento Resistido em Mulheres.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM – *American College of Sports Medicine*

ATP – Adenosina Trifosfato

CNS – Conselho Nacional de Saúde

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

FAP – Faculdade de Apucarana

ISSN – *International Standard Serial Number*

MS – Mato Grosso do Sul

PR – Paraná

RBNE – Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

RBPFX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

RENEF – Revista Nacional de Educação Física

ROM – *Range of Motion* (Amplitude de Movimento)

TR – Treinamento Resistido

SUMÁRIO

1.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
1.1 FISILOGIA HUMANA.....	11
1.1.1 Homeostase.....	11
1.1.2 Transporte de Membrana.....	12
1.1.2 Potencial de Ação.....	13
1.2 ANATOMIA E HISTOLOGIA MUSCULAR.....	13
1.3 CONTRAÇÃO MUSCULAR.....	16
1.4 HIPERTROFIA.....	18
1.4.1 Mecanismos Fisiológicos e Biológicos.....	19
1.4.2 Variáveis de Treinamento.....	21
1.4.3 Fatores Genéticos e Ambientais.....	22
1.5 ALIMENTAÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO.....	23
1.5.1 Dieta.....	24
1.5.2 Creatina.....	26
1.5.3 Whey Protein.....	27
REFERÊNCIAS.....	30

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Fisiologia Humana

O estudo da fisiologia humana é indispensável para compreender como o organismo reage e se adapta ao esforço físico. De acordo com Silva, Assis e Castro (2023), essa adaptação resulta da atuação integrada dos sistemas musculoesquelético, cardiovascular, respiratório, endócrino e nervoso, os quais se organizam para manter o equilíbrio corporal diante da sobrecarga imposta pela musculação. Martins *et al.* (2024) reforçam essa visão ao destacar que tais adaptações não são isoladas, mas interdependentes, e que o sistema neuroendócrino e o metabolismo energético exercem papel-chave na resposta ao treinamento.

Essa complexidade sistêmica também é observada por Pinto et al. (2024), que indicam que a execução técnica dos exercícios interfere diretamente nos padrões de recrutamento muscular, o que repercute nos processos de adaptação fisiológica. Rocha, Silva e Baldin (2024), por sua vez, demonstram que o tipo de exercício selecionado ativa grupos musculares distintos, exigindo ajustes neuromotores finos, coordenados pela integração entre sensores periféricos e o controle central. Com isso, fica evidente a importância de um olhar técnico e interdisciplinar para a prescrição do treinamento resistido.

No campo das interações fisiológicas, Mariuzza, Vogel e Bertani (2021) enfatizam a influência do estado nutricional sobre o desempenho e a recuperação muscular, conectando os sistemas fisiológicos ao suporte bioquímico necessário para sustentar adaptações. A nutrição, portanto, não deve ser vista como fator secundário, mas como um pilar essencial ao lado do estímulo mecânico. De forma complementar, de Paula et al. (2024) destacam que a percepção de progresso na musculação está intrinsecamente relacionada à eficácia das adaptações fisiológicas, o que exige compreensão e respeito às particularidades individuais.

1.1.1 Homeostase

A manutenção da homeostase é um dos pilares da fisiologia do exercício. Silva, Ouriques e Falabretti (2019) explicam que o corpo, ao ser exposto ao estresse

do treinamento resistido, mobiliza diversos mecanismos para preservar o equilíbrio interno, regulando variáveis como temperatura, pH e pressão arterial. Esse conceito é essencial para entender as adaptações ao exercício, pois cada sessão representa um desafio à estabilidade corporal.

Lessa *et al.* (2020) ampliam essa compreensão ao demonstrar que a ingestão adequada de proteínas auxilia na regeneração muscular e na restauração da homeostase após treinos intensos. Isso sugere uma relação direta entre o estímulo físico e o aporte nutricional necessário para manter a integridade fisiológica. Paula *et al.* (2024) também contribuem ao apontar que, mesmo diante de variações provocadas por esteroides ou sobrecarga, o organismo tende a acionar mecanismos autorreguladores, ainda que possam ser superados em casos de estímulo excessivo.

Macêdo *et al.* (2021) reforçam esse ponto ao relacionar a prática regular de exercícios com o aprimoramento dos sistemas de regulação interna, evidenciando que o corpo se torna mais eficiente ao lidar com estressores ao longo do tempo. Nesse cenário, o papel do sistema endócrino, conforme salientado por Moreira *et al.* (2024), torna-se crucial, pois a liberação hormonal é fundamental tanto para o ajuste imediato ao esforço quanto para a recuperação e crescimento muscular em longo prazo.

1.1.2 Transporte de Membrana

O transporte de membrana desempenha papel fundamental no funcionamento celular, principalmente durante o exercício. Caetano, Ikeda e Silva (2019) apontam que o equilíbrio eletrolítico mediado pelo transporte iônico é vital para a atividade muscular e neurológica, especialmente em momentos de alta demanda, como nos treinos resistidos. A esse respeito, Silva *et al.* (2019) observam que a metodologia de treino influencia diretamente os mecanismos celulares de captação e liberação de nutrientes, afetando a eficiência energética e a recuperação.

Stein e Ribeiro (2019) acrescentam que a bomba de sódio e potássio, responsável pelo transporte ativo de íons, é crucial para a excitabilidade muscular. Alterações nesse processo podem comprometer a contração e aumentar a suscetibilidade à fadiga. Em convergência, Altoé *et al.* (2023) discutem como a suplementação com creatina e whey protein pode otimizar esse processo, ao fornecer energia e substratos que facilitam o transporte de cálcio, elemento essencial para a contração muscular.

Jambassi *et al.* (2023) também contribuem ao sugerir que o intervalo de descanso entre as séries pode influenciar a eficiência do transporte de íons e metabólitos, afetando tanto o desempenho quanto a percepção do esforço. Dessa forma, os processos de transporte de membrana estão diretamente ligados à intensidade do estímulo, à nutrição e à estrutura do treino, exigindo uma abordagem integrada para maximizar os resultados e evitar disfunções celulares.

1.1.3 Potencial de Ação

O potencial de ação é o mecanismo bioelétrico que viabiliza a comunicação entre sistema nervoso e tecido muscular. Guyton e Hall (2012) e Teixeira (2021) descrevem esse processo como um evento elétrico que envolve a troca de íons entre os meios intra e extracelular, possibilitada pela ação da bomba de sódio e potássio. Quando ocorre a despolarização, desencadeada por um estímulo adequado, o impulso é conduzido ao longo da fibra nervosa, ativando a contração muscular.

Silva, Ouriques e Falabretti (2019) apontam que o treinamento em circuito periodizado melhora a eficiência dessa ativação neural, otimizando o desempenho em exercícios de força. Essa adaptação é potencializada, segundo Medeiros, Daronco e Balsan (2019), quando há equilíbrio eletrolítico e suporte nutricional adequado, o que reforça a importância da suplementação para a bioeletricidade celular.

Caetano, Ikeda e Silva (2019) destacam que desequilíbrios nutricionais podem comprometer a repolarização da membrana, afetando a continuidade dos impulsos. Da mesma forma, Silva *et al.* (2019) observam que diferentes métodos de musculação demandam padrões distintos de ativação neuromuscular, gerando estímulos variados ao sistema nervoso. Martins *et al.* (2024) complementam ao relacionar o bom funcionamento dos potenciais de ação à redução da fadiga neuromuscular e à manutenção da performance, aspectos fundamentais para a eficácia do treino e a adesão prolongada.

1. 2 Anatomia e Histologia Muscular

A anatomia e a histologia muscular fornecem a base estrutural para compreender como o tecido muscular responde aos estímulos promovidos pela

musculação. Os músculos esqueléticos, compostos por fibras multinucleadas organizadas em feixes e envoltos por tecido conjuntivo, apresentam características que determinam seu comportamento funcional. Segundo Pinto et al. (2024), a escolha correta das técnicas de execução influencia diretamente a ativação dessas fibras, o que se traduz em adaptações específicas conforme o tipo de estímulo aplicado. Rocha, Silva e Baldin (2024) reforçam essa visão ao demonstrar que exercícios como o agachamento livre e a elevação pélvica ativam de forma diferenciada os grupos musculares, o que sugere que a manipulação da amplitude e do vetor de força é determinante para otimizar o recrutamento de fibras e, consequentemente, os ganhos em hipertrofia e força funcional.

Essa diversidade de resposta muscular está relacionada aos diferentes tipos de fibras presentes nos músculos esqueléticos. Guyton e Hall (2011) classificam as fibras em tipo I (oxidativas lentas), tipo IIa (oxidativas-glicolíticas rápidas) e tipo IIb (glicolíticas rápidas), cada uma com características metabólicas e estruturais distintas. A ativação seletiva dessas fibras depende tanto do tipo de exercício quanto da intensidade e duração do estímulo. Martins et al. (2024) complementam essa análise ao afirmar que a permanência em programas de musculação promove adaptações que favorecem a predominância de fibras do tipo II em pessoas que realizam treinos voltados à hipertrofia, revelando como o sistema muscular é capaz de se remodelar funcionalmente diante da demanda crônica por força e resistência.

O Quadro 1 reforça que fibras do tipo I possuem maior resistência e metabolismo oxidativo, enquanto as fibras do tipo II, especialmente as IIa e IIb, são mais recrutadas em esforços intensos e de curta duração, sendo fundamentais nos processos de hipertrofia induzidos pelo treinamento resistido. Assim, compreender essas diferenças é essencial para selecionar métodos de treino capazes de otimizar o recrutamento muscular e potencializar adaptações específicas.

Quadro 1- Tipos de Fibras

TIPO	VIA METABÓLICA	VELOCIDADE DE CONTRAÇÃO	COR
1A	Aeróbicas oxidativas – utilizam oxigênio para produzir ATP a partir da fosforilação oxidativa	Fibras lentas	Vermelha – grande quantidade de mioglobina, mitocôndrias e capilares sanguíneos
2A	Oxidativas glicolíticas – é capaz de usar ambas as vias para produzir ATP	Fibras rápidas	Vermelha – grande quantidade de mioglobina, mitocôndrias e capilares sanguíneos
2X OU 2B	Glicolíticas – utilizam glicose anaeróbica para produzir ATP	Fibras rápidas que geram maior tensão	Branca – pouca quantidade de mioglobina, mitocôndrias e capilares sanguíneos

Fonte: Guyton e Hall (2011)

Do ponto de vista histológico, os músculos esqueléticos possuem estruturas fundamentais como os sarcômeros, que são unidades contráteis básicas, túbulos T e retículo sarcoplasmático, responsáveis, respectivamente, pela condução do estímulo elétrico e pelo armazenamento e liberação de cálcio, elemento indispensável para a contração muscular. Paula *et al.* (2024) alertam que alterações nessas estruturas, como aquelas provocadas pelo uso de esteroides anabolizantes, podem gerar adaptações não fisiológicas e até patológicas, representando um risco à saúde do praticante. Por outro lado, Mariuzza, Vogel e Bertani (2021) ressaltam a importância da nutrição adequada para preservar e favorecer a regeneração dessas estruturas

após estímulos intensos. A ativação de células satélites, células-tronco responsáveis pela reparação e crescimento muscular, está diretamente relacionada ao suporte nutricional disponível, especialmente em programas com elevado volume de treinamento.

Além dos aspectos celulares e teciduais, é necessário considerar a anatomia funcional, ou seja, a disposição dos músculos em relação às articulações e seu impacto sobre o torque e a amplitude de movimento. Macêdo *et al.* (2021) demonstram que diferentes variações técnicas, como o agachamento Jefferson em comparação ao agachamento unilateral, produzem alterações no padrão de ativação muscular, o que influencia diretamente o desempenho e a eficácia do exercício. Essas observações reforçam a necessidade de uma prescrição de treino individualizada, baseada tanto nos objetivos do praticante quanto nas características anatômicas e biomecânicas que favorecem ou limitam determinados padrões de movimento.

Portanto, a compreensão aprofundada da anatomia e da histologia muscular é indispensável para uma prática segura e eficaz da musculação. Ela permite não apenas entender os efeitos do treinamento sobre o tecido muscular, mas também orientar a escolha dos exercícios mais adequados para cada indivíduo, considerando os objetivos específicos e os fatores estruturais que modulam a resposta adaptativa. O diálogo entre os aspectos morfológicos, nutricionais e funcionais constitui a base para intervenções assertivas no contexto da hipertrofia muscular feminina.

1.3 Contração Muscular

A contração muscular é o fenômeno fisiológico central para a produção de movimento e força durante o exercício resistido, sendo resultado da interação entre estímulos elétricos provenientes do sistema nervoso e mecanismos bioquímicos que ocorrem dentro das fibras musculares. Esse processo inicia-se com a liberação de acetilcolina na junção neuromuscular, o que desencadeia um potencial de ação na membrana da fibra muscular. A propagação desse sinal elétrico estimula a liberação de íons cálcio pelo retículo sarcoplasmático, permitindo o início da interação entre os filamentos de actina e miosina, evento que caracteriza a contração propriamente dita. Segundo Moreira, Montalvão e Ferreira (2025), a disponibilidade de energia, especialmente via creatina, é essencial para a eficácia desse processo, pois a

ressíntese de ATP sustenta a continuidade da atividade contrátil em sessões de musculação de alta intensidade.

O mecanismo da contração baseia-se na chamada teoria do deslizamento dos filamentos, em que os filamentos de miosina puxam os de actina, encurtando o sarcômero e, por consequência, o músculo. Esse encurtamento exige energia derivada do ATP, cuja síntese está diretamente relacionada ao estado nutricional do praticante. Medeiros, Daronco e Balsan (2019) demonstram que a suplementação com compostos energéticos, como creatina, favorece a manutenção dos níveis de ATP, contribuindo para contrações mais duradouras e com menor risco de fadiga precoce. Altoé *et al.* (2023), por sua vez, destacam que a combinação entre contrações concêntricas e excêntricas, aliada ao uso de suplementos como creatina e whey protein, promove adaptações estruturais significativas nas fibras musculares, principalmente em mulheres fisicamente ativas, o que sugere um efeito sinérgico entre o tipo de estímulo mecânico e o suporte nutricional.

A tipologia das contrações, que são: concêntrica, excêntrica e isométrica, também influencia diretamente as adaptações fisiológicas e os resultados obtidos. As contrações concêntricas são caracterizadas pelo encurtamento muscular durante o esforço, enquanto as excêntricas envolvem o alongamento do músculo sob tensão, sendo estas últimas particularmente eficazes na indução de microlesões e, consequentemente, na promoção da hipertrofia muscular. Altoé *et al.* (2023) observam que a execução controlada das fases excêntricas potencializa os ganhos de força e volume muscular. Já as contrações isométricas, embora não promovam encurtamento, geram estímulo neuromuscular intenso, sendo úteis para fases específicas do treinamento.

Outro fator de influência é a autorregulação do esforço. Silva, Assis e Castro (2023) destacam que o auto selecionamento de carga em exercícios como o supino reto respeita os limites fisiológicos individuais e promove contrações mais eficientes, pois otimiza o recrutamento das unidades motoras sem exceder a capacidade neuromuscular. Esse ponto é reforçado por Jambassi *et al.* (2023), que analisaram diferentes intervalos de descanso entre séries e concluíram que esses tempos afetam a percepção de esforço e a capacidade de gerar força. Tal evidência aponta que a contração muscular não é um fenômeno isolado, mas sim parte de um ciclo dinâmico de estímulo, resposta e recuperação, o qual deve ser ajustado com precisão para evitar sobrecarga e garantir a continuidade dos ganhos.

Além da eficiência mecânica, a contração muscular é influenciada por fatores nutricionais e metabólicos. A ingestão adequada de proteínas e aminoácidos essenciais, como a leucina, favorece a ativação das vias de sinalização associadas à síntese proteica, o que contribui para a recuperação das fibras após a contração. Paula *et al.* (2024) acrescentam que a percepção de progresso no treinamento está associada à regularidade da contração eficiente ao longo do tempo, sendo condicionada tanto pelo estímulo aplicado quanto pelo suporte nutricional e fisiológico disponível.

Dessa forma, a contração muscular representa muito mais do que um movimento visível: trata-se de um processo sofisticado que exige integração entre estímulos nervosos, mecanismos moleculares, disponibilidade energética e recuperação tecidual. O aprofundamento na compreensão desses fatores é essencial para orientar programas de treinamento que busquem a hipertrofia muscular de maneira eficaz, segura e personalizada, especialmente quando aplicados ao público feminino, cujas respostas fisiológicas podem variar em função de aspectos hormonais, genéticos e ambientais.

1.4 Hipertrofia

A hipertrofia muscular é caracterizada pelo aumento da secção transversal das fibras musculares esqueléticas, resultando principalmente de estímulos mecânicos repetidos e progressivos, como os promovidos pelo treinamento resistido. Esse processo envolve uma complexa rede de mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares que, quando bem integrados, favorecem o crescimento muscular, a melhoria da performance e a prevenção de lesões. Lessa *et al.* (2020) ressaltam que o consumo adequado de proteínas e suplementos específicos potencializa a síntese proteica, um dos principais eventos celulares associados ao crescimento muscular. A hipertrofia, portanto, não se resume à força física; ela representa um equilíbrio entre estímulo mecânico, suporte nutricional e recuperação eficiente.

Existem dois mecanismos principais de hipertrofia: a miofibrilar, que está associada ao aumento da densidade e do número de miofibrilas contráteis (actina e miosina), e a sarcoplasmática, relacionada ao aumento do volume do sarcoplasma, glicogênio e outros componentes não contráteis. De acordo com Silva, Ouriques e Falabretti (2019), ambos os mecanismos podem ser estimulados por diferentes

estratégias de treino, como o treinamento em circuito, especialmente quando associados a uma alimentação balanceada. A escolha dos métodos de treinamento deve, portanto, considerar os objetivos do praticante, promovendo adaptações musculares específicas por meio do controle da intensidade, volume, frequência e tipo de contração.

A suplementação alimentar emerge como uma ferramenta estratégica dentro do contexto da hipertrofia, pois garante a presença de substratos necessários à síntese proteica e à recuperação celular. Altoé *et al.* (2023) observaram que o uso de creatina e whey protein por mulheres fisicamente ativas promove não apenas o aumento da massa muscular, mas também a melhora da performance e da capacidade de recuperação. Esse efeito combinado é particularmente relevante para o público feminino, cujas respostas fisiológicas ao treino podem ser moduladas por fatores hormonais e ambientais. Além disso, Mariuzza, Vogel e Bertani (2021) apontam que o estado nutricional prévio interfere diretamente na eficácia da adaptação muscular, tornando a alimentação um fator indispensável tanto na preparação quanto na manutenção da progressão do treino.

A percepção de progresso como aumento de volume muscular ou melhora do desempenho, também influencia a motivação e a adesão ao programa de treinamento. Paula *et al.* (2024) demonstram que indivíduos que percebem resultados tendem a manter maior disciplina, tanto na prática dos exercícios quanto nos hábitos alimentares, o que retroalimenta o ciclo de adaptação. No entanto, é importante destacar que a busca por resultados rápidos pode levar à adoção de práticas nocivas, como o uso de esteroides anabolizantes. Ainda que Paula *et al.* (2024) reconheçam que tais substâncias promovem mudanças na massa muscular, os riscos à saúde e os efeitos colaterais associados desaconselham seu uso, sobretudo em mulheres, cujas alterações hormonais podem ser mais sensíveis e complexas.

Assim, compreende-se que a hipertrofia é um fenômeno multifatorial que vai muito além do estímulo mecânico. Ela exige uma base fisiológica sólida, estratégias nutricionais coerentes, conhecimento técnico sobre periodização do treinamento e, acima de tudo, respeito às individualidades biológicas. A musculação, quando aplicada de forma criteriosa e personalizada, torna-se uma poderosa ferramenta para o desenvolvimento funcional, a saúde e a autoestima da mulher.

1.4.1 Mecanismos Fisiológicos e Biológicos

Os mecanismos fisiológicos e biológicos que sustentam a hipertrofia muscular envolvem uma sequência coordenada de eventos, desde a aplicação do estímulo mecânico até a regeneração e o crescimento do tecido muscular. Durante o exercício, ocorrem microlesões nas fibras musculares que desencadeiam uma resposta inflamatória local, ativando vias de sinalização responsáveis pela reparação e supercompensação tecidual (GIMENEZ & DONDA, 2024; MARTINS et al., 2024). Caetano, Ikeda e Silva (2019) explicam que a recuperação eficaz desse processo depende da presença de nutrientes específicos, especialmente proteínas e aminoácidos essenciais, que fornecem os blocos estruturais para a síntese de novas fibras (ALTÔE et al., 2023; LESSA et al., 2019).

Um dos eventos mais relevantes nesse processo é a ativação das células satélites, localizadas entre o sarcolema e a lâmina basal das fibras musculares. Essas células-tronco são ativadas em resposta a danos musculares e desempenham um papel central na regeneração, aumentando o número de núcleos na fibra e viabilizando o crescimento. Martins et al. (2024) destacam que a prática contínua da musculação estimula essas células de forma sustentada, contribuindo para adaptações morfológicas duradouras e maior tolerância ao esforço. Estudos que analisam respostas celulares e fisiológicas ao treinamento também reforçam o papel desses mecanismos estruturais na hipertrofia (JAMBASSI et al., 2023).

No nível molecular, a via mTOR tem sido identificada como um dos principais reguladores da síntese proteica muscular, sendo ativada tanto por estímulos mecânicos quanto pela ingestão adequada de aminoácidos, especialmente aqueles presentes em suplementos como a whey protein (ALTÔE et al., 2023; MEDEIROS, DARONCO & BALSAN, 2019). Esses autores enfatizam que o uso adequado de suplementação pode favorecer o anabolismo, desde que alinhado à carga e frequência dos treinos. Nesse contexto, o controle da síntese proteica e a redução do catabolismo constituem fatores essenciais para o crescimento muscular contínuo (MARIUZZA et al., 2021).

A contração excêntrica, que gera maior tensão sobre a musculatura, apresenta impacto marcante sobre os processos hipertróficos. Rocha, Silva e Baldin

(2024) observaram que diferentes configurações biomecânicas que valorizam a fase excêntrica promovem maiores adaptações estruturais nas fibras musculares. Complementarmente, Moreira, Montalvão e Ferreira (2025) demonstram que a suplementação com creatina contribui para a ressíntese de ATP, elemento fundamental para sustentar o esforço repetido e potencializar o processo de hipertrofia. Assim, a combinação entre estímulo mecânico, sinalização celular e suporte energético constitui o ambiente ideal para a ampliação da massa muscular.

1.4.2 Variáveis de Treinamento

O controle das variáveis de treinamento, intensidade, volume, frequência, tempo de recuperação e tipo de contração, é determinante para a magnitude e a qualidade da hipertrofia, pois cada variável, isoladamente e em conjunto, influencia as adaptações musculares e precisa ser ajustada conforme o objetivo, o nível de experiência e a condição fisiológica do praticante (GIMENEZ & DONDA, 2024). Anna et al. (2019) analisaram diferentes métodos de musculação e observaram que mudanças em uma única variável já são capazes de alterar significativamente os resultados, o que reforça a importância da periodização e da individualização do treino (MACÊDO et al., 2021).

A intensidade, geralmente expressa como porcentagem da carga máxima (1RM), está diretamente relacionada ao recrutamento de unidades motoras e ao estímulo hipertrófico. Pinto et al. (2024) apontam que técnicas como o agachamento e a rosca direta, quando realizadas com intensidade elevada e controle técnico, promovem maior ativação das fibras do tipo II, essenciais para o crescimento muscular.

O volume de treino, definido pela quantidade total de séries e repetições, também exerce papel crucial na promoção da hipertrofia. Moreira *et al.* (2024), em simpósio sobre fisiologia do exercício, destacaram que volumes maiores são mais eficazes para gerar adaptações, desde que acompanhados por um planejamento de recuperação proporcional. A manipulação do volume deve, portanto, ser feita de forma progressiva e baseada em resposta individual.

A frequência semanal de treinamento, especialmente a divisão por grupos musculares, deve considerar o tempo necessário para supercompensação tecidual. Jambassi *et al.* (2023) observaram que diferentes intervalos de recuperação entre

sessões influenciam tanto o desempenho quanto a percepção de esforço, sugerindo que o descanso não é uma pausa passiva, mas uma etapa ativa do processo de hipertrofia. O tipo de contração também deve ser estrategicamente explorado, já que diferentes estímulos (excêntricos, concêntricos e isométricos) ativam diferentes mecanismos fisiológicos.

Macêdo *et al.* (2021) demonstraram que a variação técnica de exercícios como o agachamento promove padrões distintos de recrutamento muscular, interferindo na efetividade do treino. Por fim, Soares, Queiroz e Brandão (2024) alertam que, quando essas variáveis são mal ajustadas, praticantes podem se sentir frustrados e recorrer a recursos inadequados, como anabolizantes, o que reforça a importância de um planejamento técnico e cientificamente embasado.

1.4.3 Fatores Genéticos e Ambientais

A resposta ao treinamento resistido também é fortemente influenciada por fatores genéticos, que modulam desde a composição das fibras musculares até a sensibilidade à síntese proteica e à sinalização hormonal. Indivíduos com maior proporção de fibras do tipo II, por exemplo, tendem a apresentar uma resposta mais acentuada à hipertrofia. Martins *et al.* (2024) apontam que, apesar da motivação psicológica e da constância no treinamento, há limites biológicos que variam de pessoa para pessoa, e esses devem ser respeitados para que o plano de treino seja efetivo e seguro.

Parâmetros como sensibilidade à insulina, níveis de testosterona e taxa metabólica basal também estão sob influência genética, e impactam diretamente o ganho de massa magra. Rocha, Silva e Baldin (2024) observaram que, mesmo diante de métodos equivalentes de treino, a resposta hipertrófica varia consideravelmente entre os indivíduos, o que destaca a importância de abordagens personalizadas na musculação. A adaptação biológica é, assim, resultado de uma interação entre estímulos externos e predisposições internas.

No entanto, os fatores ambientais também exercem grande influência. Qualidade do sono, níveis de estresse, disponibilidade de alimentos saudáveis e acesso à orientação profissional podem facilitar ou dificultar a adaptação ao treinamento. Paula *et al.* (2024) identificaram que a insatisfação com os resultados obtidos pode levar ao uso de anabolizantes, indicando que aspectos psicológicos e

sociais também impactam o comportamento e a fisiologia do praticante. A aderência ao programa de treino depende, portanto, de uma rede de apoio que inclua orientação técnica, motivação e ambiente favorável.

A epigenética, campo em expansão nas ciências da saúde, sugere que os fatores ambientais podem modular a expressão gênica sem alterar o DNA, permitindo que mesmo indivíduos que possuam menor predisposição genética possam obter resultados consistentes. Silva, Ouriques e Falabretti (2019) demonstraram que a combinação de dieta e treinamento em circuito foi capaz de promover alterações em marcadores bioquímicos, sugerindo que o ambiente é capaz de modificar o potencial adaptativo do organismo. Em suma, a hipertrofia muscular é determinada por um entrelaçamento entre herança genética e experiências vividas, e o papel do profissional é reconhecer e integrar essas dimensões na construção de uma prática eficaz.

1.5 Alimentação e Suplementação

A alimentação e a suplementação exercem um papel determinante nos processos de adaptação ao treinamento resistido, especialmente no que diz respeito à hipertrofia muscular. O fornecimento adequado de nutrientes, em quantidade e qualidade, é essencial para a recuperação dos tecidos musculares, a síntese de proteínas e a manutenção do estado anabólico. Mariuzza, Vogel e Bertani (2021) reforçam que a associação entre o padrão alimentar e o estado nutricional do praticante de musculação impacta diretamente nos resultados obtidos, sendo a alimentação um elemento tão estratégico quanto o próprio plano de treino. Em um contexto de alta exigência fisiológica, como ocorre em programas de musculação voltados à hipertrofia feminina, a alimentação torna-se não apenas suporte, mas fator determinante para o sucesso da intervenção.

A suplementação, quando utilizada de maneira criteriosa e orientada por profissionais capacitados, pode complementar a dieta e favorecer o desempenho durante o treinamento. Contudo, seus efeitos dependem diretamente da associação com uma alimentação equilibrada e com a prática regular do treinamento resistido. Nesse contexto, suplementos como a creatina não devem ser interpretados como agentes capazes de promover hipertrofia de forma isolada, mas sim como recursos que podem auxiliar o desempenho quando utilizados adequadamente e integrados a

um programa estruturado de exercícios de força (MEDEIROS; DARONCO; BALSAN, 2019).

Entre os nutrientes com maior impacto na hipertrofia muscular, destaca-se a proteína, cuja ingestão adequada é indispensável para a regeneração e o crescimento muscular. Lessa *et al.* (2020) demonstraram que atletas focados em hipertrofia recorrem com frequência a suplementos proteicos, como whey protein, para otimizar os resultados do treinamento. No entanto, o equilíbrio nutricional não pode ser negligenciado: os carboidratos e lipídios também exercem funções importantes na manutenção do balanço energético e na regulação hormonal, sendo fundamentais para sustentar os treinos e permitir a adaptação fisiológica de longo prazo.

A qualidade da alimentação vai além da escolha dos alimentos. Fatores como o horário da ingestão, o fracionamento das refeições e a biodisponibilidade dos nutrientes são determinantes para a eficiência metabólica. Silva, Assis e Castro (2023) relataram que o auto selecionamento de carga no supino reto, aliado a uma dieta ajustada, resultou em melhor desempenho e resposta fisiológica. Isso mostra que a sinergia entre estímulo físico e suporte nutricional potencializa os efeitos do treinamento. Altoé *et al.* (2023) complementam essa perspectiva ao demonstrarem que mulheres que utilizaram creatina e whey protein tiveram melhoras significativas na performance, indicando que a suplementação, quando adequada, pode representar um diferencial importante em programas voltados à hipertrofia.

Caetano, Ikeda e Silva (2019) reforçam que a individualização das orientações nutricionais, com base no perfil metabólico, nos objetivos específicos e na rotina de vida do praticante, é a abordagem mais eficaz e segura. Assim, tanto a alimentação quanto a suplementação devem ser encaradas como partes fundamentais de um planejamento multidimensional, integradas ao treino e adaptadas às particularidades biológicas e comportamentais de cada mulher.

1.5.1 Dieta

A dieta, entendida como o conjunto de hábitos alimentares diários, representa um dos pilares mais relevantes na promoção da hipertrofia muscular e no suporte à saúde de praticantes de musculação. Ela condiciona diretamente a capacidade do organismo de regenerar tecidos, manter o balanço energético e sustentar os processos bioquímicos relacionados à síntese proteica. Silva, Ouriques e Falabretti

(2019) afirmam que dietas estruturadas em paralelo a programas de treinamento periodizado são eficazes na modulação do percentual de gordura corporal e dos marcadores de saúde, indicando que o efeito da alimentação bem planejada vai além do desempenho físico, alcançando também aspectos metabólicos e imunológicos.

A qualidade da dieta tem impacto não apenas sobre os aspectos fisiológicos, mas também sobre o estado emocional e o desempenho cognitivo. Silva *et al.* (2019) observaram que os efeitos de diferentes métodos de musculação são potencializados por uma dieta que forneça energia adequada, especialmente por meio de carboidratos complexos, lipídios saudáveis e proteínas de alto valor biológico. A ausência desses nutrientes compromete a capacidade de resposta ao treinamento, aumenta o risco de fadiga precoce e limita a adaptação muscular.

É fundamental, ainda, considerar a individualização da dieta. Paula *et al.* (2024) destacaram que a percepção de resultados está associada não apenas ao volume e à intensidade do treino, mas também à adequação da dieta às características biológicas e preferências pessoais do praticante. Aspectos como digestibilidade, tolerância alimentar e horários de maior apetite devem ser considerados para garantir adesão e eficácia. Nesse sentido, dietas genéricas ou muito restritivas tendem a gerar frustração e abandono do plano alimentar, o que compromete a consistência do treinamento.

O fracionamento das refeições e o controle do índice glicêmico dos alimentos também influenciam a estabilidade energética e hormonal ao longo do dia. Mariuzza, Vogel e Bertani (2021) enfatizam que cardápios com alta densidade nutricional são indispensáveis para fornecer os substratos necessários à manutenção do metabolismo e da recuperação muscular. Durante períodos de treino intenso ou volume elevado, a dieta deve ser ajustada para garantir suprimento calórico e proteico adequado; já nos períodos de definição, é necessário controlar o aporte energético, sem comprometer a ingestão proteica e a integridade do tecido muscular.

Rocha, Silva e Baldin (2024) complementam ao afirmar que, independentemente da variação nos métodos de treino, os resultados em termos de hipertrofia dependem diretamente da consistência e adequação da alimentação. Isso evidencia que a dieta não é apenas um complemento do treino, mas uma condição essencial para o sucesso da musculação, especialmente entre mulheres, cujo metabolismo, composição corporal e resposta hormonal exigem abordagens nutricionais específicas.

1.5.2 Creatina

A creatina é um suplemento amplamente estudado por seu papel na ressíntese rápida de ATP durante exercícios de alta intensidade. Moreira, Montalvão e Ferreira (2025) demonstraram que a suplementação pode contribuir para melhorias na performance, mas reforçam que tais efeitos dependem diretamente da associação com o treinamento resistido, que é o verdadeiro responsável pelos estímulos mecânicos necessários para a hipertrofia muscular.

De forma semelhante, Altoé et al. (2023) observaram que a creatina pode favorecer adaptações positivas somente quando combinada ao treinamento adequado, ressaltando que sua ação é complementar e não substitutiva ao exercício. Assim, seus benefícios estão condicionados à intensidade, ao volume e à regularidade do treino, além do acompanhamento profissional. Portanto, a creatina deve ser compreendida como um suporte ergogênico que amplifica os resultados obtidos pelo treinamento resistido, e não como um agente capaz de promover aumento de massa muscular de maneira independente.

Além de sua função energética, a creatina possui efeito osmótico, promovendo maior retenção de água intracelular, o que contribui para o aumento do volume muscular. Altoé *et al.* (2023) identificaram que mulheres fisicamente ativas que utilizaram creatina em combinação com whey protein apresentaram melhorias substanciais tanto na composição corporal quanto nos índices de desempenho muscular. Essa combinação, portanto, favorece tanto os processos de anabolismo quanto de recuperação, sendo especialmente eficaz para mulheres que treinam em intensidades elevadas.

Outro ponto importante refere-se à segurança do uso da creatina. Medeiros, Daronco e Balsan (2019) relataram que seu uso frequente entre praticantes de musculação não apresentou efeitos adversos relevantes quando administrado sob orientação. Tal constatação ajuda a desmistificar mitos sobre o suplemento, promovendo uma abordagem mais racional e científica quanto à sua inclusão na rotina de atletas amadores e profissionais.

A capacidade da creatina de potencializar o recrutamento de unidades motoras e sustentar a performance ao longo do treino também é reconhecida. Silva, Assis e Castro (2023) observaram que praticantes que realizaram auto seleção de carga em exercícios como o supino reto apresentaram melhor desempenho quando utilizaram suplementação energética, como a creatina, evidenciando sua contribuição para a manutenção da força ao longo da sessão. Esse efeito prolongado é essencial em treinos de alta intensidade, onde a queda no rendimento compromete a qualidade do estímulo e, consequentemente, os resultados hipertróficos.

A creatina também apresenta benefícios relacionados à recuperação muscular, atuando na atenuação dos danos teciduais e na modulação de processos inflamatórios pós-exercício. Silva *et al.* (2019) identificaram que os melhores desempenhos estavam associados a estratégias de suplementação adequadas, como o uso da creatina, que promove estabilidade metabólica e acelera o processo de regeneração muscular. Dessa forma, seu uso deve ser considerado dentro de uma perspectiva integrativa, que leve em conta não apenas o ganho de massa, mas a qualidade e a segurança da adaptação ao treinamento.

1.5.3 Whey Protein

O whey protein, uma das proteínas de maior valor biológico disponível, é extraído do soro do leite e possui alta concentração de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada (BCAAs), como a leucina, que é fundamental para a ativação da síntese proteica. Lessa *et al.* (2020) constataram que o uso do whey protein por atletas focados em hipertrofia está amplamente difundido devido à sua eficácia na regeneração muscular, especialmente no período pós-exercício, quando a janela anabólica favorece a captação de nutrientes pelas células musculares.

Sua rápida digestibilidade e absorção o tornam uma alternativa prática para atender à demanda proteica de forma eficiente. Altoé *et al.* (2023) observaram que mulheres que utilizaram o whey protein de forma regular apresentaram melhorias significativas na composição corporal, força e resistência muscular, evidenciando a eficácia do suplemento quando aliado a um programa de musculação bem estruturado. Essa ação é explicada, em grande parte, pela ativação da via de

sinalização mTOR, a principal reguladora da síntese proteica em resposta ao exercício e à ingestão de aminoácidos.

O whey protein é uma fonte proteica de alta qualidade, amplamente utilizada por sua rápida digestão e por fornecer aminoácidos essenciais importantes para a síntese proteica. No entanto, seus efeitos não ocorrem de forma isolada. Lessa et al. (2020) destacam que seu uso é comum entre praticantes que buscam hipertrofia, mas reforçam que sua eficácia depende diretamente da associação com uma alimentação equilibrada e com o treinamento resistido.

Altoé et al. (2023) observaram que melhorias na composição corporal e no desempenho físico só foram verificadas quando o whey protein foi utilizado em conjunto com programas estruturados de musculação, evidenciando que o suplemento atua como suporte nutricional e não como agente determinante da hipertrofia. Da mesma forma, Mariuzza, Vogel e Bertani (2021) ressaltam que o estado nutricional geral e o padrão alimentar são fundamentais para que os aminoácidos ingeridos sejam efetivamente utilizados pelo tecido muscular.

Silva, Ouriques e Falabretti (2019) complementam ao demonstrar que adaptações relacionadas à hipertrofia dependem do estímulo mecânico promovido pelo treino, sendo a ingestão proteica, incluindo o whey, um fator auxiliar, responsável por fornecer substratos necessários para a regeneração muscular. Assim, o whey protein deve ser entendido como um complemento ao treinamento resistido, contribuindo para otimizar a recuperação e a síntese proteica quando utilizado de maneira adequada e associado a um programa consistente de exercícios, e não como um fator capaz de gerar hipertrofia por si só.

Além de sua funcionalidade nutricional, o whey protein apresenta vantagens práticas em relação a fontes alimentares tradicionais de proteína. Mariuzza, Vogel e Bertani (2021) apontam que a rotina corrida de muitos praticantes de musculação dificulta a ingestão de refeições completas nos momentos estratégicos do dia, sendo o whey uma solução rápida e de alta eficiência para garantir o aporte proteico necessário, sem sobrecarregar o sistema digestivo ou exigir preparo culinário.

O whey protein também é eficaz na manutenção da massa muscular durante fases de déficit calórico, como nos períodos de definição corporal. Silva, Ouriques e

Falabretti (2019) demonstraram que a combinação entre dietas hipocalóricas e treino em circuito periodizado foi mais eficaz quando havia suporte proteico adequado, sendo o whey um dos principais responsáveis por preservar a massa magra nesses contextos. Seu uso, portanto, transcende a fase de ganho de massa, sendo também estratégico para evitar perdas musculares em fases de redução calórica.

A composição do whey protein isolado, com baixa presença de lactose e alta digestibilidade, o torna uma opção segura para indivíduos com intolerância à lactose ou alergias alimentares leves. Medeiros, Daronco e Balsan (2019) reforçam que sua popularidade entre frequentadores de academias não se deve apenas à eficácia, mas também à praticidade, à acessibilidade e à versatilidade de uso, características que favorecem sua incorporação à rotina alimentar com aderência e consistência.

REFERÊNCIAS

ALTOÉ, C.; FERNANDES, J. R.; BOAVENTURA, K. V. L.; CARAN, D. F. L. F. Suplementação de creatina e whey protein em mulheres fisicamente ativas. **Publicação Anual: Temática Humanas**, [s.l.], v. 31, 2023. ISSN 2526-4141. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/tematicas/article/view/4310>. Acesso em: 2 de março de 2025.

CAETANO, F.; IKEDA, R. K. S.; SILVA, R. C. Perfil nutricional de praticantes de atividade de força. **RBNE – Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, [s.l.], v. 13, n. 80, p. 459-467, 2019. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1350>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIMENEZ, B. O. S.; DONDA, A. C. Construindo resiliência: a jornada da hipertrofia feminina. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s.l.], v. 10, n. 5, p. 813-824, 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13676>. Acesso em: 27 de março de 2025.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

JAMBASSI, J. C. et al. Efeito agudo de diferentes intervalos de recuperação no desempenho muscular e percepção do esforço em mulheres jovens. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, [s.l.], v. 37, e37179865, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbefe/a/7zZb7n5gqkYg5W7z6v9P7J/?lang=pt>. Acesso em: 14 jun. 2025.

JÚNIOR, C. O.; SGANZERLA, G.; LEITE, J. S. M.; SEIXAS, F. R. F. Fatores sociodemográficos, perfil dos usuários e motivação para o uso de esteroides anabolizantes em praticantes de musculação no município de Dourados-MS. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, Dourados, MS, v. 18, n. 115, p. 239-249, 2024. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2871>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

LESSA, B. S. B.; RIBEIRO, A. C. L.; LIMA, M. F. S.; OLIVEIRA, G. S. Avaliação do consumo de suplementação proteica em desportistas com foco em hipertrofia. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, [s.l.], v. 14, n. 88, p. 445-453, 2020. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1350>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2025.

MACÊDO, M. I. S.; BORGES, M. A. O.; CHAVES, R. S.; CAMÕES, J. C. Estudo comparativo do agachamento Jefferson e agachamento unilateral quanto à eficácia

no treinamento de força. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 15, n. 98, p. 408-415, 2021. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2472>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARIUZZA, S. E.; VOGEL, P.; BERTANI, J. P. B. Associação do consumo alimentar e estado nutricional de praticantes de musculação. **RBNE – Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, [s.l.], v. 15, n. 90, p. 70-82, 2021. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1350>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2025.

MARTINS, G. M. P. et al. Tempo de permanência e fatores motivacionais para a prática de musculação em São Luís-Maranhão. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Luís, MA, v. 18, n. 113, p. 12-21, 2024. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2825>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

MEDEIROS, A.; DARONCO, L. S. E.; BALSAN, L. A. G. Uso de suplementos por praticantes de musculação em academias. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, [s.l.], v. 13, n. 80, p. 601-608, 2019. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1350>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2025.

MOREIRA, L. D. F.; MONTALVÃO, A. D. R. S.; FERREIRA, A. B. L. Efeitos da suplementação com creatina sobre a massa magra de mulheres adultas. **Revista Delos**, [s.l.], v. 18, n. 63, e3731, 2025. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/3731>. Acesso em: 28 de 12 de março de 2025.

MOREIRA, O. C. et al. II Simpósio Internacional de Fisiologia do Exercício e Saúde da Universidade Federal de Viçosa: suplemento. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. S1-S54, 2024. Disponível em: <https://www.rbfe.com.br/index.php/rbfe/article/view/23>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2025.

PAULA, J. G. S. et al. Percepção dos resultados com a prática de musculação. **RENEF – Revista Nacional de Educação Física**, [s.l.], v. 15, n. 23, p. 56-70, 2024. Disponível em: <https://www.renef.com.br/index.php/renef/article/view/23>. Acesso em: 15 de março de 2025.

PINTO, E. F. et al. Comparação de diferentes técnicas de treinamento nos exercícios: agachamento e rosca direta. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 18, n. 113, p. 88-95, 2024. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2842>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

ROCHA, F.; SILVA, T. A. F. M.; BALDIN, A. D. Hipertrofia do glúteo máximo: elevação pélvica no banco com barra versus agachamento livre com amplitude máxima de movimento. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 18, n. 115, p. 305-316, 2024. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2871>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

SILVA, A. J.; ASSIS, N. A.; CASTRO, H. F. Comportamento de parâmetros fisiológicos e a eficácia do auto selecionamento de carga em supino reto. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 17, n. 109, p. 259-271, 2023. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2871>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

SILVA, A. N. A. et al. Efeito agudo de diferentes métodos de musculação. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 70-77, 2019. Disponível em: <https://convergenceseditorial.com.br/index.php/revistafisiologia/article/view/2640>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2025.

SILVA, A. P.; OURIQUES, E. M.; FALABRETTI, E. C. Treinamento em circuito periodizado e dieta específica: implicações na hipertrofia, percentual de gordura e marcadores bioquímicos sanguíneos de saúde. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 13, n. 83, p. 366-375, 2019. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1173>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

SOARES, W. D.; QUEIROZ, E. O.; BRANDÃO, C. R. Uso de anabolizantes e os fatores motivacionais subjacentes em praticantes de musculação. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, [s.l.], v. 18, n. 113, p. 567-573, 2024. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/2354>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2025.

STEIN, F. L. P.; RIBEIRO, P. R. C. Corpo feminino com hipertrofia muscular: tensionamentos entre saúde, aptidão e transtorno. **Revista Thema**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 415-434, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1115>. Acesso em: 5 de março de 2025.

TEIXEIRA, D. A. **Fisiologia humana**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021. eBook.

ARTIGO

FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO: MUSCULAÇÃO APLICADA A HIPERTROFIA MUSCULAR EM MULHERES

EXERCISE PHYSIOLOGY: RESISTANCE TRAINING APPLIED TO MUSCLE HYPERTROPHY IN WOMEN

Laís Eduarda da Silva Fontolan¹
Cássio Lúcio Del Grossi²

RESUMO

O estudo buscou analisar os mecanismos fisiológicos, biológicos e comportamentais que influenciam a hipertrofia muscular em mulheres praticantes de musculação, por meio de uma revisão integrativa de literatura. Foram selecionados artigos nacionais e internacionais publicados entre 2019 e 2025 no Google Acadêmico, Pubmed e Scielo, que investigaram variáveis de treinamento, suplementação, fatores hormonais e genéticos relacionados ao ganho de massa muscular no público feminino, visando como os fatores fisiológicos, biológicos, genéticos e ambientais influenciam o processo de hipertrofia muscular em mulheres praticantes de musculação. Os resultados evidenciaram que o treinamento resistido promove ganhos consistentes de massa muscular, especialmente quando há manipulação adequada de variáveis como intensidade, volume, intervalo de descanso, amplitude de movimento e tipo de contração, a literatura também destacou a relevância de fatores nutricionais, com ênfase no uso de creatina e whey protein, além da influência hormonal.

Palavras-chave: fisiologia do exercício; musculação; hipertrofia muscular; mulheres; suplementação

¹ Laís Eduarda da Silva Fontolan Discente do Curso de Biomedicina da Faculdade de Apucarana – FAP 2025. Email: lais22fontolan@gmail.com

² Cassio Lúcio del Grossi Docente do Curso de Bacharelado em Fisioterapia da Faculdade de Apucarana – FAP 2025. Email: cassiolucio@hotmail.com

ABSTRACT

This study aimed to analyze the physiological, biological, and behavioral mechanisms that influence muscle hypertrophy in women practicing resistance training, through an integrative literature review. National and international articles published between 2019 and 2022, on Scholar Google, Pubmed and Scielo, were selected, investigating training variables, supplementation, hormonal, and genetic factors related to female muscle growth, aiming to understand how physiological, biological, genetic, and environmental factors influence the process of muscle hypertrophy in women engaged in resistance training. The results showed that resistance training consistently promotes muscle hypertrophy, especially when training variables such as intensity, volume, rest intervals, range of motion, and contraction type are properly adjusted, the literature also emphasized the importance of nutritional factors, highlighting the role of creatine and whey protein, as well hormonal influences

Keywords: Exercise physiology. Resistance training. Muscle hypertrophy. Women; Supplementation.

INTRODUÇÃO

O crescente interesse pela musculação como prática de exercício físico entre diferentes faixas etárias evidencia a demanda por profissionais capacitados para prescrever treinamentos e orientações nutricionais de forma eficaz e personalizada. Essa necessidade reforça a importância da compreensão integral dos processos fisiológicos e biológicos subjacentes ao exercício resistido, visando à otimização de resultados e a garantia da segurança dos praticantes.

Conforme Guyton e Hall (2011), os sistemas fisiológicos atuam de maneira integrada para manter a homeostase orgânica durante situações de esforço, sendo fundamentais para a adaptação do corpo a novas demandas metabólicas e mecânicas. Nesse contexto, este trabalho dedica-se ao estudo da fisiologia do exercício aplicada à musculação, com ênfase nos mecanismos promotores de hipertrofia muscular em mulheres, considerando a influência de variáveis genéticas, ambientais, nutricionais e de treinamento.

Inicialmente, aborda-se a atuação conjunta dos sistemas cardiovascular, respiratório, endócrino, nervoso e musculoesquelético durante o exercício, bem como os mecanismos celulares envolvidos, incluindo transporte de membrana e geração de potenciais de ação. Em seguida, examina-se a anatomia e histologia muscular, com

ênfase na distribuição e no recrutamento de fibras musculares conforme o tipo de exercício. O processo de contração muscular é detalhado em seus aspectos bioquímicos e neurofisiológicos, fundamentais para a compreensão da produção de força e dos estímulos indutores de hipertrofia.

O cerne da discussão concentra-se nos mecanismos de hipertrofia muscular, abrangendo a ativação de células satélites, a sinalização via mTOR e as distinções entre hipertrofia miofibrilar e sarcoplasmática. A manipulação de variáveis de treinamento, como intensidade, volume, frequência, tipo de contração e tempo de descanso, é analisada quanto ao seu papel na otimização de respostas adaptativas. Adicionalmente, investiga-se o impacto da alimentação e da suplementação, com destaque para a creatina e o whey protein, no suporte anabólico e na recuperação muscular. Por fim, avalia-se a interferência de fatores genéticos e ambientais na resposta ao treinamento, ressaltando a necessidade de individualização das prescrições, particularmente no público feminino.

Diante da carência de estudos integrados que articulem de forma conjunta os efeitos fisiológicos, biológicos e externos envolvidos na musculação, este trabalho propõe uma abordagem abrangente sobre a resposta do organismo feminino aos estímulos do treinamento resistido. Ao sintetizar conhecimentos multidisciplinares da fisiologia à genética, busca-se oferecer uma base científica sólida para a atuação profissional, capacitando para a elaboração de estratégias individualizadas e baseadas em evidências. O objetivo final transcende o desempenho estético, almejando a promoção de saúde, funcionalidade e longevidade por meio de ganhos musculares sustentáveis e saudáveis.

METODOLOGIA

Este trabalho é descrito como uma pesquisa de natureza qualitativa, com delineamento do tipo exploratório e descritivo, no qual foram utilizados 8 artigos, sendo 1 em língua portuguesa e 7 em língua inglesa que foram pesquisados na base de dados Pubmed, nos anos de 2020 a 2024. Foram encontrados mais de 5.000 artigos nos dois idiomas, porém com aplicação de expressões boelanas como women OR female AND resistance training OR strength AND muscle hypertrophy OR muscle strength.

Foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para delimitar a seleção dos estudos. Foram incluídos artigos originais (ensaios clínicos randomizados e

estudos de coorte) e revisões sistemáticas, publicados em inglês, que investigaram os efeitos do treinamento resistido em populações femininas de qualquer nível de treinamento, tendo como desfechos primários a hipertrofia muscular, a força dinâmica ou adaptações neuromusculares.

Foram excluídos estudos realizados exclusivamente com homens ou animais, artigos de opinião, relatos de caso, revisões narrativas e pesquisas que não avaliaram os desfechos de interesse ou cujo texto completo não estava disponível para acesso.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A robustez das evidências apresentadas, que convergem para a eficácia do treinamento resistido em promover hipertrofia e força em mulheres, é sustentada por uma complexa interação de princípios fisiológicos e biomecânicos. Na base desta pirâmide teórica encontra-se o Princípio do Tamanho ou de Henneman, detalhado na fisiologia clássica de Guyton e Hall (2011). Este princípio rege que o recrutamento das unidades motoras segue uma hierarquia obrigatória, das menores e mais resistentes à fadiga (fibras tipo I) para as maiores e de contração rápida (fibras tipo IIx e IIa), estas últimas portadoras de um potencial hipertrófico significativamente maior. A chave para ativar esse pool de fibras de alto limiar é a imposição de um estímulo de intensidade suficiente. As revisões de Hagstrom et al. (2020) e McLeod et al. (2024) demonstram empiricamente que o treinamento resistido é capaz de fornecer tal estímulo.

No entanto, é o trabalho de Refalo et al. (2023) que detalha os dois caminhos fisiológicos para alcançar este recrutamento: primeiro, através de altas cargas absolutas (e.g., >75% de 1RM), que pela magnitude da tensão mecânica exigida, recrutam as fibras tipo II desde a primeira repetição; e segundo, através do treinamento até a falha concêntrica voluntária com cargas mais baixas, onde a fadiga acumulada das fibras tipo I obriga o sistema nervoso a recrutar progressivamente as fibras tipo II para manter a produção de força, criando um ambiente metabólico (e.g., acúmulo de metabólitos) e mecânico propício à hipertrofia. Esta dupla via explica por que diferentes estratégias de prescrição de intensidade podem ser igualmente eficazes.

Para além da intensidade do esforço, a dimensão biomecânica do movimento surge como um fator crítico para otimizar a qualidade e a especificidade do estímulo. Pinto et al. (2024) afirmam que a correta seleção de técnicas e a manipulação dos vetores de força são determinantes para a ativação muscular. Este conceito abstrato é magnificamente ilustrado pelos achados de Kassiano et al. (2023) sobre a amplitude de movimento (ROM). O seu resultado, maior hipertrofia do gastrocnêmio medial em amplitudes alongadas, pode ser explicado por pelo menos três mecanismos inter-relacionados. Primariamente, a posição de alongamento sob carga gera uma tensão passiva elevadíssima sobre os sarcômeros e o componente elástico do músculo, um potente sinal para as vias de sinalização anabólica, como a via mTOR. Secundariamente, as contrações excêntricas realizadas em posição alongada estão associadas a um dano muscular localizado mais acentuado, o qual, no processo de reparo e supercompensação, contribui para o crescimento.

Em músculos biarticulares como o gastrocnêmio, o ROM alongado assegura que a tensão seja mantida de forma ideal sobre a estrutura. Complementarmente, Rocha, Silva e Baldin (2024) detalham como a alteração de vetores de força, por exemplo, mudar a pegada ou a angulação de um exercício, altera o "braço de momento" e, conseqüentemente, o ponto de maior estresse mecânico ao longo da amplitude. Isto permite um recrutamento seletivo de feixes musculares específicos, assegurando uma estimulação mais completa do músculo-alvo e evitando platôs de adaptação.

Dentro do espectro de estratégias biomecânicas, a ênfase excêntrica estudada por Coratella et al. (2022) merece destaque pela sua eficiência mecânica única. Durante uma contração excêntrica, o músculo é capaz de produzir até 1.5 vezes mais força do que numa concêntrica, com um menor custo energético e menor recrutamento de unidades motoras no mesmo instante. Este aparente paradoxo significa que cada fibra recrutada durante a fase excêntrica está sujeita a um nível excepcionalmente alto de tensão mecânica, um dos principais drivers da hipertrofia. Ao focar no controle da fase excêntrica, é possível gerar um estímulo profundo, promover dano muscular e estimular adaptações neurais que se traduzem em ganhos de força máxima.

Finalmente, as adaptações ao treinamento resistido transcendem as respostas agudas, configurando uma profunda transformação morfofuncional crônica do músculo esquelético. O trabalho de Martins et al. (2024) vai além de simplesmente afirmar que as fibras hipertrofiam; ele sugere que programas contínuos e estruturados podem induzir uma maior predominância funcional das fibras do tipo II. Isto implica em adaptações neuromusculares complexas, como um recrutamento mais rápido e sincronizado dessas fibras, e possíveis mudanças no fenótipo das fibras musculares (e.g., um aumento na proporção de fibras IIa em detrimento das IIx).

Em outras palavras, o músculo não apenas cresce, mas também se torna estrutural e funcionalmente mais especializado para atividades de força e potência. Esta plasticidade neuromuscular, quando potencializada pela correta aplicação dos princípios de intensidade, técnica e especificidade biomecânica, cria um ciclo virtuoso de adaptação que maximiza o potencial hipertrófico e de força no público feminino, conforme atestado pela síntese dos estudos apresentados.

Os principais achados estão sumarizados de forma estruturada no quadro a seguir, permitindo uma visualização sintética e comparativa das evidências.

Quadro 2 – Resultado do Treinamento Resistido em Mulheres

Autor/Ano	População/Contexto	Intervenção/Variável	Principais Achados
Carmichael et al., 2021	Mulheres atletas	Ciclo menstrual e desempenho	Variações de desempenho entre fases do ciclo
Coratella et al., 2022	Mulheres	Contração excêntrica vs concêntrica	Ênfase excêntrica aumenta força e hipertrofia
Dam et al., 2021	Mulheres pós-menopausa	TR + estradiol	Estradiol potencializou massa magra
Evangelista et al., 2021	Homens e mulheres	Treino corpo-todo vs segmentado	Resultados semelhantes com mesmo volume
Guyton & Hall, 2011	Fundamentos fisiológicos	Tipos de fibras musculares	Diferença de recrutamento conforme intensidade
Hagstrom et al., 2020	Mulheres	Treinamento resistido	Aumento de força e hipertrofia
Kassiano et al., 2023	Mulheres jovens	Amplitude de movimento (ROM)	ROM alongado gerou maior hipertrofia

Autor/Ano	População/Contexto	Intervenção/Variável	Principais Achados
Martins et al., 2024	Mulheres	Adaptações musculares crônicas	Maior predominância funcional de fibras tipo II
McLeod et al., 2024	Mulheres	Volume, intensidade e frequência	Volume e frequência determinam hipertrofia
Pinto et al., 2024	Mulheres	Execução e técnica	Ativação muscular depende de vetores e técnica
Refalo et al., 2023	Mulheres	Proximidade da falha	Falha aumenta hipertrofia com cargas baixas
Rocha, Silva & Baldin, 2024	Mulheres	Vetores e ativação muscular	Movimentos diferentes ativam regiões distintas

Fonte: o próprio autor

CONCLUSÃO

Em síntese, a análise integrativa das evidências disponíveis permite concluir que a otimização do treinamento resistido para mulheres transcende a simples prescrição de carga e volume, configurando-se como uma intervenção sofisticada baseada em sólidos pilares fisiológicos e biomecânicos. A efetividade das adaptações hipertróficas e de força está intrinsecamente vinculada à capacidade de recrutamento das fibras musculares de tipo II, um processo que pode ser maximizado tanto através de altas cargas absolutas quanto do treinamento conduzido até a falha concêntrica voluntária. A manipulação criteriosa de variáveis biomecânicas, incluindo a amplitude de movimento alongada, a seleção adequada de vetores de força e a ênfase na fase excêntrica, atua sinergicamente para potencializar o estímulo mecânico, promover tensão passiva significativa e induzir dano muscular localizado seletivo.

Estas adaptações agudas, quando consistentemente aplicadas em programas estruturados de longo prazo, culminam em transformações neuromusculares crônicas significativas, caracterizadas não apenas pelo aumento da secção transversa muscular, mas também por uma notável especialização funcional do tecido muscular, com predominância de fibras de contração rápida. Desta forma, fica evidente que a periodização do treinamento para mulheres deve considerar não apenas os aspectos quantitativos tradicionais, mas principalmente as nuances qualitativas da execução dos movimentos e os mecanismos fisiológicos subjacentes

às adaptações desejadas, constituindo um paradigma contemporâneo que harmoniza a ciência do exercício com a arte da prescrição personalizada.

REFERÊNCIAS

CARMICHAEL, M. A. et al. The impact of menstrual cycle phase on athletes' performance: a narrative review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 4, p. 1667, fev. 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7916245/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

CORATELLA, G. et al. Including the eccentric phase in resistance training to maximise cross-education and local gains in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10842669/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

DAM, T. V. et al. Transdermal estrogen therapy improves gains in skeletal muscle mass with resistance training in early postmenopausal women. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 106, n. 11, p. e4637-e4647, nov. 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7853242/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

EVANGELISTA, A. L. et al. Split vs full-body workout routine in untrained men and women (igual volume). **Einstein** (São Paulo), v. 21, eAO0081, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8372753/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

FACULDADE DE APUCARANA-FAP. Normas para publicação de trabalhos: normas para a publicação de artigos na revista FAP Ciência. Disponível em: fap.com.br/normas-para-trabalhos/. Acesso em: 15 nov. 2025.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HAGSTROM, A. D. et al. The effect of resistance training in women on dynamic strength. **Sports Medicine**, v. 50, p. 1235–1247, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31820374/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

KASSIANO, W. N. et al. Greater gastrocnemius hypertrophy after partial ROM at long muscle lengths in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 38, n. 6, p. e263-e272, jun. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37015016/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

MARTINS, G. M. P. et al. Tempo de permanência e fatores motivacionais para a prática de musculação em São Luís-Maranhão. **RBPfEX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Luís, MA, v. 18, n. 113, p. 12-21, 2024. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/2825>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

MCLEOD, J. C. et al. The influence of resistance exercise training prescription on muscle hypertrophy: umbrella review. **Journal of Sport and Health Science**, 2024.

Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10818109/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

PINTO, E. F. et al. Comparação de diferentes técnicas de treinamento nos exercícios: agachamento e rosca direta. **RBPFX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 18, n. 113, p. 88-95, 2024. Disponível em: <https://www.rbpfx.com.br/index.php/rbpfx/article/view/2842>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.

REFALO, M. C. et al. Influence of resistance training proximity-to-failure on muscle hypertrophy: systematic review with meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 53, p. 649–665, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9935748/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

ROCHA, F.; SILVA, T. A. F. M.; BALDIN, A. D. Hipertrofia do glúteo máximo: elevação pélvica no banco com barra versus agachamento livre com amplitude máxima de movimento. **RBPFX – Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, [s.l.], v. 18, n. 115, p. 305-316, 2024. Disponível em: <https://www.rbpfx.com.br/index.php/rbpfx/article/view/2871>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2025.