

Ano V, v.2 2025 | submissão: 22/09/2025 | aceito: 24/09/2025 | publicação: 26/09/2025

## Periodização nutricional e modulação metabólica: estratégias avançadas para a hipertrofia muscular e redução do tecido adiposo

*Nutritional periodization and metabolic modulation: advanced strategies for muscle hypertrophy and adipose tissue reduction*

**Roberta Ribeiro Zuniga** - Bacharela em Nutrição pela Universidade Universus Veritas Guarulhos (UNIVERITAS UNG).

### Resumo

O presente artigo realiza uma revisão crítica sobre as estratégias de periodização nutricional aplicadas à recomposição corporal, com ênfase nos mecanismos fisiológicos que regem a síntese proteica miofibrilar e a lipólise. Em um cenário onde a prevalência de obesidade e sarcopenia coexistem, torna-se imperativo compreender como a manipulação de macronutrientes pode otimizar o ambiente hormonal anabólico sem comprometer a oxidação lipídica. Discute-se o papel da disponibilidade energética, o *timing* de nutrientes e a influência da sensibilidade à insulina na resposta adaptativa ao treinamento de força. A análise aprofunda-se na bioquímica dos substratos energéticos e na sinalização celular, concluindo que a individualização dietética, baseada em evidências, é superior a abordagens generalistas para a alta performance e estética corporal.

**Palavras-chave:** Periodização Nutricional. Hipertrofia. Metabolismo. Bioenergética. Síntese Proteica.

### Abstract

This article conducts a critical review of nutritional periodization strategies applied to body recomposition, emphasizing the physiological mechanisms governing myofibrillar protein synthesis and lipolysis. In a scenario where obesity and sarcopenia coexist, it becomes imperative to understand how macronutrient manipulation can optimize the anabolic hormonal environment without compromising lipid oxidation. The role of energy availability, nutrient timing, and the influence of insulin sensitivity on the adaptive response to resistance training are discussed. The analysis delves into the biochemistry of energy substrates and cell signaling, concluding that evidence-based dietary individualization is superior to generalist approaches for high performance and body aesthetics.

**Keywords:** Nutritional Periodization. Hypertrophy. Metabolism. Bioenergetics. Protein Synthesis.

## 1. Introdução

A nutrição esportiva e clínica contemporânea tem evoluído de uma abordagem puramente calórica para uma visão integrativa que considera a modulação hormonal e a sinalização celular como pilares fundamentais para a alteração da composição corporal. O desafio de promover a hipertrofia muscular esquelética concomitantemente à redução do tecido adiposo exige um entendimento profundo da bioenergética e das vias metabólicas concorrentes, como a via da rapamicina em mamíferos (mTOR) e a via da proteína quinase ativada por AMP (AMPK). Historicamente, acreditava-se que o anabolismo muscular e o catabolismo lipídico eram processos mutuamente exclusivos em indivíduos treinados; no entanto, evidências recentes sugerem que, através da manipulação precisa de nutrientes e do *timing* de ingestão, é possível criar janelas de oportunidade fisiológica que favoreçam ambos os processos.

A relevância deste tema reside não apenas na estética ou no desempenho atlético, mas na saúde metabólica global. O tecido muscular é o maior sítio de captação de glicose mediada por

Ano V, v.2 2025 | **submissão: 22/09/2025** | **aceito: 24/09/2025** | **publicação: 26/09/2025**

insulina e um órgão endócrino ativo que secreta miocinas com efeitos sistêmicos anti-inflamatórios. Portanto, estratégias que maximizam a retenção de nitrogênio e a accreção proteica têm implicações diretas na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como o diabetes tipo 2 e a síndrome metabólica. A periodização nutricional surge, então, como uma ferramenta metodológica para ajustar a oferta de nutrientes às demandas flutuantes do treinamento físico e da recuperação, evitando adaptações metabólicas negativas, como a termogênese adaptativa, que frequentemente ocorre em dietas lineares de restrição calórica severa.

## 2. Modulação proteica e síntese miofibrilar

A ingestão proteica adequada é o fator nutricional mais crítico para a manutenção e o aumento da massa muscular, atuando tanto como substrato para a construção de novos tecidos quanto como sinalizador molecular. A literatura científica estabelece que a síntese de proteínas musculares (MPS) é regulada pela disponibilidade intracelular de aminoácidos essenciais, com destaque para a leucina, que atua como um "gatilho" para a ativação do complexo mTORC1. Não obstante, a simples ingestão total de proteínas ao longo do dia não é o único determinante; a distribuição dessas proteínas em múltiplas refeições (fracionamento) mostra-se essencial para sustentar níveis elevados de aminoacidemia e maximizar a resposta anabólica. Estudos indicam que existe um limiar de leucina necessário para iniciar a tradução proteica, sugerindo que refeições com teor subótimo de proteína podem não estimular a MPS de maneira eficiente, independentemente do total calórico ingerido, o que reforça a necessidade de um planejamento dietético que contemple doses de proteína de alto valor biológico em intervalos regulares, respeitando o período refratário do músculo esquelético.

Além da quantidade e qualidade, o momento da ingestão proteica em relação ao estímulo do exercício físico, conhecido como *nutrient timing*, desempenha um papel sinérgico na adaptação muscular. O treinamento de força sensibiliza o tecido muscular à ação dos aminoácidos por um período prolongado, que pode se estender por até 24 a 48 horas após a sessão. No entanto, a ingestão imediata de proteínas no período peri-treino (pré ou pós) pode atenuar a degradação proteica muscular (MPB) e favorecer um balanço nitrogenado positivo mais rapidamente. É fundamental considerar também a digestibilidade e a cinética de absorção das diferentes fontes proteicas; proteínas de rápida absorção, como o soro do leite, induzem um pico rápido de aminoácidos no plasma, enquanto proteínas de absorção lenta, como a caseína, promovem uma liberação sustentada, sendo estrategicamente interessantes para períodos de jejum prolongado, como o sono noturno. A combinação dessas estratégias permite manter um estado anabólico robusto ao longo das 24 horas do dia.

A discussão sobre a quantidade ideal de proteína para indivíduos que buscam hipertrofia em cenários de déficit calórico merece atenção especial. Quando a disponibilidade energética é reduzida

**Ano V, v.2 2025 | submissão: 22/09/2025 | aceito: 24/09/2025 | publicação: 26/09/2025**

para induzir a perda de gordura, a demanda por proteína aumenta significativamente para prevenir a proteólise muscular mediada pela gliconeogênese hepática. Nesses casos, a ingestão proteica pode necessitar ser elevada para níveis superiores às recomendações padrão para normocaloria, atuando como um mecanismo de preservação da massa magra. Além disso, o efeito térmico dos alimentos (ETA) associado ao metabolismo das proteínas é superior ao dos carboidratos e lipídios, o que contribui para o aumento do gasto energético diário. Portanto, dietas hiperproteicas em contextos de emagrecimento não apenas protegem o tecido contrátil, mas também favorecem o déficit energético necessário para a oxidação lipídica, demonstrando a versatilidade desse macronutriente na recomposição corporal.

Outro aspecto relevante é a interação entre a ingestão proteica e a microbiota intestinal. O consumo elevado de proteínas, especialmente de origem animal, pode alterar o perfil da microbiota, o que exige uma atenção concomitante ao consumo de fibras prebióticas e polifenóis para manter a integridade da barreira intestinal e evitar endotoxemia metabólica. A inflamação sistêmica de baixo grau, oriunda de disbiose intestinal, pode prejudicar a sinalização da insulina e, conseqüentemente, o anabolismo muscular. Assim, a modulação proteica não deve ser vista isoladamente, mas inserida em um contexto dietético que promova a saúde gastrointestinal. A escolha das fontes proteicas, alternando entre opções animais e vegetais, pode oferecer um perfil de aminoácidos completo ao mesmo tempo em que fornece fitonutrientes essenciais para o controle do estresse oxidativo gerado pelo treinamento intenso.

Por fim, a adaptação individual à ingestão proteica deve considerar fatores como idade, sexo e nível de treinamento. O fenômeno da resistência anabólica, observado em populações idosas, exige doses maiores de proteína por refeição para atingir a mesma resposta de síntese observada em jovens. Da mesma forma, indivíduos com maior volume de massa muscular possuem um *turnover* proteico mais acelerado, demandando um aporte nutricional ajustado. A periodização da ingestão proteica deve, portanto, ser dinâmica, ajustando-se às fases de treinamento (choque, ordinária, estabilização ou regenerativa). Em fases de maior volume de treino, onde o dano muscular é exacerbado, a demanda por substratos plásticos aumenta, exigindo uma recalibração da dieta para garantir a recuperação tecidual e a supercompensação, evitando o quadro de *overreaching* não funcional ou *overtraining*.

### **3. Manipulação de carboidratos e flexibilidade metabólica**

Os carboidratos desempenham um papel central na performance de alta intensidade e na regulação hormonal, sendo o principal substrato para a ressíntese de glicogênio muscular e hepático. A manipulação estratégica deste macronutriente, frequentemente denominada "ciclo de carboidratos" (*carb cycling*), visa alternar dias de alta e baixa ingestão conforme a demanda energética do treino, otimizando a sensibilidade à insulina e a flexibilidade metabólica. A flexibilidade metabólica refere-

**Ano V, v.2 2025 | submissão: 22/09/2025 | aceito: 24/09/2025 | publicação: 26/09/2025**

se à capacidade do organismo de alternar eficientemente entre a oxidação de lipídios (em repouso ou baixa intensidade) e a oxidação de glicose (em alta intensidade). Indivíduos com boa flexibilidade metabólica conseguem preservar os estoques de glicogênio e maximizar a queima de gordura, o que é fundamental para a estética corporal. A ingestão crônica e excessiva de carboidratos, especialmente refinados, pode levar à resistência à insulina, prejudicando a partição de nutrientes e favorecendo a adipogênese visceral.

A insulina é um hormônio com potente ação anabólica e anticatabólica, facilitando a entrada de glicose e aminoácidos nas células musculares e inibindo a degradação proteica. No entanto, níveis cronicamente elevados de insulina inibem a lipólise e a oxidação de ácidos graxos. Portanto, a estratégia nutricional deve buscar elevar a insulina em momentos estratégicos, como no período pós-treino ou em refeições que antecedem sessões extenuantes, para maximizar a recuperação e o anabolismo, enquanto mantém níveis basais mais baixos no restante do dia para favorecer a utilização de gordura como fonte de energia. O uso de carboidratos de baixo índice glicêmico e alta carga de fibras em refeições distantes do treino auxilia no controle glicêmico e na saciedade, sendo uma ferramenta valiosa em fases de restrição calórica. A escolha qualitativa dos carboidratos impacta diretamente a resposta glicêmica e a secreção de insulina.

Em fases de "cutting" (perda de gordura), a redução gradual dos carboidratos é uma prática comum, mas deve ser feita com cautela para não comprometer a intensidade do treino. A depleção severa de glicogênio pode levar à redução do volume de treino, queda na força muscular e aumento do cortisol, um hormônio catabólico. A estratégia de *refeed* (realimentação) programada, onde se aumenta a ingestão de carboidratos por um curto período (1 a 2 dias), pode reverter adaptações metabólicas negativas, como a queda nos níveis de leptina e hormônios tireoidianos (T3), que regulam a taxa metabólica basal. Esse aumento temporário na oferta energética sinaliza ao organismo que não há escassez de alimentos, prevenindo a desaceleração metabólica e auxiliando na manutenção da massa magra durante dietas hipocalóricas prolongadas.

A interação entre carboidratos e a hidratação celular é outro mecanismo relevante para a hipertrofia. Cada grama de glicogênio armazenado retém aproximadamente três gramas de água, o que aumenta o volume celular. O estado de super-hidratação celular atua como um sinal anabólico, estimulando a síntese proteica e inibindo a proteólise. Por outro lado, a desidratação celular, comum em dietas *low-carb* extremas, pode sinalizar catabolismo. Portanto, a manutenção de níveis adequados de glicogênio muscular não é importante apenas para a energia, mas para a integridade estrutural e sinalização celular. A periodização deve contemplar a repleção de glicogênio de forma alinhada com os grupos musculares trabalhados, priorizando o aporte de carboidratos nos dias de treino de grupos musculares maiores ou deficientes que necessitam de maior volume de trabalho.

Além disso, a manipulação de carboidratos influencia diretamente o sistema nervoso central

**Ano V, v.2 2025 | submissão: 22/09/2025 | aceito: 24/09/2025 | publicação: 26/09/2025**

e a percepção de esforço. A glicose é o combustível primário do cérebro, e níveis inadequados podem levar à fadiga central, redução da concentração e motivação para o treino. Em atletas e praticantes de atividade física intensa, a disponibilidade de carboidratos afeta a função imunológica, visto que o exercício extenuante pode abrir uma "janela imunológica" suscetível a infecções. O consumo de carboidratos durante sessões de longa duração atenua o aumento do cortisol e de citocinas inflamatórias. Assim, a exclusão indiscriminada de carboidratos é contraproducente para a alta performance. A ciência nutricional moderna preconiza a adequação da ingestão à demanda (*fuel for the work required*), personalizando a quantidade conforme o volume e intensidade previstos para cada dia ou microciclo de treinamento.

#### **4. Lipídios, regulação hormonal e micronutrients**

Os lipídios dietéticos, frequentemente demonizados em décadas passadas, são reconhecidos hoje como essenciais para a produção de hormônios esteroides, integridade das membranas celulares e absorção de vitaminas lipossolúveis. Para indivíduos que buscam hipertrofia, a ingestão adequada de gorduras é crucial para manter níveis fisiológicos de testosterona, o principal hormônio andrógeno responsável pela força e massa muscular. Dietas com teor excessivamente baixo de gorduras (abaixo de 15-20% do valor calórico total) têm sido associadas a reduções significativas na testosterona livre e total. A qualidade dos lipídios é determinante; ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados (como o ômega-3) exercem efeitos benéficos na sensibilidade à insulina e na redução da inflamação, enquanto o excesso de gorduras trans e saturadas em desequilíbrio pode promover lipotoxicidade e resistência à insulina, prejudicando a composição corporal.

O papel dos ácidos graxos essenciais, especificamente o EPA e o DHA (ômega-3), estende-se à modulação da síntese proteica. Evidências sugerem que a suplementação com ômega-3 pode sensibilizar a via mTOR aos aminoácidos e insulina, potencializando a resposta anabólica ao alimento. Além disso, suas propriedades anti-inflamatórias auxiliam na recuperação muscular pós-exercício, reduzindo a dor muscular de início tardio (DMIT) e melhorando a função articular. A inclusão estratégica de fontes de lipídios, como azeite de oliva, abacate, oleaginosas e peixes gordurosos, deve ser planejada para complementar a ingestão energética sem deslocar excessivamente a ingestão de carboidratos e proteínas, mantendo o equilíbrio calórico necessário para o objetivo estipulado (déficit ou superávit).

Os micronutrientes (vitaminas e minerais) atuam como cofatores em milhares de reações enzimáticas envolvidas no metabolismo energético e na contração muscular. Deficiências marginais em micronutrientes como zinco, magnésio, vitamina D e complexo B podem limitar a performance física e a recuperação, mesmo que a ingestão de macronutrientes esteja adequada. O zinco e o magnésio, por exemplo, são fundamentais para a síntese de testosterona e IGF-1, além de participarem

**Ano V, v.2 2025 | submissão: 22/09/2025 | aceito: 24/09/2025 | publicação: 26/09/2025**

da regeneração tecidual e da qualidade do sono. A vitamina D, que na verdade atua como um pró-hormônio, possui receptores no tecido muscular e sua deficiência está correlacionada com fraqueza muscular, atrofia das fibras do tipo II e aumento da adiposidade. A avaliação bioquímica periódica e a correção de deficiências nutricionais são etapas obrigatórias na prescrição dietética avançada.

A hidratação e o equilíbrio eletrolítico são componentes frequentemente subestimados na periodização nutricional. A água é o meio onde ocorrem todas as reações metabólicas intracelulares. Uma hipo-hidratação leve (1-2% de perda de peso corporal) já é suficiente para comprometer a força, a potência e a resistência muscular, além de elevar os níveis de cortisol e estresse oxidativo. A manutenção do volume plasmático é essencial para o transporte de nutrientes aos músculos e a remoção de metabólitos tóxicos gerados durante a contração. A estratégia de hidratação deve considerar as taxas de sudorese individuais e as condições ambientais, garantindo a reposição de sódio, potássio e fluidos antes, durante e após o exercício para manter a homeostase fisiológica e o ambiente anabólico.

Por fim, a integração dos lipídios e micronutrientes na dieta deve considerar o contexto inflamatório do indivíduo. A obesidade é caracterizada por um estado de inflamação crônica de baixo grau, que interfere na sinalização de hipertrofia. A utilização de compostos bioativos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (como curcumina, resveratrol, catequinas do chá verde) pode auxiliar na mitigação desse quadro, melhorando a resposta metabólica à dieta e ao treino. A nutrição de precisão não se limita a contar calorias e macros, mas envolve a modulação do ambiente bioquímico interno através de fitoquímicos e nutrientes funcionais, criando um "terreno biológico" propício para a queima de gordura e construção muscular sustentável a longo prazo.

## 5. Conclusão

A análise detalhada das variáveis nutricionais envolvidas na recomposição corporal evidencia que a hipertrofia muscular e a redução de gordura são processos complexos que dependem de uma orquestração fisiológica precisa. Conclui-se que a periodização nutricional, ao alternar fases de superávit e déficit, e ao manipular a proporção de macronutrientes conforme a demanda do treinamento, oferece uma abordagem superior às dietas estáticas e lineares. A capacidade de modular a insulina, o cortisol e a mTOR através da dieta confere ao nutricionista ferramentas poderosas para otimizar os resultados estéticos e de performance, respeitando a individualidade biológica e as limitações metabólicas de cada paciente.

Observa-se que a ingestão proteica fracionada e de alto valor biológico permanece como a pedra angular do anabolismo, mas sua eficácia é maximizada apenas quando acompanhada de um aporte energético adequado proveniente de carboidratos e lipídios. A demonização ou a exaltação isolada de um único nutriente mostra-se uma visão reducionista e ineficaz. A flexibilidade metabólica,

**Ano V, v.2 2025 | submissão: 22/09/2025 | aceito: 24/09/2025 | publicação: 26/09/2025**

alcançada através de estratégias como o ciclo de carboidratos, permite que o organismo utilize eficientemente diferentes substratos energéticos, prevenindo platôs na perda de peso e garantindo a manutenção da intensidade do treino, fator sine qua non para a estimulação da hipertrofia.

A importância dos micronutrientes e da hidratação, muitas vezes negligenciada em prol da contagem de macros, foi reafirmada como essencial para a funcionalidade enzimática e hormonal. A saúde metabólica é o alicerce sobre o qual se constrói o físico de alta performance; sem um ambiente interno equilibrado, livre de inflamação excessiva e estresse oxidativo, as vias de sinalização anabólica tornam-se resistentes aos estímulos nutricionais e mecânicos. Portanto, a intervenção nutricional deve ter um caráter holístico, visando não apenas a mudança estética, mas a otimização da saúde celular e sistêmica.

A aderência a longo prazo é, em última análise, o fator determinante para o sucesso de qualquer intervenção dietética. Estratégias extremistas ou excessivamente restritivas tendem a falhar devido a mecanismos compensatórios fisiológicos e comportamentais. A ciência nutricional atual aponta para a necessidade de abordagens sustentáveis, que eduquem o paciente e permitam flexibilidade, evitando o ciclo vicioso de perda e reganho de peso. A periodização, ao prever momentos de maior aporte calórico (refeeds ou diet breaks), atua também como uma ferramenta psicológica, aumentando a adesão e o bem-estar mental do indivíduo.

Conclui-se, ainda, que o campo da nutrição esportiva é dinâmico e exige atualização constante. O que se considerava verdade absoluta há uma década (como a janela anabólica imediata de 30 minutos) foi refinado por novas evidências, demonstrando que o corpo humano possui uma plasticidade adaptativa maior do que se supunha. O profissional deve basear sua prática na totalidade das evidências científicas (*totality of evidence*), e não em mecanismos isolados ou estudos agudos, para prescrever condutas que tragam resultados reais e seguros.

Ressalta-se a necessidade de mais estudos longitudinais que avaliem os efeitos de diferentes protocolos de periodização em populações diversas, incluindo mulheres e idosos, cujas respostas hormonais diferem dos homens jovens frequentemente estudados. A individualização continua sendo o princípio regente; não existe uma "dieta perfeita" universal, mas sim estratégias ótimas para contextos específicos. A avaliação contínua da resposta do paciente permite ajustes finos que diferenciam resultados medíocres de resultados excepcionais.

Em suma, a integração entre treino e nutrição é indissociável. A dieta fornece o substrato e o sinal químico, enquanto o treino fornece o estímulo mecânico. A manipulação inteligente dessas variáveis, fundamentada na bioquímica e na fisiologia, é o que permite transcender os limites genéticos aparentes e alcançar níveis superiores de composição corporal. A nutrição é, de fato, uma ciência exata aplicada a um sistema biológico complexo e variável.

Por fim, este artigo reforça que a busca pela excelência física e metabólica é uma jornada



**Ano V, v.2 2025 | submissão: 22/09/2025 | aceito: 24/09/2025 | publicação: 26/09/2025**

científica. A aplicação rigorosa dos conceitos de síntese proteica, bioenergética e periodização coloca a nutrição como uma intervenção terapêutica e ergogênica poderosa. O domínio dessas estratégias permite ao profissional de saúde conduzir seus pacientes a um estado de saúde otimizada, onde a estética é consequência direta de um organismo funcionando em sua plenitude fisiológica.

## **Referências**

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

IVY, J. L.; PORTMAN, R. **Nutrient Timing: The Future of Sports Nutrition**. Laguna Beach: Basic Health Publications, 2004.

JÄGER, R. et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 20, 2017.

KERKSICK, C. M. et al. International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 33, 2017.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

SCHOENFELD, B. J.; ARAGON, A. A. How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 10, 2018.

WOLINSKY, I.; DRISKELL, J. A. **Sports Nutrition: Energy Metabolism and Exercise**. CRC Press, 2008.