UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE NUTRIÇÃO SEMI PRESENCIAL

LUCAS GUBERT DE SOUZA

IMPACTO DA RESISTÊNCIA À INSULINA NA HIPERTROFIA MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA E IMPLICAÇÕES NUTRICIONAIS

ARARANGUÁ/SC
2026

LUCAS GUBERT DE SOUZA

IMPACTO DA RESISTÊNCIA À INSULINA NA HIPERTROFIA MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA E IMPLICAÇÕES NUTRICIONAIS

Artigo apresentado ao Curso de Nutrição Semipresencial para cumprimento da disciplina TCC 2 na Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Orientadora: Profa. Ma. Sharon Martins Freitas

ARARANGUÁ/SC

2026

LUCAS GUBERT DE SOUZA

IMPACTO DA RESISTÊNCIA À INSULINA NA HIPERTROFIA MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA E IMPLICAÇÕES NUTRICIONAIS

Artigo apresentado ao Curso de Nutrição Semipresencial para cumprimento da disciplina TCC 2 na Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Araranguá, 22 de abril de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Profª. MSc. Sharon Martins Freitas (UNESC) – Orientadora

Profº. Msc. Edimar Torres Zanoni (UNESC) – Membro Banca

Profª. Dra. Sabrina da Silva (UNESC) – Membro Banca

IMPACTO DA RESISTÊNCIA À INSULINA NA HIPERTROFIA MUSCULAR EM PRATICANTES DE MUSCULAÇÃO: EVIDÊNCIAS DA LITERATURA E IMPLICAÇÕES NUTRICIONAIS

Lucas Gubert de Souza

RESUMO

A resistência à insulina caracteriza-se pela diminuição da resposta dos tecidos periféricos à ação desse hormônio, comprometendo o metabolismo da glicose e influenciando processos anabólicos importantes para o músculo esquelético. Nesse contexto, alterações na sensibilidade à insulina podem impactar diretamente a síntese proteica muscular e, consequentemente, o desenvolvimento da massa muscular em praticantes de treinamento resistido. O presente estudo teve como objetivo compreender a relação entre a resistência à insulina e o crescimento da massa muscular em praticantes de musculação, destacando o papel da nutrição nesse processo. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter comparativo, realizada a partir de publicações científicas considerando estudos publicados entre 2020 e 2026. Foram selecionados 28 artigos relacionados aos temas resistência à insulina, hipertrofia muscular, treinamento resistido e estratégias nutricionais. Os resultados evidenciam que a resistência à insulina pode reduzir a eficiência da síntese proteica muscular ao comprometer a sinalização da via PI3K/Akt/mTOR, além de limitar a captação de glicose e aminoácidos pelo músculo esquelético, fenômeno associado à resistência anabólica. Entretanto, a literatura demonstra que o treinamento resistido aliado a estratégias nutricionais adequadas, como ingestão proteica suficiente, distribuição adequada de macronutrientes e controle glicêmico, contribui para melhorar a sensibilidade à insulina e favorecer adaptações hipertróficas. Conclui-se que a integração entre nutrição adequada e exercício resistido constitui estratégia relevante para minimizar os efeitos da resistência à insulina sobre o crescimento muscular e promover benefícios à saúde metabólica.

Palavra-chave: Resistência à insulina; Hipertrofia Muscular; Treinamento Resistido; Nutrição esportiva; Síntese Proteica.

1 INTRODUÇÃO

A resistência à insulina é uma alteração metabólica caracterizada pela resposta reduzida dos tecidos à ação desse hormônio, comprometendo o metabolismo da glicose, dos lipídios e das proteínas (Galicia-Garcia et al., 2021). Considerando que o músculo esquelético é um dos principais tecidos sensíveis à insulina e desempenha papel central na homeostase glicêmica e na síntese proteica, alterações nessa via podem impactar diretamente o crescimento e a manutenção da massa muscular (Xie et al., 2025). Esse cenário torna-se especialmente relevante em praticantes de

musculação, cujo objetivo principal está associado à hipertrofia muscular e à melhora do desempenho físico.

A insulina exerce função anabólica essencial no músculo, atuando na captação de glicose e aminoácidos e na ativação de vias intracelulares responsáveis pela síntese proteica (Moore; Philp, 2020). Entretanto, em indivíduos com resistência à insulina, essa resposta encontra-se atenuada, fenômeno conhecido como resistência anabólica, no qual o músculo apresenta menor eficiência em responder aos estímulos nutricionais e ao treinamento resistido (Al-Awadi et al., 2025). Essa condição pode limitar os ganhos de massa muscular, mesmo diante de programas de treino adequados, além de favorecer desequilíbrios metabólicos e inflamatórios (Smith et al., 2020; Freitas; Katsanos, 2022).

Nesse contexto, a nutrição destaca-se como fator estratégico na modulação da resistência à insulina e na otimização da resposta muscular ao exercício. Estratégias nutricionais adequadas, como ingestão proteica suficiente, controle glicêmico e consumo de nutrientes com propriedades anti-inflamatórias, associadas ao treinamento de força, demonstram potencial para melhorar a sensibilidade à insulina e favorecer um ambiente metabólico mais propício ao anabolismo muscular (Coker; Coker, 2025; Escobar et al., 2024; Hostrup et al., 2023). Assim, a interação entre alimentação e exercício torna-se fundamental para maximizar os resultados em praticantes de musculação.

A estrutura do artigo contempla a abordagem dos mecanismos fisiopatológicos da resistência à insulina, sua influência sobre a hipertrofia muscular e as principais estratégias nutricionais capazes de minimizar seus efeitos, contribuindo para a promoção da saúde metabólica e do desempenho físico.

Diante disso, o presente artigo teve como objetivo analisar a relação entre a resistência à insulina e o crescimento da massa muscular em praticantes de musculação, destacando o papel da nutrição nesse processo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Compreender a relação entre a resistência à insulina e o crescimento da massa muscular em praticantes de musculação, destacando o papel da nutrição nesse processo.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Descrever a fisiopatologia da resistência à insulina, e seus efeitos sobre o metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas;
2. Analisar os fundamentos fisiológicos do crescimento muscular em praticantes de musculação e os principais fatores envolvidos na hipertrofia;
3. Relacionar a resistência à insulina com as limitações no crescimento da massa muscular, considerando alterações metabólicas e inflamatórias;
4. Avaliar o papel da nutrição como moduladora da resistência à insulina e como ferramenta estratégica para otimizar o crescimento muscular.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INSULINA E METABOLISMO MUSCULAR: BASES FISIOLÓGICAS

A insulina é um hormônio central na regulação metabólica e no anabolismo tecidual. Produzida pelas células β do pâncreas em resposta à glicose e aos aminoácidos circulantes, exerce papel essencial não apenas no controle glicêmico, mas também na manutenção e no crescimento da massa muscular (Chapela et al., 2023). Seu efeito anabólico é mediado por estímulos que aumentam a captação de glicose via translocação de GLUT4 e promovem o influxo de aminoácidos para o interior da célula, fornecendo substratos indispensáveis para a síntese proteica.

A via PI3K/Akt/mTOR, especialmente o complexo mTORC1, atua como o principal eixo de sinalização intramuscular responsável pela tradução proteica e pela hipertrofia (Chapela et al., 2023; Moore; Philp, 2020). Essa via integra sinais mecânicos, nutricionais e hormonais para modular a síntese proteica muscular, sendo altamente dependente da integridade da ação da insulina. Além disso, observa-se que a insulina desempenha papel fundamental na inibição de vias catabólicas, como o sistema ubiquitina-proteassoma, reduzindo a degradação proteica (Castillo et al., 2025).

Segundo Collins *et al* (2022) indivíduos com adequada sensibilidade à insulina conseguem otimizar o uso dos nutrientes ingeridos, potencializando a ação anabólica do treino resistido, enquanto aqueles com resistência à insulina apresentam prejuízo

significativo neste processo. Assim, compreender a fisiologia da insulina é indispensável para entender o impacto metabólico sobre a hipertrofia muscular.

2.2 RESISTÊNCIA À INSULINA E IMPACTOS MUSCULARES (RESISTÊNCIA ANABÓLICA)

A Resistência à Insulina (RI) caracteriza-se pela resposta reduzida dos tecidos periféricos, principalmente músculo esquelético, fígado e tecido adiposo, a concentrações fisiológicas de insulina, obrigando o organismo a compensar com hiperinsulinemia (Calcaterra et al., 2022). Trata-se de condição multifatorial associada à obesidade, sedentarismo, idade avançada, inflamação crônica e dieta inadequada (Galicia-Garcia et al., 2021)

Diretrizes atuais de sociedades científicas, como a American Diabetes Association e a European Association for the Study of Diabetes, reconhecem a resistência à insulina como um dos principais mecanismos fisiopatológicos envolvidos no desenvolvimento de alterações metabólicas e do diabetes tipo 2. Além de ser um fator significativo de outras doenças metabólicas como dislipidemia, hipertensão, doença hepática gordurosa não alcoólica, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares e câncer (Galicia-Garcia et al., 2021; Leblanc et al., 2022).

Sua identificação precoce, por métodos como HOMA-IR, OGTT ou clamp euglicêmico, permite abordagem preventiva mais eficiente, reduzindo o risco de progressão metabólica (Leblanc et al., 2022).

A principal característica da resistência à insulina (RI) é a deficiência na utilização da glicose mediada pela insulina pelo endotélio microvascular periférico, tecido adiposo e músculo esquelético em resposta às necessidades metabólicas de todo o organismo (Lee et al, 2022).

No músculo esquelético, a RI prejudica a sinalização PI3K/Akt/mTOR, diminuindo a captação de glicose e aminoácidos e afetando diretamente a Síntese Proteica Muscular (SPM) (Chapela et al., 2023). Essa disfunção leva ao fenômeno conhecido como resistência anabólica, caracterizado pela resposta reduzida da SPM após ingestão proteica ou estímulo de exercício (Smith et al., 2020; Al-awadi et al., 2025.)

Além disso, a RI está fortemente associada ao aumento da inflamação sistêmica e à liberação de citocinas pró-inflamatórias como TNF-α e IL-6 que agravam

a inibição da via da insulina e intensificam a degradação proteica via ubiquitina-proteassoma (Xie et al., 2025; Scott et al., 2022).

Em indivíduos com RI, mesmo com dieta adequada e prática regular de musculação, a hipertrofia tende a ser mais lenta e menos expressiva. Estudos com populações obesas e diabéticas comprovam esse efeito, mostrando menor resposta hipertrófica mesmo diante de programas de treinamento resistido bem estruturados (Al-Awadi et al., 2025).

Um estudo recente conduzido por Henriksen (2026) demonstrou que o exercício físico estimula o transporte de glicose para o interior da célula muscular por meio da translocação da proteína transportadora GLUT-4, mecanismo que permanece funcional mesmo em indivíduos com diabetes ou obesidade.

2.3 MECANISMOS MOLECULARES DA HIPERTROFIA MUSCULAR E O EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO

A hipertrofia muscular resulta do balanço proteico positivo, no qual a síntese supera a degradação ao longo do tempo. O treinamento resistido é o estímulo primário para indução desse processo, provocando tensão mecânica, estresse metabólico e dano muscular induzido pelo exercício, os quais ativam vias anabólicas, especialmente a via mTORC1 (Moore; Philp, 2020). A ativação dessa via promove aumento da tradução proteica, expansão das miofibrilas e incorporação de novos núcleos provenientes das células satélites, favorecendo o crescimento muscular.

Além da mTORC1, o exercício resistido modula proteínas reguladoras do turnover proteico, reduzindo a atividade de vias catabólicas como a ubiquitina-proteassoma e aumentando a eficiência da síntese proteica ao longo do tempo. Essas adaptações são dependentes da disponibilidade energética e da captação adequada de glicose pelo músculo esquelético, fator diretamente afetado pela sensibilidade à insulina (Galicia-Garcia et al., 2021).

De acordo com Xie et al. (2025), a redução da translocação do transportador GLUT-4 para a membrana celular constitui um dos principais mecanismos envolvidos na menor captação de glicose pelo músculo insulinorresistente. Essa limitação metabólica compromete a produção de ATP durante o exercício, favorecendo o aparecimento precoce de fadiga e dificultando a realização de volumes de treino adequados para a indução de hipertrofia.

Além disso, observa-se redução da flexibilidade metabólica, caracterizada pela menor capacidade do músculo em alternar entre a oxidação de lipídios e carboidratos conforme a demanda energética. Tal alteração está associada à disfunção mitocondrial e à diminuição da capacidade oxidativa, fatores que prejudicam a eficiência energética durante o treinamento de força.

Outro elemento relevante refere-se ao acúmulo de lipídios intramiocelulares, frequentemente associado à resistência à insulina. Esse acúmulo interfere na sinalização da insulina por meio da ativação de vias inflamatórias e do aumento de metabólitos lipídicos que prejudicam a fosforilação de proteínas envolvidas na captação de glicose.

Paralelamente, Galicia-Garcia et al. (2021) destacam que o estado inflamatório crônico de baixo grau presente na resistência à insulina afeta negativamente diversos tecidos, incluindo o músculo esquelético. A elevação de citocinas pró-inflamatórias interfere na sinalização intracelular e contribui para a redução da eficiência das adaptações ao treinamento resistido.

Além do impacto energético, a resistência à insulina também está associada à piora da qualidade muscular, caracterizada pela infiltração de tecido adiposo entre as fibras e pela redução da densidade contrátil. Esse fenômeno compromete a produção de força relativa e reduz a capacidade funcional do músculo, mesmo quando a massa muscular total não apresenta redução expressiva.

Consequentemente, indivíduos insulinorresistentes podem apresentar menor tolerância ao treinamento com altas cargas e volumes elevados, o que limita o estímulo mecânico necessário para a ativação das vias anabólicas responsáveis pelo crescimento muscular.

2.4 ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA OTIMIZAÇÃO DA MASSA MUSCULAR EM INDIVÍDUOS COM RESISTÊNCIA INSULÍNICA

A nutrição desempenha papel terapêutico em indivíduos com RI, atuando tanto na melhora da sensibilidade à insulina quanto no estímulo anabólico. A ingestão proteica recomendada situa-se entre 1,6–2,2 g/kg/dia, distribuída ao longo das refeições para garantir múltiplos picos de estimulação da síntese proteica muscular (Coker; Coker, 2025). Essa distribuição é especialmente importante em indivíduos

com resistência anabólica, nos quais a resposta da SPM a uma única grande refeição proteica é reduzida.

Proteínas de alto valor biológico como whey protein, ovos e carnes magras são essenciais pela elevada densidade de leucina e pela alta digestibilidade, características que favorecem maior ativação da via mTORC1. Além disso, a associação entre ingestão proteica adequada e treinamento resistido potencializa o aumento da massa muscular e contribui para a melhora do controle glicêmico em indivíduos com diabetes tipo 2 e RI (Bauer et al., 2023).

O consumo de carboidratos deve priorizar versões integrais e de baixo a moderado índice glicêmico, reduzindo os picos glicêmicos e o estresse da secreção de insulina (Smith et al., 2020; Scott et al., 2022). Entretanto, a exclusão total de carboidratos pode comprometer o desempenho no treinamento resistido, uma vez que o glicogênio muscular é o principal substrato energético para exercícios de alta intensidade. Assim, a periodização do consumo de carboidratos, com maior ingestão em períodos próximos ao treino, pode favorecer tanto o desempenho quanto a resposta hipertrófica.

A qualidade dos lipídios da dieta exerce papel fundamental na modulação da resistência à insulina. Evidências recentes indicam que a maior ingestão de ácidos graxos insaturados está associada à melhora do metabolismo glicídico e lipídico, contribuindo para a redução da resistência insulínica. Estudos demonstram que a substituição de gorduras saturadas por gorduras mono e poli-insaturadas promove redução da insulina de jejum e do índice HOMA-IR, indicando melhora na sensibilidade à insulina (Liu et al., 2023; Schwingshackl et al., 2021). Além disso, o consumo de lipídios insaturados pode atuar na modulação inflamatória e na função celular, favorecendo um ambiente metabólico mais adequado para a síntese proteica muscular e otimização da hipertrofia.

Micronutrientes como vitamina D, magnésio e zinco participam de processos relacionados à contração muscular, síntese proteica e metabolismo da glicose. A deficiência desses nutrientes está associada à piora da sensibilidade à insulina e à redução da função muscular. Compostos bioativos com propriedades anti-inflamatórias, como ômega-3 e polifenóis, contribuem para a redução da inflamação sistêmica de baixo grau, favorecendo a sinalização insulínica e anabólica (Escobar et al., 2024).

Adicionalmente, o consumo adequado de fibras alimentares, especialmente fibras solúveis como o psyllium, tem sido associado à melhora da resistência à insulina. Essas fibras promovem maior viscosidade no trato gastrointestinal, retardando a absorção de glicose e atenuando a resposta glicêmica pós-prandial, além de contribuírem para a redução de marcadores como glicemia de jejum, hemoglobina glicada e HOMA-IR (Gholami et al., 2024). Dessa forma, sua inclusão na dieta configura-se como estratégia relevante no controle metabólico e na otimização do ambiente fisiológico para a hipertrofia muscular.

Durante o período pós-exercício, indivíduos com RI apresentam aumento transitório da sensibilidade à insulina, o que favorece maior captação de glicose e aminoácidos pelo músculo esquelético. A ingestão proteica adequada nesse período, em torno de 0,3–0,4 g/kg por refeição, potencializa a resposta da SPM e contribui para a recuperação muscular (Hostrup et al., 2023). A presença concomitante de carboidratos pode auxiliar na reposição de glicogênio e na redução do catabolismo proteico.

No pré-treino, a inclusão moderada de carboidratos de baixo a moderado índice glicêmico pode ser estratégica para fornecer energia sem promover grandes oscilações glicêmicas (Scott et al., 2022). Essa abordagem permite maior volume e intensidade de treinamento, fatores determinantes para o estímulo hipertrófico.

Além disso, fatores como a ingestão energética total adequada devem ser considerados, uma vez que o aporte calórico insuficiente pode limitar a síntese proteica muscular, mesmo na presença de ingestão proteica adequada. A distribuição das refeições ao longo do dia, associada ao fracionamento proteico, favorece a manutenção de um ambiente anabólico constante, especialmente em indivíduos com resistência à insulina (Morton et al., 2020).

Aspectos relacionados ao estilo de vida, como qualidade do sono e controle do estresse, também exercem influência significativa sobre a sensibilidade à insulina e o metabolismo muscular. Alterações nesses fatores estão associadas ao aumento do cortisol e à piora do perfil metabólico, podendo comprometer a hipertrofia muscular (St-Onge et al., 2020).

Além disso, a modulação da microbiota intestinal tem emergido como fator relevante, uma vez que o equilíbrio intestinal está relacionado à melhora da sensibilidade à insulina e à redução do estado inflamatório sistêmico. Estratégias que

envolvem o consumo de fibras e alimentos com potencial prebiótico podem contribuir para esse processo (Zeevi et al., 2020).

Assim, a nutrição atua não apenas como ferramenta de suporte, mas como elemento fundamental para modular a resposta metabólica e anabólica em indivíduos com RI, contribuindo para a melhora da composição corporal e do controle glicêmico (Xie et al., 2025).

2.5 EVIDÊNCIAS E PERSPECTIVAS SOBRE NUTRIÇÃO, EXERCÍCIO E SAÚDE METABÓLICA

O conjunto de evidências indica que a combinação entre treinamento resistido estruturado e abordagem nutricional individualizada constitui a estratégia mais eficaz para atenuar a resistência anabólica e melhorar a sensibilidade à insulina (Al-Awadi et al., 2025). Embora indivíduos com resistência à insulina possam apresentar ganhos menores de massa muscular, os benefícios metabólicos são expressivos, incluindo redução da glicemia de jejum, melhora da hemoglobina glicada e aumento da captação periférica de glicose.

Nesse contexto, a hipertrofia muscular assume papel sistêmico relevante, uma vez que o músculo esquelético representa o principal sítio de captação de glicose e importante modulador da homeostase energética (Xie et al., 2025). O aumento da massa muscular amplia o reservatório de glicogênio, reduz a sobrecarga sobre as células beta pancreáticas e contribui para a prevenção da progressão da resistência à insulina para o diabetes tipo 2.

Adicionalmente, o aumento da massa muscular eleva o gasto energético de repouso e favorece a redução da adiposidade, especialmente do tecido adiposo visceral, diretamente relacionado ao estado inflamatório crônico e à piora da sensibilidade à insulina. Dessa forma, a hipertrofia muscular deve ser compreendida como estratégia terapêutica para a saúde metabólica, e não apenas como adaptação estética ou funcional.

Meta-análises demonstram que melhorias na sensibilidade à insulina podem ocorrer mesmo na ausência de hipertrofia significativa, sugerindo que adaptações metabólicas precedem as estruturais (Atyeo et al., 2024). No entanto, o aumento da massa muscular potencializa esses efeitos ao ampliar a capacidade total de captação de glicose.

Portanto, considerando a complexidade da resistência à insulina, intervenções nutricionais devem ser individualizadas, contemplando ingestão proteica, distribuição de macronutrientes, ajustes energéticos, momento da ingestão e tolerância metabólica. Tais estratégias potencializam o anabolismo muscular ao mesmo tempo em que contribuem para a melhora do perfil glicêmico e do risco cardiometabólico, especialmente em praticantes de musculação com resistência à insulina (Moore; Philp, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPOS, MÉTODOS E ABORDAGENS DA PESQUISA

Trata-se de um estudo do tipo revisão narrativa da literatura, que abrange diferentes tipos de documentos, como artigos científicos, teses, dissertações e materiais disponíveis on-line. Esse método possibilita uma abordagem ampla sobre o tema, porém não contempla todas as fontes de informação, uma vez que não segue um processo sistemático de busca e análise dos dados. Sua relevância está na possibilidade de atualização rápida do conhecimento sobre a temática.

A revisão de literatura consiste em uma análise abrangente das produções já publicadas relacionadas ao tema em estudo, permitindo ao pesquisador identificar o que já foi investigado, o que contribui para a análise crítica do assunto e para a elaboração de novas conclusões. Além disso, favorece uma melhor compreensão do tema e estimula a reflexão crítica (Marconi; Lakatos, 2005).

3.2 FONTE DE DADOS

Foram utilizadas as bases de dados Scielo, PubMed e Google Acadêmico.

3.3 DESCRITORES

Para compor as chaves de busca foram utilizados os seguintes descritores:

- Resistência Insulina;
- Hipertrofia Muscular;

- Treinamento Resisitido;
- Nutrição Esportiva;
- Síntese Proteica.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram selecionados para o presente estudo artigos científicos publicados no período de 2020 a 2025, disponíveis na íntegra e compatíveis com os objetivos propostos pela pesquisa. Observa-se maior concentração de evidências entre os anos de 2022 e 2025, sendo que o núcleo central da fundamentação teórica deste Trabalho de Conclusão de Curso está concentrado no intervalo de 2021 a 2025, período que reúne as evidências mais recentes e atualizadas sobre o tema.

Foram excluídas publicações anteriores ao período definido, bem como estudos que não apresentavam relação direta com os objetivos da pesquisa ou que não estavam disponíveis em texto completo.

3.5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo. Este método tem a finalidade de descrever o conteúdo emitido no processo de comunicação, seja por meio de falas ou de textos. Esta técnica é composta por componentes sistemáticos que proporcionam o levantamento de indicadores, qualitativos ou não, permitindo a realização de inferência de conhecimentos (Bardin, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do levantamento bibliográfico nas bases de dados selecionadas, foram identificados estudos científicos recentes que abordam a relação entre resistência à insulina, treinamento resistido, hipertrofia muscular e intervenções nutricionais. Entre os trabalhos encontrados, cinco publicações apresentaram maior relevância científica e maior alinhamento com os objetivos propostos neste estudo, sendo selecionadas para compor a síntese apresentada na tabela a seguir, a qual reúne os principais achados relacionados aos mecanismos metabólicos envolvidos e

ao papel da nutrição na modulação da resposta hipertrófica em indivíduos com resistência à insulina.

Tabela 1 – Principais estudos sobre a relação entre treinamento resistido, resistência à insulina, hipertrofia muscular e estratégias nutricionais.

AUTOR	ANO	TÍTULO ORIGINAL	TIPO DE ESTUDO	RESULTADO PRINCIPAL
Al-Awadi, A. A.; Gray, S. R.; Al Ozairi, E.	2025	*Are strategies to increase muscle mass and strength as effective in people with type 2 diabetes?*	Revisão narrativa	Os resultados demonstram que indivíduos com DM2 apresentam ganhos de força preservados, porém menor hipertrofia devido à resistência anabólica e menor ativação da via mTOR. O treino melhora parcialmente a sensibilidade à insulina.
Al-Awadi, R. et al.	2025	*Glycemic control and insulin sensitivity in resistance training: dietary implications and metabolic adaptations*	Artigo original	O estudo apresentou que o treinamento resistido associado à ingestão proteica adequada melhora o controle glicêmico, aumenta a captação de glicose muscular e favorece adaptações metabólicas anabólicas.
Atyeo, E. et al.	2024	*Resistance training, skeletal muscle hypertrophy, and glucose homeostasis: how related are they?*	Revisão sistemática e meta-análise	Verificou-se o aumento da massa muscular está associado à melhora da sensibilidade à insulina e da homeostase glicêmica; indivíduos resistentes apresentam menor síntese proteica pós-exercício.
Coker, M. S.; Coker, R. H.	2025	*Dietary proteins, amino acids and insulin resistance: a mini review*	Mini revisão	Foi evidenciados associação entre a ingestão adequada de proteínas e leucina estimula a síntese proteica, melhora a sinalização da insulina e auxilia na redução da resistência anabólica.
Xie, Y. et al.	2025	*The effect and mechanism of regular exercise on improving insulin impedance*	Artigo original	Exercício regular aumenta GLUT-4, biogênese mitocondrial e reduz inflamação, melhorando a sensibilidade à insulina e criando ambiente favorável à hipertrofia muscular.

A análise dos estudos selecionados evidencia que a resistência à insulina exerce impacto direto sobre a capacidade de hipertrofia muscular em praticantes de treinamento resistido, principalmente por comprometer mecanismos celulares responsáveis pela síntese proteica e pela captação de nutrientes no músculo esquelético. Observa-se que, embora o treinamento de força seja capaz de promover adaptações positivas na sensibilidade à insulina, a magnitude da resposta anabólica encontra-se reduzida em indivíduos com comprometimento metabólico.

Conforme demonstrado por Al-Awadi, Gray e Al Ozairi (2025), indivíduos com diabetes tipo 2 submetidos ao treinamento resistido apresentam melhora significativa da força muscular, porém com resposta hipertrófica inferior quando comparados a indivíduos metabolicamente saudáveis. Os autores atribuem esse fenômeno à presença de resistência anabólica, caracterizada pela menor ativação da via PI3K/Akt/mTOR e pelo aumento da atividade de sistemas proteolíticos, como o ubiquitina-proteassoma. Esse desequilíbrio favorece a degradação proteica e reduz a eficiência da síntese de novas proteínas musculares, limitando os ganhos de massa magra mesmo diante de estímulo mecânico adequado.

Adicionalmente, Al-Awadi et al. (2025) observaram que a associação entre treinamento resistido e intervenções nutricionais específicas promove melhora do controle glicêmico e da sensibilidade à insulina, com aumento da captação de glicose pelo músculo esquelético. O estudo destaca que a ingestão proteica adequada e a distribuição estratégica de carboidratos no período peri-treino potencializam a resposta metabólica, favorecendo a sinalização anabólica e reduzindo marcadores inflamatórios. Esses achados reforçam o papel da nutrição como moduladora essencial da resposta hipertrófica em indivíduos com resistência à insulina.

Os resultados da revisão sistemática e meta-análise conduzida por Atyeo et al. (2024) demonstram que o aumento da massa muscular está diretamente associado à melhora da homeostase glicêmica, em razão do maior conteúdo de transportadores de glicose do tipo GLUT-4 e da maior capacidade oxidativa do músculo treinado. Entretanto, o estudo evidencia que indivíduos com maior grau de resistência à insulina apresentam menor taxa de síntese proteica pós-prandial e pós-exercício, indicando redução da sensibilidade do tecido muscular aos estímulos nutricionais e mecânicos.

No âmbito nutricional, Coker e Coker (2025) destacam que a ingestão adequada de proteínas e aminoácidos essenciais exerce papel determinante na modulação da resistência à insulina e na promoção da síntese proteica muscular. A

leucina é apontada como aminoácido chave na ativação da via mTOR, além de contribuir para a melhora da função mitocondrial e da oxidação de substratos energéticos. Os autores ressaltam que ingestão proteica insuficiente ou distribuição inadequada ao longo do dia agrava a resistência anabólica e compromete a recuperação muscular após o exercício.

Sob a perspectiva molecular, Xie et al. (2025) demonstram que o exercício físico regular promove aumento da biogênese mitocondrial, redução do estresse oxidativo e modulação de citocinas inflamatórias, resultando em melhora da sensibilidade à insulina. Esses mecanismos favorecem um ambiente metabólico mais propício ao anabolismo muscular, além de aumentar a eficiência na utilização de glicose como fonte energética durante e após o exercício.

De forma integrada, os estudos indicam que a resistência à insulina reduz a eficiência dos processos hipertróficos por limitar a captação de glicose e aminoácidos, diminuir a ativação de vias anabólicas e aumentar a atividade proteolítica. Contudo, o treinamento resistido associado a estratégias nutricionais adequadas é capaz de atenuar esses efeitos, promovendo melhora da sensibilidade à insulina, aumento da expressão de GLUT-4, otimização da síntese proteica e redução de processos inflamatórios.

Portanto, a literatura analisada demonstra que a interação entre exercício de força e nutrição adequada constitui a abordagem mais eficaz para minimizar os impactos da resistência à insulina sobre o crescimento da massa muscular. A adequação da ingestão proteica, o controle glicêmico e a periodização de carboidratos configuram estratégias fundamentais para potencializar a resposta anabólica e melhorar o desempenho físico em indivíduos com comprometimento metabólico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão permitiu compreender que a resistência à insulina exerce impacto direto sobre os mecanismos envolvidos na hipertrofia muscular, uma vez que compromete a captação de glicose e aminoácidos pelo músculo esquelético e reduz a eficiência da sinalização anabólica intracelular. Esse processo resulta na chamada resistência anabólica, caracterizada pela menor resposta da síntese proteica muscular aos estímulos do treinamento resistido e da ingestão proteica, o que pode limitar os ganhos de massa muscular em praticantes de musculação.

Apesar dessas limitações, verificou-se que o treinamento resistido continua sendo uma intervenção eficaz para a melhora da sensibilidade à insulina e para a promoção de adaptações metabólicas favoráveis, incluindo o aumento da expressão de transportadores de glicose, a melhora da capacidade oxidativa e a ampliação do conteúdo de massa muscular. Tais adaptações contribuem não apenas para o desempenho físico, mas também para o controle glicêmico e para a saúde metabólica global, mesmo em indivíduos com resistência à insulina.

A nutrição mostrou-se componente essencial nesse contexto, destacando-se a ingestão adequada de proteínas, com adequada oferta de aminoácidos essenciais e leucina, como estratégia para estimular a síntese proteica muscular e atenuar os efeitos da resistência anabólica. Além disso, a distribuição equilibrada dos macronutrientes ao longo do dia, associada ao controle da resposta glicêmica e ao consumo de nutrientes com propriedades anti-inflamatórias, favorece um ambiente metabólico mais propício ao anabolismo muscular e à melhora da sensibilidade à insulina.

Dessa forma, a questão de pesquisa foi respondida ao demonstrar que a resistência à insulina compromete o crescimento da massa muscular em praticantes de musculação, porém seus efeitos podem ser minimizados por meio da combinação entre treinamento resistido estruturado e estratégias nutricionais individualizadas. Os objetivos propostos foram alcançados ao analisar os mecanismos fisiopatológicos da resistência à insulina, sua influência sobre a hipertrofia muscular e o papel da nutrição na modulação dessa resposta.

Como limitações do estudo, destaca-se a predominância de revisões sistemáticas e meta-análises, bem como a escassez de ensaios clínicos conduzidos especificamente com praticantes de musculação portadores de resistência à insulina, o que restringe a extrapolação dos resultados para essa população. Adicionalmente, a heterogeneidade dos protocolos de treinamento e das intervenções nutricionais descritas nos estudos dificulta a comparação direta entre os achados.

Conclui-se, portanto, que a integração entre nutrição adequada e treinamento resistido constitui estratégia fundamental para melhorar a sensibilidade à insulina, potencializar o crescimento da massa muscular e promover benefícios à saúde metabólica, reforçando a importância de abordagens individualizadas para praticantes de musculação com resistência à insulina.

REFERÊNCIAS

AL-AWADI, A. A.; GRAY, S. R.; AL OZAIRI, E. Are strategies to increase muscle mass and strength as effective in people with type 2 diabetes? **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 26, p. 857-870, 2025. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12534332/. Acesso em: 2 nov. 2025.

AL-AWADI, R. et al. Glycemic control and insulin sensitivity in resistance training: dietary implications and metabolic adaptations. **Nutrients, Basel**, v. 17, n. 3, p. 215-229, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/17/3/215. Acesso em: 2 nov. 2025.

ATYEO, E. et al. Resistance training, skeletal muscle hypertrophy, and glucose homeostasis: how related are they? A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, 2024. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39484808/. Acesso em: 22 nov. 2025.

BANERJEE, D.; MANI, A. Obesity's systemic impact: exploring molecular and physiological links to diabetes, cardiovascular disease, and heart failure. **Frontiers in Endocrinology**, 2025. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2025.1681766/full?utm. Acesso em: 22 fev. 2026.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011. Disponível em: http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/291. Acesso em: 08 nov. 2025.

BAUER, J. et al. The role of protein intake in the management of sarcopenia in older adults with type 2 diabetes. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 24, n. 8, p. 1093-1102, 2023. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S152586102300303X. Acesso em: 22 nov. 2025.

BAUMERT, P. et al. Skeletal muscle hypertrophy rewires glucose metabolism: experimental investigation and systematic review. **Journal of Cachexia**, Sarcopenia and Muscle, 2023. Disponível em: https://www.ovid.com/journals/jcsm/pdf/10.1002/jcsm.13468. Acesso em: 22 nov. 2025.

CALCATERRA, V. et al. The effect of healthy lifestyle strategies on the management of insulin resistance in children and adolescents with obesity: a narrative review. **Nutrients, Basel**, v. 14, n. 21, art. 4692, 2022. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/14/21/4692. Acesso em: 2 nov. 2025.

CHAPELA, S. P. et al. Signals for muscular protein turnover and insulin resistance in critically ill patients: a narrative review. **Nutrients, Basel**, v. 15, n. 5, art. 1071, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/15/5/1071. Acesso em: 2 nov. 2025.

COKER, M. S.; COKER, R. H. Dietary proteins, amino acids and insulin resistance: a mini review. **Frontiers in Nutrition, Lausanne**, v. 6, p. 1671286, 2025. Disponível em:

https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2025.1671286/pdf. Acesso em: 2 nov. 2025.

COLLINS, K. C.; KIEL, J.; KOCH, L. G. Differential effects of amount, intensity, and mode of exercise training on insulin sensitivity and glucose homeostasis: a narrative review. **Sports Medicine – Open**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2022. Disponível em: https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-022-00480-5. Acesso em: 16 nov. 2025.

ESCOBAR, K. A. et al. Pre- and post-exercise nutrition practices in carbohydrate-restricted diets: a practical guide for clinicians and practitioners. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 1-19, 2024. Disponível em: https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-024-00624-8. Acesso em: 16 maio 2024.

FERREIRA, R. S. et al. An anabolic resistance of muscle protein turnover comes in various forms. **Frontiers in Physiology, Lausanne**, v. 13, p. 765432, 2021. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8131552/. Acesso em: 2 nov. 2025.

FREITAS, T. V.; KATSANOS, C. S. Muscle protein metabolism in obesity. **Frontiers in Physiology**, v. 13, art. 843087, 2022. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2022.843087/pdf. Acesso em: 22 nov. 2025.

GALICIA-GARCIA, U. et al. The role of insulin resistance in the development of type 2 diabetes: an updated review. **International Journal of Molecular Sciences, Basel**, v. 22, n. 19, p. 10363, 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/22/19/10363. Acesso em: 22 nov. 2025.

GHOLAMI, Z. et al. The effect of psyllium on fasting blood sugar, HbA1c, HOMA-IR, and insulin control: a grade-assessed systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **BMC Endocrine Disorders**, 2024. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11155034/. Acesso em: 18 mar. 2026.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 7. ed. **São Paulo: Atlas**, 2022. Disponível em: https://www2.fc.unesp.br/Home/helber-freitas/gil_como_elaborar_projetos_de_pesquisa_-anto.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

HOSTRUP, M. et al. The effect of acute exercise and nutrition on insulin sensitivity: a narrative review. **Nutrients, Basel**, v. 15, n. 11, p. 2567, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/15/11/2567. Acesso em: 16 mar. 2025.

LEBLANC, S. et al. Insulin resistance and the risk of diabetes: a prospective study from the Canadian Metabolic Syndrome and Atherosclerosis Research (CMAS). **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 190, p. 109987, 2022. Disponível em: https://www.diabetesresearchclinicalpractice.com/article/S0168-8227(22)00801-4/fulltext. Acesso em: 22 nov. 2025.

LIU, X. et al. High dietary intake of unsaturated fatty acids is associated with improved insulin resistance. **Nutrients**, v. 15, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/15/22/4696. Acesso em: 18 mar. 2026.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MOORE, D. R.; PHILP, A. Editorial: nutritional strategies to promote muscle mass and function across the health span. **Frontiers in Nutrition**, v. 7, art. 569270, 2020. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2020.569270/full. Acesso em: 2 nov. 2025.

MUSTAD, V. A. et al. The role of dietary carbohydrates in metabolic regulation. **Nutrients**, v. 12, n. 2, p. 385, 2020. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/12/2/385. Acesso em: 22 mar. 2026.

SCOTT, S. N. et al. Carbohydrate intake and exercise performance in individuals with type 2 diabetes: a systematic review**. Sports Medicine**, v. 52, n. 8, p. 1859-1881, 2022. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-022-01735-7. Acesso em: 16 maio 2024.

SMITH, J. A. et al. Obesity alters the muscle protein synthetic response to nutrition and exercise. **American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism, Bethesda**, v. 318, n. 3, p. E321-E332, 2020. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6584965/. Acesso em: 2 nov. 2025.

ST-ONGE, M. P. et al. Sleep and metabolic health: mechanisms and implications. **Sleep Medicine Reviews,** 2020. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32081480. Acesso em: 01 mar. 2026.

XIE, Y. et al. The effect and mechanism of regular exercise on improving insulin impedance: based on the perspective of cellular and molecular levels**. International Journal of Molecular Sciences, Basel**, v. 26, n. 9, p. 4199, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/26/9/4199. Acesso em: 2 nov. 2025.

ZEEVI, D. et al. Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. **Cell**, 2020. Disponível em: https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(15)01481-6. Acesso em: 22 mar. 2026.

ZHANG, F.; YU, Z. Mendelian randomization study on insulin resistance and risk of hypertension and cardiovascular disease. **Scientific Reports**, v. 14, p. 6191, 2024. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-023-46983-3. Acesso em: 22 nov. 2025.

Este material foi elaborado pelo aluno Lucas Gubert de Souza com apoio da ferramenta de IA [Chat GPT e Gemini] utilizada para gerar sugestões de (ex.: imagens e textos explicativos). Todo o conteúdo foi revisto, adaptado e validado pelo autor e sua orientadora Profa. MSc. Sharon Martins Freitas, em conformidade com as diretrizes pedagógicas e éticas da Unesc.