



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE
CURSO DE NUTRIÇÃO

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE LEUCINA NA
SÍNTESE PROTÉICA

Autor: Fernanda Beatriz Gomes Fiquene
Professor Orientador: Daniela Lopes Gomes

Brasília, 2014

RESUMO

Introdução: Para que se promova hipertrofia muscular, além de exercício de força faz-se necessário dieta adequada. Dentre os recursos ergogênicos utilizados, tem-se destacado o uso de leucina de forma isolada ou como BCAA. Nesse sentido, este estudo pretende analisar as evidências científicas sobre os efeitos da suplementação de BCAA e leucina para potencializar a hipertrofia muscular. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão de literatura, onde foram usadas as palavras-chaves leucina, síntese proteica, suplementação e BCAA nos idiomas português e inglês na busca por artigos nas bases de dados SciELO, Bireme, Google Acadêmico e PubMed. Na busca foram encontrados 5470 artigos, dos quais foram selecionados 25. **Resultados e discussão:** A suplementação de BCAA e leucina influenciam na síntese proteica intracelular e na redução da fadiga central, o que melhora o desempenho e indiretamente contribui para a hipertrofia muscular, porém os estudos apontam que devem ser aliados a uma dieta balanceada em proteínas e carboidratos. **Conclusão:** A suplementação de leucina parece contribuir para a criação de novos tecidos musculares como também a elevação da produção de proteínas musculares em curto prazo. No entanto, mais estudos são necessários para avaliar a dosagem ideal para diferentes grupos de indivíduos praticantes de diferentes treinos, bem como se o uso concomitante de carboidratos simples poderia trazer resultados adicionais.

Palavras-chave: Leucina. Síntese Proteica. Suplementação. BCAA.

ABSTRACT

Introduction: In order to promote muscular hypertrophy, besides strength exercise it is also necessary convenient diet. Among the ergogenic resources used, the use of isolated leucine or as BCAA is being highlighted. In this sense, this study aims to analyze the scientific evidences about the effects of supplementation of BCAA and leucine to potentiate muscular hypertrophy. **Methods:** This study is a review of literature, where the key-words leucine, protein synthesis, supplementation and BCAA nos were used in Portuguese and English to search out articles in the data basis Scielo, Bireme, Google Acadêmico and PubMed. **Results and Discussion:** The supplementation of BCAA and leucine influences on intracellular protein synthesis and on the reduction of central fatigue, although the studies show that it has to be done with a balanced diet of proteins and carbohydrates. **Conclusion:** The supplementation of leucine seems to contribute to the creation of new muscular tissues, and also the elevation of the muscular protein production in a short time. However, more studies are necessary to evaluate the ideal dosage to different groups of practitioners of different trainings, as well if the concomitant use of simple carbohydrates could bring additional results.

Key-words: Leucine . Protein synthesis. Supplementation. BCAA

INTRODUÇÃO

Para Oliveira et al. (2008), a importância do acompanhamento nutricional não é apenas para atletas como também para indivíduos praticantes de atividade física que possuem rotina. A busca da imagem corporal idealizada seguindo o padrão de beleza estabelecido pela sociedade para Witt e Schneider (2011) é o principal motivo pelo qual as pessoas praticam atividade física.

Atualmente o treinamento de força, a musculação, está em evidência, onde ocorre a realização de movimentos musculares em conflito com uma força oposta, assim como a utilização de pesos no exercício (BUCCI et al, 2005).

Segundo Corrêa (2013), o padrão de beleza idealizado atualmente é de um corpo magro e torneado, onde os músculos ficam em evidência. Para tal é necessário que se promova um processo de hipertrofia muscular. Para Bucci et al (2005), a hipertrofia seria o aumento do volume muscular, que em grande escala resulta no crescimento muscular, que é realizado através de exercícios musculares a longo prazo.

Para que o indivíduo obtenha hipertrofia, não só é necessário realizar exercícios de força, e também deve se atentar às necessidades proteicas diárias através de uma dieta equilibrada. Segundo Haraguchi et al (2006), para pessoas que praticam treinos de resistência, as necessidades proteicas diárias são de 1,2 a 1,4 gramas de proteína por quilograma de peso, para atletas de força, 1,6 a 1,7 gramas de proteína por quilograma de peso, e para pessoas sedentárias 0,8 a 1,0 gramas por quilograma de peso. Sendo o mais recomendando para praticantes de exercícios de força, cerca de 1,5 grama por kg de peso ao dia, pois não há vantagens comprovadas em maiores recomendações (MAESTÁ et al, 2008).

Assim como dietas hiperproteicas, os aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) ou *Branch Chain Amino Acids* (BCAA) estão cada vez mais em evidência, uma vez que seu efeito seja útil para praticantes de atividades físicas e atletas. Porém os AACR são aminoácidos essenciais, ou seja, não estão presentes em nossas células, devendo ser consumidos através de dietas ou suplementados em casos específicos (MATA; NAVARRO, 2009).

O BCAA é constituído por três aminoácidos, isoleucina, valina e leucina. Sendo a Leucina grande parte de sua composição. Podem ser encontrado em alimentos fontes de proteína animal (carne, ovos, leite e peixe) e em alguns suplementos alimentares, (Whey Protein e BCAA) que são comercializados em forma de cápsulas, pó ou líquido (GONÇALVES, 2013). De acordo com as recomendações Dietary Reference Intakes (DRI), as necessidades de AACR são de 42mg de leucina, 24mg de valina e 19mg de isoleucina por quilo de peso ao dia para população adulta (WLOCH et al, 2008).

Os efeitos dos AACR são anabolismo muscular, favorecimento da secreção insulínica, aperfeiçoamento das funções imunológicas, diminuição de lesões musculares, atuação na fadiga central e aumento do desempenho de indivíduos que se exercitam em ambientes de calor (ROGERO; TIRAPEGUI, 2008). Para Gonçalves (2013) a suplementação de leucina sendo isolada ou não, colabora com a hipertrofia, reintegração muscular e auxílio em casos de perda de massa muscular, principalmente em indivíduos praticantes de exercícios físicos.

Em um estudo feito por Torres et al (2010), observou-se que o consumo isolado de leucina é semelhante ao consumo da composição dos três AACR, dependendo da concentração de leucina no BCAA.

No entanto, segundo Paiva (2012) na maioria das vezes, dependendo do equilíbrio da alimentação, o suplemento não é necessário, funcionando apenas como efeitos psicológicos, promovendo a motivação para o treino.

Nesse sentido, faz-se necessário avaliar as evidências científicas sobre os efeitos e necessidade da suplementação de BCAA e leucina para potencializar a hipertrofia muscular.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Verificar os efeitos da suplementação da Leucina na hipertrofia muscular

2.2 Objetivos específicos

- Analisar os mecanismos pelos quais a suplementação de leucina pode potencializar a hipertrofia muscular.
- Investigar os efeitos anabólicos encontrados em indivíduos suplementados com leucina diante de diferentes protocolos de suplementação.

3 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão da literatura sobre a suplementação de leucina no auxílio da síntese proteica. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica dos últimos 10 anos sobre o tema suplementação de Leucina no auxílio da síntese proteica. Foram consultadas aproximadamente 50 referências, por meio de informações obtidas a partir: de livros científicos; de periódicos ou revistas científicas e de sites de pesquisa científica na internet como BIREME, SCIELO, CAPES, PubMed, Google Acadêmico, entre outros. Para a busca das referências, se utilizou as palavras-chaves: Leucina, síntese proteica, suplementação e BCAA em português e em inglês. A busca gerou um total de 5470 artigos de acordo com o grupo de palavras chaves utilizada, dos quais foram selecionados aqueles que atendiam aos critérios de inclusão, totalizando 25 artigos.

Como critérios de inclusão, foram considerados estudos transversais, caso-controle, coorte, experimentais e de revisão que avaliaram os efeitos da suplementação de leucina na hipertrofia muscular. Os estudos excluídos abordavam estudos não humanos e aqueles que avaliaram outro tipo de suplementação ou outros aspectos que envolvem o desempenho esportivo ou mesmo a composição corporal. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão no período de Outubro a Novembro de 2014 foram selecionados 25 artigos.

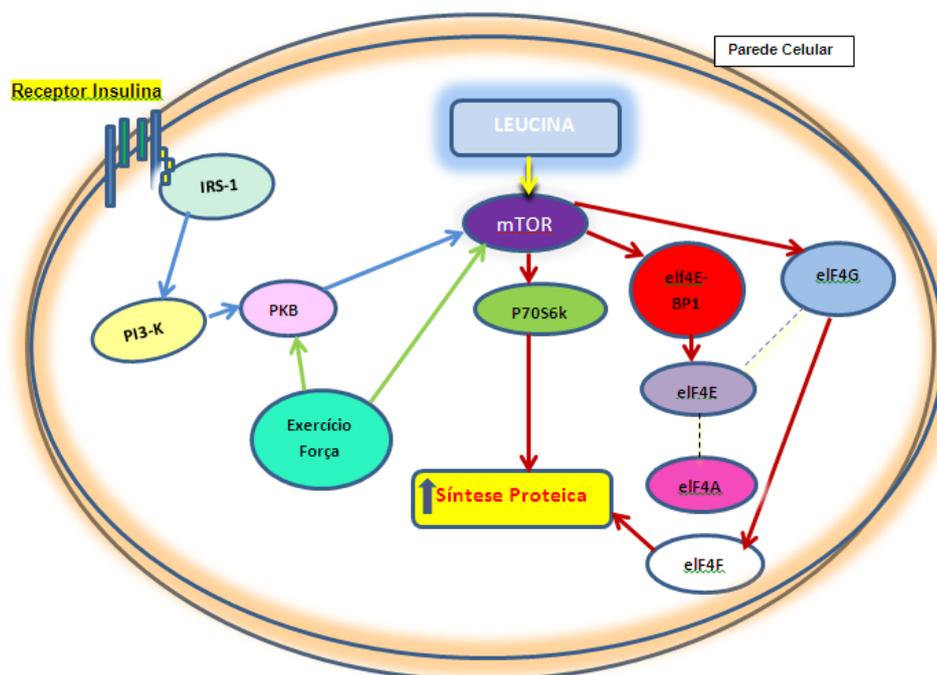
4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Mecanismos de sinalização da síntese proteica pela insulina e CHO

Um estudo publicado no Jornal da Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva por Stark et al (2012) afirma que devemos ingerir carboidratos de alto índice glicêmico junto a proteína, no pós-treino, com objetivo de estimular a hipertrofia muscular. Seus argumentos mencionados para tal necessidade de adicionar carboidratos após os exercícios são, que há uma consequência sinérgica de insulina e leucina superior à síntese proteica e que de forma crônica o acréscimo de carboidratos junto ao suplemento de proteína elevaria a massa muscular para uma maior amplitude do que a proteína ingerida sozinha, logo ele relata que essas hipóteses merecem maior estudo.

A insulina atua na síntese proteica, como um importante estimulador da PI-3K / Akt, induzindo o aumento da atividade da via mTOR, que fosforila três principais proteínas intracelulares (P70^{S6K}, 4E-BP1 e Eif4G) responsáveis pela sinalização de síntese proteica muscular intracelular (FIGUEIREDO et al, 2013), conforme mostra a figura 1.

Figura 1: Síntese Proteica mediada pela leucina e insulina



Fonte: GONÇALVES, 2013.

Adaptado de Rogero e Tirapegui (2008), mTOR = proteína quinase denominada alvo da rapamicina em mamíferos; P70S6k = proteína quinaseribossomal S6 de 70 kDA; eIF4G = fator de iniciação eucariótico 4G; 4E-BP1 = inibidor do fator de iniciação da tradução proteica denominada eIF4E; eIF4A fator de iniciação; eIF4F = complexo 4F; PKB = proteína quinase B; IRS-1 substrato do receptor de insulina 1; PI3-K = fosfatidil-inositol-3-quinase. (→ indica ativação, ----- indica ligação).

Transitória na etapa de tradução da síntese proteica, a leucina possui efeito sinérgico com a insulina (hormônio anabólico). Entretanto, a insulina isolada não é um potente estimulador para a síntese proteica muscular quando se trata de período pós-absortivo, todavia sua eficácia pode ser aumentada com o consumo de proteínas ou aminoácidos. Mas na presença de aminoácidos, a insulina exerce o papel permissivo sobre a síntese proteica muscular (NORTON; LAYMAN, 2006).

O principal estimulante anabólico é o exercício de força, no que apresenta alta relevância na síntese proteica muscular em relação à degradação. No entanto, é importante ressaltar que o anabolismo só ocorre na recuperação do indivíduo treinado, assim deve haver o consumo de macronutrientes na dieta, principalmente

de proteínas e carboidratos no que se torna altamente decisivo para a hipertrofia muscular (KOOPMAN et al, 2007).

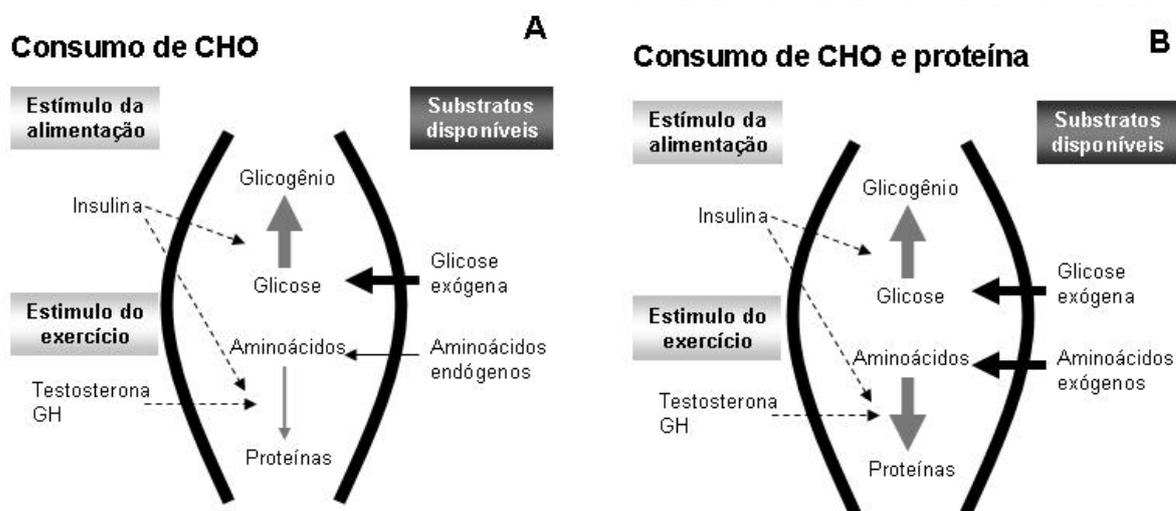
Koopman et al (2007) investigaram a ingestão de diversas quantidades de carboidratos associadas a proteínas no pós-treino de resistência. Constataram que a maior concentração de glicose e de insulina foi depois da ingestão de uma alta porção de carboidratos (0,6 g/Kg/h), todavia, a síntese muscular, a degradação, o balanço de proteínas totais e a oxidação foram divergentes.

Já em um estudo realizado por, Thyfault e Hulver (2004), pode-se observar possíveis efeitos em relação ao anabolismo com suplementação de carboidrato líquido consumido por nove homens treinados, após realizarem exercícios de alta intensidade. Foram ingeridos o carboidrato ou placebo, dez minutos anterior e logo após duas sessões do exercício, onde se destaca uma grande diferença na concentração de insulina logo após a realização do exercício e uma hora e meia depois do exercício. Porém não houve relevância nas concentrações de glicose, cortisol e amônia em ambos os grupos. Para os autores, ainda que não haja alterações com a ingestão de carboidrato nos indicadores indiretos da degradação proteica, há um forte indício do favorecimento do anabolismo pós-treino com a concentração elevada de insulina.

Assim a elevação da insulina torna-se a ambiência hormonal propícia ao anabolismo. No que abrange a síntese proteica, a hipertrofia muscular e a ressíntese de glicogênio, o consumo de carboidratos e proteínas pode resultar em diversos efeitos, sendo crucial para a síntese proteica muscular e para a hipertrofia. Os carboidratos proporcionam estímulo à insulina, mas os aminoácidos também são efetivos por terem propriedade insulínica (HOWARTH et al, 2009).

Alguns estudos demonstram que a ingestão de carboidratos pós-treino é satisfatória para o estímulo anabólico muscular. Em um deles, feito por Børsheim (2004), observou-se que o consumo de 100 gramas de carboidratos pós-treino de resistência possui alto efeito no balanço proteico, mas em comparação à ingestão dos aminoácidos esse efeito é inferior e mais demorado. O efeito sinérgico entre o consumo de proteínas e carboidratos no pós-treino encontra-se ilustrado na figura 2.

Figura 2: Efeito sinérgico entre o consumo de carboidratos e proteínas no pós-treino para a hipertrofia muscular



Adaptado de KATER et al (2011).

A figura 2 apresenta a representação esquemática da ressíntese do glicogênio e síntese de proteínas após exercício resistido e consumo de carboidrato (CHO; A) e carboidrato e proteína (B). Os hormônios testosterona e do crescimento (GH) são secretados durante o exercício e estimulam (setas tracejadas) a síntese proteica durante a recuperação. A insulina é secretada após o consumo de carboidrato e estimula (setas tracejadas) a ressíntese do glicogênio e síntese proteica durante a recuperação. A principal diferença está na disponibilidade de aminoácidos exógenos após o consumo de proteínas, o que permitiria maior taxa de síntese proteica. Dessa forma, assim como para a ressíntese do glicogênio, a síntese de proteínas seria proporcional à disponibilidade de precursores (KATER et al, 2011).

4.2 Efeitos da suplementação de leucina na hipertrofia muscular

A importância dada à suplementação de AACR é demonstrada principalmente em estudos relacionados a efeitos da síntese proteica muscular, no entanto não se sabe muito sobre o consumo elevado do suplemento, em relação ao recomendado, se há a possibilidade de descarte da ingestão de outros nutrientes (MATA; NAVARRO, 2009).

Koopman et al (2005) realizaram um estudo com oito jovens visando à avaliação da síntese muscular pós-treino e o balanço proteico após a ingestão de proteína com ou sem carboidrato e/ou leucina livre. Os jovens foram divididos de forma aleatória em três grupos com suas respectivas bebidas: grupo do carboidrato isolado (CHO), grupo do carboidrato composto por proteína (CHO+PRO) e carboidrato composto por proteína e leucina (CHO+PRO+LEU). As bebidas foram consumidas após minutos de treinamento resistido. Os valores de insulina foram mais elevados no grupo suplementado com CHO+PRO+LEU, em comparação aos demais grupos. O desgaste muscular foi inferior e a síntese proteica foi superior nos grupos na seguinte ordem: CHO+PRO e CHO+PRO+LEU. O acréscimo de leucina no grupo CHO+PRO+LEU foi fruto de uma menor oxidação proteica em comparação ao grupo CHO+PRO. Porém, para o grupo CHO foi desfavorável o balanço proteico no decorrer do período de recuperação, já para os grupos CHO+PRO e CHO+PRO+LEU foi benéfico. No grupo CHO+PRO+LEU o balanço proteico total foi consideravelmente superior paralelo aos valores dos demais grupos. O índice de síntese fracional (TSF), avaliado após 6 horas de exercício resistido, apresentou-se aumentado no grupo CHO+PRO+LEU em relação ao grupo CHO, e inferior no grupo CHO+PRO. Os resultados deste estudo demonstram a importância da suplementação da leucina em combinação com carboidratos e proteínas, no que seria uma excelente conduta pós-treino para indivíduos que visam à hipertrofia muscular.

Por doze semanas, Ispoglou et al (2011), realizaram um estudo randomizado para determinar a força obtida com treinos de resistência de 5 Repetições máximas (5-RM), assim utilizaram oito máquinas de exercício padrão. Foram divididos em dois grupos vinte e seis homens saudáveis e destreinados, agrupados de acordo com a ingestão de bebidas: grupo placebo consumindo 4g de lactose por dia e o grupo Leucina consumindo 4g por dia. Foi realizada uma supervisão de duas vezes por semana para as bebidas ingeridas. O grupo Leucina manifestou ganhos consideravelmente maiores em força de 5-RM total, agregando os treinos em oito e cinco exercícios, se adquiriu 40,8% ($\pm 7,8$) para leucina e 31,0% ($\pm 4,6$) para o placebo. Porém, não se encontrou diferenças em relação aos grupos na perda de massa gorda ou no percentual de ganho de massa magra. Através desse estudo pode-se concluir que 4g de suplementação de leucina por dia, seria eficaz para o

aumento da força durante o programa de elevação de resistência em indivíduos destreinados, mas sem resultados significativos na melhora da composição corporal.

Pasiakos et al (2011), fizeram um estudo onde avaliaram a síntese e recuperação proteica muscular pós-treino imediato, constante e moderado, com duração de sessenta minutos de bicicleta ergométrica. Um grupo de oito adultos saudáveis consumiram ao logo do exercício duas bebidas proteicas compostas por 10g de aminoácidos essenciais com diferentes concentrações de leucina, um grupo consumiu uma bebida com 3,5 gramas de leucina e o outro grupo consumiu uma bebida contendo 1,87 gramas de leucina. Os autores relataram que ocorreu um aumento de 33% na uma síntese proteica muscular depois do consumo da bebida enriquecida com 3,5 gramas de leucina, no que possibilitou o aumento da disponibilidade de leucina durante o exercício para promover o anabolismo da proteína do músculo esquelético e a reposição de proteína endógena. De acordo com Bolster et al (2004), destaca-se a suplementação de leucina via oral, no incremento rápido da concentração de insulina sérica, um fator importante para o estímulo da síntese proteica induzida pela própria leucina.

Shimomura et al (2006) estudaram 12 mulheres sob o efeito da suplementação de leucina e solução placebo em relação a dor muscular de início tardio (DMIT) e a fadiga muscular causada por exercícios físicos. As soluções foram divididas em, 200 ml com 5,5 gramas de AACR e 200 ml com 5,5 gramas de dextrina. Os suplementos foram ingeridos 15 minutos antes da atividade física. Nos 2º e 3º dias o grupo placebo apresentou dores musculares, já o grupo suplementado por leucina apresentou dores no 2º dia, porém menos intensas. Portanto, parece que a suplementação de 5,5 gramas de leucina antes dos exercícios previne DMIT e a fadiga muscular. A associação desses efeitos pode ser devido os AACR atuarem na degradação proteica pós-treino e à estimulação da leucina na síntese proteica muscular apresentando eficácia em sua suplementação.

5 CONCLUSÃO

A leucina apresenta um importante papel na síntese muscular principalmente após exercícios de força de alta intensidade, uma vez que o balanço proteico se torna positivo. O grande destaque da leucina é a sua competência em ativar a principal via anabólica, a via mTOR, no que, ao receber da leucina pode ser um estimulador sensível às suas concentrações. Sua ativação é associada à hipertrofia muscular, portanto vai além de estimular a criação de novos tecidos musculares, também eleva a produção de proteínas musculares em curto prazo. Os estudos encontrados apontaram que ao adicionar os suplementos BCAA e Leucina na dieta de praticantes de exercício de força, quando aliado ao consumo de proteínas e carboidratos, podemos ter efeito positivo na síntese proteica muscular, por evitar efeitos catabólicos. No entanto, mais estudos são necessários para avaliar a dosagem ideal para diferentes grupos de indivíduos praticantes de diferentes treinos, bem como se o uso concomitante de carboidratos simples poderia trazer resultados adicionais.

REFERÊNCIAS

BØRSHEIM, E.; et al. Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. *J Appl Physiol*. V. 96, n. 2, p. 674-678. 2004.

BOSLTER, D R.; JEFFERSON L. S.; KIMBALL S. R. Regulation of protein synthesis associated with skeletal muscle hypertrophy by insulin-, amino acid- and exercise-induced signaling *Proceedings Of The Nutrition Society*, v.63, n. 2, p. 351-356, Maio. 2004.

BUCCI, M.; et al. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. *Revista brasileira de Ciência e Movimento*, v.13, n. 1, p. 17-28. jan. 2005.

CORRÊA, J. D. *O fenômeno no Instagram na Nutrição*. 38 f. Artigo científico (Graduação) – Nutrição, UniCEUB, Brasília, Distrito Federal. 2013.

FIGUEIREDO, V. C.; CAMERON, D. S. Is carbohydrate needed to further stimulate muscle protein synthesis/hypertrophy following resistance exercise? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. v. 10 n. 4. 2013.

GONÇALVES, L. A. A suplementação de leucina com relação à massa muscular em humanos. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo, v. 7, n. 40, p. 212-223, jul/ago. 2013.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, C. W. ; PAULA, H. de. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, Campinas-SP, v.19, n.4, p. 479-488, jul./ago. 2006.

HOWARTH, K. R. Coingestion of protein with carbohydrate during recovery from endurance exercise stimulates skeletal muscle protein synthesis in humans. *J Appl Physiol.* v. 106, n. 4, p. 1394-1402. 2009.

ISPOGLOU, T.; et al. Daily L-leucine Supplementation in Novice Trainees during a 12-week Weight Training Program. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* Leeds, v. 6. n 1, p. 38-50. 2011.

KATER, Daniele P. et al. Anabolismo pós-exercício: influência do consumo de carboidratos e proteínas. *Colloquium Vitae*, V.3, N.2, P.34-43, jul/dez. 2011.

KOOPMAN, R.; et al. Combined Ingestion of Protein and Free Leucine with Carbohydrate Increases Postexercise Muscle Protein Synthesis in Vivo in Male Subjects. *American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism.* Maastricht, v. 288, n. 4, p. E645-E653. 2005.

KOOPMAN, R.; Coingestion of carbohydrate with protein does not further augment postexercise muscle protein synthesis. *American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism.* Maastricht, v.293, n. 3, p. E833- E842. 2007.

MAESTÁ, N. et al. Efeito da oferta dietética de proteína sobre o ganho muscular, balanço nitrogenado e cinética da ¹⁵N-Glicina de atletas em treinamento de musculação. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 14, n. 3, maio/jun. 2008.

MATA, G. R.; NAVARRO, F. Efeito da suplementação de leucina na síntese proteica muscular. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo-SP, vol. 3, n. 17, p. 367-378. set/out. 2009.

NORTON, L. E.; LAYMAN, D. K. Leucine regulates translation initiation of protein synthesis in skeletal muscle after exercise. *J. Nutr.* v. 136. n. 2, p. 533S-537S. feb. 2006.

OLIVEIRA, E. R. M.; TORRES, Z. M. C.; VIEIRA, R. C. S. Importância dada aos nutricionistas na prática do exercício físico pelos praticantes de musculação em academias de Maceió-AL. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo, v. 2, n. 11, p. 381-389, set/out. 2008.

PAIVA, R. *As verdades que você precisa saber*. Brasília: UniCEUB. p.160. 2012.

PASIAKOS, S. M.; Leucine-Enriched Essential Amino acid Supplementation During Moderate Steady State Exercise Enhances Postexercise Muscle Protein Synthesis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Hershey. v. 94, n. 3. p. 809-918. 2011.

ROGERO, M. M.; TIRAPEQUI, J. Aspectos Atuais sobre Aminoácidos de Cadeia Ramificada e Exercício Físico. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. São Paulo, v. 44, n. 4. 2008.

SHIMOMURA, Y.; et al. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *J. Nutr.*, v. 136, n. 2, p. 529S-532S. 2006.

STARK, M.; et al. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v.9, n.1, p. 54. 2012.

THYFAULT, J. P.; HULVER M. W. Effects of liquid carbohydrate ingestion on markers of anabolism following high-intensity resistance exercise. *J Strength Cond Res*. V. 18, p. 174-179. 2009.

TORRES, F. L.; et al. Aspectos atuais do efeito da leucina sobre o controle glicêmico e a resistência à insulina. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 131-143, ago. 2010.

WITT, J. S. G. Z.; SCHNEIDER, A. P. Nutrição estética: valorização do corpo e da beleza através do cuidado nutricional. *Ciênc. saúde coletiva*, v.16 n.9, Rio de Janeiro, set. 2011.

WLOCH, C. L.; et al. Suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) e seu efeito sobre o balanço proteico muscular e a fadiga central em exercícios de endurance. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 250-264, jul/ago. 2008.