

A SUPLEMENTAÇÃO COM PROTEÍNA DA SOJA PARA A HIPERTROFIA MUSCULAR

Silvana Silva dos Santos

Especialista - Universidade Estácio de Sá – São Paulo – Brasil

Solival José de Almeida Santos Filho

Mestrando em Educação Física – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Anhanguera – Taboão da Serra – Brasil

Lucas Maceratesi Enju

Doutor em Ciências – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Andreia Salvador Baptista

Doutor em Ciências – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Estefania de Araujo Santos

Mestre em Educação Física – Universidade São Judas Tadeu (USJT) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Milena Pedro de Moraes

Doutoranda em Educação Física – Universidade São Judas Tadeu (USJT) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Rodrigo Luiz da Silva Gianoni

Mestre em Ciências da Saúde – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

André Luciano Simão

Doutor em Sociologia – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Peruíbe (Fpbe) – Peruíbe – Brasil

Elke Lima Trigo

Mestre em Biodinâmica do Movimento Humano – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo –
Brasil

Docente – Universidade Estácio de Sá – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Anhanguera – Taboão da Serra – Brasil

Luiz Carlos Carneval Júnior

Doutor em Ciências – Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo – Brasil

Docente – Universidade Estácio de Sá – São Paulo – Brasil

Docente – Faculdade Anhanguera – Taboão da Serra – Brasil

RESUMO: A soja é um alimento de grande interesse na alimentação humana como substituta da carne, e também do leite, constituída de aproximadamente 40% de proteína. Sabendo da influência da alimentação no exercício físico e principalmente da necessidade aumentada de proteínas pelo organismo, os atletas e praticantes de atividade física utilizam cada vez mais suplementos à base de proteína, sendo o consumo de proteína do soro do leite (whey protein) um dos mais populares. A soja além de fonte de proteínas, também exibe propriedades denominadas funcionais. O objetivo desse estudo consistiu em analisar a eficácia da utilização da proteína da soja na hipertrofia muscular. Estudos comparativos da utilização de suplementação à base de whey protein e proteína da soja no exercício foram analisados. Ambos os tipos promovem hipertrofia, porém os resultados apontam para maior síntese naqueles que utilizam a suplementação à partir da proteína do soro do leite (whey protein), os mecanismos são controversos.

Palavras-Chave: Suplementação, Proteína da soja. Hipertrofia muscular.

ABSTRACT: The soybean is an aliment of great interest in the human alimentation figuring as meat and milk substitute; constituted approximately of 40% protein. Knowing about the influence of alimentation in exercises and primarily of the organism high necessity of proteins, athletes and muscle builders are making growing use of protein supplements , being the use of whey protein one of the most popular. The soybean is not only fountain of proteins but have properties called functional. The aim of this research was to analysis the effectiveness of the utilization of soy protein in muscular hypertrophy. Comparative researches of the utilization of supplementation by whey protein and soy protein basis at exercises were analyzed. Both of then promote hypertrophy, however the results points to be more synthesis on the whey protein supplementation, but mechanism are controversial.

Keywords: Supplementation. Soy protein. Muscle hypertrophy.

INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos da utilização da soja na alimentação humana são de origem chinesa, onde dali se expandiu para o oriente, sendo 1908 a data da primeira carga de soja no ocidente, Inglaterra. A partir daí a soja foi processada para obtenção de óleo e farinha, a qual foi e é utilizada para a fabricação de ração animal. A produção ocidental de soja em grande quantidade teve início em 1924 nos Estados Unidos (MENDES et al.; 2007).

Na alimentação humana a soja é considerada um alimento funcional devido ao fornecimento de nutrientes ao organismo ao mesmo tempo em que também possui propriedades que promovem benefícios para a saúde. Com alto teor em proteínas, contém isoflavonas, fitoesteróis, fitatos, peptídeos com baixo peso molecular, inibidores de protease, ácidos graxos poli-insaturados e oligossacarídeos. É também uma interessante fonte de minerais como potássio, ferro, zinco, cobre, magnésio,

manganês, vitaminas do complexo B e fósforo (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998). É um alimento que apresenta grande interesse para a alimentação humana como substituta da carne, pois possui aproximadamente 40% de constituição proteica (WILCOX, 1985).

É sabido que as proteínas são essenciais na dieta humana e seu valor biológico e nutricional depende da quantidade, digestibilidade, assimilação e aproveitamento dos aminoácidos que a compõem (FRIEDMAN; BRANDON, 2001). Bastante utilizada por vegetarianos, a soja, tornou-se popular na substituição da proteína de origem animal por apresentar boa digestibilidade quando comparada a outras fontes proteicas de origem vegetal, como os feijões por exemplo. (PIRES et al., 2006).

Em se tratando de saúde, alimentação e exercícios físicos a academia é um local onde a procura por um corpo 'perfeito' induz diversas pessoas a testarem quaisquer espécie de dietas, na esperança do alcance de um nível de bem-estar ou, desempenho físico eminente. Grande parte da população procura nas academias o local para a 'construção' desse corpo, e é nessa busca que muitos frequentadores arriscam a saúde para o alcance de um corpo ideologicamente sem defeitos. Do exagero aos exercícios físicos que podem levar a danos irreparáveis, à ingestão de substâncias proibidas e, ou excesso de suplementação, no caso, o consumo inadequado de proteínas, várias são as tentativas para um resultado mais rápido e efetivo na corrida rumo ao desvanecimento (MENON; SANTOS, 2012).

O treinamento de resistência regular e efetivo resulta normalmente em hipertrofia ou ganho de massa muscular. Portanto, para isso, é necessário que o anabolismo proteico seja maior que o catabolismo, ou seja, que a proteína a ser utilizada, esteja mais disponível, ou seja, em quantidades necessárias e biodisponíveis, para que a proteína muscular não seja utilizada como fonte energética, e assim o balanço proteico seja positivo (KOOPMAN, 2007).

É sabida a diferença que a alimentação promove no treino, pois em função do gasto energético elevado e da necessidade de nutrientes específica, os atletas necessitam de uma alimentação diferenciada, de acordo com o tipo de atividade, fase do treinamento e o período da ingestão (MENON; SANTOS, 2012).

Estudos comprovam que o consumo proteico, principalmente em torno das 2h após o treino é crucial para a sinalização da síntese de proteínas (KOOPMAN, 2007).

Porém, a crença popular entre os atletas é o que a proteína adicional aumenta a força e melhora o desempenho, tese não apoiada por diversas pesquisas, sendo observado que o desenvolvimento muscular durante o treino requer pequena quantidade proteica, e esta é facilmente atingida por uma alimentação balanceada (MENON; SANTOS, 2012).

Pesquisas apontam que a alimentação é fundamental para o ganho de massa muscular, havendo a possibilidade de até 60% em importância. Porém o senso comum desacredita que uma dieta balanceada e de qualidade, exceto em situações especiais, atenda às necessidades nutricionais de um praticante de exercícios físicos, e até mesmo de atletas profissionais (MENON; SANTOS, 2012). Entre os atletas e esportistas a utilização de suplementos com proteínas e aminoácidos comerciais tem aumentado com o objetivo da substituição de proteínas da dieta, e também por seus efeitos anticatabolizantes e anabolizantes de qualidade superior prometidos pela indústria farmacêutica (MENON; SANTOS, 2012).

A utilização da soja em suplementos alimentares vem crescendo nos últimos anos, pois além da promoção de síntese proteica, a soja tem propriedades bastante conhecidas na literatura apontando para diversos benefícios ao organismo humano que vão além da hipertrofia da musculatura esquelética (MORIFUJI; SANBOGI; SUGIURA, 2006).

Baseado no alto consumo de suplementos à base de proteínas por praticantes de atividade física (ARAÚJO; ANDREOLO; SILVA, 2002) este trabalho teve como objetivo verificar a eficácia da utilização da proteína da soja como suplemento proteico em treinos de hipertrofia muscular quando comparada à utilização da whey protein (proteína do soro do leite).

SUPLEMENTAÇÃO: RECOMENDAÇÕES DE CONSUMO E UTILIZAÇÃO

Os suplementos alimentares utilizados podem ser determinados de acordo com seu conteúdo vitamínico, mineral, produtos herbais, extratos de tecidos, proteínas, aminoácidos e outros produtos, os quais a finalidade de ingestão dos mesmos seja de prevenir doenças e ou melhorar a saúde. A melhor estratégia nutricional para a promoção da saúde e redução do risco de doença crônica de acordo com a American

Dietetic Association (ADA) é a obtenção dos nutrientes necessários através de uma alimentação variada, considerando também apropriado o uso de suplementos de vitaminas e minerais a partir de evidências científicas seguras na utilização dos mesmos. (PEREIRA; LAJOLO; HIRSCHBRUCH, 2003).

A utilização de suplementos por praticantes de atividade física vêm aumentando ao longo dos anos, apesar de vários estudos afirmarem que o consumo adequado de nutrientes através de uma alimentação saudável supre as necessidades orgânicas do ser humano. Com base também na literatura vários profissionais se utilizam da prescrição de suplementos alimentares como conduta padrão, principalmente aqueles onde os ingredientes principais são proteínas e aminoácidos (PEREIRA; LAJOLO; HIRSCHBRUCH, 2003).

Um dos agentes que tem a capacidade de aprimorar o desempenho atlético não somente dos profissionais, mas também daqueles considerados praticantes de atividade física é a nutrição. A nutrição adequada possibilita a redução da fadiga, lesões, a reparação das mesmas rapidamente, otimizar os depósitos de energia além de contribuir positivamente para saúde geral do indivíduo (SANTOS; SANTOS, 2002).

O consumo de proteínas ou aminoácidos após os exercícios físicos favorecem a recuperação e a síntese proteica muscular (LEMON, 1998; BORSHEIN; AARSLAND; WOLFE, 2004). Sendo observado melhores respostas anabólicas ao exercício quando houve um menor intervalo entre o término do exercício e a ingestão proteica. Hipótese esta comprovada pelo estudo de Esmarck e colaboradores (2001), onde o grupo de idosos que recebeu a suplementação proteica logo após o treino apresentou maior ganho de massa muscular e também maior ganho de força comparados àqueles que fizeram a ingestão da suplementação apenas duas horas após a realização dos exercícios (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

De acordo com Wolfe (2000) o consumo de proteínas dos atletas deve diferir da população em geral de acordo com a modalidade esportiva e das características do treinamento. Em treinos de resistência há a utilização de aminoácidos, especialmente os ramificados como substrato energético. A oxidação destes aminoácidos ocorre principalmente quando os estoques de glicogênio muscular encontram-se em níveis reduzidos. A ingestão diária recomendada de proteínas para modalidades de resistência não devem ultrapassar valores entre 1,4 a 1,7g de

proteína por quilo de peso corpóreo. Em treinos para ganho de massa muscular a necessidade é de até 2g de proteína por quilo de peso corpóreo por dia (WOLFE, 2000; LEMON, 1994).

De acordo com as Diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte, o consumo apropriado de proteínas para atletas de força, ou seja, atletas que treinam com maior sobrecarga possível, porém executando movimentos rápidos o que provocaria menos lesões, e portanto limita a hipertrofia, para eles a recomendação seria de 1,6 a 1,7 gramas por quilo de peso corporal por dia (MENON; SANTOS, 2012).

Em uma avaliação realizada por Esmarck e colaboradores (2001), idosos submetidos à treinamentos de força, receberam suplementação proteica que ocorreu por meio de 10g de proteínas provenientes do leite e da soja enquanto outro grupo apenas realizava os exercícios para hipertrofia. Os idosos que não receberam a suplementação apresentaram ganho de força e de hipertrofia significativamente menores em relação aos idosos suplementados. Além da hipertrofia também foi avaliado o gasto energético e verificado o aumento da termogênese nos indivíduos suplementados com a proteína da soja.

Em estudo realizado por Phillipi (2004) o consumo de proteínas e aminoácidos por instrutores de academia indica que 30% utilizam suplementos como BCAA, Creatina, L-carnitina, Whey Protein, Glutamina, Amino Fuel e Amino Power, sendo 29% por conta própria e 28% por indicação médica.

Pereira, Lajolo e Hirschbruch (2003) verificaram em estudo realizado em São Paulo que a categoria de suplementos mais citada pelos praticantes de atividade física, na categoria musculação, foi o de aminoácidos ou produtos proteicos, 42,7% dos praticantes utilizam esse tipo de suplementação. Sendo consumidos diariamente por 90,3% dos pesquisados. Também neste trabalho foi observado maior consumo de suplementação entre os homens (75,7%) do que mulheres (24,3%). A faixa de idade verificada entre os usuários de suplementos é de 20 a 30 anos de idade. A fonte de recomendação mais utilizada foi a de instrutores e professores (31,1%), amigos (15,6%), auto-indicação (15,6%), nutricionista (11,1%) e médico (10,0%). Sendo importante a percepção que em alguns casos professores e instrutores são também vendedores destes suplementos, apesar de não possuírem formação científica

adequada para ter conhecimento suficiente dos efeitos dos mesmos.

PROTEÍNA DA SOJA

QUALIDADE BIOLÓGICA DA PROTEÍNA DA SOJA

Entre as várias fontes proteicas de origem vegetal, a soja tem se destacado por oferecer proteína de alto valor biológico, motivando o desenvolvimento de diversos alimentos derivados da soja, como o bastante popular “leite de soja”, que é o extrato hidrossolúvel de soja. O extrato da soja também figura como ingrediente de produtos alimentícios de panificação, sopas instantâneas e suplementos proteicos, figurando sempre como uma alternativa à proteína do leite de vaca (SILVA-JÚNIOR; DEMONTE, 1997).

A avaliação da qualidade nutricional de proteínas é fundamentada em três parâmetros: quantidade de aminoácidos essenciais, biodisponibilidade dos aminoácidos e a digestibilidade da proteína. Além destes três parâmetros, é importante também a pesquisa de um quarto parâmetro, os fatores antinutricionais, os quais interferem na absorção de nutrientes, podendo também acarretar danos à saúde quando ingeridos em altas quantidades. São exemplos de fatores antinutricionais: inibidores de proteínas, oxalatos, taninos, nitritos, entre outros (SILVA-JÚNIOR; DEMONTE, 1997).

Para a mensuração da composição de aminoácidos de uma proteína, é necessária uma análise química, a qual o resultado é comparado com o de um padrão de aminoácido referência, constituindo então o escore químico de aminoácidos (EQ). O escore químico (EQ) é obtido através do cálculo de aminoácidos contidos em uma fonte proteica e então compara-se esse valor com os de uma proteína referência para crianças na faixa de idade de 2 e 5 anos. O EQ é considerada uma técnica rápida, barata e segura (FAO, 1985).

O valor resultante desta comparação é corrigido pela digestibilidade proteica, obtém-se portanto, o escore químico de aminoácidos (EQ) corrigido pela digestibilidade proteica (PDCAAS) (SCHAAFSSMA, 1994). O PDCAAS é uma medida aceita atualmente para a avaliação da qualidade proteica. É definido como o escore de aminoácidos corrigido pela digestibilidade, cálculo realizado através da divisão

entre a quantidade de aminoácido do primeiro aminoácido limitante na proteína (mg/g) e o conteúdo daquele aminoácido em uma proteína de referência (mg/g), multiplicado pela digestibilidade verdadeira. O padrão de referência utilizado é a necessidade de aminoácidos essenciais para crianças de 2 à 5 anos de idade (FAO, 1985).

Logo a qualidade da proteína avaliada através do escore químico é baseada no aminoácido essencial limitante, onde os valores maiores que 1,0 para o escore químico (EQ) e para o PDCAAS indicam proteína de boa qualidade, possuindo aminoácidos essenciais capazes de fornecer as necessidades dietéticas humanas e valores abaixo de 1,0 determinam o aminoácido limitante (PIRES et al., 2006).

No estudo de Carrão-Panizzi (1998) e Moretti e Gutierrez (1981), foi verificada a quantidade de aminoácidos essenciais presentes no extrato de soja, isolado proteico de soja, farinha e grão de soja, comparada com a composição de aminoácidos essenciais do leite de vaca, leite humano e o padrão estabelecido pela FAO (1985). É possível observar que os BCAAs, lisina e treonina avaliados das três fontes proteicas de soja apresentam valores inferiores quando comparados à quantidade encontrada no leite de vaca, porém atingem a quantidade estabelecida pelo padrão FAO. Já o aminoácido Cistina apresenta valores maiores que os encontrados no leite de vaca, porém não atingem a dose estabelecida pela FAO (PENHA et al., 2007).

Os aminoácidos metionina e triptofano das fontes proteicas de soja exibem valores inferiores às quantidades expressadas no leite de vaca e ao padrão FAO (PENHA et al.; 2007). Além disso para melhor análise da qualidade nutricional dessas fontes de proteínas são necessários os cálculos de escore químico e escore químico corrigido pela digestibilidade proteica (PDCAAS) (PIRES et al.; 2006).

Pires e colaboradores (2006) analisaram a qualidade nutricional de três tipos de soja, a soja convencional, a soja isenta de inibidor de tripsina Kunitz e lipoxigenases (soja KTI-LOX) e a proteína texturizada de soja (PTS), todas elas foram submetidas à moagem para o desenvolvimento de farinhas para as análises.

A partir dos resultados obtidos no referido estudo é possível verificar que a proteína texturizada de soja (PTS), a soja isenta de inibidor de tripsina Kunitz e lipoxigenases (soja KTI-LOX) e a soja convencional exibiram respectivamente os seguintes valores de PDCAAS: 64,81%, 64,29% e 53,82%, onde os aminoácidos metionina e cisteína (aminoácidos sulfurados) foram os limitantes. Os valores

superiores de PCAAS da proteína texturizada de soja (PTS) e da soja KIT-LOX são devidos ao melhoramento genético e ao processamento submetidos (PIRES et al.; 2006).

Para a avaliação da qualidade nutricional de uma determinada fonte proteica é importante também observar a biodisponibilidade deste nutriente. Esta consiste na acessibilidade do determinado nutriente ao organismo para atividades metabólicas e fisiológicas em condições normais. Pode ser definida também como a capacidade de um componente da dieta ser utilizado constantemente por meio das vias metabólicas habituais. A biodisponibilidade é também resultado da interação entre dieta, nutriente e indivíduo (COZZOLINO, 2009).

Porém ainda é bastante controversa a questão da biodisponibilidade em humanos que consomem dietas ricas em proteínas de fonte vegetal. Outro ponto de avaliação da qualidade proteica de um alimento é a digestibilidade da mesma. Esta é medida através da porcentagem proteica hidrolisada por enzimas digestivas que são absorvidas pelo organismo tanto no formato de aminoácidos como qualquer outro composto nitrogenado (PIRES et al.; 2006). A digestibilidade pode ser avaliada pela razão entre o nitrogênio absorvido e o nitrogênio consumido na dieta, expresso em porcentagem (MENDES et al.; 2007).

Porém a digestibilidade, assim como outros elementos nutritivos, é afetada por tratamentos os quais o alimento é submetido durante o preparo e o armazenamento, como exemplo a cocção, adiciona-se então outro ponto, alguns constituintes naturais da própria fonte proteica, no caso, a soja, possui compostos biologicamente ativos que interferem na sua qualidade, são denominados fatores antinutricionais, na soja temos como exemplos destes fatores, fitatos, inibidores de proteases e lecitinas. (MENDES et al.; 2007).

Mendes e colaboradores (2007) sugerem que técnicas de melhoramento genético como a formação da soja com a inativação dos inibidores de tripsina e lipoxigenases auxiliam na melhora de sua digestibilidade, é possível também inativar os inibidores através do calor, porém a qualidade nutricional destes é comprometida devido a reações químicas que indisponibilizam as mesmas para absorção e afetam sua solubilidade. Apesar disso não encontraram diferenças significativas entre a soja

com inativação dos inibidores de tripsina por melhoramento genético (87,54%) ou por tratamento térmico (85,35%).

Pires e colaboradores (2006) não encontraram diferença significativa da digestibilidade entre a linhagem convencional de soja (71,76%) e a soja isenta de inibidor de tripsina Kunit e lipoxigenases (74,26%). No entanto a proteína texturizada de soja (PTS) exibe valor de (86,41%), superior significativamente em relação à soja convencional e a soja KTI-LOX, indicando que o processamento do farelo de soja para obtenção da proteína texturizada de soja promove o aumento da digestibilidade proteica.

PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Em 1999 a FDA, órgão de controle de alimentos dos Estados Unidos da América admitiu a funcionalidade da proteína de soja. A Associação Americana do Coração elucida recomendações para a ingestão de alimentos com soja para pacientes com níveis de colesterol elevados (PENHA et al., 2007). Além disso, na rotulagem nutricional foi possível admitir que dietas com reduzido teor de gorduras saturadas e colesterol e que incluam a ingestão diária de 25 gramas de proteína da soja podem reduzir os riscos de doenças cardíacas. Sua ingestão deve ser concomitante à dieta equilibrada e balanceada em associação a hábitos de vida saudáveis (ANVISA, 2013).

A soja também é conhecida por possuir fitoestrógenos (isoflavonas), compostos fenólicos semelhantes ao estrógeno produzido pelos mamíferos e são utilizados como alternativas para a reposição hormonal (TREVISAN; SOUZA; MARUCCI, 2010). As isoflavonas presentes na soja são responsáveis também pelo auxílio na redução da lipogênese e proporcionam o aumento da lipólise, contribuindo dessa forma com o aumento proporcional da massa muscular (TREVISAN; SOUZA; MARUCCI, 2010).

Diversos estudos tem mostrado a associação entre a redução do risco cardiovascular e o consumo da proteína de soja. Em comparação ao consumo da caseína o consumo da proteína da soja apresentou potencial redutor do colesterol

plasmático em modelos animais. Em humanos dislipidêmicos o consumo da proteína da soja promoveu redução significativa no LDL colesterol e o aumento do HDL colesterol, além da redução dos triglicerídeos hepáticos (MORIFUJI; SANBOGI; SUGIURA, 2006).

Os exercícios físicos regulares, são conhecidos por terem comprovada sua eficácia na oxidação da gordura corporal, ou seja, participam do processo de emagrecimento, redução de gordura corporal de um indivíduo, além de outros benefícios dos exercícios físicos regulares como: redução da resistência à insulina, redução da pressão arterial e dos níveis plasmáticos de LDL. (MORIFUJI; SANBOGI; SUGIURA, 2006). Aliados ao objetivo de hipertrofia muscular normalmente são acompanhados por suplementação, e principalmente por suplementos à base de proteína (PHILIPPI, 2004), e esta também pode conferir outros benefícios como reposição hormonal, aumento da termogênese e da lipólise corporal, como no caso da proteína da soja (MORIFUJI; SANBOGI; SUGIURA, 2006).

HIPERTROFIA MUSCULAR

A hipertrofia é o aumento da massa muscular resultante do processo de treinamento resistido. É uma adaptação da morfologia muscular onde ocorre um aumento na área das fibras em corte transverso, é resposta também da maior síntese proteica em relação à degradação, processo mais conhecido como balanço nitrogenado positivo (BUCCI et al.; 2005).

É classificada em dois tipos básicos, a hipertrofia aguda e a crônica. O primeiro tipo, a hipertrofia aguda, é transitória, sarcoplasmática, na qual durante o treinamento ocorre um aumento do volume muscular, isso principalmente devido ao acúmulo de líquidos intracelular muscular e nos espaços intersticiais. Além dessa hipótese existe o pressuposto de que a hipertrofia aguda ocorreria devido ao aumento do volume de líquido e glicogênio muscular sarcoplasmático. A hipertrofia crônica pode ser decorrente do treinamento de força por longos períodos, ou seja, ela é perceptível após várias sessões de treino. Sendo relacionada diametralmente com a área

transversa muscular modificada, considerando-se o aumento de número de filamentos de actina- miosina, aumento de miofibrilas, tecido conjuntivo, conteúdo sarcoplasmático, podendo ser também a combinação de todos esses fatores (FLECK; KRAEMER, 1999).

O mecanismo pelo qual ocorre esse processo é cadenciado por expressões extracelulares através de interações com os receptores na superfície da célula que ativam sinais para alteração da expressão gênica reajustando a fibra muscular (BASSEL-DUBY; OLSON, 2006). Esse mecanismo é possibilitado devido ao aumento da introdução de núcleos na célula, que favorecem a transcrição gênica. Logo, para que o desenvolvimento hipertrófico ocorra são necessários o aumento do número de núcleos além do aumento do volume citoplasmático (IDE; LAZARIM; MACEDO, 2011).

Para a reorganização da célula muscular é de primordial importância que a taxa de síntese proteica se sobressaia em relação à taxa de degradação (KUMAR et al.; 2009). Dessa forma, o concebível é que o exercício ative as vias de transdução de sinais que gerem um acréscimo na síntese de proteínas contráteis, da mesma forma que iniba as vias intracelulares de sinalização da atrofia muscular, ou degradação proteica. Esse mecanismo aliado à alimentação adequada resulta no balanço nitrogenado positivo, essencial para que ocorra o anabolismo (JONES et al.; 2004).

Esse processo ocorre principalmente devido às cascatas originadas pelo estímulo da insulina e fatores de crescimento, dentre eles o fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) e suas isoformas, o MGF e o IGF-1E. O MGF é conhecido como fator de crescimento mecânico ou muscular, pois é expresso através de estímulos mecânicos em decorrência do exercício. Estudos apontam para a atividade de início da ativação e proliferação das células satélites pelo estímulo do MGF e o IGF-1E proporciona a diferenciação das células satélites proliferadas. Sendo a própria insulina um anabólico importante, é liberada após o consumo de carboidratos pós exercícios físicos. Hormônios esteroides como a testosterona também são liberados pelo estímulo mecânico do exercício (IDE; LAZARIM; MACEDO, 2011).

As células satélites (CS) são de fundamental importância no processo de hipertrofia muscular. São assim denominadas devido a sua localização anatômica periférica na fibra muscular. São caracterizadas como células indiferenciadas,

mononucleadas, e sua membrana basal é contínua em relação à membrana basal da fibra muscular. Possuem atividade mitogênica alta, o que possibilita o crescimento muscular, reparação de danos nas fibras musculares, e a manutenção da integridade da musculatura esquelética adulta. Sua ativação tem como características alterações morfológicas, aumento na razão núcleo/citoplasma, organelas citoplasmáticas e também nas propriedades da fibra madura do músculo (HAWKE; GARRY, 2001).

Atualmente é considerada a possibilidade da ativação das células satélites em decorrência aos danos localizados causados pelo exercício na estrutura e segmentos da fibra muscular associados à liberação de fatores de crescimento e ou substâncias inflamatórias também em consequência da lesão provocada pelo exercício (KADI et al.; 2004). A ocorrência do dano muscular ativa as células satélites ao longo da fibra, o que leva à multiplicação e migração das mesmas para o local a ser recuperado. O processo pelo qual ocorre a ativação e diferenciação das CS se assemelha ao ocorrido no desenvolvimento embrionário (CHARGE; RUDNICKI, 2004). Porém se o tecido muscular esquelético se mantém livre de agressões as CS permanecem em estado de repouso. Entretanto, se as CS são expostas às agressões provocadas pelo treino de força, elas são ativadas e é iniciado o processo de proliferação. Uma vez diferenciadas as CS se fundem para formar uma fibra nova ou auxiliam no processo de reparo de uma célula danificada. Ainda é desconhecido portanto se o dano tecidual proporciona aumento do número de CS na mesma magnitude (IDE; LAZARIM; MACEDO, 2011).

WHEY PROTEIN

O whey protein, ou proteína do soro do leite, é a porção extraída da parte aquosa do leite gerada pelo processo de fabricação dos queijos. É obtida pela separação da caseína, realizada através da coagulação enzimática ou da precipitação ácida da caseína. É geralmente encontrada comercialmente na forma de suplementos alimentares. Durante décadas essa porção do leite foi desprezada pela indústria de alimentos. Somente à partir da década de 70 os estudiosos começaram a estudar as

propriedades da proteína do soro do leite (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

A literatura tem relacionado seu consumo além da hipertrofia muscular à sua capacidade de modular respostas biológicas em diversas condições metabólicas/patológicas, como as dislipidemias, hipertensão, AIDS e câncer (BIASUTTI, 2006). Essas propriedades são verificadas devido às proteínas do leite e do soro enquadrarem além de alto valor biológico os peptídeos bioativos. Estes atuam como agentes anti-hipertensivos, antimicrobianos, fatores de crescimento e reguladores da função imune. (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

A configuração das proteínas do soro do leite apresentam estrutura globular, possuindo algumas pontes de dissulfeto, o que as conferem um favorável grau de estabilidade estrutural. Os peptídeos do soro, ou as frações são constituídas por: alfa-lactoglobulina (ALA), beta-lactoglobulina (BLG), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Igs) e glico-macropéptídeos (GMP). Estas podem variar em tamanho, função e peso molecular, o que fornece às proteínas do soro características peculiares (AIMUTIS, 2004).

A proteína do leite bovino é composta por 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, percentual sujeito a variação em função da raça do animal, seu país de origem e da ração fornecida. Já no leite humano, o percentual de proteínas do soro sofre modificações no decorrer da lactação. O colostro possui cerca de 80% de proteínas do soro, sendo esse percentual reduzido para 50,3% no decorrer da amamentação (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

O maior peptídeo do soro (45,0%-57,0%) é a beta-lactoglobulina (BLG), este, por sua vez apresenta o teor maior de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), cerca de 25,1%. É importante veículo de retinol (pró-vitamina A) materno para filhotes animais e em humanos a BLG não está presente no leite materno (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

A alfa-lactoglobulina (ALA) em termos quantitativos é o segundo peptídeo do soro do leite bovino (15%-25%) e o principal do leite humano. Tem como característica sua fácil e rápida digestibilidade. Apresenta maior teor de triptofano (6%) em relação a todas as fontes proteicas alimentares. É também rica em lisina, leucina,

cistina e treonina 4,8. Precursora da biossíntese de lactose no tecido mamário além da possibilidade de se ligar a minerais como zinco e cálcio, contribuindo positivamente para sua absorção. Por fim a ALA possui atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas, exemplos, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus* (LONNERDAL; 2003).

A albumina do soro bovino (BSA) compõe cerca de 10% das proteínas do soro do leite. É rica em cistina (aproximadamente 6%), e importante precursora da síntese de glutatona. Por possuir afinidade por ácidos graxos livres e outros lipídeos seu transporte na corrente sanguínea é favorecido. Quatro classes de imunoglobulinas (Ig's) das 5 existentes estão presentes no leite bovino (IgA, IgE, IgG e IgM) a IgG sendo a principal, constitui aproximadamente 80% do total. A IgA, no leite humano é a principal imunoglobulina (mais de 90%). As principais funções biológicas exercidas pelas imunoglobulinas são a de imunidade passiva e a atividade antioxidante (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

A forma utilizada para a obtenção das proteínas do soro do leite influenciam diretamente nas diferenças em relação à sua composição de macro e micronutrientes. De acordo com Salzano Jr (2002) o concentrado de proteína do soro do leite, em 100g possui em média, 414kcal, 80g de proteína, 8g de carboidratos e 7g de gordura.

A proteína do soro do leite é constituída por 42,7% de aminoácidos essenciais enquanto o BCAA é responsável por 21,2% de sua constituição. Esses valores estão acima da média quando comparados aos de outras fontes proteicas conferindo portanto às proteínas do soro importantes propriedades nutricionais (ETZEL, 2004). A composição de micronutrientes é constituída em média por 1,2mg de ferro, 600mg de cálcio e 170mg de sódio em 100g de concentrado proteico do soro (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

A síntese proteica é influenciada diretamente pela quantidade e o tipo de proteína e ou aminoácido fornecidos pós treinamento. Pesquisas tem apontado que apenas os aminoácidos essenciais, principalmente a leucina, são fundamentais para o estímulo da síntese proteica (KIMBALL, 2002; ANTHONY et al.; 2001). De acordo com Van Loon et al (2000) a ingestão de uma solução contendo proteínas do soro e carboidratos aumenta significativamente as concentrações plasmáticas de sete

aminoácidos essenciais, dentre eles os de cadeia ramificada (BCAA) quando comparados ao consumo somente da caseína (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

Para Anthony et al (2001) a leucina pode contribuir para o início da ativação da síntese proteica. O mecanismo dessa iniciação é decorrente do fato de que a leucina tem papel fundamental na fosforilação de proteínas chave para a formação do complexo do fator de iniciação eucariótico 4F (eIF4F), o qual inicia a tradução do RNA mensageiro (RNAm) para a síntese global de proteínas. Além disso a leucina tem atuação importante na cascata de reações promotoras da fosforilação da proteína S6 cinase ribossomal (S6K1) a qual ativa a tradução de proteínas envolvidas no esquema de síntese proteica. A leucina também parece atuar na síntese proteica através de outros mecanismos ainda não muito elucidados pela literatura.

As proteínas do soro do leite apresentam um excelente perfil de aminoácidos. Isso possibilita classificá-las como proteínas de alto-valor biológico devido ao conteúdo de peptídeos bioativos do soro, conferindo a essas proteínas importantes propriedades funcionais acima citadas (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

WHEY PROTEIN VS PROTEÍNA DA SOJA

Em estudo realizado por DeNysschen e colaboradores (2009), vinte e oito homens adultos, com idade entre vinte e um e cinquenta anos foram submetidos à doze semanas de treino de força/hipertrofia (3 dias na semana, intervalo de 48-72h) com suplementação à base de whey protein e proteína da soja. Foram separados três grupos, um grupo recebeu a suplementação da proteína do soro do leite (whey protein), o outro grupo recebeu suplemento à base de proteína da soja e o terceiro grupo, placebo, recebeu suplementação de carboidratos complexos.

Ao final das doze semanas foram avaliados parâmetros como peso corporal, IMC, percentual de gordura, gordura corporal (kg), massa magra (kg), relação cintura-quadril, colesterol total, HDL, LDL e triglicerídeos. Em ambos os grupos ocorreu redução semelhante do peso, percentual de gordura, gordura corporal e aumento da massa magra. Ou seja, não houve diferença significativa destes parâmetros em relação ao tipo de suplementação. Em relação aos níveis plasmáticos de colesterol

total, não houve diferença significativa quando comparado o grupo que recebeu whey protein com o grupo da proteína da soja. Porém a suplementação à base de proteína da soja aumentou os níveis de HDL plasmáticos, e diminuiu significativamente o nível dos triglicerídeos plasmáticos. Entretanto, no quesito força e ganho de massa muscular, todos os grupos apresentaram resultados semelhantes, sugerindo que mais estudos fossem realizados (DENYSSCHEN et al.; 2009).

Phillips, Tang e Moore (2009) observaram que em adultos jovens e idosos o consumo do leite de vaca, da proteína do soro do leite (whey protein) e a proteína da soja associada à treinos de resistência contribuíram positivamente para a síntese muscular. Entretanto, maiores taxas de ganho de massa magra foram verificados nos indivíduos que consumiram a proteína derivada do leite de vaca - leite puro ($2,7 \pm 1,3$ kg) e whey protein ($2,9 \pm 1,6$ kg) do que naqueles que ingeriram a proteína da soja ($1,4 \pm 0,6$). Isso devido à fatores presentes na proteína de soja como o escore de aminoácidos e a digestibilidade inerentes que interferem na absorção de nitrogênio pelo organismo, responsável pela síntese de tecido muscular.

Em indivíduos idosos que viabilizam a prevenção de declínios sarcopênicos é de especial importância a opção pela fonte proteica de melhor absorção, a quantidade proteica adequada e a ingestão da mesma em períodos próximos ao do término dos exercícios, podendo até mesmo promover hipertrofia. Nos adultos jovens a hipertrofia está mais relacionada com o tipo de proteína consumida e o consumo da proteína em si, pois foi verificado que o consumo isolado de carboidratos não traz resultados satisfatórios para a síntese muscular (PHILLIPS; TANG; MOORE, 2009).

O tipo dos aminoácidos consumidos na dieta também podem influenciar na resposta do balanço proteico após o treino de resistência. Moreira (2010) relata em sua revisão pesquisas evidenciando que apenas o consumo de aminoácidos essenciais são necessários para estimular a estimulação da síntese proteica muscular.

Tipton e colaboradores (2001) promoveu um estudo onde os participantes foram divididos em três grupos, um consumiu 40g de uma mistura de aminoácidos essenciais e não essenciais, outro 40g contendo apenas aminoácidos essenciais e o grupo controle com a ingestão de água destilada com edulcorante artificial. Ambos os grupos alcançaram um balanço proteico positivo em relação ao grupo controle, sendo

o anabolismo proteico idêntico em ambos os grupos, os que consumiram apenas aminoácidos essenciais e os que consumiram a mistura de aminoácidos. Esse resultado pode ser explicado pois segundo o autor existe um máximo de síntese proteica possível de ser alcançado durante a chamada hiperaminoacidemia pós-treino, onde indiferentemente das quantidades de aminoácidos disponibilizadas, o mecanismo da tradução proteica não seria capaz de superar esse máximo (alcançado após a absorção de cerca de 220mg de nitrogênio). Dessa forma os aminoácidos essenciais disponíveis na mistura de aminoácidos podem ter sido suficientes na estimulação máxima dos mecanismos de síntese proteica.

Moreira (2010) afirma também que os efeitos positivos da ingestão dos aminoácidos essenciais se devem à presença dos aminoácidos de cadeia ramificada (AACR), pois o consumo de aminoácidos essenciais que não continham os AACR não promoveram a estimulação da síntese proteica. Sendo a leucina, isoleucina e valina grandes responsáveis pelo balanço proteico positivo.

Novamente a digestibilidade das proteínas é colocada em questão. Sendo comparados os resultados do consumo da proteína do soro do leite e caseína, esta última denominada proteína lenta, por ser lentamente absorvida no estômago, gerando uma prolongada hiperaminoacidemia. Entretanto as proteínas do soro do leite e as proteínas da soja são intituladas proteínas rápidas, pois sua digestão rápida gera uma hiperaminoacidemia elevada porém transitória (MOREIRA, 2010).

Em relação à ingestão do leite (onde a razão proteína do soro:caseína é aproximadamente 1:4) e a bebida da soja, imediatamente e 1 hora após o treino de resistência, ambos promoveram ganho de massa, porém a ingestão do leite proporcionou maior aumento de massa muscular em relação ao obtido pela ingestão de bebida da soja. Apesar do conteúdo de aminoácidos essenciais idênticos a pesquisa aponta a digestibilidade dos mesmos como fator de influência para o maior sucesso do leite de vaca (MOREIRA, 2010).

Tang e colaboradores (2009) realizaram um estudo com homens adultos, jovens, praticantes regulares de exercícios de resistência, com mesmos pesos, altura e idade, e um protocolo de exercícios idênticos para avaliar o efeito da suplementação, durante e após o protocolo de exercícios, de whey protein isolado, caseína e proteína isolada de soja. Foram separados em três grupos de dezoito pessoas que praticavam

o protocolo de exercícios duas à três vezes por semana. Cada grupo ingeriu durante e após o exercício 250mL, com aproximadamente 100kcal, de um preparado contendo whey protein isolado (21,4g), outro com caseína (21,9g) e outro com proteína isolada de soja (22,2g). Foram colhidas amostras de sangue dos participantes para avaliação da quantidade de proteína plasmática e amostras de tecido muscular, através de biópsia, para avaliação da síntese proteica muscular.

O grupo suplementado com a whey protein isolada obteve maior síntese de proteína muscular quando comparado com os grupos que realizaram a ingestão de caseína e a proteína isolada de soja. Foi verificado que a whey protein isolada e a proteína isolada da soja promoveram o aumento da massa muscular, sendo a proteína isolada do soro do leite, a responsável pela maior síntese, enquanto o consumo da caseína proporcionou mais a prevenção da degradação da proteína muscular do que necessariamente um ganho de massa. O autor explica esse fenômeno devido ao maior teor de BCAA (7%) e leucina (28%) em particular, da proteína isolada do soro do leite em relação à proteína isolada da soja, sendo o referido teor de aminoácidos essenciais exposto no sangue, onde a síntese de proteína muscular é estimulada ao máximo com o maior teor de aminoácidos no sangue. Fato não ocorrido na ingestão da proteína da soja, provavelmente influenciado pela sua digestibilidade (TANG et al.; 2009).

CONCLUSÃO

A utilização da proteína da soja para hipertrofia muscular é eficaz para tal objetivo, assim como a proteína do soro do leite. Porém, esta promove aumentos maiores de síntese proteica muscular que a proteína da soja, isso devido à digestibilidade e ao escore de aminoácidos favoráveis.

Para indivíduos praticantes do veeganismo, o consumo de produtos de origem animal é vetado da dieta e todos os nutrientes necessários ao organismo são obtidos apenas de fontes vegetais. Isso não muda para os atletas veegans, que utilizam-se da suplementação dietética para o aumento da performance e ganho de massa muscular, logo a utilização de suplementos à base de proteína da soja é totalmente viável (BARRIONE et al.; 2009; NIEMAN, 1999).

Portanto a escolha do tipo de suplementação deve levar em consideração sexo, idade, peso, hábitos alimentares, presença ou não de patologias como dislipidemias, hipertensão, tipo e duração do exercício físico, devendo dessa forma ser orientados por profissional especializado, como o (a) nutricionista. Evitando assim intercorrências prejudiciais à saúde, relacionadas à suplementação não orientada ou conduzida por leigos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIMUTIS, W. L. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *Journal of Nutrition*. v. 134, n. 4, p. 989-995, 2004.

ANTHONY, J. C.; ANTHONY, T. G.; KIMBALL, S. R.; JEFFERSON, L. S. Signaling pathways involved in translation control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *Journal of Nutrition*. v. 131, n. 3, p. 856s- 860s, 2001.

ANVISA. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 28 set. 2013.

ARAÚJO, L. R.; ANDREOLO, J.; SILVA, M. S. Utilização de suplemento alimentar e anabolizante por praticantes de musculação nas academias de Goiânia-GO. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasília, DF, v. 10, n. 3, p. 13-18, 2002.

BASSEL-DUBY, R. OLSON, E. N. Signaling pathways in skeletal muscle remodeling. *Annual Review of Biochemistry*. v. 75, n. 1, p. 19-37, 2006.

BIASUTTI, E. A. R. Otimização das condições da hidrólise enzimática das proteínas do soro de leite para obter elevado teor de oligopeptídeos: utilização da subtilisina e da pancreatina. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

BORRIONE, P.; GRASSO, L.; QUARANTANA, F.; PARISI, A. Vegetarian diet and athletes. *International Sport Med Journal*. Rome, IT, v. 10, n. 1, p. 53-60, 2009.

BORSHEIN, E; AARSLAND, A; WOLFE, R.R. Effect of an amino acids, protein, and carbohydrate mixture in net muscle protein balance after resistance exercise. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*. v. 14, n. 3, p. 255-271, 2004.

BUCCI, M.; VINAGRE, E. C.; CAMPOS, G. E. R.; CURI, R.; PITHON-CURI, T. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Piracicaba, SP, v. 13, n. 1, p. 17-28, 2005.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G. Soja: potencial de uso na dieta brasileira. Londrina: Embrapa-CNPSo, Documento, 113, 1998.

CHARGE, S. B.; RUDNICKI, M. A. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. *Reviews Physiological*. v. 84, n. 1, p. 209-238, 2004.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de micronutrientes. Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, SP, 50p, 2009.

DENIYSSCHEN, C. A.; BURTON, H. W.; HORVATH, P. J.; LEDDY, J. J.; BROWNE, R. W. Resistance training with soy vs whey protein supplements in hyperlipidemic males. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Buffalo, NY, v. 6, n. 8, p. 1-9, 2009.

ESMARCK, B.; ANDERSEN, J. L.; OLSEN, S.; RICHTER, E. A.; MIZUNO, M.; KJAER, M. Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *The Journal of Physiology*, v. 535, n. 1, p. 301-311, 2001.

ETZEL, M. R. Manufacture and use of dairy protein fractions. *Journal of Nutrition*. v. 134, n. 4, p. 996s-1002s, 2004.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*. 2 ed. Porto Alegre. Artmed, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/WORLD HEALTH ORGANIZATION. Necessidades de energia y de proteínas. Informe de una eunion consultiva conjunta FAO/WHO/UNU de expertos. Ginebra, 220p. 1985.

FRIEDMAN, M.; BRANDON, D.L. Nutritional and health benefits of soy proteins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 49, n.3, p. 1069-1086, 2001.

HAWKE, T. J.; GARRY, D. J. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. *Journal of Applied Physiology*. v. 91, n. 2, p. 534- 551, 2001.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. Proteína 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, 2006.

IDE, B. N.; LAZARIM, F. L.; MACEDO, D. V. Hipertrofia muscular esquelética humana induzida pelo exercício físico. Revista Ciências em Saúde. Campinas, SP, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2011.

JONES, S. W.; HILL, R. J.; KRASNEY, P. A.; O'CONNOR, B.; PEIRCE, N.; GREENHAFF, P. L. Disuse atrophy and exercise rehabilitation in humans profoundly affects the expression of genes associated with the regulation of skeletal muscle mass. FASEB Journal. v. 18, n. 9, p. 1025-1027, 2004.

KADI, F.; CHARIFI, N.; DENIS, C.; LEXELL, J. Satellite cells and myonuclei in young and elderly women and men. Muscle Nerve. v. 29, n. 1, p. 120-127, 2004.

KIMBALL, S. C. Regulation of global and specific mRNA translation by amino acids. Journal of Nutrition. v. 132, n. 5, p. 883-886, 2002.

KOOPMAN, R. Role of amino acids and peptides in the molecular signaling in skeletal muscle after resistance exercise. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, Maastricht, NL, v. 17, n. 1, p. 47-57, 2007.

KUMAR, V.; ATHERTON, P.; SMITH, K.; RENNIE, M. J.; Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise. Journal of Applied Physiology. v. 106, n. 6, p. 2026-2039, 2009.

LEMON, P. W. R. Effects of exercise on dietary protein requirements. Journal of the International Society of Sports Nutrition, v. 8, n. 4, p. 426-447, 1998.

LONNERDAL, B. Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. The American Journal of Clinical Nutrition. v. 77, n. 6, p. 1537-1543, 2003.

MENDES, F. Q.; OLIVEIRA, M. G. A.; CARDOSO, L. R.; COSTA, N. M. B.; SANT'ANA, R. C. O. Digestibilidade proteica e caracterização bromatológica de linhagens de soja com ausência ou presença do inibidor de tripsina kunitz e das isozimas lipoxigenases. Bioscience Journal. Uberlândia, MG, v. 23, n. 1, p. 14-21, 2007.

MENON, D.; SANTOS, J. S. Consumo de proteína por praticantes de musculação que objetivam hipertrofia muscular. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Caxias do Sul, RS, v. 18, n. 1, p. 8-12, jan./fev. 2012.

MOREIRA, B. Hipertrofia muscular e nutrição. 2010. 39 f. Monografia (Graduação em Nutrição) – Faculdade de Ciências da Alimentação e Nutrição, Universidade do Porto, Portugal, 2010.

MORETTI, R. H.; GUTIERREZ, R. H. Produção de soja em escala semi-industrial. A Soja no Brasil. Campinas, SP, v. 1, n. 1, p. 979-986, 1981.

MORIFUJI, M.; SANBONGI, C.; SUGIURA, K. Dietary soya protein intake and exercise training have an additive effect on skeletal muscle fatty acid oxidation enzyme activities and mRNA levels in rats. *British Journal of Nutrition*, v. 96, n. 1, p. 469- 475, 2006.

NIEMAN, D. C. Physical fitness and vegetarian diets: is there a relation? *The American Journal of Clinical Nutrition*, USA, v. 70, n. 1, p. 570-575, 1999.

PENHA, L. A. O.; FONSECA, I. C. B.; MANDARINO, J. M.; BENASSI, V. T. A soja como alimento: valor nutricional, benefícios para a saúde e cultivo orgânico. *Boletim do Centro de Pesquisa em Alimentos*. Curitiba, PR, v. 25, n. 1, p. 91-102, 2007.

PEREIRA, R. F.; LAJOLO, F. M.; HIRSCHBRUCH, M. D. Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. *Revista de Nutrição*. Campinas, SP, v. 16, n. 3, p. 265-272, 2003.

PHILIPPI, J. M. S. O uso de suplementos alimentares e hábitos de vida de universitários: o caso da UFSC. 2004. 212 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PHILLIPS, S. M.; TANG, J. E. F.; MOORE, D. R. The role of milk-and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *Journal of the American College of Nutrition*. Hamilton, ON, v. 28, n. 4, p. 343-354, 2009.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade Nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, SP, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

SALZANO JR, I. Nutritional supplements: practical applications in sports, human performance and life extension. *Symposium series 007*. São Paulo SP. P. 75 – 202, 1996-2002.

SANTOS, M. A. A.; SANTOS, R. P. Uso de suplementos alimentares como forma de melhorar a performance nos programas de atividade física em academias de ginástica. *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, SP, v. 16, n. 2, p. 174-185, 2002.

SCHAAFSSMA, G. Nutritional appreciation of proteins. *TNO Nutrition and Food*

Research Institute, Zeist, The Netherlands, v. 94, n. 1, p. 135, 1994.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. Revista de Nutrição. Campinas, SP, v. 12, n. 1, p. 5-19, 1999.

SILVA-JÚNIOR, S. I.; DEMONTE, A. Avaliação da qualidade nutricional da proteína do “leite de soja” e do leite integral em pó. Ensaio experimental e discussão metodológica. Revista Alimentação e Nutrição. Araraquara, SP, v. 8, n. 1, p. 105-120, 1997.

TANG, J. E.; MOORE, D. R.; KUJBIDA, G. W.; TARNOPOLSKY, M. A.; PHILLIPS, S. M. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. Journal of Applied Physiology. Bethesda, MD, v. 107, n. 1, p. 987-992, 2009.

TIPTON, K. D.; RASMUSSEN, B. B.; MILLER, S. L.; WOLF, S. E.; OWENS-STOVALL, S. K.; PETRINI, B. E.; WOLFE, R. R. Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism. v. 281, n. 2, p. 197-206, 2001.

TREVISAN, M. C.; SOUZA, J. M. P.; MARUCCI, M. F. N. Influência da proteína de soja e dos exercícios com pesos sobre o gasto energético de repouso de mulheres na pós-menopausa. Revista da Associação Médica Brasileira, São Paulo, SP, v. 56, n. 5, p. 572-578, 2010.

VAN LOON, L. J. C.; SARIS, W. H. M.; VERHAGEN, H.; WAGENMAKERS, J. M. Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. The American Journal of Clinical Nutrition, v. 72, n.1, p. 96-105, 2000.

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; PAULA, A. C. O. Composição centesimal conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 34, n. 7, p. 1277-1283, 1999.

WILCOX, J.R. Breeding soybeans for improved oil quantity and quality. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3. Boulder, 1985. Proceedings... Boulder: Westview Press,. p. 380-386, 1985.

WOLFE, R. R. Protein supplements and exercise. The American Journal of Clinical Nutrition, Bethesda, MD, v. 72, n. 2, p. 551-557, 2000.