

Estratégias Científicas para a Maximização da Massa Magra: Abordagens Específicas por População e Evidências Atuais sobre Exercício e Suplementação

I. Introdução à Massa Magra e Hipertrofia Muscular

A. Definição de Massa Magra (MM)

A massa magra (MM), também conhecida como massa livre de gordura (MLG), compreende todos os componentes do corpo que não são gordura. Isso inclui massa muscular, massa óssea, água corporal total e outros tecidos e órgãos não gordurosos.¹ A MM é um indicador crucial da saúde metabólica e da capacidade funcional. Uma composição corporal saudável é geralmente caracterizada por uma baixa proporção de gordura corporal e uma maior proporção de massa livre de gordura, embora as proporções ideais devam ser consideradas no contexto do gênero, idade e metabolismo individual.¹ A massa muscular, um componente primário da MM, engloba o músculo esquelético, o músculo liso e a água contida nesses músculos. A manutenção ou o aumento da massa muscular é fundamental, pois contribui para um maior dispêndio calórico em repouso, oferece proteção contra certas doenças crônicas, como a diabetes tipo 2, e melhora a taxa metabólica geral.¹

É importante notar que, embora a MM seja amplamente definida, a precisão da sua medição e a contribuição específica do tecido muscular contrátil versus outros componentes não gordurosos (por exemplo, água intramuscular, glicogénio) podem variar dependendo da metodologia de avaliação empregue (por exemplo, absorciometria de raios-X de dupla energia - DXA, análise de impedância bioelétrica - BIA, ressonância magnética - RM). Esta nuance é particularmente relevante ao interpretar estudos de investigação sobre alterações na MM, pois a *qualidade* do ganho de MM (ou seja, proteína contrátil real versus retenção de fluidos) é uma consideração mais aprofundada, especialmente ao avaliar o impacto de certos suplementos, como a creatina, que pode induzir retenção hídrica inicial.² Assim, a priorização de estudos que utilizam medidas diretas da espessura muscular ou área de secção transversa (AST), juntamente com a MM, oferece uma imagem mais completa das alterações hipertróficas.

B. A Busca Científica pelo Crescimento Muscular: Uma Visão Geral

A compreensão da adaptação muscular ao estímulo físico tem evoluído consideravelmente ao longo das décadas. Inicialmente baseada em observações empíricas, a ciência do exercício progrediu para uma disciplina rigorosa, focada em desvendar os mecanismos moleculares e celulares que governam o crescimento

muscular. O foco científico atual reside na identificação e validação de estratégias baseadas em evidências para a hipertrofia muscular, abrangendo desde a manipulação precisa das variáveis de treino até à otimização nutricional e suplementação criteriosa. Este relatório visa fornecer uma análise técnica e detalhada dessas estratégias, fundamentada exclusivamente na literatura científica atual e robusta, com o objetivo de orientar a maximização da massa magra de forma segura e eficaz.

II. A Base Fisiológica da Hipertrofia Muscular

A. Definição de Hipertrofia Muscular

A hipertrofia muscular refere-se ao aumento do tamanho das fibras musculares individuais. Este fenómeno ocorre primariamente através da acreção de proteínas contráteis, nomeadamente actina e miosina, e da expansão do sarcoplasma, que inclui o aumento do armazenamento de glicogénio e água no interior da célula muscular.⁴ Fisiologicamente, a hipertrofia é o resultado de um balanço proteico muscular cronicamente positivo, onde a taxa de síntese proteica muscular (SPM) excede consistentemente a taxa de degradação proteica muscular (DPM).⁴

B. Principais Fatores Mecanísticos da Hipertrofia

Três fatores primários são propostos como iniciadores da resposta hipertrófica ao exercício resistido: tensão mecânica, stresse metabólico e dano muscular. A compreensão da sua interação e importância relativa é crucial para a prescrição eficaz do treino.

1. Tensão Mecânica

A tensão mecânica é amplamente considerada o principal, e possivelmente o mais crítico, impulsionador do crescimento muscular.⁴ É gerada quando os músculos são submetidos a uma carga ou resistência que excede os níveis habituais, tipicamente através do treino de força com intensidade e esforço suficientes. Este estímulo mecânico é convertido em sinais químicos intracelulares através de um processo denominado mecanotransdução.⁴ Mecanossensores especializados, como as integrinas e as adesões focais localizadas no sarcolema, detetam a tensão e ativam vias de sinalização anabólicas intracelulares, favorecendo a síntese proteica em detrimento da degradação.⁴ A tensão mecânica induz alterações na arquitetura muscular, incluindo a adição de sarcómeros em paralelo, o que aumenta a área de secção transversa da fibra muscular, e potencialmente em série, o que pode influenciar o comprimento da fibra.⁵

2. Stresse Metabólico

O stresse metabólico é outro estímulo potente para a hipertrofia muscular, caracterizado pelo acúmulo de subprodutos metabólicos dentro do músculo durante o exercício.⁴ Estes metabolitos incluem lactato, iões hidrogénio (H⁺), fosfato inorgânico (Pi) e outros. O stresse metabólico é tipicamente induzido por protocolos de treino que envolvem um número moderado de repetições (por exemplo, 6-12), múltiplas séries, cargas moderadas (aproximadamente 60-80% de 1 Repetição Máxima - 1RM) e intervalos de descanso curtos entre as séries (cerca de 60 segundos).⁵ É importante notar que o treino com cargas baixas ($\leq 60\%$ 1RM) realizado até à fadiga volitiva também demonstrou induzir stresse metabólico significativo e ganhos hipertróficos comparáveis ao treino com cargas mais elevadas, provavelmente devido ao maior volume de trabalho necessário para atingir a fadiga.⁵ Os mecanismos pelos quais o stresse metabólico pode promover a hipertrofia incluem o aumento do recrutamento de fibras musculares, o inchaço celular (cell swelling), a produção de espécies reativas de oxigénio (ROS) e a libertação de fatores de crescimento e hormonas.⁴

3. Dano Muscular

O dano muscular induzido pelo exercício (EIMD, do inglês *Exercise-Induced Muscle Damage*) é caracterizado por microtraumas nas fibras musculares, como desorganização estrutural, ruturas e alargamento da linha Z.⁴ Este dano desencadeia uma resposta inflamatória aguda, envolvendo a migração de neutrófilos e macrófagos para a área afetada e a libertação de citocinas e fatores de crescimento.⁴ Estes mediadores podem ativar as células satélite, que são células estaminais musculares, levando à sua proliferação, diferenciação e fusão com as fibras musculares existentes, contribuindo para o reparo, regeneração e, potencialmente, crescimento muscular.⁴

Historicamente, o dano muscular foi considerado um fator etiológico importante para a hipertrofia. No entanto, a investigação mais recente sugere que o seu papel pode ser menos direto ou essencial em comparação com a tensão mecânica e o stresse metabólico.⁴ Estudos como o de Damas et al. (2016) indicam que, após uma sessão inicial de treino de força, a SPM é primariamente direcionada para reparar o dano muscular. Somente após a atenuação progressiva do dano (um fenómeno conhecido como "efeito do ataque repetido" ou *repeated bout effect*) é que a SPM passa a suportar a hipertrofia muscular de forma mais significativa.⁴ Adicionalmente, Flann et al. (2011) demonstraram que a hipertrofia pode ocorrer independentemente de qualquer dano perceptível ao músculo.⁴ Assim, embora o dano muscular possa iniciar

processos de reparo e regeneração que, em teoria, poderiam contribuir para a hipertrofia, as evidências atuais sugerem que a tensão mecânica é o principal mecanismo fisiológico responsável pelo aumento da massa muscular, com o stresse metabólico atuando como um importante cofator. O dano muscular parece ser mais um subproduto do treino intenso do que um pré-requisito indispensável para a hipertrofia a longo prazo. Um foco excessivo em induzir dano muscular, sem tensão mecânica ou recuperação adequadas, pode até ser contraproducente, prejudicando a capacidade de treinar com a frequência e intensidade necessárias para o progresso contínuo.

C. Vias de Sinalização Celular e Molecular

A resposta hipertrófica é mediada por uma complexa rede de vias de sinalização intracelular.

1. Via AKT/mTOR

A via da proteína quinase B (AKT) / alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR) é um regulador central da síntese proteica muscular. É ativada por estímulos mecânicos, fatores de crescimento (como o IGF-1) e disponibilidade de nutrientes (especialmente aminoácidos como a leucina).⁴ A ativação da mTORC1 (complexo 1 da mTOR) fosforila alvos a jusante, como a proteína quinase ribossomal S6 (S6K1) e a proteína de ligação ao fator de iniciação eucariótico 4E (4E-BP1), que promovem o início e a elongação da tradução, resultando em aumento da SPM.

2. Via AKT/FOXO

A via AKT também desempenha um papel na regulação da degradação proteica muscular através da fosforilação e inibição da família de fatores de transcrição Forkhead box O (FOXO).⁴ Quando inibidos, os FOXO não conseguem translocar-se para o núcleo e ativar genes envolvidos na atrofia muscular, como a MuRF1 e a MAFbx/atrogin-1.

3. Células Satélite

As células satélite são células estaminais musculares quiescentes localizadas entre a lâmina basal e o sarcolema das fibras musculares. Em resposta a estímulos como o treino de resistência, especialmente se houver dano muscular ou uma forte exigência de crescimento, as células satélite são ativadas.⁴ Elas proliferam e podem fundir-se com as fibras musculares existentes, doando os seus núcleos (mionúcleos). Este aumento no número de mionúcleos é crucial para suportar o aumento da síntese proteica necessária para a hipertrofia e para manter o domínio mionuclear (a quantidade de citoplasma que cada núcleo controla) à medida que a fibra cresce.

4. Influências Hormonais (Visão Geral)

Diversas hormonas desempenham papéis moduladores na hipertrofia muscular. Hormonas anabólicas como a testosterona, a hormona do crescimento (GH) e o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) podem potenciar a SPM e/ou inibir a DPM. O treino de resistência, por si só, pode induzir aumentos agudos e, por vezes, adaptações crónicas nos níveis destas hormonas, embora a magnitude e a importância fisiológica direta destas

flutuações induzidas pelo exercício para a hipertrofia a longo prazo ainda sejam debatidas. As especificidades das influências hormonais em homens e mulheres serão abordadas mais detalhadamente na Secção III.B.

III. Considerações Específicas por População para o Acúmulo de Massa Magra

As estratégias para o aumento da massa magra devem ser adaptadas às características fisiológicas e necessidades de diferentes grupos populacionais.

A. Crianças e Adolescentes: Crescimento, Desenvolvimento e Práticas de Treino Seguras

O treino de força em crianças e adolescentes requer considerações especiais devido aos processos de crescimento e maturação em curso.

1. Crianças Pré-púberes

Em crianças pré-púberes, os ganhos de força resultantes do treino de resistência são primariamente atribuíveis a adaptações neuromusculares, como o aumento do recrutamento de unidades motoras, a melhoria da coordenação intermuscular e o aumento da frequência de disparo neuronal, em vez de uma hipertrofia muscular significativa.⁶ Isto deve-se, em grande parte, aos níveis insuficientes de hormonas androgénicas circulantes, que são cruciais para o anabolismo muscular expressivo.⁶ No entanto, programas de treino de força supervisionados, utilizando pesos livres, máquinas isotónicas ou o peso corporal, podem resultar em aumentos significativos na força e resistência muscular, desde que as cargas sejam apropriadas e a técnica correta seja enfatizada.⁶ A prioridade nesta fase deve ser o desenvolvimento de habilidades motoras, coordenação e padrões de movimento seguros, estabelecendo uma base sólida para um treino mais focado na hipertrofia após a puberdade. A segurança é uma preocupação primordial. A prática inadequada de treino de força, como o uso de cargas máximas ou submáximas sem supervisão qualificada e técnica deficiente, pode apresentar riscos de lesão, incluindo danos à cartilagem de crescimento e potencial fecho precoce das epífises ósseas.⁶

2. Adolescentes Pós-púberes

Com o início da puberdade e o subsequente aumento das hormonas sexuais, a capacidade para a hipertrofia muscular aumenta significativamente. Em adolescentes pós-púberes ou no final da adolescência, o treino de resistência, incluindo exercícios isométricos, está associado a benefícios para o conteúdo mineral ósseo, melhoria da composição corporal e redução do risco de lesões relacionadas com o desporto.⁶

Um estudo realizado com adolescentes não treinados (idade média de 13.7 anos) demonstrou que tanto o treino de alta carga e baixo número de repetições máximas (LRM, 3 séries de 4-6 RM) quanto o treino de baixa carga e alto número de repetições máximas (HRM, 3 séries de 12-15 RM), realizados duas vezes por semana durante nove semanas, foram igualmente eficazes na melhoria da aptidão muscular (força e resistência).⁷ Embora este estudo não tenha medido diretamente a massa muscular, as melhorias na aptidão muscular nesta

população frequentemente se correlacionam com alterações positivas na massa magra, especialmente quando o estímulo de treino é consistente e a nutrição é adequada.

3. Impacto da Atividade Física no Crescimento e Puberdade

A atividade física exerce influências distintas no crescimento estatural e no desenvolvimento puberal:

- **Crescimento Estatural:** A atividade física leve a moderada tende a estimular o crescimento linear, possivelmente através do aumento dos níveis circulantes de GH e IGF-1.⁶ Por outro lado, a atividade física extenuante e de alto volume, especialmente se crônica, pode reduzir o ganho estatural, potencialmente devido à inibição do eixo GH-IGF-1 e ao aumento de citocinas pró-inflamatórias.⁶ É importante notar que o tipo de desporto praticado não parece ter um efeito direto no aumento ou diminuição da estatura final; as diferenças de altura observadas entre atletas de diferentes modalidades (por exemplo, basquetebolistas vs. ginastas) são mais provavelmente atribuídas a um viés de seleção por biótipo do que a um efeito do treino em si.⁶
- **Desenvolvimento Puberal:** A atividade física vigorosa e extenuante, particularmente quando associada a uma restrição energética significativa (baixa ingestão calórica), pode levar a efeitos adversos no desenvolvimento puberal e na função reprodutiva. Isto ocorre devido à supressão da secreção do hormona libertadora de gonadotrofinas (GnRH), resultando em deficiência na produção de esteroides sexuais.⁶ Em raparigas, esta prática pode causar um *continuum* de distúrbios menstruais, desde atraso puberal e menarca tardia até oligomenorreia e amenorreia. A amenorreia da mulher atleta está frequentemente relacionada com a intensidade do exercício, perda de peso e gordura corporal, e balanço energético negativo.⁶ Em rapazes, os estudos não indicam evidências consistentes de efeitos adversos na maturação sexual relacionados com o treino desportivo, mesmo que intenso.⁶

4. Recomendações Gerais para Crianças e Adolescentes

- **Supervisão Qualificada:** O treino deve ser sempre supervisionado por profissionais qualificados com experiência em treino de jovens.
- **Técnica Adequada:** A ênfase deve ser na aprendizagem e execução correta da técnica dos exercícios antes da progressão da carga.
- **Progressão Gradual:** As cargas, o volume e a complexidade dos exercícios devem ser aumentados gradualmente, de acordo com a capacidade individual e a maturação.
- **Foco no Desenvolvimento de Habilidades e Prazer:** O treino deve ser variado, envolvente e focado no desenvolvimento de uma ampla gama de habilidades motoras, promovendo uma atitude positiva em relação à atividade física.

- **Individualização:** Os programas devem ser individualizados, considerando a idade, o nível de maturação, a experiência de treino e os objetivos individuais.

B. Homens e Mulheres Adultos: Diferenças Fisiológicas e Hormonais

Embora os princípios fundamentais do treino para hipertrofia sejam semelhantes para homens e mulheres adultos, existem diferenças fisiológicas e hormonais que influenciam a composição corporal basal e o potencial absoluto para o ganho de massa magra.

1. Meio Hormonal

- **Homens:** A testosterona, uma hormona androgénica primária, desempenha um papel crucial na promoção do aumento da deposição de proteína nos músculos, ossos, pele e outras partes do corpo.⁸ Níveis significativamente mais elevados de testosterona circulante em homens contribuem para um maior desenvolvimento muscular basal e um maior potencial hipertrófico em resposta ao treino, em termos absolutos, em comparação com as mulheres.⁸
- **Mulheres:** O estrogénio, a principal hormona sexual feminina, tem efeitos distintos na composição corporal. É capaz de aumentar a deposição de gordura predominantemente nas mamas, ancas e tecido subcutâneo, o que explica a maior percentagem de gordura corporal tipicamente encontrada no sexo feminino em comparação com o masculino.⁸ Embora o estrogénio não promova diretamente o ganho de massa magra da mesma forma que a testosterona, influencia a distribuição de gordura, o que afeta indiretamente a proporção de massa magra em relação à massa gorda.

2. Composição Corporal Basal

Devido em parte a estas diferenças hormonais, bem como a outros fatores genéticos e de desenvolvimento, as mulheres geralmente apresentam menor massa corporal magra e maior massa gorda em comparação com os homens, mesmo quando ajustado para a altura ou peso corporal total.⁸ Esta diferença na quantidade de tecido muscular magro basal é um fator determinante na força muscular absoluta e no desempenho físico geral.

3. Resposta ao Treino

Apesar das diferenças hormonais e de composição corporal basal, tanto homens como mulheres demonstram ganhos significativos de força e hipertrofia muscular em resposta a programas de treino de resistência adequadamente desenhados. É crucial entender que, embora os homens possam atingir uma maior massa muscular absoluta devido aos seus níveis mais elevados de testosterona, as mulheres podem alcançar ganhos relativos (percentuais) de força e massa muscular que são comparáveis aos dos homens. O receio comum entre algumas mulheres de "ficarem demasiado volumosas" ou masculinizadas com o treino de força é, na maioria dos casos, fisiologicamente infundado, precisamente devido às

diferenças hormonais que limitam o grau absoluto de hipertrofia possível sem o uso de agentes anabólicos exógenos.

Os princípios de treino para hipertrofia (intensidade, volume, progressão, etc.) são largamente os mesmos para ambos os sexos. No entanto, a individualização do programa com base na capacidade de recuperação, preferências pessoais, objetivos específicos e experiência de treino é fundamental. Algumas considerações podem incluir diferenças na seleção de exercícios devido a variações antropométricas ou preferências, e potenciais variações na recuperação ao longo do ciclo menstrual em mulheres, embora a investigação sobre este último ponto seja ainda inconclusiva quanto a recomendações de treino específicas.

C. Idosos: Combate à Sarcopenia e Melhoria da Massa Funcional

O envelhecimento está associado a uma perda progressiva de massa muscular, força e função, um fenómeno conhecido como sarcopenia. O treino de resistência é uma intervenção primária e altamente eficaz para combater a sarcopenia e melhorar a saúde e qualidade de vida em idosos.

1. Sarcopenia: Definição e Implicações

A sarcopenia contribui para a diminuição da mobilidade, aumento do risco de quedas e fraturas, desenvolvimento de doenças metabólicas (como diabetes tipo 2 e obesidade), e uma redução geral na capacidade de realizar atividades da vida diária (AVD), levando à perda de independência.

2. Eficácia do Treino de Resistência

- **Intensidade é Crucial:** Uma revisão sistemática de 22 estudos experimentais concluiu que a intensidade da carga é a variável do treino de resistência com maior evidência de influência positiva no ganho de força muscular em idosos. Cargas mais elevadas, geralmente fixadas num limiar de 80% de 1RM ou superior, são mais eficazes para induzir aumentos de força nesta faixa etária.⁹ Embora estas revisões se tenham focado primariamente na força, a hipertrofia é uma adaptação subjacente que contribui para os ganhos de força, e a intensidade elevada é também um estímulo importante para o crescimento muscular.
- **Tipo de Exercício:** Para idosos frágeis, recomendam-se exercícios dinâmicos (não estáticos) que englobem os maiores grupos musculares do corpo, utilizando tanto movimentos concêntricos (levantar/empurrar) quanto excêntricos (baixar de forma suave e controlada).¹⁰ Deve ser dada prioridade aos grupos musculares dos membros inferiores (extensores do joelho e quadril, flexores do joelho, dorsiflexores e flexores plantares) devido à sua importância para a mobilidade, equilíbrio e prevenção de quedas.¹⁰
- **Frequência:** Recomenda-se uma frequência de treino de pelo menos duas vezes por semana, em dias não consecutivos, permitindo um mínimo de 48 horas de descanso entre as sessões para o mesmo grupo muscular.¹⁰ Embora alguns

estudos sugeriram que treinar uma, duas ou três vezes por semana pode não resultar em diferenças significativas nos ganhos de força se a intensidade for adequada, a maioria dos estudos analisados utilizou uma frequência de três vezes por semana.⁹

- **Volume:** Recomenda-se a realização de 8-12 repetições por série, sem interrupção, com 1 a 3 séries por exercício.¹⁰ A maioria dos estudos utiliza três séries.⁹ Um programa típico pode incluir 8-10 exercícios por sessão, abrangendo os principais grupos musculares.¹⁰
- **Progressão:** A progressão da carga de treino é essencial à medida que o idoso se torna mais forte, para continuar a fornecer um estímulo adequado para adaptação.¹⁰
- **Intervenções Combinadas:** Uma meta-análise em rede de alta qualidade demonstrou que o treino de resistência, com ou sem suplementação nutricional, ou o treino de resistência combinado com treino aeróbico e de equilíbrio, apresenta evidência de certeza alta a moderada para a melhoria da qualidade de vida em idosos com sarcopenia. O treino de resistência e equilíbrio mais nutrição foi o mais eficaz para melhorar a força de preensão manual (evidência de certeza moderada), e o treino de resistência e equilíbrio, com ou sem nutrição, foi o mais eficaz para melhorar a função física medida pela velocidade da marcha habitual (evidência de certeza moderada).¹¹

3. Segurança e Considerações Adicionais

- **Avaliação Médica Prévia:** É fundamental uma avaliação médica completa antes de iniciar um programa de treino, especialmente em idosos com comorbidades.
- **Técnica e Controle:** Ênfase no controle do movimento, especialmente na fase excêntrica (por exemplo, 4-6 segundos para baixar o peso), e na técnica correta para minimizar o risco de lesões.¹⁰ A respiração deve ser normal durante as repetições, evitando a manobra de Valsalva.¹⁰
- **Teste de 1RM:** Embora o teste de 1RM ou 3RM seja o método mais documentado para medir o aumento da força, pode não ser rotineiramente utilizado em idosos frágeis devido ao potencial de lesão osteomioarticular e à dificuldade em realizar força máxima. A aproximação sucessiva das cargas é frequentemente mais viável e segura.¹⁰ No entanto, estudos demonstraram que o teste de 1RM pode ser seguro e altamente reprodutível em homens idosos saudáveis (65 ± 5 anos) quando realizado com protocolos adequados, incluindo familiarização, controle da velocidade de execução e número limitado de tentativas, e não parece induzir dor muscular tardia significativa 48 horas após a sua execução.¹²
- **Ênfase na Potência e Treino Excêntrico:** Para além da massa e da força máxima, a *potência* muscular (capacidade de gerar força rapidamente) e a força

excêntrica são cruciais para a independência funcional e a prevenção de quedas em idosos. A sarcopenia envolve uma perda preferencial de fibras musculares do tipo II (contração rápida), que são fundamentais para a produção de potência. As quedas em idosos são frequentemente devidas a uma incapacidade de reagir e gerar força rapidamente para recuperar o equilíbrio. Embora os programas de hipertrofia contribuam para estes aspetos, uma ênfase específica em movimentos concêntricos mais rápidos (quando seguros e apropriados para o indivíduo) e em fases excêntricas controladas e potencialmente sobrecarregadas pode proporcionar maiores benefícios funcionais. Diretrizes gerais para adultos, como as do ACSM, incluem ações musculares concêntricas, excêntricas e isométricas, e o treino excêntrico é reconhecido pelo seu potencial hipertrófico e de fortalecimento.¹³ Portanto, os programas de treino para idosos devem, sempre que possível e seguro, incorporar elementos que visem especificamente o desenvolvimento de potência e o fortalecimento excêntrico, pois estes podem ser mais diretamente transferíveis para as atividades da vida diária e a prevenção de quedas.

IV. Princípios Científicos da Prescrição de Exercício para Hipertrofia

A otimização da hipertrofia muscular através do exercício requer uma compreensão e aplicação meticulosa de vários princípios de treino.

A. Treino de Resistência: A Pedra Angular do Crescimento Muscular

O treino de resistência (TR), também conhecido como treino de força ou musculação, é universalmente reconhecido como a forma de atividade física mais eficiente para modificar a composição corporal no sentido de aumentar a massa muscular.¹⁴ A sua eficácia reside na capacidade de impor estímulos mecânicos e metabólicos que desencadeiam as vias de sinalização celular responsáveis pela síntese proteica e subsequente hipertrofia, conforme detalhado na Secção II. Diferentes métodos e abordagens de TR podem ser eficazes, desde que promovam uma ativação muscular suficiente através de contrações repetidas, estimulando assim as adaptações neuromusculares e fisiológicas nos diversos grupos musculares.¹⁵

B. Manipulação das Variáveis Chave do Treino

A prescrição de um programa de TR para hipertrofia envolve a manipulação cuidadosa de várias variáveis inter-relacionadas.

1. Intensidade: Determinação e Aplicação da Carga

A intensidade refere-se à magnitude da resistência ou carga utilizada durante um exercício. É uma das variáveis mais críticas para estimular a hipertrofia.

- **Porcentagem de 1 Repetição Máxima (%1RM):** Tradicionalmente, a intensidade é prescrita como uma porcentagem da carga máxima que um indivíduo consegue levantar uma única vez com a forma correta (1RM). Para hipertrofia, o American College of Sports Medicine (ACSM) recomenda uma ênfase na zona de 6-12 RM, com periodização que pode incorporar cargas correspondentes a 1-12 RM.¹³ Esta zona de 6-12 RM corresponde aproximadamente a 67-85% de 1RM.

O teste de 1RM pode ser realizado diretamente ou estimado. O teste direto de 1RM, embora exija precauções de segurança e familiarização, demonstrou ser reprodutível em homens idosos saudáveis quando são seguidos protocolos adequados.¹² De um modo geral, os protocolos de teste de 1RM envolvem séries de aquecimento com cargas progressivamente mais pesadas e menos repetições, até que a 1RM seja alcançada em 3-5 tentativas.

Para estimar a 1RM sem realizar um teste máximo direto (o que pode ser preferível para iniciantes ou certas populações), podem ser usadas equações baseadas no número de repetições realizadas até à falha com uma carga submáxima. Uma equação comum é a de Epley:

$$1RM = \text{Peso} \times (1 + 30 \times \text{Repetições})$$

Outras equações, como a de Brzycki

$(1RM = (1.0278 - (0.0278 \times \text{Repetições})) \times \text{Peso})$, também são utilizadas. É importante notar que estas são estimativas e a sua precisão pode variar.

- **Escala de Esforço Percebido (RPE) / Repetições em Reserva (RIR):** Estes são métodos de autorregulação da intensidade que permitem ao indivíduo ajustar a carga com base na sua prontidão e percepção de esforço no dia do treino.

A RPE é frequentemente avaliada numa escala de 1 a 10, onde, por exemplo, um RPE de 8-9 pode ser o alvo para séries focadas na hipertrofia, indicando um esforço muito alto.

A RIR refere-se ao número de repetições que o indivíduo acredita que conseguiria realizar para além das que completou na série, antes de atingir a falha muscular momentânea. Para hipertrofia, um alvo comum é 1-3 RIR (ou seja, terminar a série a 1-3 repetições da falha).

Um estudo que comparou a carga baseada em RPE com a carga baseada em %1RM em programas de treino periodizados e ondulatórios diários, com séries e repetições igualadas, verificou que ambos os métodos levaram a aumentos significativos de força e hipertrofia.¹⁶ No entanto, houve uma tendência para ganhos de força ligeiramente superiores no grupo RPE, possivelmente devido a uma maior individualização da carga. Para a hipertrofia, ambos os métodos foram

igualmente eficazes.¹⁶ Uma abordagem combinada, prescrevendo uma %1RM alvo com um corredor de RPE/RIR, pode ser uma estratégia prática e eficaz, oferecendo estrutura e flexibilidade.¹⁶

Cálculo/Escolha da Intensidade:

- **Prescrição por Zona de RM:** Selecionar um peso que permita ao indivíduo realizar o número de repetições alvo (por exemplo, 8-12) com boa forma, aproximando-se da falha na última repetição.
- **Prescrição por RPE/RIR:** Instruir o indivíduo a selecionar um peso que provoque um RPE alvo (por exemplo, RPE 8 em 10) para o número de repetições prescrito, ou que deixe um número específico de RIR (por exemplo, 2 RIR). O peso é ajustado em séries subsequentes ou treinos para manter o RPE/RIR alvo à medida que a força muda.

2. Volume: Cálculo do Número Ótimo de Séries, Repetições e Frequência

O volume de treino refere-se à quantidade total de trabalho realizado e é um fator determinante para a hipertrofia. É tipicamente quantificado como Séries x Repetições x Carga (Volume de Carga) ou, mais simplesmente, pelo número de séries "pesadas" (próximas da falha) por grupo muscular por semana.

- **Repetições:** Embora a faixa de 6-12 repetições por série seja tradicionalmente recomendada para hipertrofia ¹³, a investigação atual sugere que a hipertrofia pode ocorrer numa ampla gama de repetições (desde tão poucas como 3-5 até 20-30+), desde que as séries sejam levadas perto ou até à falha muscular concêntrica, garantindo assim o recrutamento máximo de unidades motoras e um estímulo mecânico e/ou metabólico suficiente.⁵
- **Séries:** Programas com múltiplas séries por exercício são consistentemente superiores a programas de série única para maximizar a hipertrofia.¹³ Uma recomendação comum para rotinas focadas na hipertrofia é de 3-4 séries por exercício.¹⁷ O volume semanal total de séries por grupo muscular parece ser mais importante do que o número de séries por sessão.
- **Frequência:** A frequência de treino refere-se ao número de vezes que um grupo muscular é treinado por semana. Treinar um grupo muscular duas vezes por semana é frequentemente citado como eficaz e potencialmente superior a uma vez por semana para hipertrofia, especialmente para indivíduos mais experientes. Um estudo com indivíduos não treinados demonstrou que treinar cada grupo muscular duas vezes por semana (com 8 séries por sessão para esse grupo muscular) ou quatro vezes por semana (com 4 séries por sessão para esse grupo muscular) promoveu ganhos semelhantes de força e espessura muscular, desde

que o *volume semanal total de séries fosse igualado* (neste caso, 16 séries por semana por grupo muscular).¹⁸ Isto sugere que o volume semanal total é um fator mais crítico do que a frequência, dentro de certos limites.

- **Cálculo do Volume de Carga:** Volume de Carga Total = Séries x Repetições x Carga. Este valor pode ser monitorizado por exercício, por sessão ou por semana para avaliar e progredir o treino.
- **Volume Ótimo:** Existe provavelmente uma relação dose-resposta entre o volume de treino e a hipertrofia, até um certo ponto, para além do qual os retornos diminuem e o risco de recuperação inadequada ou overreaching aumenta. Recomendações contemporâneas, baseadas em meta-análises, sugerem que cerca de 10-20+ séries "pesadas" (próximas da falha) por grupo muscular por semana podem ser um bom ponto de partida para a maioria dos indivíduos, com a necessidade de individualização com base na experiência de treino, capacidade de recuperação e resposta individual. As 16 séries por semana por grupo muscular utilizadas no estudo de ¹⁸ alinham-se com esta faixa.

3. Seleção de Exercícios: Eficácia Biomecânica e Individualização

A seleção de exercícios é crucial para direcionar eficazmente os músculos desejados e garantir um estímulo hipertrófico ótimo e seguro.

- **Princípios Gerais:** Um programa abrangente deve incluir uma variedade de exercícios que trabalhem os músculos-alvo a partir de diferentes ângulos e através de diferentes planos de movimento, respeitando as suas funções biomecânicas.¹⁷
- **Exercícios Multiarticulares (Compostos):** Exercícios como agachamentos (e suas variações), peso morto (e suas variações), supinos (e suas variações), desenvolvimentos acima da cabeça, remadas e puxadas/elevações na barra fixa são altamente eficientes. Envolvem múltiplas articulações e grandes massas musculares simultaneamente, permitem o uso de cargas mais pesadas e podem induzir uma maior resposta hormonal sistêmica. Devem constituir o núcleo da maioria dos programas de hipertrofia.¹⁷
- **Exercícios Monoarticulares (Isolamento):** Exercícios como extensões de perna, flexões de perna, elevações de gêmeos, curls de bíceps, extensões de tríceps, elevações laterais e aberturas/crucifixos são úteis para isolar músculos específicos, acumular volume de treino adicional, abordar pontos fracos ou desequilíbrios musculares, e podem ser particularmente importantes para o desenvolvimento completo de certos grupos musculares.¹⁷
- **Biomecânica:** Uma compreensão sólida da biomecânica – incluindo as ações musculares, linhas de força, alavancas articulares e perfis de resistência dos

exercícios – é fundamental para selecionar os exercícios mais eficazes e executá-los de forma segura. A forma correta de execução maximiza o estímulo no músculo-alvo e minimiza o stresse em estruturas passivas, reduzindo o risco de lesão.¹⁷

- **Individualização:** A seleção de exercícios deve ser sempre individualizada, levando em consideração a anatomia específica do indivíduo (por exemplo, comprimentos dos membros, estrutura articular), historial de lesões, nível de experiência, equipamento disponível e preferências pessoais.¹⁷ O que é um exercício "ótimo" para uma pessoa pode não ser para outra.

4. Intervalos de Descanso, Cadência e Tempo Sob Tensão (TST)

- **Intervalos de Descanso:** O período de recuperação entre séries e exercícios. Para hipertrofia, o ACSM recomenda intervalos de descanso curtos a moderados, de 1-2 minutos entre as séries.¹³ Outras fontes sugerem 60-90 segundos.¹⁷ Estes intervalos mais curtos podem ajudar a manter um certo grau de stresse metabólico, que se acredita contribuir para a hipertrofia, e também permitem uma maior densidade de treino (mais trabalho realizado por unidade de tempo). No entanto, para exercícios compostos muito pesados, intervalos ligeiramente mais longos podem ser necessários para manter o desempenho nas séries subsequentes.
- **Cadência (Velocidade da Repetição):** Refere-se à velocidade com que as fases concêntrica (levantamento) e excêntrica (abaixamento) de uma repetição são realizadas. Uma cadência controlada, por exemplo, 2-3 segundos para a fase concêntrica e 2-3 segundos para a fase excêntrica, é frequentemente utilizada para maximizar o tempo sob tensão e garantir o controlo da carga.¹⁷ Controlar a velocidade de execução pode ser tão eficaz para a hipertrofia quanto o treino em velocidade normal e pode aumentar a segurança, evitando movimentos balísticos ou descontrolados.¹⁵ Algumas investigações sugerem que o treino de baixa velocidade pode ser mais eficaz para a hipertrofia em adultos bem treinados¹⁵, possivelmente devido a um aumento do tempo sob tensão e a um recrutamento de fibras mais sustentado.
- **Tempo Sob Tensão (TST):** O tempo total que um músculo ou grupo muscular está sob carga durante uma série. É influenciado pelo número de repetições e pela cadência. Embora seja um conceito popular, a relação direta entre um TST específico e a hipertrofia é menos clara do que a importância de alcançar tensão mecânica suficiente e volume de treino próximo da falha. A cadência controlada contribui para um maior TST, mas o TST por si só, sem considerar a magnitude da carga e o esforço, pode não ser um indicador fiável do estímulo hipertrófico.

A tabela seguinte resume as recomendações para as variáveis de treino de resistência com vista à otimização da hipertrofia muscular.

Tabela IV.B.1: Variáveis do Treino de Resistência para Hipertrofia Muscular Ótima

Variável	Recomendação/Método para Hipertrofia	Considerações Chave/Métodos de Cálculo
Intensidade	6-12 RM (~67-85% 1RM); RPE 7-9; RIR 1-3. Periodização pode incluir 1-12 RM.	1RM pode ser testado diretamente ou estimado (ex: $\text{Peso} \times (1 + 30 \text{Reps})$). RPE/RIR para autorregulação.
Volume (por grupo muscular/semana)	~10-20+ séries "pesadas" (próximas da falha).	Individualizar com base na experiência e recuperação. Volume de Carga = Séries x Reps x Carga.
Frequência (por grupo muscular)	2-3 vezes por semana.	O volume semanal total é mais crítico do que a frequência, desde que o volume por sessão não seja excessivo.
Repetições (por série)	Principalmente 6-12, mas a hipertrofia pode ocorrer numa ampla gama (3-30+) se perto da falha.	Repetições mais baixas favorecem mais a força, repetições mais altas podem aumentar o stresse metabólico.
Séries (por exercício)	3-4 séries para a maioria dos exercícios.	Pode variar com base na complexidade do exercício e no volume total do programa.
Intervalos de Descanso (entre séries)	60-120 segundos.	Mais curtos (60-90s) para stresse metabólico; mais longos para exercícios compostos pesados e recuperação de força.
Cadência (velocidade da repetição)	Controlada (ex: 2-0-2-0 a 3-1-3-0; concêntrica-pausa-excêntrica)	Ênfase na fase excêntrica pode ser benéfica. Evitar movimentos demasiado

	-pausa).	rápidos e descontrolados.
Seleção de Exercícios	Variedade de exercícios multiarticulares e monoarticulares.	Cobrir diferentes ângulos e funções musculares. Considerar biomecânica e individualização.
Progressão	Aumento gradual e consistente da sobrecarga.	Aumentar carga, repetições, séries; diminuir descanso; melhorar técnica/amplitude.

Nota: RM = Repetição Máxima; RPE = Escala de Esforço Percebido; RIR = Repetições em Reserva. As recomendações são generalizadas e devem ser adaptadas individualmente.

Um conceito importante que emerge da investigação sobre intensidade e volume é o das "repetições eficazes". Sugere-se que as repetições realizadas mais perto da falha muscular momentânea são as mais estimulantes para a hipertrofia. Isto ocorre porque estas repetições finais exigem o recrutamento das unidades motoras de limiar mais elevado, que contêm fibras musculares com o maior potencial de crescimento. Este conceito ajuda a explicar por que razão diferentes faixas de repetições podem induzir hipertrofia, desde que o esforço seja elevado (ou seja, as séries sejam levadas perto da falha) ⁵, e por que razão ferramentas como RPE e RIR são úteis para guiar a intensidade do treino.¹⁶ O foco deve ser menos em faixas de repetições rígidas e mais em garantir que um número suficiente de séries seja realizado com um alto grau de esforço (por exemplo, 0-3 RIR), para maximizar o recrutamento de todas as fibras musculares e fornecer um potente estímulo hipertrófico. Isto também sublinha por que o volume, medido pelo número de séries "pesadas", é um fator crítico.

C. Divisões de Treino, Modelos de Periodização e Estratégias de Progressão

1. Divisões de Treino (Training Splits)

A forma como o treino dos diferentes grupos musculares é distribuído ao longo da semana pode variar.

- **Corpo Inteiro (Full Body):** Todos os principais grupos musculares são treinados em cada sessão (por exemplo, 2-3 vezes por semana). Esta abordagem pode ser muito eficaz, especialmente para iniciantes, indivíduos com tempo limitado, ou quando se visa uma maior frequência de estímulo por grupo muscular com um volume moderado por sessão. O estudo de ¹⁸ demonstrou que um treino de corpo inteiro (4 vezes por semana, com menor volume por sessão para cada grupo muscular) foi tão eficaz quanto uma rotina dividida (grupos musculares treinados

2 vezes por semana, com maior volume por sessão), desde que o volume semanal total fosse equalizado.

- **Rotinas Divididas (Split Routines):** O corpo é dividido em diferentes grupos musculares que são treinados em dias diferentes. Exemplos comuns incluem divisões superior/inferior (upper/lower), empurrar/puxar/pernas (push/pull/legs), ou divisões por partes do corpo (por exemplo, peito/tríceps num dia, costas/bíceps noutro, pernas/ombros noutro). As rotinas divididas permitem um maior volume de treino por grupo muscular por sessão e podem ser preferidas por indivíduos mais avançados que procuram maximizar o estímulo em cada grupo muscular.¹⁹

2. Modelos de Periodização

A periodização refere-se à variação planeada e sistemática das variáveis de treino (como intensidade, volume, seleção de exercícios) ao longo do tempo, com o objetivo de otimizar as adaptações, prevenir a estagnação e reduzir o risco de overtraining.¹⁹

- **Periodização Linear:** Caracteriza-se por um aumento gradual da intensidade e uma diminuição gradual do volume ao longo de um macrociclo.
- **Periodização Não-Linear (Ondulatória):** Envolve variações mais frequentes na intensidade e no volume, por exemplo, numa base diária (DUP - Daily Undulating Periodization) ou semanal (WUP - Weekly Undulating Periodization). O estudo de ¹⁶ utilizou um modelo ondulatório diário com sucesso.
- **Periodização em Blocos:** Foca-se no desenvolvimento de capacidades específicas (por exemplo, hipertrofia, força, potência) em blocos de treino distintos. Princípios como o incremento progressivo da carga, a versatilidade da carga (variação para evitar a estagnação) e o incremento descontínuo da carga (períodos de carga mais alta seguidos de períodos de recuperação ou carga mais baixa) são fundamentais para uma periodização eficaz.¹⁹

3. Estratégias de Progressão

A progressão da sobrecarga (progressive overload) é o pilar fundamental para a hipertrofia contínua. Os músculos adaptam-se ao estímulo de treino, pelo que é necessário aumentar gradualmente a exigência para continuar a estimular o crescimento.

- **Métodos de Progressão:**
 - Aumentar a carga/peso para o mesmo número de repetições e séries.
 - Aumentar o número de repetições com a mesma carga.
 - Aumentar o número de séries.
 - Aumentar a frequência de treino (com moderação e considerando a recuperação).
 - Diminuir os intervalos de descanso entre as séries (aumentando a densidade do treino).

- Melhorar a técnica de execução e/ou aumentar a amplitude de movimento.
- Utilizar técnicas de treino avançadas (discutidas abaixo). A progressão deve ser individualizada, sustentável e baseada na resposta do indivíduo ao treino.

D. Técnicas de Treino Avançadas: Avaliação do seu Papel na Hipertrofia

Existem inúmeras técnicas de treino avançadas que são frequentemente promovidas para potenciar a hipertrofia. Estas incluem, mas não se limitam a: superséries (exercícios para músculos antagonistas ou para o mesmo grupo muscular realizados consecutivamente), dropsets (redução da carga após a falha para continuar a série), rest-pause (breves pausas intra-série para realizar mais repetições), repetições forçadas (assistência de um parceiro após a falha), negativas/excêntricas (foco na fase de alongamento com cargas supramáximas), pré-exaustão (exercício de isolamento seguido de um composto para o mesmo grupo muscular), séries gigantes (3-6 exercícios para o mesmo grupo muscular com descanso mínimo), e German Volume Training (10 séries de 10 repetições).¹⁹

O principal mecanismo pelo qual estas técnicas podem contribuir para a hipertrofia é através do aumento do volume de treino total, da intensidade (esforço), da densidade do treino (trabalho por unidade de tempo), do stresse metabólico ou do tempo sob tensão. Podem ser ferramentas úteis para indivíduos avançados que procuram quebrar platôs de treino ou introduzir um novo estímulo. No entanto, não são essenciais para a hipertrofia, especialmente para iniciantes e intermediários, que geralmente progridem bem com a aplicação consistente dos princípios básicos de treino. A sua utilização excessiva ou inadequada pode aumentar o risco de overreaching ou overtraining, devido ao elevado stresse que impõem. Devem ser incorporadas estrategicamente num plano de treino periodizado e com consideração pela capacidade de recuperação individual.

E. Melhores Exercícios para Hipertrofia: Exemplos Específicos por Grupo e Justificativa

A seleção dos "melhores" exercícios é sempre contextual e depende dos princípios de individualização e biomecânica. No entanto, alguns exercícios são consistentemente eficazes para estimular a hipertrofia nos principais grupos musculares.

- **Adultos em Geral (Homens e Mulheres):**

- **Membros Inferiores:**

- *Agachamento (Squat) e variações (frontal, búlgaro, etc.):* Trabalha quadríceps, glúteos, isquiotibiais, adutores e eretores da espinha. Elevado potencial de carga.
- *Peso Morto (Deadlift) e variações (romeno, sumo, etc.):* Envolve cadeia

posterior (isquiotibiais, glúteos, eretores da espinha), trapézios, antebraços. Elevado estímulo sistêmico.

- *Leg Press*: Permite cargas elevadas com menor exigência de estabilização do que o agachamento. Foco nos quadríceps, glúteos e isquiotibiais.
- *Extensora e Flexora de Perna (Leg Extension/Curl)*: Isolamento para quadríceps e isquiotibiais, respetivamente.
- *Elevação de Gêmeos (Calf Raises)*: Para gastrocnémio e sóleo.

○ **Tronco (Peito, Costas, Ombros):**

- *Supino (Bench Press) e variações (inclinado, declinado, com halteres)*: Primariamente peitoral maior, deltoides anteriores e tríceps.
- *Remadas (Rows) e variações (com barra, com haltere, em máquina, curvada)*: Trabalha grande dorsal, romboides, trapézios, deltoides posteriores e bíceps.
- *Puxada Vertical (Pull-ups/Lat Pulldowns)*: Foco no grande dorsal, bíceps e músculos da cintura escapular.
- *Desenvolvimento de Ombros (Overhead Press) e variações (com barra, com halteres, Arnold press)*: Deltoides (anterior e medial), trapézios e tríceps.
- *Elevações Laterais (Lateral Raises)*: Isolamento para o deltoide medial.
- *Aberturas/Crucifixos (Flies)*: Isolamento para o peitoral.

○ **Braços:**

- *Curl de Bíceps (Biceps Curls) e variações*: Para bíceps braquial, braquial e braquiorradial.
- *Extensão de Tríceps (Triceps Extensions) e variações (testa, pulley, francês)*: Para as três cabeças do tríceps.

- *Justificativa*: Esta combinação de exercícios compostos e de isolamento permite um desenvolvimento muscular equilibrado, maximizando a tensão mecânica e o volume nos músculos-alvo.¹⁷

● **Crianças e Adolescentes:**

- O foco inicial deve ser em exercícios com o peso corporal, bandas de resistência leves e, posteriormente, pesos livres e máquinas com instrução e supervisão adequadas.
- Exemplos: Agachamentos (peso corporal, goblet squat com peso leve), lunges, flexões de braço (push-ups, com joelhos no chão se necessário), remadas (com bandas, halteres leves), pranchas (planks) e outros exercícios de estabilização do core.
- *Justificativa*: Promovem a segurança, a aquisição de habilidades motoras, o desenvolvimento neuromuscular e preparam para treinos mais intensos na idade adulta.⁶

- **Idosos:**

- Exercícios que melhoram a força funcional, o equilíbrio e a mobilidade são prioritários.
- Exemplos: Leg press (geralmente mais seguro para a coluna do que o agachamento com barra para alguns idosos), agachamento na cadeira (chair squats), subidas em degrau (step-ups), elevações de gêmeos, supino (em máquina ou com halteres leves), remadas (em máquina ou com bandas), curl de bíceps e extensão de tríceps (frequentemente com halteres leves ou máquinas).¹⁰
- *Justificativa:* Foco na segurança, relevância funcional, combate à sarcopenia e fortalecimento de músculos cruciais para as atividades da vida diária e prevenção de quedas.¹⁰

V. Suplementação Nutricional para Maximizar os Ganhos de Massa Magra

A suplementação pode ser uma ferramenta útil para complementar uma dieta e um programa de treino bem estruturados, mas não substitui nenhum deles.

A. Nutrição Fundamental para o Crescimento Muscular

Antes de considerar suplementos específicos, é imperativo garantir que as necessidades nutricionais básicas para o crescimento muscular estão a ser satisfeitas. Isto inclui um ligeiro excedente calórico (consumir mais calorias do que as gastas) para suportar o processo anabólico de construção de novo tecido muscular. A distribuição de macronutrientes também é crucial.

Um estudo com praticantes de musculação com o objetivo de hipertrofia observou que a alimentação pode corresponder a até 60% da importância para o ganho de massa muscular.¹⁴ As recomendações gerais para este grupo incluem:

- **Proteína:** Embora a média de ingestão no estudo fosse de 1.7 g/kg de peso/dia, alinhada com as recomendações para atletas de força (1.6 a 1.7 g/kg), muitos consumiam valores acima do recomendado.¹⁴ (Mais detalhes na Secção V.B).
- **Carboidratos:** Essenciais para fornecer energia para o treino, repor as reservas de glicogénio muscular e facilitar a recuperação. O consumo recomendado varia entre 5 e 8 g/kg de peso/dia, podendo chegar a 10 g/kg em treinos intensos. No entanto, o estudo observou que o consumo de carboidratos na amostra estava abaixo do recomendado.¹⁴
- **Lipídios (Gorduras):** Importantes para a produção hormonal, absorção de vitaminas lipossolúveis e fornecimento de energia. A recomendação para atletas é semelhante à da população em geral, cerca de 1 g de gordura por kg de peso corporal. O estudo encontrou que a ingestão de lipídios na amostra era superior à

recomendada.¹⁴

Tabela V.A.1: Recomendações de Macronutrientes para Hipertrofia Muscular

Macronutriente	Ingestão Recomendada	Justificativa para Crescimento Muscular	Principais Fontes Alimentares
Proteína	1.6-2.2 g/kg de peso corporal/dia	Fornece aminoácidos para a síntese proteica muscular (SPM), reparo e crescimento.	Carnes magras, aves, peixe, ovos, laticínios, leguminosas, tofu, suplementos proteicos.
Carboidratos	4-7 g/kg de peso corporal/dia (ou mais, dependendo da intensidade/volume do treino)	Principal fonte de energia para o treino de alta intensidade; repõe o glicogénio muscular; pode ter efeito poupador de proteína.	Cereais integrais, frutas, vegetais, tubérculos, leguminosas.
Gorduras	0.8-1.5 g/kg de peso corporal/dia (ou ~20-35% das calorias totais)	Essencial para a produção de hormonas (incluindo testosterona), saúde celular, absorção de vitaminas.	Abacate, nozes, sementes, azeite, peixes gordos.

Nota: Estas são recomendações gerais e podem necessitar de ajuste individual com base no metabolismo, nível de atividade, objetivos e preferências.

B. Proteína

A proteína é, sem dúvida, o macronutriente mais crucial quando se trata de hipertrofia muscular, devido ao seu papel direto no fornecimento dos blocos de construção (aminoácidos) para a síntese de novo tecido muscular.

1. Ingestão Diária Ótima

- Para indivíduos que praticam exercício regularmente, uma ingestão diária de proteína na faixa de **1.4 a 2.0 g/kg de peso corporal/dia** é suficiente para a maioria, melhora as adaptações ao treino e é considerada segura.²⁰ Esta recomendação é suportada por vasta investigação.

- Em indivíduos adultos envolvidos em treino de resistência:
 - Adultos com menos de 65 anos podem beneficiar de uma ingestão de **≥1.6 g/kg/dia** para ganhos adicionais de massa magra (MM).²² O nível de evidência para este efeito é moderado.²²
 - Adultos com 65 anos ou mais demonstraram benefícios na MM com uma ingestão de **1.2 a 1.59 g/kg/dia** combinada com treino de resistência.²²
- Ingestões mais elevadas (>3.0 g/kg/dia) podem ter efeitos positivos na composição corporal em indivíduos treinados em resistência (por exemplo, promover a perda de massa gorda), mas a faixa de 1.4-2.0 g/kg/dia é geralmente suficiente para o objetivo primário de aumento de massa muscular.²¹
- *Nível de Evidência: Moderado* para ganhos de MM com aumento da ingestão proteica + TR.²² **Vasta investigação** suporta a recomendação de 1.4-2.0 g/kg/dia.²⁰

2. Momento (Timing) e Distribuição

- O consumo de proteína de alta qualidade no período peritreino (antes, durante ou após as sessões de exercício) é recomendado para otimizar a recuperação, a função imunitária e o crescimento e manutenção da MM.²⁰
- O efeito anabólico do exercício é duradouro (pelo menos 24 horas), mas provavelmente diminui com o aumento do tempo pós-exercício. A "janela anabólica" ideal é provavelmente uma questão de tolerância individual e conveniência, uma vez que se obtêm benefícios tanto com a ingestão pré quanto pós-treino.²¹
- Recomenda-se a distribuição uniforme das doses de proteína ao longo do dia, idealmente **a cada 3-4 horas**.²¹
- Por refeição/dose, uma recomendação geral é de **0.25 g de proteína de alta qualidade por kg de peso corporal**, ou uma dose absoluta de **20-40 g** para maximizar a SPM.²¹
- As doses agudas de proteína devem procurar conter **700-3000 mg de leucina** (ou 0.7-3.0 g, conforme ²³) e um conjunto equilibrado de aminoácidos essenciais (AAE).²¹

3. Tipos e Qualidade

- Proteínas de digestão rápida que contêm altas proporções de AAE e leucina adequada são mais eficazes na estimulação da SPM.²¹
- **Whey Protein (Proteína do Soro do Leite):** É uma proteína de alta qualidade, rica em AAE e leucina, e de digestão rápida, levando a um aumento rápido e acentuado dos aminoácidos plasmáticos.²⁴ É frequentemente preferida no pós-treino.

- **Caseína:** Também uma proteína de alta qualidade derivada do leite, mas de digestão lenta. Induz um aumento moderado e prolongado dos aminoácidos plasmáticos, fornecendo um fluxo sustentado de aminoácidos ao longo de várias horas.²⁴ Pode ser benéfica antes de dormir ou entre refeições espaçadas.
- A ISSN (2007) recomendava que os suplementos proteicos contivessem componentes de whey e caseína.²⁰
- Embora seja possível obter as necessidades diárias de proteína através de alimentos integrais variados, a suplementação proteica (em pó, barras, etc.) é uma forma prática de garantir uma ingestão adequada de proteína de qualidade e quantidade, especialmente para atletas com necessidades elevadas ou para aqueles que procuram minimizar a ingestão calórica.²⁰

Tabela V.B.1: Recomendações de Ingestão de Proteína para Hipertrofia Muscular em Diferentes Populações

Grupo Popacional	Ingestão Diária de Proteína (g/kg PC)	Dose de Proteína por Refeição (g)	Conteúdo de Leucina por Refeição (g)	Considerações de Timing	Nível de Evidência (para MM/Força)
Indivíduos Não Treinados/Iniciantes	1.4-1.6	20-30 (ou 0.25g/kg)	~2-3	Distribuída ao longo do dia; peritreino	Moderado
Adultos Treinados em Resistência (<65 anos)	1.6-2.2 (ou mais, se em déficit calórico)	20-40 (ou 0.25-0.3g/kg)	~2.5-3+	Distribuída a cada 3-4h; peritreino	Moderado a Alto
Adultos Treinados em Resistência (≥65 anos)	1.2-1.6 (potencialmente até 2.0 com supervisão)	20-40 (com ênfase em atingir o limiar de leucina)	~3+ (limiar de leucina pode ser maior)	Distribuída a cada 3-4h; peritreino	Moderado
Atletas de Endurance	1.4-1.8	20-30	~2-3	Peritreino e para recuperação	Moderado (para recuperação e manutenção)

					da MM)
--	--	--	--	--	--------

PC = Peso Corporal. Níveis de evidência baseados em.²⁰

C. Creatina Monohidratada

A creatina monohidratada (CM) é um dos suplementos nutricionais ergogénicos mais extensivamente estudados e consistentemente eficazes para melhorar o desempenho em exercícios de alta intensidade e aumentar a massa magra.

1. Eficácia para Massa Magra e Desempenho

- A CM é considerada o suplemento nutricional ergogénico mais eficaz atualmente disponível para atletas em termos de aumento da capacidade de exercício de alta intensidade e da massa magra (MM) durante o treino.²
- A suplementação com CM, combinada com treino de resistência (TR), promove pequenos, mas significativos, aumentos nas medidas diretas de hipertrofia muscular regional, tanto nos membros superiores como inferiores.²⁶
- A longo prazo, a suplementação com CM parece melhorar a qualidade geral do treino, levando a ganhos de 5 a 15% maiores em força e desempenho.²
- Para além dos ganhos de MM e força, a investigação sugere que a suplementação com CM pode melhorar a recuperação pós-exercício, auxiliar na prevenção de lesões, contribuir para a termorregulação, facilitar a reabilitação e oferecer neuroproteção em casos de concussão ou lesão da medula espinal.²⁵

2. Estratégias de Dosagem

- **Fase de Carga (método mais rápido para saturar os músculos):** Consumir aproximadamente 0.3 g/kg de peso corporal/dia de CM durante pelo menos 3 a 7 dias. Isto é tipicamente administrado como 20 g/dia, divididos em 4-5 doses de 5 g ao longo do dia.²
- **Fase de Manutenção:** Após a fase de carga, uma dose de 3-5 g/dia é suficiente para manter as reservas musculares de creatina elevadas.² Atletas maiores ou com uma quantidade significativa de massa muscular podem beneficiar de doses de manutenção de 5-10 g/dia.
- **Sem Fase de Carga (saturação gradual):** A ingestão de quantidades menores de CM (por exemplo, 3-5 g/dia) desde o início aumentará as reservas musculares de creatina ao longo de um período de 3-4 semanas. No entanto, os efeitos no desempenho com este método de suplementação inicial mais lento são menos suportados pela investigação em comparação com o protocolo de carga.²

3. Segurança e Formas

- A suplementação com CM não só é segura, como possivelmente benéfica na prevenção de lesões e/ou no tratamento de certas condições médicas, quando administrada dentro das diretrizes recomendadas.²
- Não existe evidência científica de que o uso a curto ou longo prazo de CM (até 30 g/dia durante 5 anos) tenha quaisquer efeitos prejudiciais em indivíduos saudáveis.² Mitos comuns sobre a creatina causar problemas renais, câibras, desidratação ou desequilíbrios eletrolíticos são infundados e não são suportados pela literatura científica.²
- A **creatina monohidratada** é a forma mais extensivamente estudada e clinicamente eficaz de creatina em termos de captação muscular e capacidade de aumentar o desempenho em exercícios de alta intensidade.² A maioria das outras formas de creatina (por exemplo, creatina etil éster, creatina HCl, creatina tamponada) não demonstrou ser superior à CM e são frequentemente mais caras.

4. Considerações Específicas por População

- **Jovens Atletas:** A suplementação em jovens atletas é considerada aceitável e pode fornecer uma alternativa nutricional a drogas anabólicas potencialmente perigosas, desde que sejam tomadas as devidas precauções e haja supervisão. Isto inclui garantir que o atleta está envolvido num treino sério e competitivo, consome uma dieta bem equilibrada e variada, está bem informado sobre os efeitos da suplementação com creatina e não excede as doses recomendadas.²
- **Adultos Jovens vs. Idosos:** Embora a CM seja eficaz em todas as faixas etárias, um estudo sugere um benefício ligeiramente superior para a hipertrofia muscular regional em adultos mais jovens em comparação com adultos mais velhos quando combinada com TR.²⁶ No entanto, a CM continua a ser um suplemento eficaz e recomendado para idosos que procuram aumentar a massa muscular e a força.
- **População Saudável em Geral:** Garantir uma ingestão dietética habitual baixa de creatina (por exemplo, através da suplementação com 3 g/dia) ao longo da vida pode proporcionar benefícios significativos para a saúde.²⁵

5. Outras Considerações

- A coingestão de CM com carboidratos ou uma combinação de carboidratos e proteína parece aumentar a retenção muscular de creatina, possivelmente devido à estimulação da insulina.² No entanto, o efeito desta coingestão nas medidas de desempenho pode não ser significativamente maior do que o uso de CM isoladamente.

- *Nível de Evidência:* **Muito Alto** para eficácia no aumento da MM, força e desempenho em exercícios de alta intensidade, bem como para segurança. Suportado por centenas de estudos e múltiplos posicionamentos oficiais da International Society of Sports Nutrition (ISSN).

Tabela V.C.1: Protocolos de Suplementação com Creatina Monohidratada para Massa Magra e Desempenho

Protocolo	Dosagem	Duração	Resultados Esperados	Considerações Chave	Notas Populacionais
Fase de Carga	~0.3 g/kg/dia (ou 20g/dia divididos em 4x5g)	5-7 dias	Saturação rápida das reservas musculares; aumento inicial de peso (água); melhoria do desempenho.	Consumir com bastante água. Pode causar desconforto GI em alguns indivíduos se as doses forem muito grandes de uma só vez.	Eficaz para a maioria das populações.
Fase de Manutenção	3-5 g/dia (alguns atletas >100kg podem usar 5-10g/dia)	Contínua (enquanto se treina para os objetivos)	Manutenção das reservas elevadas de creatina; ganhos contínuos de MM e força com treino.	Tomar a qualquer hora do dia. Consistência é chave.	Adequada para todas as populações que respondem à creatina.
Sem Fase de Carga (Saturação Gradual)	3-5 g/dia	3-4 semanas para saturação	Saturação mais lenta das reservas; efeitos no desempenho podem demorar mais a manifestar-se.	Pode ser preferível para evitar potencial desconforto GI da carga.	Eficaz, mas mais lento para atingir benefícios máximos.

GI = Gastrointestinal.

D. HMB (β -Hidroxi- β -Metilbutirato)

O HMB é um metabolito do aminoácido essencial leucina. Tem sido estudado pelos seus potenciais efeitos anticatabólicos e anabólicos.

1. Efeitos na Massa Muscular, Força e Recuperação

- O HMB propõe-se a aumentar a síntese proteica muscular (SPM) e suprimir a degradação proteica muscular (DPM).²⁷ A ISSN (2024) indica que o principal modo de ação do HMB parece ser através deste duplo mecanismo, com a ativação da mTORC1 pelo HMB sendo independente da via de deteção da leucina.²⁷
- Pode ajudar a reduzir o dano muscular induzido pelo exercício e promover a recuperação muscular, o que, por sua vez, pode facilitar o crescimento/reparo muscular. O HMB também pode ter efeitos anti-inflamatórios que contribuem para a redução do dano e da dor muscular.²⁷
- A suplementação diária com HMB (38 mg/kg de peso corporal), em combinação com treino de resistência, pode melhorar a composição corporal através do aumento da massa magra e/ou diminuição da massa gorda, com benefícios observados em participantes de diferentes idades, sexos e níveis de treino. As melhorias mais pronunciadas na composição corporal com HMB foram observadas em estudos com programas de treino de resistência robustos e controlo dietético.²⁷
- Uma revisão abrangente de meta-análises (*umbrella review*) concluiu que a suplementação com HMB aumentou significativamente a massa muscular (ES 0.21), a massa livre de gordura (ES 0.22) e o índice de força muscular (ES 0.27), sem alterações significativas na massa gorda. Os benefícios foram mais pronunciados em adultos mais velhos (60+ anos) e com intervenções de duração superior a 8 semanas.²⁸
- Especificamente para indivíduos com mais de 50 anos, uma meta-análise demonstrou que a suplementação oral com HMB (tipicamente 3 g/dia durante mais de 12 semanas) pode melhorar a massa muscular (massa muscular esquelética apendicular, massa magra), a força (força de preensão manual, teste de levantar da cadeira cinco vezes) e a função física (velocidade da marcha).²⁹

2. Dosagem, Momento (Timing) e Segurança

- **Dosagem:** A ISSN (2024) recomenda uma dose diária de **38 mg/kg de peso corporal** para melhoria da composição corporal.²⁷ Uma dose comum utilizada em

investigação, especialmente em idosos, é de **3 g/dia**.²⁹

- **Formas:** Existem duas formas principais: HMB-Cálcio (HMB-Ca) e HMB na forma de ácido livre (HMB-FA). O HMB-FA parece levar a uma maior e mais rápida absorção de HMB na corrente sanguínea em comparação com o HMB-Ca, embora os resultados recentes sejam mistos quanto a esta diferença. Ambas as formas são consideradas eficazes e seguras.²⁷
- **Momento (Timing):** O consumo de HMB próximo de uma sessão de exercício *pode* ser benéfico para aumentar a SPM e atenuar a resposta inflamatória. O HMB pode proporcionar um efeito fisiológico benéfico quando consumido tanto de forma aguda (perto do exercício) como crônica (diariamente).²⁷
- **Segurança:** O consumo crônico de HMB-Ca e HMB-FA é considerado seguro para suplementação oral em humanos durante pelo menos um ano. Não foram observados efeitos negativos na tolerância à glicose ou sensibilidade à insulina. Em adultos jovens, pode até haver melhorias no metabolismo da glicose.²⁷ Doses de até 6 g/dia durante um mês não demonstraram efeitos secundários.²⁹

3. Eficácia em Diferentes Populações

- **Indivíduos Não Treinados:** O HMB pode melhorar a força e a potência.²⁷
- **Atletas Treinados:** Os benefícios no desempenho são mistos e parecem aumentar com a duração do estudo (>6 semanas). Os efeitos benéficos do HMB no desempenho atlético são considerados como sendo impulsionados pela melhoria da recuperação.²⁷ O HMB também pode ter um impacto positivo no desempenho aeróbico, especialmente em atletas treinados.²⁷
- **Idosos/Sedentários:** A suplementação com HMB pode ser importante para melhorar a força muscular, a funcionalidade e a qualidade muscular em populações não praticantes de exercício, sedentárias e em envelhecimento. A combinação de HMB com exercício pode ter um efeito benéfico no tratamento da sarcopenia associada à idade sob certas condições. O HMB também pode ser eficaz no combate à atrofia muscular por desuso durante períodos de inatividade devido a doença ou lesão.²⁷

4. Efeitos Sinérgicos

A eficácia do HMB pode ser aumentada quando combinado com outros nutrientes como creatina, Vitamina D e proteína, sob certas condições.²⁷

- **Nível de Evidência: Moderado a Alto** para resultados específicos, como o aumento da massa magra em idosos e a redução do dano muscular. O Posicionamento Oficial da ISSN (2024) é baseado em mais de 750 referências.²⁷ A *umbrella review*²⁸ nota uma qualidade variável nas meta-análises subjacentes. A meta-análise para indivíduos >50 anos²⁹ mostra níveis de evidência mistos (muito

baixos a moderados) para diferentes desfechos.

E. Outros Suplementos: Uma Revisão Crítica para Hipertrofia

Vários outros suplementos são comercializados com alegações de promoção da hipertrofia. É crucial analisar a evidência científica para cada um.

1. Beta-Alanina

- **Mecanismo:** A beta-alanina é um precursor do dipéptido carnosina. A suplementação com beta-alanina aumenta as concentrações de carnosina no músculo, que atua como um tampão intracelular do pH, ajudando a neutralizar os íons hidrogénio (H⁺) acumulados durante o exercício de alta intensidade.³¹
- **Eficácia para Hipertrofia:** Uma revisão sistemática e meta-análise (GRADE-assessed) de 2022 concluiu que a suplementação com beta-alanina é **improvável que melhore diretamente os índices de composição corporal**, incluindo massa magra, massa gorda ou percentagem de gordura corporal, e, portanto, não promove diretamente a hipertrofia.³³
- **Benefícios no Desempenho:** A beta-alanina melhora o desempenho em exercícios de alta intensidade com duração principal de 1 a 4 minutos. Também atenua a fadiga neuromuscular, particularmente em indivíduos mais velhos.³¹ Estes benefícios no desempenho poderiam, teoricamente, permitir um maior volume ou intensidade de treino ao longo do tempo, o que *indiretamente* poderia suportar adaptações hipertróficas, mas este é um efeito secundário e não um impacto direto no crescimento muscular.
- **Dosagem:** Requer uma carga crónica de **4-6 g por dia**, dividida em doses menores (≤ 2 g para minimizar a parestesia) durante pelo menos 2-4 semanas para aumentar significativamente a carnosina muscular.³¹
- **Segurança:** A beta-alanina é considerada segura em indivíduos saudáveis nas doses recomendadas. O efeito secundário mais comum é a parestesia (uma sensação de formiguelo na pele), que é benigna e pode ser atenuada dividindo as doses ao longo do dia ou usando fórmulas de libertação prolongada.³¹
- **Nível de Evidência:** **Alto** para o aumento da carnosina muscular e melhoria do desempenho em exercícios de alta intensidade. **Baixo a Moderado (certeza)** para a *ausência de efeito* direto na composição corporal/hipertrofia.³³

2. Aminoácidos de Cadeia Ramificada (BCAAs) e Leucina

- **BCAAs (Isolados - Leucina, Isoleucina, Valina):**
 - **Mecanismo:** A leucina, um dos BCAAs, é um potente estimulador da via mTORC1, que inicia a SPM.³⁵
 - **Eficácia para Hipertrofia:** Embora os BCAAs possam iniciar a SPM, a sua

capacidade de sustentar respostas máximas de síntese na ausência dos outros aminoácidos essenciais (AAE) é limitada. Uma revisão bioquímica concluiu que a suplementação isolada com BCAAs **não melhora a SPM mais do que o consumo de proteína completa de alta qualidade**, que fornece todo o espectro de AAEs.³⁵ A evidência que suporta a eficácia dos BCAAs isolados para a hipertrofia muscular em humanos é, na melhor das hipóteses, equívoca.³⁵ A SPM é limitada pela falta ou baixa disponibilidade de *qualquer* um dos AAE.

- *Nível de Evidência:* **Baixo** para hipertrofia quando tomados isoladamente em comparação com fontes de proteína intacta.

- **Leucina (Isolada ou Adicionada):**

- **Mecanismo:** Como mencionado, a leucina é um ativador chave da mTORC1 e da SPM.³⁶
- **Eficácia para Hipertrofia:** A suplementação com leucina pode aumentar a SPM e, quando combinada com exercício, pode contribuir para o aumento do tamanho muscular.³⁶ Adicionar leucina a refeições com baixo teor proteico pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a resposta da SPM.³⁶ Recomenda-se que as doses agudas de proteína procurem conter 0.7-3 g de leucina para maximizar a SPM.²¹
- *Nível de Evidência:* **Moderado** para a estimulação da SPM. No entanto, para a hipertrofia a longo prazo, o seu papel dentro de uma fonte de proteína completa (que naturalmente contém leucina e outros AAE) é mais relevante do que a suplementação isolada de leucina como estratégia primária, a menos que a dieta seja deficiente em leucina ou proteína de alta qualidade.

3. Citrulina Malato (CM)

- **Mecanismo:** A citrulina é um precursor do aminoácido arginina, que por sua vez é um substrato para a produção de óxido nítrico (NO). O NO pode promover vasodilatação, melhorando o fluxo sanguíneo para os músculos. O malato é um intermediário do ciclo de Krebs e pode estar envolvido na produção de ATP e na depuração de amônia.³⁸
- **Eficácia para Hipertrofia/Força:** Uma revisão sistemática e meta-análise de 2021 concluiu que a suplementação com citrulina malato **não melhora significativamente a força muscular** em indivíduos saudáveis e treinados em resistência.³⁹ Outra revisão crítica indica que existe **pouca evidência para apoiar o uso de CM para hipertrofia muscular ou recuperação da função muscular**.³⁸ Uma dose aguda de 8 g de CM *pode* aumentar a resistência muscular em alguns contextos, mas os resultados não são consistentes.³⁸
- **Dosagem:** Doses de 6-8 g pré-exercício são frequentemente estudadas para

efeitos no desempenho.

- **Segurança:** Geralmente considerada segura.
- **Nível de Evidência: Baixo a Insuficiente** para benefícios diretos na hipertrofia ou força. Evidência de alto nível (revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados - ECRs) sugere ausência de benefício na força.³⁹

4. Ácido Fosfatídico (PA)

- **Mecanismo:** O PA é um fosfolípido que atua como um lípido sinalizador e demonstrou ativar a via mTOR, um regulador chave da SPM e do crescimento celular. Acredita-se que o treino de resistência aumenta os níveis intracelulares de PA, e a suplementação exógena com PA poderia, teoricamente, potenciar este efeito.⁴⁰
- **Eficácia para Hipertrofia/Força:** Alguns estudos em humanos relataram resultados positivos. Um estudo demonstrou que a suplementação com 750 mg de PA por dia, combinada com um programa de TR de 8 semanas, resultou em aumentos significativamente maiores na massa magra (+2.4 kg), área de secção transversa muscular (+1.0 cm) e força no leg press (+51.9 kg) em comparação com um grupo placebo.⁴⁰ Outro estudo, utilizando um suplemento (MaxxTOR®) contendo 750 mg de PA juntamente com L-Leucina, HMB e Vitamina D3, também encontrou aumentos significativamente maiores na massa magra e na força (leg press, supino) em homens treinados em resistência ao longo de 8 semanas, em comparação com placebo.⁴¹
- **Dosagem:** 750 mg/dia foi a dose utilizada nos estudos com resultados positivos.⁴⁰
- **Segurança:** Parece ser seguro nas doses estudadas.
- **Nível de Evidência: Emergente Positivo / Moderado**, com base em alguns ECRs em humanos. É necessária mais investigação para confirmar estes resultados de forma mais ampla e em diferentes populações.

5. Ácido Ursólico (UA)

- **Mecanismo:** Estudos em animais sugerem que o ácido ursólico pode influenciar vias relacionadas com o crescimento muscular, como o aumento do IGF-1 e a ativação da mTOR, e a inibição de vias de atrofia.⁴²
- **Eficácia para Hipertrofia:** Apesar dos resultados promissores em modelos animais, a evidência em humanos é escassa e menos convincente. Uma revisão sistemática e meta-análise de 2024, que incluiu seis estudos em humanos, concluiu que a suplementação com ácido ursólico (doses entre 50.94 a 450 mg/dia) **não alterou significativamente a massa magra** em comparação com os grupos controle.⁴³ Uma revisão sistemática anterior, de 2017, não encontrou

estudos clínicos em humanos que examinassem diretamente os efeitos do ácido ursólico na massa muscular esquelética para incluir na sua análise.⁴²

- **Dosagem:** Variou nos estudos (50-450 mg/dia).⁴³
- **Segurança:** Parece ser seguro nas doses estudadas.
- **Nível de Evidência: Insuficiente/Negativo** para alterações na massa magra em humanos, com base nas revisões sistemáticas e meta-análises atuais.

6. Ashwagandha (*Withania somnifera*)

- **Mecanismo:** A Ashwagandha é uma erva adaptogénica. Os seus potenciais mecanismos de ação relevantes para a hipertrofia podem incluir a redução do stresse (cortisol), o aumento dos níveis de testosterona e a redução do dano muscular induzido pelo exercício.⁴⁴
- **Eficácia para Hipertrofia/Força:** Um ECR demonstrou que a suplementação com 600 mg/dia de extrato de raiz de ashwagandha (KSM-66) durante 8 semanas, em conjunto com treino de resistência, aumentou significativamente a força muscular (supino, extensão de perna), o tamanho muscular (braços, peito), os níveis de testosterona, e reduziu a percentagem de gordura corporal e o dano muscular induzido pelo exercício (medido pela creatina quinase sérica) em comparação com placebo, em homens jovens saudáveis.⁴⁴ Uma revisão sistemática e meta-análise Bayesiana concluiu que a suplementação com Ashwagandha foi mais eficaz do que placebo na melhoria de variáveis relacionadas com o desempenho físico (incluindo força/potência) em homens e mulheres saudáveis.⁴⁵
- **Dosagem:** 600 mg/dia de extrato de raiz (por exemplo, KSM-66) foi utilizada no ECR com resultados positivos.⁴⁴
- **Segurança:** Geralmente bem tolerada.
- **Nível de Evidência: Emergente Positivo / Moderado** para massa muscular, força e desempenho quando combinada com TR. Suportado por ECRs e revisões sistemáticas/meta-análises.

É fundamental distinguir entre suplementos que podem ter um impacto *direto* nos processos anabólicos ou anticatabólicos do tecido muscular (como proteína, creatina, possivelmente PA e HMB) e aqueles cujo benefício para a hipertrofia é primariamente *indireto*. Suplementos como a beta-alanina, por exemplo, ao melhorarem o desempenho em séries de alta intensidade, podem permitir que um indivíduo realize um maior volume de treino ou treine com maior intensidade ao longo do tempo. Este aumento na qualidade ou quantidade do estímulo de treino pode, subsequentemente, levar a melhores adaptações hipertróficas. Esta distinção é crucial para gerir expectativas e priorizar estratégias de suplementação. A base de qualquer programa

deve ser uma nutrição sólida e um treino bem planeado; os suplementos são, como o nome indica, complementares.

Tabela V.E.1: Resumo da Evidência para Suplementos Ergogénicos Chave e o seu Impacto no Ganho de Massa Magra

Suplemento	Mecanismo Principal Proposto (Hipertrofia/Desempenho)	Dosagem Recomendada (Hipertrofia)	Eficácia para Ganho de Massa Magra (Resumo)	Considerações Populacionais Chave	Nível de Evidência Geral	Fontes Chave
Creatina Monohidratada	Aumento da fosfocreatina muscular, melhoria da ressíntese de ATP, aumento da capacidade de trabalho, possível modulação de vias anabólicas.	Carga: ~0.3g/kg/dia (5-7d); Manutenção: 3-5g/dia.	Aumento significativo da MM e força.	Eficaz em jovens e idosos, homens e mulheres.	Muito Alto	²
HMB	Aumento da SPM, supressão da DPM, redução do dano muscular.	3g/dia ou 38mg/kg/dia.	Aumento moderado da MM, especialmente em idosos ou com treino intenso; melhoria da	Particularmente promissor em idosos e para reduzir dano muscular.	Moderado a Alto (para desfechos específicos)	²⁷

			recuperaç ão.			
Proteína (Supleme ntos)	Fornecime nto de AAE para SPM.	1.6-2.2g/k g/dia (total); 20-40g por dose.	Essencial para MM; suplement os ajudam a atingir as necessida des.	Important e para todas as populaçõe s ativas.	Alto (como componen te dietético essencial)	21
Ashwaga ndha	Adaptogé nico, potencial aumento de testostero na, redução do cortisol e dano muscular.	~600mg/d ia de extrato de raiz (ex: KSM-66).	Aumento da MM e força em conjunto com TR.	Promissor para indivíduos treinados e não treinados.	Emergent e Positivo / Moderad o	44
Ácido Fosfatidic o (PA)	Ativação da via mTOR.	750mg/dia .	Aumento da MM e força em alguns estudos com TR.	Investigaç ão ainda limitada mas promissor a.	Emergent e Positivo / Moderad o	40
Beta-Ala nina	Aumento da carnosina muscular (tampão de pH).	4-6g/dia (carga crónica).	Sem efeito direto na MM. Pode melhorar desempen ho em alta intensidad e, suportand o indiretame nte o treino.	Útil para atividades de 1-4 min.	Baixo a Moderad o (para ausência de efeito direto na MM); Alto (para desempen ho)	31

BCAAs/Leucina (Isolados)	Leucina estimula mTOR.	Variável; leucina ~2-3g por dose para estimular SPM.	BCAAs isolados inferiores a proteína completa para MM. Leucina importante, mas melhor como parte de proteína completa.	Proteína completa é preferível.	Baixo (BCAAs isolados para MM); Moderado (Leucina para SPM)	21
Citrulina Malato	Potencial aumento de NO, depuração de amônia.	6-8g pré-treino.	Sem efeito significativo na força ou MM.	Pode ter benefícios para resistência muscular em alguns casos.	Baixo a Insuficiente (para MM/força)	38
Ácido Ursólico	Mecanismos em animais (IGF-1, mTOR).	50-450mg/dia (estudos humanos).	Sem efeito significativo na MM em humanos.	Investigação em humanos não suporta benefícios para MM.	Insuficiente/Negativo (para MM em humanos)	42

SPM = Síntese Proteica Muscular; DPM = Degradação Proteica Muscular; AAE = Aminoácidos Essenciais; NO = Óxido Nítrico; TR = Treino de Resistência.

VI. Análise Sistemática: Otimização de Estratégias e Prevenção de Erros Comuns

A busca pelo aumento da massa magra é frequentemente permeada por informações contraditórias e práticas subótimas. Uma análise crítica das abordagens comuns, à luz da evidência científica, é essencial para otimizar os resultados.

A. Equívocos e Erros Comuns no Treino e Suplementação

No Treino:

- **Ênfase Excessiva no Dano Muscular:** A mentalidade "sem dor, não há ganho" (*no pain, no gain*), que equipara a dor muscular tardia (DOMS) a um treino produtivo, é um equívoco comum. Embora o dano muscular possa ocorrer com treinos intensos, a investigação atual sugere que a tensão mecânica progressiva é o principal motor da hipertrofia, e não o dano em si.⁴ Perseguir o dano excessivo pode comprometer a recuperação e a capacidade de treinar com a frequência e qualidade necessárias.
- **"Program Hopping" (Saltar de Programa em Programa):** A falta de consistência e a mudança frequente de programas de treino antes que as adaptações possam ocorrer impedem a aplicação do princípio da sobrecarga progressiva, que é fundamental para ganhos a longo prazo.
- **Técnica de Execução Deficiente:** Sacrificar a forma correta para levantar mais carga não só aumenta o risco de lesão, mas também pode reduzir o estímulo no músculo-alvo, transferindo o stresse para articulações e tecidos conjuntivos.
- **Volume Inadequado ou Excessivo:** Tanto treinar com volume insuficiente (poucas séries "pesadas" por semana) quanto com volume excessivo (ultrapassando a capacidade de recuperação) pode limitar os ganhos. Encontrar o volume ótimo individualizado é crucial.
- **Negligenciar Diferenças Individuais:** A resposta ao treino varia significativamente entre indivíduos devido a fatores genéticos, capacidade de recuperação, estilo de vida e experiência de treino. Programas "tamanho único" raramente são ótimos.
- **Uso Prematuro ou Inadequado de Técnicas Avançadas:** Técnicas como dropsets ou repetições forçadas podem ser úteis para atletas avançados, mas podem levar ao overreaching ou lesão se usadas demasiado cedo ou com demasiada frequência por indivíduos menos experientes.¹⁹

Na Suplementação:

- **Suplementos como Compensação:** Esperar que os suplementos compensem uma dieta pobre ou um programa de treino inadequado é um erro fundamental. A nutrição e o treino são os pilares; os suplementos são complementares.
- **Confiança Excessiva em Suplementos com Evidência Fraca:** Muitos suplementos populares no mercado têm pouca ou nenhuma evidência científica robusta para apoiar as suas alegações de promoção da hipertrofia (por exemplo, o uso isolado de BCAAs em detrimento de proteína completa³⁵, ou muitos "queimadores de gordura" e "impulsionadores de testosterona" que não foram abordados neste relatório, mas são armadilhas comuns).
- **Dosagem ou Momento Incorretos:** Mesmo suplementos eficazes podem não produzir os resultados esperados se não forem usados nas doses corretas ou no

momento apropriado, conforme as recomendações baseadas em evidências.

- **Ignorar Suplementos Fundamentais:** Optar por suplementos exóticos e menos comprovados em vez de garantir uma ingestão adequada de proteína e considerar o uso de creatina (ambos com forte suporte científico) é uma má priorização de recursos.
- **Sucumbir ao Marketing:** A indústria de suplementos é vasta e o marketing pode ser persuasivo. É crucial basear as escolhas na ciência e não em alegações exageradas ou testemunhos não verificados.

B. Integração da Evidência para um Desenho de Programa Personalizado

A otimização da hipertrofia requer uma abordagem individualizada. Isto envolve:

- **Avaliação Inicial:** Compreender os objetivos específicos do indivíduo, idade de treino (experiência), capacidade de recuperação (influenciada pelo sono, stresse, nutrição), predisposição genética (embora difícil de quantificar, reconhecer que as respostas variam) e estilo de vida.
- **Aplicação de Princípios:** Utilizar os princípios científicos de treino (tensão mecânica, volume efetivo, progressão, autorregulação via RPE/RIR) como uma estrutura flexível, não como um dogma rígido.
- **Processo Iterativo:** O desenho do programa é um processo contínuo de monitorização da resposta do indivíduo (ganhos de força, medidas de composição corporal, feedback subjetivo), avaliação dos resultados e ajuste das variáveis de treino conforme necessário. Nenhum programa é perfeito para sempre; a adaptação é chave.

C. Avaliação Crítica de Abordagens "De Ponta" vs. Fundamentais

No mundo do fitness, há uma constante procura pela "próxima grande novidade". No entanto, a maestria dos princípios fundamentais de treino e a aplicação consistente de estratégias nutricionais básicas (calorias adequadas, proteína suficiente) são, de longe, os determinantes mais importantes do sucesso a longo prazo na hipertrofia. Os suplementos, mesmo os mais eficazes, são apenas isso: suplementares. Eles podem aumentar os resultados de um plano já sólido, mas não transformam um plano fraco num eficaz. A prioridade deve ser dada a suplementos com evidência forte e consistente para o resultado desejado (por exemplo, creatina e proteína para hipertrofia).

D. A Sinergia do Treino e Nutrição Baseados em Evidência como o Verdadeiro "Ambiente Anabólico"

Os maiores resultados hipertróficos não são alcançados através de uma única "bala

de prata", seja um exercício específico ou um suplemento milagroso. Pelo contrário, resultam do efeito sinérgico da aplicação consistente de princípios de treino de resistência baseados em evidências (otimizando a tensão mecânica, o volume e a progressão) e estratégias nutricionais baseadas em evidências (aporte calórico suficiente, alta ingestão proteica e, potencialmente, o uso criterioso de auxiliares ergogênicos chave como a creatina). Esta abordagem integrada cria o ambiente fisiológico ótimo para o crescimento muscular. Documentos como os posicionamentos oficiais da ISSN sobre proteína, creatina e HMB enfatizam consistentemente que os suplementos são coadjuvantes de um treino e nutrição adequados.² Os suplementos mais eficazes são tipicamente estudados *em conjunto com* programas de treino de resistência, sublinhando esta interdependência. Portanto, o "segredo" não reside num único fator, mas na integração metódica e científica de múltiplos fatores. Um esforço sustentado tanto no treino quanto na nutrição, guiado por princípios científicos, é o caminho mais fiável para maximizar a massa magra.

VII. Conclusões e Recomendações

O aumento da massa magra é um objetivo multifacetado que requer uma abordagem integrada, baseada em evidências científicas sólidas. Este relatório detalhou as particularidades fisiológicas e as estratégias de treino e suplementação para diferentes grupos populacionais, com base na literatura médica atual.

Principais Conclusões:

1. **Mecanismos da Hipertrofia:** A tensão mecânica é o principal impulsionador da hipertrofia muscular, com o stresse metabólico desempenhando um papel sinérgico importante. O dano muscular é mais um subproduto do que um requisito primário. A via AKT/mTOR é central na regulação da síntese proteica.
2. **Treino de Resistência:** É a intervenção mais eficaz para a hipertrofia. A manipulação criteriosa da intensidade (6-12 RM ou RPE/RIR adequados), volume (10-20+ séries/músculo/semana), seleção de exercícios (compostos e isolamento), e progressão é crucial. A técnica correta e a individualização são सर्वोपरि.
3. **Considerações Populacionais:**
 - **Crianças/Adolescentes:** Foco na técnica, desenvolvimento neuromuscular e segurança. Ganhos hipertróficos significativos são mais prováveis pós-puberdade.
 - **Adultos (Homens/Mulheres):** Princípios de treino semelhantes, mas diferenças hormonais e de composição corporal basal influenciam o potencial

absoluto. Ganhos relativos podem ser comparáveis.

- **Idosos:** Treino de resistência de maior intensidade é eficaz contra a sarcopenia. Ênfase na funcionalidade, potência e segurança.
- 4. **Nutrição Fundamental:** Um ligeiro excedente calórico e uma ingestão proteica adequada (1.6-2.2 g/kg/dia para indivíduos ativos) são pré-requisitos para a hipertrofia ótima. Carboidratos e gorduras adequados também são essenciais.
- 5. **Suplementação Baseada em Evidências:**
 - **Proteína (Suplementos):** Útil para atingir as metas diárias de proteína. Whey e caseína são fontes de alta qualidade.
 - **Creatina Monohidratada:** Suplemento altamente eficaz e seguro para aumentar a massa magra, força e desempenho. Protocolos de carga (0.3 g/kg/dia por 5-7 dias) seguidos de manutenção (3-5 g/dia) são comuns.
 - **HMB:** Pode ser benéfico para reduzir a degradação proteica e aumentar a massa magra, especialmente em idosos ou em situações de elevado stresse muscular/desuso. Doses de 3g/dia são comuns.
 - **Outros Suplementos:**
 - **Ashwagandha e Ácido Fosfatídico:** Evidência emergente positiva para ganhos de massa e força com TR.
 - **Beta-Alanina:** Melhora o desempenho em exercícios de alta intensidade, podendo indiretamente apoiar o volume de treino, mas sem efeito direto na hipertrofia.
 - **BCAAs/Leucina (Isolados):** Inferiores a fontes de proteína completas para hipertrofia. A leucina é importante, mas idealmente como parte de proteínas intactas.
 - **Citrulina Malato e Ácido Ursólico:** Evidência atual insuficiente ou negativa para benefícios diretos na hipertrofia em humanos.

Recomendações Acionáveis:

1. **Priorizar os Fundamentos:** Focar na consistência e progressão de um programa de treino de resistência bem estruturado e numa dieta que suporte os objetivos de hipertrofia.
2. **Individualizar a Abordagem:** Adaptar as variáveis de treino (intensidade, volume, seleção de exercícios) e as estratégias nutricionais às necessidades, capacidades e respostas individuais.
3. **Adotar uma Perspetiva de Longo Prazo:** A hipertrofia é um processo gradual que requer paciência, consistência e adesão a princípios baseados em evidências.
4. **Ser Criterioso com a Suplementação:** Utilizar suplementos como um complemento, não como uma solução primária. Escolher suplementos com forte

suporte científico para os resultados desejados (por exemplo, creatina, proteína).

5. **Procurar Aconselhamento Qualificado:** Consultar profissionais de educação física, nutricionistas/dietistas desportivos e médicos com experiência em ciência do exercício e nutrição desportiva para orientação personalizada e segura.
6. **Manter-se Atualizado com a Investigação:** A ciência do exercício e da nutrição está em constante evolução. É importante continuar a procurar informações baseadas em evidências de fontes credíveis.

A aplicação sistemática destes princípios e recomendações, adaptada a cada indivíduo, oferece o caminho mais promissor para a maximização segura e eficaz da massa magra.

Referências citadas

1. Composição corporal saudável: O que é e como melhorá-la | Withings, acessado em maio 18, 2025, <https://www.withings.com/pt/pt/health-insights/about-body-composition>
2. International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise - PMC - PubMed Central, acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2048496/>
3. (PDF) International Society of Sports Nutrition position stand: Creatine supplementation and exercise - ResearchGate, acessado em maio 18, 2025, https://www.researchgate.net/publication/5937307_International_Society_of_Sports_Nutrition_position_stand_Creatine_supplementation_and_exercise
4. repositorio.unesp.br, acessado em maio 18, 2025, <https://repositorio.unesp.br/bitstreams/9fc40efc-1842-4866-9d7b-abbb9004bb15/download>
5. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6950543/>
6. Impacto da atividade física e esportes sobre o ... - SciELO Brasil, acessado em maio 18, 2025, <https://www.scielo.br/j/rpp/a/ydDHN9Khrjv4tFQ9xNmGBwp/>
7. The Chronic Effects of Low- and High-Intensity Resistance Training ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27509050/>
8. periodicos.ufv.br, acessado em maio 18, 2025, <https://periodicos.ufv.br/revminef/article/download/9964/5499/44074>
9. Influência de variáveis do treinamento contra ... - SciELO Brasil, acessado em maio 18, 2025, <https://www.scielo.br/j/rbme/a/8z4PZxrP4fPvJgfcndzx8M/>
10. Exercício resistido em idosos frágeis: uma revisão ... - SciELO Brasil, acessado em maio 18, 2025, <https://www.scielo.br/j/fm/a/gk9qsPq3sJLgDZ8HgTyYyy/>
11. Exercise for sarcopenia in older people: A systematic review and ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37057640/>
12. REPRODUTIBILIDADE DO TESTE DE 1-RM E DOR ... - Unicamp, acessado em maio 18, 2025, <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/conexoes/article/viewFile/863769>

[8/5389](#)

13. American College of Sports Medicine position stand. Progression ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19204579/>
14. SciELO Brazil - Consumo de proteína por praticantes de ..., acessado em maio 18, 2025, <https://www.scielo.br/j/rbme/a/sFDmRDBJMYVngCCcJtGgNsk/>
15. dialnet.unirioja.es, acessado em maio 18, 2025, <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7361747.pdf>
16. RPE vs. Percentage 1RM Loading in Periodized Programs Matched ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5877330/>
17. www.galaxcms.com.br, acessado em maio 18, 2025, https://www.galaxcms.com.br/up_crud_comum/4107/MusculacaoVariaveisEstruturais3edicao-20230714120253.pdf
18. www.scielo.br, acessado em maio 18, 2025, <https://www.scielo.br/j/eins/a/sQYb5T8zwYNzgNCpK8pDYwF/?lang=pt&format=pdf>
19. www.cieqv.pt, acessado em maio 18, 2025, <https://www.cieqv.pt/wp-content/uploads/2020/11/periodizacao-e-tecnicas-avancadas.pdf>
20. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2117006/>
21. "International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and ..., acessado em maio 18, 2025, https://scholarcommons.sc.edu/sph_physical_activity_public_health_facpub/366/
22. Systematic review and meta-analysis of protein intake to support ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35187864/>
23. Role of Protein in Exercise, Training, and Health, acessado em maio 18, 2025, <https://www.exerciseandsportnutritionlab.com/wp-content/uploads/2018/02/Kreider-Protein-Presentation-2-15-18-1.pdf>
24. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and Exercise, acessado em maio 18, 2025, https://www.researchgate.net/publication/5937310_International_Society_of_Sports_Nutrition_Position_Stand_Protein_and_Exercise
25. (PDF) International Society of Sports Nutrition position stand: Safety ..., acessado em maio 18, 2025, https://www.researchgate.net/publication/317612254_International_Society_of_Sports_Nutrition_position_stand_Safety_and_efficacy_of_creatine_supplementation_in_exercise_sport_and_medicine
26. The Effects of Creatine Supplementation Combined with Resistance ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37432300/>
27. International society of sports nutrition position stand: β -hydroxy- β ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39699070/>
28. Ergogenic Benefits of β -Hydroxy- β -Methyl Butyrate (HMB ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11724150/>
29. Effects of oral supplementation of β -hydroxy- β -methylbutyrate on ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12003145/>

30. New ISSN Position Stand Reaffirms HMB's Critical Role in Muscle Health | TSI Group, acessado em maio 18, 2025, <https://tsigroupltd.com/new-issn-position-stand-reaffirms-hmbs-critical-role-in-muscle-health/>
31. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine, acessado em maio 18, 2025, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1186/s12970-015-0090-y>
32. (PDF) International society of sports nutrition position stand: Beta ..., acessado em maio 18, 2025, https://www.researchgate.net/publication/280078909_International_society_of_sports_nutrition_position_stand_Beta-Alanine
33. Effects of beta-alanine supplementation on body composition: a ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9261744/>
34. Uses and Application of β -Alanine in Sport Nutrition, acessado em maio 18, 2025, <https://www.exerciseandsportnutritionlab.com/wp-content/uploads/2017/09/ICA-A-Presentation-9-13-17r.pdf>
35. Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6718193/>
36. Hypertrophy-Promoting Effects of Leucine Supplementation and Moderate Intensity Aerobic Exercise in Pre-Senescent Mice - PubMed Central, acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4882659/>
37. Research progress in the role and mechanism of Leucine in regulating animal growth and development - PubMed Central, acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10691278/>
38. A critical review of citrulline malate supplementation and exercise ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8571142/>
39. Effects of Citrulline Malate Supplementation on Muscle Strength in ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34176406/>
40. Phosphatidic acid enhances mTOR signaling and resistance ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4066292/>
41. The effects of phosphatidic acid supplementation on strength, body ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4891923/>
42. Ursolic acid and mechanisms of actions on adipose and muscle ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28335087/>
43. The effects of ursolic acid on cardiometabolic risk factors: a ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38923885/>
44. Examining the effect of Withania somnifera supplementation on ..., acessado em maio 18, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4658772/>
45. Effects of Ashwagandha (Withania somnifera) on Physical ... - PubMed, acessado em maio 18, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33670194/>