



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

PAULO SUGIHARA JUNIOR

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNAS ALÉM DA
INGESTÃO HABITUAL ASSOCIADA AO TREINAMENTO
RESISTIDO SOBRE A MASSA MUSCULAR, FORÇA E
QUALIDADE MUSCULAR EM MULHERES IDOSAS
TREINADAS**

Londrina
2017

PAULO SUGIHARA JUNIOR

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNAS ALÉM DA
INGESTÃO HABITUAL ASSOCIADA AO TREINAMENTO
RESISTIDO SOBRE A MASSA MUSCULAR, FORÇA E
QUALIDADE MUSCULAR EM MULHERES IDOSAS
TREINADAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde CCS/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino.
Co-orientadora: Profa. Dra. Danielle Venturini.

Londrina
2017

Dados internacionais de catalogação da publicação (CIP)

Sugihara Junior, Paulo.

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNAS ALÉM DA INGESTÃO HABITUAL ASSOCIADA AO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A MASSA MUSCULAR, FORÇA E QUALIDADE MUSCULAR EM MULHERES IDOSAS TREINADAS / Paulo Sugihara Junior. - Londrina, 2017.

88 f.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Coorientador: Danielle Venturini.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Treinamento resistido - Tese. 2. Envelhecimento - Tese. 3. Ingestão proteica - Tese. 4. Massa muscular - Tese. I. Serpeloni Cyrino, Edilson . II. Venturini, Danielle. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

PAULO SUGIHARA JUNIOR

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNAS ALÉM DA
INGESTÃO HABITUAL ASSOCIADA AO TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE A MASSA MUSCULAR, FORÇA E QUALIDADE MUSCULAR
EM MULHERES IDOSAS TREINADAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde CCS/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Décio Sabbatini Barbosa
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Alex Silva Ribeiro
Universidade Norte do Paraná – UNOPAR

Londrina, 26 de junho de 2017.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família. Aos meus pais, Paulo e Luci, pela educação que sempre me deram. A minha irmã Gisele que sempre me apoiou. A minha esposa Renata, por participar junto dos meus sonhos, ao meu filho Ian e minha filha Ayumi, que entenderam minha ausência em alguns momentos, estas pessoas foram fundamentais para a conquista deste percurso.

AGRADECIMENTOS

Dizer obrigado, às vezes, não é suficiente para agradecer a tão amáveis e gentis pessoas que nos diferentes momentos das nossas vidas, incluindo os mais difíceis, nos estendem as mãos amigas e nos oferecem amparo. A essas pessoas, em particular, prestarei, por meio de poucas palavras, os meus mais sinceros agradecimentos a seguir.

À Deus, por ter me dado força, saúde e que não me abandonou nos momentos em que mais pensei em desistir nestes anos de caminhada.

Agradeço de forma especial ao meu orientador, professor Edilson Serpeloni Cyrino, por assumir minha orientação ao longo do processo e me receber de braços abertos em seu grupo de pesquisa. Certamente, um exemplo de ética, profissionalismo e liderança a ser seguido. Serei eternamente e imensamente grato por seus aconselhamentos, ensinamentos e pelas inúmeras oportunidades que me concedeu e principalmente pela sua imensa paciência.

Aos meus pais Paulo e Luci, que com amor e exemplo de integridade moral, me prepararam para a vida, por terem sido meus cuidadores, deram seus exemplos de determinação e por me estimular a lutar por meus anseios pessoais e profissionais.

A minha co-orientadora Danielle Venturini, por todos os ensinamentos compartilhados.

A todos os colegas do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE), pelos conhecimentos compartilhados e por toda a parceria ao longo dos últimos anos. Em especial, aos colegas que compartilharam das angústias e desafios de cada etapa do projeto, nomeadamente: Alex, Crisieli, Edilaine, David, João, Melissa, Paulo e Leandro. Unidos somos fortes!

Aos Professores Dr. Waldiceu Aparecido Verri Junior, Dr. Alex Silva Ribeiro, Dr. Décio Sabbatini Barbosa por aceitarem nosso convite para compor a banca examinadora, por sua disponibilidade e contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Sandra, secretária do programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, por me socorrer inúmeras vezes quando precisei.

As participantes do projeto, que tornam nossas pesquisas possíveis e nos dão muitas lições de vida a cada dia.

Ao corpo docente e funcionários da Universidade Estadual de Londrina, que com competência e dedicação tornam possível a realização de sonhos e projetos de vida, em especial a todos os funcionários do Centro de Educação Física e Esporte (CEFE).

Gostaria de agradecer, também, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Ministério da Educação (MEC) pelo aporte financeiro ao projeto e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida que permitiu que eu pudesse me dedicar com afinco à execução deste trabalho.

As empresas Arla Foods, New Millen, Planeta Saúde (Éder e Juliana), que gentilmente ofereceram as suplementações nutricionais e as coqueteleiras utilizadas, sinceramente este trabalho não seria possível sem a ajuda de vocês.

Aos meus amigos Hellen e Rodrigo, por dividir comigo os desafios, angústias, incertezas e alegrias deste trabalho, sem vocês nada seria possível, vou ser grato eternamente á vocês!

A minha esposa Renata que foi fundamental em todos os aspectos, tendo calma e paciência nas incontáveis horas que estive ausente de nossa casa, ao meu filho Ian e minha filha Ayumi que nas horas mais difíceis onde pensei em desistir me deram força para continuar e ser exemplo para a vida deles, pois eu estava preparando o nosso amanhã.

“Se pudermos dar a cada indivíduo a quantidade exata de nutrientes e de exercício, que não seja insuficiente nem excessiva, teremos encontrado o caminho mais seguro para a saúde”.

Hipócrates (460-377 a.C)

Sugihara Junior, Paulo. **Efeito da suplementação de proteínas além da ingestão habitual associada ao treinamento resistido sobre a massa muscular, força e qualidade muscular em mulheres idosas treinadas.** 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

Introdução: A manutenção de um estilo de vida ativo e saudável, incluindo prática regular de atividades físicas e nutrição adequada, pode atenuar a redução de força e massa muscular (MM), fenômenos responsáveis por grande parte do declínio na capacidade funcional observada em idosos. Nesse sentido, a prática de treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendada para esta população, em virtude dos diversos benefícios proporcionados por este tipo de exercício, sobretudo, aumento de força e MM e melhoria da qualidade muscular. Adicionalmente, o uso de dietas hiperproteicas pode ser benéfica para idosos, tanto para o aumento da síntese quanto diminuição da degradação proteica. **Objetivos:** Analisar o efeito da suplementação de proteínas além da ingestão habitual associada ao treinamento resistido sobre a massa muscular, força e qualidade muscular em mulheres idosas treinadas. **Métodos:** Quarenta e seis mulheres fisicamente independentes, com ingestão protéica diária inferior a 1,2 g/kg de massa corporal, após realizarem oito semanas de treinamento com pesos de forma padronizada, foram selecionadas para este estudo. As participantes foram divididas aleatoriamente em dois grupos, a saber: grupo baixa proteína (BP: n = 23; idade = 67,8 ± 4,1 anos) e grupo alta proteína (AP: n = 23; idade = 67,3 ± 4,1 anos). Ambos os grupos foram submetidos a ingestão de substâncias isocalóricas, três vezes por semana, antes e após sessões de treinamento resistido. Para o grupo BP foi ofertada uma dose de carboidratos (maltodextrina) antes e outra após, ao passo que o grupo AP recebeu carboidratos (maltodextrina) antes e proteínas (*whey protein*) imediatamente após cada sessão de treinamento, o que resultou em uma ingestão protéica média diária inferior a 1,2 g/kg de massa corporal (grupo BP) ou ≥ 1,2 g/kg de massa corporal (grupo AP). O programa de treinamento resistido foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (membros superiores, tronco e membros inferiores) que foram executados em três séries de 8-12 repetições máximas (RM) durante 12 semanas, em uma frequência de três sessões semanais. Testes de uma repetição máxima (1-RM) foram aplicados nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca scott. A somatória da carga máxima levantada (CTL) foi utilizada como indicador de força muscular. A massa muscular total (MM), a massa isenta de gordura e osso de membros inferiores (MI) e superiores (MS) foram determinadas por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA). A qualidade muscular total, de membros superiores e inferiores foi estimada pela relação entre indicadores de força muscular e MM, MIGO INF e MIGO SUP. **Resultados:** Embora a força muscular tenha aumentado em ambos os grupos ($P < 0,05$), maiores incrementos foram identificados no grupo AP nos exercícios cadeira extensora (BP = 52,4 ± 13,0 kg vs. 54,7 ± 12,4 kg; AP = 52,6 ± 10,2 kg vs. 56,2 ± 10,4 kg; $P < 0,05$) e rosca Scott (BP = 22,7 ± 4,1 kg vs. 24,8 ± 4,6 kg; AP = 21,7 ± 3,7 kg vs. 24,7 ± 4,0 kg; $P < 0,05$) após 12 semanas de intervenção. Por outro lado, a melhoria de desempenho no exercício supino vertical ($P < 0,05$) ocorreu sem diferenças entre os grupos (BP =

46,0 ± 8,0 kg vs. 47,5 ± 8,4 kg; AP = 43,4 ± 9,8 kg vs. 45,6 ± 10,0 kg; $P > 0,05$). Uma maior evolução da carga total levantada ao longo de 12 semanas de intervenção foi revelada no grupo AP (BP = 121,1 ± 19,7 kg vs. 127,0 ± 20,2 kg; AP = 117,6 ± 21,1 kg vs. 126,6 ± 21,7 kg; $P < 0,05$). Aumentos significantes ($P < 0,05$) na MM (BP = +0,3 kg vs. AP = +0,7 kg), MIGO SUP (BP = +0,1 kg vs. AP = +0,1 kg) e MIGO INF (BP = +0,1 kg vs. AP = +0,4 kg) foram encontrados em ambos os grupos, sem diferenças estatisticamente significantes entre eles ($P > 0,05$). De forma similar, uma melhoria da qualidade muscular total (BP = 6,6 ± 0,9 vs. 6,8 ± 1,0; AP = 7,0 ± 1,2 vs. 7,3 ± 1,1), qualidade muscular de membros superiores (BP = 5,5 ± 0,7 vs. 5,9 ± 0,8; AP = 5,3 ± 1,0 vs. 5,8 ± 1,0) e qualidade muscular de membros inferiores (BP = 4,4 ± 0,8 vs. 4,6 ± 0,8; AP = 4,6 ± 0,9 vs. 4,8 ± 0,8) foi revelada, sem diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ($P > 0,05$). **Conclusão:** Os resultados sugerem que o uso de uma dieta hiperproteica (> 1,2 g/kg de massa corporal) associada ao treinamento resistido parece ser uma estratégia interessante para o aumento da força muscular, ao passo que este tipo de treinamento pode promover melhoria da qualidade muscular, da MM e da MI e MS a partir da ingestão proteica diária superior a 0,8 g/kg de massa corporal em mulheres idosas treinadas.

Palavras-chave: Envelhecimento. Treinamento de força. Composição corporal. *Whey protein*. Saúde do idoso.

Sugihara Junior, Paulo. **Effects of protein supplementation beyond habitual intakes on muscle strength, hypertrophy and muscle quality in resistance-trained older women.** 2017. 88 p. Dissertation (Master's degree in Health Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

Introduction: Maintaining an active and healthy lifestyle, including regular physical activity and proper nutrition, can attenuate the reduction of muscular strength and muscle mass (MM), phenomena responsible for much of the decline in functional capacity observed in the elderly. In this sense, the practice of resistance training (RT) has been widely recommended for this population, due to the various benefits provided by this type of exercise, especially, increase of muscular strength and MM and improvement of muscle quality. Additionally, the use of hyperproteic diets may be beneficial for the elderly, both for increased synthesis and decreased protein degradation. **Objectives:** To analyze the effect of hyperproteic intake associated with resistance training on muscle mass, strength and muscle quality in trained elderly women. **Methods:** Forty-six physically independent women with daily protein intake less than 1.2 g/kg of body mass/day, after eight weeks of standardized resistance training, were selected for this study. The participants were randomly divided into two groups: low protein group (LP: n = 23; age = 67.8 ± 4.1 years) and high protein group (HP: n = 23; age = 67.3 ± 4.1 years). Both groups were submitted to ingestion of isocaloric substances, three times a week, before and after resistance training sessions. For the LP group, a carbohydrate (maltodextrin) dose was offered before and after, while the HP group received carbohydrates (maltodextrin) before and protein (whey protein) immediately after each training session, which resulted in a protein intake < 1.2 g/kg of body mass (LP group) or ≥ 1.2 g/kg of body mass (HP group). The resistance training program consisted of eight exercises for the different body segments (upper limbs, trunk, and lower limbs) that were performed in three sets of 8-12 repetitions maximum (RM) for 12 weeks. One repetition maximal tests (1-RM) were applied in the chest press, knee extension, and preacher curl. The sum of the maximum lifted load (MLL) was used as an indicator of muscular strength. Total MM, fat-free mass and upper (ULLST) and lower limbs lean-soft tissue (LLLST) were determined by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). The total muscle quality of upper and lower limbs was estimated by the relation between muscular strength indicators and MM, ULLST and LLLST. **Results:** Although muscular strength increased in both groups ($P < 0.05$), greater increases were identified in the HP group in knee extension (LP = 52.4 ± 13.0 kg vs. 54.7 ± 12.4 kg; HP = 52.6 ± 10.2 kg vs. 56.2 ± 10.4 kg, $P < 0.05$) and preacher curl (LP = 22.7 ± 4.1 kg vs. 24.8 ± 4.6 kg, HP = 21.7 ± 3.7 kg vs. 24.7 ± 4.0 kg, $P < 0.05$) after 12 weeks of intervention. On the other hand, the performance improvement in the chest press ($P < 0.05$) occurred without differences between groups (LP = 46.0 ± 8.0 kg vs. 47.5 ± 8.4 kg; HP = 43.4 ± 9.8 kg vs. 45.6 ± 10.0 kg, $P > 0.05$). A higher evolution of the total load lifted over 12 weeks of intervention was revealed in the PA group (LP = 121.1 ± 19.7 kg vs. 127.0 ± 20.2 kg; HP = 117.6 ± 21.1 kg vs. 126.6 ± 21.7 kg, $P < 0.05$). Significant increases ($P < 0.05$) in MM (LP = +0.3 kg vs. HP = +0.7 kg), ULLST (LP = +0.1 kg vs. HP = +0.1 kg) and LLLST (LP = +0.1 kg vs. HP = +0.4 kg) were found in both groups, with no statistically significant differences between them ($P > 0.05$). Similarly, an improvement in total muscle quality (LP = 6.6 ± 0.9 vs. 6.8 ± 1.0; HP = 7.0 ± 1.2 vs. 7.3 ± 1.1), upper limbs muscle quality (LP = 5.5 ± 0.7 vs. 5.9 ± 0.8; HP =

5.3 ± 1.0 vs. 5.8 ± 1.0), and lower limb muscle quality (LP = 4.4 ± 0.8 vs. 4.6 ± 0.8; HP = 4.6 ± 0.9 vs. 4.8 ± 0.8) was revealed, without statistical significant differences between the groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** The results suggest that the use of a hyperproteic diet (> 1.2 g/kg of body mass) associated with resistance training seems to be an interesting strategy for increasing muscular strength, whereas this type of training may promote improvement muscle quality, MM, ULLST and LLLST from daily protein intake of more than 0.8 g/kg of body mass in trained elderly women.

Keywords: Aging. Strength training. Body composition. Whey protein. Health of the elderly.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Referências das recomendações de ingestão diária de proteína	29
Tabela 2. Tipos de <i>whey protein</i>	32
Tabela 3. Descrição dos estudos de suplementação de <i>whey protein</i>	34
Tabela 4. Características físico-químicas das substâncias utilizadas	40
Tabela 5. Aminograma do <i>whey protein</i> hidrolisado.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo das consequências funcionais da sarcopenia.....	21
Figura 2. Mudanças dos pesos relativos no envelhecimento	22
Figura 3. Função da mTOR.....	25
Figura 4. A cascata de sinalização dos AA e exercício	26
Figura 5. Fluxograma	36
Figura 6. Delineamento experimental.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
BCAT	Aminotransferase de Cadeia Ramificada
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DEXA	Absortometria Radiológica de Dupla Energia
DPM	Degradação Proteica Muscular
DRI	Ingestão Diária Recomendada
EAR	Necessidade Média Estimada
ENDF	Estudo Nacional da Despesa Familiar
IMC	Índice de Massa Corporal
IMM	Índice de Massa Muscular
MIGO	Massa Isenta de Gordura e Osso
MI	Massa Isenta de Gordura e Osso de Membros Inferiores
MS	Massa Isenta de Gordura e Osso de Membros Superiores
MM	Massa Muscular
mTOR	Rapamicina Alvo de Mamíferos
NRI	Ingestão Recomendada de Nutrientes
OMS	Organização Mundial da Saúde
RDA	Dose Diária Recomendada
TR	Treinamento Resistido
VCT	Valor calórico total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo geral	19
2.2 Objetivos específicos	19
3 REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1 Envelhecimento.....	20
3.2 Força e massa muscular.....	20
3.3 Treinamento resistido no envelhecimento	23
3.4 Metabolismo proteico da massa muscular.....	24
3.5 Nutrição e recomendação de proteína para idosos	26
3.6 Whey Protein.....	31
3.6.1 Suplementação de whey protein e treinamento resistido.....	32
4 MÉTODOS.....	35
4.1 Participantes	35
4.2 Delineamento do estudo	36
4.3 Medidas de composição corporal	37
4.3.1 Medidas antropométricas	37
4.3.2 Massa muscular	38
4.4 Força muscular	38
4.5 Qualidade muscular	39
4.6 Protocolo de suplementação.....	39
4.7 Hábitos alimentares	41
4.8 Programa de treinamento resistido	41
4.9 Análises estatísticas.....	42
5 RESULTADOS	43
5.1 Artigo científico original.....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICES.....	75
ANEXOS.....	80

1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento é responsável por diversas mudanças fisiológicas, metabólicas, comportamentais e morfológicas, incluindo a redução de massa muscular (MM). Esse fenômeno, denominado sarcopenia, inicia-se na faixa etária dos 40 a 50 anos provocando uma redução na MM na ordem de aproximadamente 1% ao ano^{1,2}. A sarcopenia tem um grande impacto na funcionalidade muscular, comprometendo sobremaneira a locomoção e a execução de atividades da vida diária, além de estar relacionada com a redução da força muscular³. Vale destacar que embora tais modificações ocorram independente do gênero, o sexo feminino é o mais afetado em razão de que as mulheres, em geral, desde jovens, possuem menores valores relativos e absolutos de massa muscular do que os homens⁴, o que as torna mais susceptíveis a fragilidade em idades mais avançadas.

Assim, a adoção de hábitos de vida saudáveis, incluindo um estilo de vida fisicamente ativo, pode favorecer não só a prevenção ou controle de diversas doenças típicas do envelhecimento, mas também a manutenção da capacidade funcional e qualidade de vida durante este processo⁵, sendo considerada uma estratégia não-farmacológica que pode proporcionar valiosos benefícios à saúde de idosos. Uma das principais formas de aumentar o nível de atividade física habitual é o envolvimento com a prática regular de exercícios físicos, cujos benefícios têm sido extensivamente demonstrados pela literatura.

Em idosos, o treinamento resistido (TR) pode ser considerado um dos tipos de exercício físico mais recomendados^{6,7}, em virtude de permitir o uso de sobrecargas progressivas que podem ser ajustadas individualmente, da elevada segurança contra quedas e desequilíbrios⁸, além de oferecer um baixo risco cardiovascular⁹, aliado a sua reconhecida capacidade para melhorar, sobretudo, a força e a massa muscular^{10,11}, contribuindo para a manutenção ou melhoria da capacidade funcional¹².

Adicionalmente, mudanças nos hábitos alimentares podem contribuir para a atenuação da redução da MM em idosos, em particular, no que diz respeito ao consumo de proteínas de alto valor biológico com destaque para *whey protein*, uma proteína extraída do soro do leite, de fácil digestibilidade e rica em aminoácidos de cadeia ramificada¹³⁻¹⁵. Vale destacar que as proteínas exercem funções plásticas importantes, estando presentes em grande parte (cerca de 40%) da musculatura esquelética⁴. Além disso, outra função muito importante das proteínas é estimular a síntese proteica muscular (SPM)¹⁶.

Nesse sentido, com o avançar da idade existe uma importante modificação no

turnover proteico, caracterizado por um desequilíbrio entre a síntese e degradação proteica¹⁷. Esse fenômeno tem sido denominado de resistência anabólica, cuja etiologia parece estar associada ao sedentarismo e a utilização de dietas hipocalóricas e hipoproteicas, processos bastante comuns em idosos¹⁸ e, em especial, nas mulheres¹⁶. Em contrapartida, a ingestão de uma dieta hiperproteica pode reduzir a incidência de doenças associadas à sarcopenia, além de diminuir a resistência anabólica¹⁹.

Considerando que o tipo de proteína utilizado na dieta pode influenciar na síntese proteica muscular²⁰, parece que a ingestão de *whey protein* pode favorecer uma maior síntese proteica muscular após sessões de TR quando comparado a outras fontes proteicas como caseína, proteínas da soja, do arroz e da ervilha^{21,22}. Essa superioridade do *whey protein* tem sido atribuída ao teor elevado de leucina^{23,24}, um aminoácido essencial fundamental para sinalização dos processos anabólicos, embora o uso de suplementação isolada deste aminoácido não indique resultados satisfatórios²⁵.

Com base nas informações apresentadas anteriormente e sabedores de que: (1) as mulheres constituem a maior parte da população idosa mundial²⁶, (2) as pesquisas até o presente momento envolvendo TR e ingestão proteica têm sido realizadas predominantemente com homens ou com amostras mistas combinadas, (3) a maioria dos estudos com TR tem investigado amostras compostas por participantes não-treinados, (4) indivíduos treinados possuem uma capacidade limitada para desenvolverem novas adaptações ao treinamento²⁷, a nossa hipótese é que a combinação entre a prática do TR com uma maior ingestão de proteínas possa proporcionar um maior aumento da força e massa muscular e melhoria da qualidade muscular em mulheres idosas treinadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Analisar o efeito da suplementação de proteínas além da ingestão habitual associada a um programa de treinamento resistido sobre a força muscular, massa muscular e qualidade muscular em mulheres idosas treinadas.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o efeito da suplementação de proteínas além da ingestão habitual associada a um programa de treinamento resistido sobre a força muscular e qualidade muscular em diferentes segmentos corporais;
- Investigar o efeito da suplementação de proteínas além da ingestão habitual associada a um programa de treinamento resistido sobre a carga total levantada ao longo do tempo de treinamento em mulheres idosas treinadas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Envelhecimento

A preocupação com o envelhecimento populacional tem aumentado nas últimas décadas, em particular, pela estimativa de crescimento da população idosa que deverá triplicar nas próximas quatro décadas, passando de aproximadamente 20 milhões em 2010 para aproximadamente 65 milhões em 2050²⁸. Tal modificação poderá acarretar impacto substancial nos sistemas de saúde, com grande repercussão sobre a sociedade²⁹. Adicionalmente, no Brasil, a taxa de crescimento da população idosa feminina tem sido bastante superior ao da população masculina³⁰, de modo que em 2050, existe a previsão de se alcançar uma relação de duas mulheres para cada homem³¹.

Portanto, é esperado que conjuntamente com o crescimento da população idosa deve ocorrer um aumento acentuado da incidência de doenças crônico-degenerativas. Assim, ações preventivas devem ser implementadas, tais como aquelas que incluam a adoção de um estilo de vida fisicamente ativo em idades cada vez mais precoces³². Nesse sentido, no final da década de 1990, a Organização Mundial de Saúde (OMS) passou a adotar o conceito de envelhecimento ativo e a promoção do envelhecimento saudável passou a ser uma das principais metas das políticas de saúde pública no Brasil, que tem entre os seus objetivos a manutenção ou a melhoria da capacidade funcional dos idosos brasileiros³². Apesar disso, estima-se que no Brasil mais de dois terços da população ainda não consegue atingir padrões mínimos de atividade física recomendados para a preservação de uma condição favorável de saúde³³.

O envelhecimento é um processo natural que atinge o ser humano e que acarreta inúmeras modificações que podem impactar, sobretudo, na saúde e na qualidade de vida do idoso e que, desse modo, serão abordadas na sequência.

3.2 Força e massa muscular

Entre as principais modificações causadas pelo envelhecimento destacam-se a redução na capacidade de desenvolver força³⁴ e massa muscular³⁵, fenômenos conhecidos como dinapenia e sarcopenia, respectivamente. A força muscular é um componente fundamental para a manutenção da saúde, funcionalidade e qualidade de vida, visto que níveis reduzidos favorecem quedas e fraturas³⁵, diminuem o nível de

mobilidade e autonomia³⁶, além de diminuir a capacidade de realização de tarefas relativamente simples da vida diárias³⁷. Além disso, a redução da força, potência e resistência muscular associados a sarcopenia pode comprometer a capacidade de realização de exercícios físicos³⁸, como ilustrado na Figura 1.

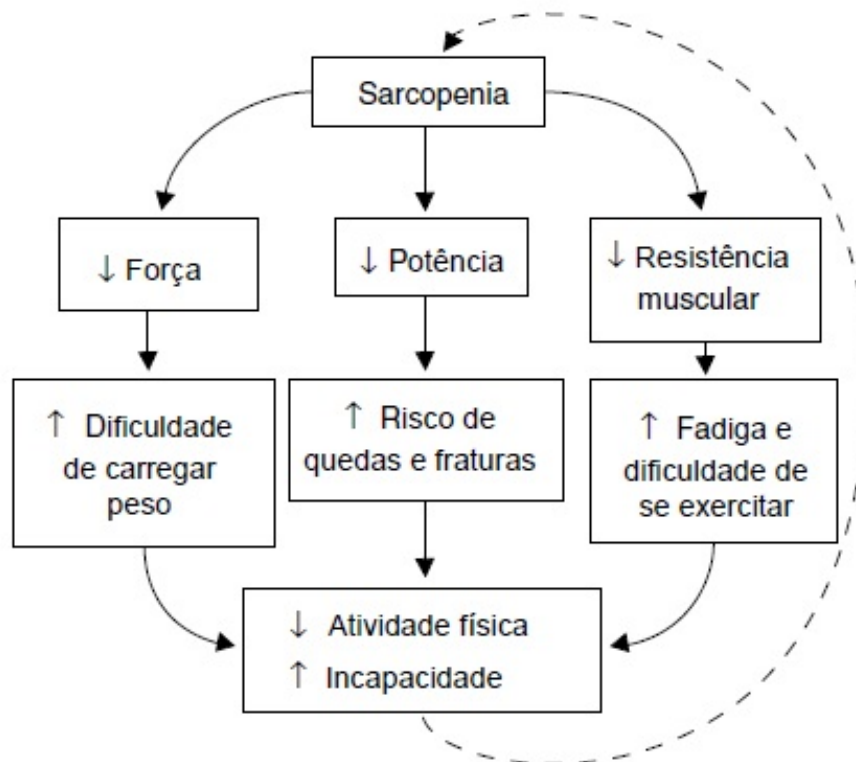


Figura 1. Consequências funcionais da sarcopenia (adaptado de Hunter et al³⁹).

A redução de MM tem início por volta dos 30 a 40 anos de idade, alcançando valores de aproximadamente 1,1 kg/década, o que representa em termos percentuais em uma redução de 0,5-2% ao ano. Entretanto, após os 50 anos, reduções de até 6% ao ano têm sido relatadas na literatura⁴⁰. Considerando que a MM também está relacionada com a mobilidade, sua redução pode comprometer a capacidade de locomoção e sustentação de objetos, a manutenção de equilíbrio, o nível de atividade física habitual, dificultando a realização de atividades do dia-a-dia, afetando assim a autonomia dos idosos. Adicionalmente, a redução da MM está relacionada a problemas de saúde, tais como diabetes, osteoporose, artrite, doenças cardíacas, câncer de colo, aumento da resistência periférica à insulina, aumento da pressão arterial em repouso e do estado inflamatório basal do organismo⁴¹⁻⁴³.

O envelhecimento, também, está associado com um declínio progressivo na taxa metabólica basal (TMB) a uma taxa de 1-2% por década depois dos 20 anos de idade⁴⁴. Esta redução está relacionada com o decréscimo em toda a massa livre de gordura corporal, a qual é composta por tecidos e órgãos metabolicamente ativos⁴⁵. Menos do que 50% da massa corporal total em um adulto jovem pode ser constituída de massa muscular, podendo reduzir com o envelhecimento para valores inferiores a 25% ao atingir uma idade entre 75-80 anos⁴⁶. A maior redução da massa muscular é vista nos grupos musculares dos membros inferiores, com a área em corte transversal do músculo vasto lateral sendo reduzido em até 40% dos 20 aos 80 anos⁴⁷.

A redução da massa muscular é normalmente acompanhada com o aumento da massa de gordura, sem muita variação na massa corporal como mostra a Figura 2. Estas modificações podem levar o indivíduo a desenvolver dislipidemias, resistência à insulina e doenças cardiovasculares.

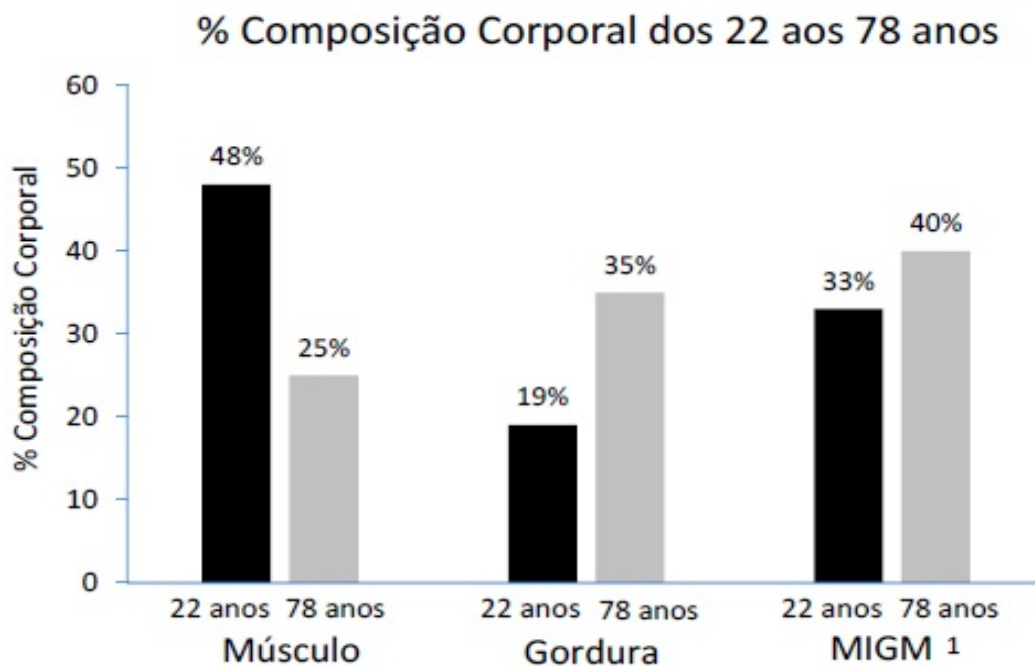


Figura 2. Mudanças nos pesos relativos dos diferentes compartimentos da composição corporal com o envelhecimento. Os valores são expressos como percentual da massa total do corpo, adaptado de Short et al⁴⁶

¹ MIGM = Massa isenta de gordura e músculo.

Assim, tanto a redução nos níveis de força quanto na massa muscular pode afetar negativamente a saúde do idoso, resultando em efeitos deletérios de diferentes

naturezas. Embora a definição de sarcopenia esteja baseada em fatores genéticos e ambientais, ainda é pouco compreendida⁴⁸, contudo ainda se discute se a redução muscular é uma condição inevitável do envelhecimento ou consequência de doenças, alimentação inadequada, sedentarismo e outros hábitos de estilo de vida⁴⁸. Portanto, atualmente, como a fisiopatologia desta condição não está bem definida, intervenções que possam prevenir, retardar ou reverter tal fenômeno são extremamente importantes e serão discutidas na sequência.

3.3 Treinamento resistido no envelhecimento

A prática regular de programas de exercícios físicos tem sido considerada uma estratégia importante para a saúde do indivíduo idoso. Nesse sentido, uma especial atenção tem sido dispensada ao papel do TR, em virtude dos inúmeros benefícios que este tipo de exercício pode proporcionar³⁹.

Muitos estudos demonstraram que os idosos, podem melhorar significativamente a força após realizar o TR em curtos períodos de treinamento com alta intensidade, sugerindo que a capacidade do músculo para se adaptar a atividade física é preservada no envelhecimento, mesmo em um curto período de treino⁴⁹. A constatação de que o TR é um benefício para os idosos é muito bem documentada na literatura, visto que este pode desencadear melhorias significantes na massa muscular, força e realização de tarefas diárias, aumento do gasto energético, entre outras⁵⁰.

Bolero et al⁵¹ por exemplo, observaram que um programa de TR, com duração de 12 meses, foi capaz de melhorar a força muscular e massa corporal magra de mulheres idosas. De forma similar, Prestes et al⁵² relataram ganhos de força máxima, em mulheres idosas, após 16 semanas de TR. Estas adaptações benéficas ao TR são dependentes do estímulo de treinamento e algumas variações individuais. as quais provavelmente influenciam na melhor obtenção de resultados, devem ser destacadas como a pré-disposição genética, nível de aptidão, experiência anterior, idade e sexo⁵⁰.

3.4 Metabolismo proteico da massa muscular

A proteína muscular é constantemente sintetizada e degradada e o balanço da proteína líquida é definido como a diferença entre a síntese proteica muscular (SPM) e a degradação proteica muscular (DPM). Assim um aumento significativo da SPM (anabolismo) ou a redução da DPM (catabolismo) favorece um balanço positivo, resultando no acréscimo da MM⁵³. No idoso, a redução de MM é decorrente do declínio da SPM, aumento da DPM e/ou a combinação dos dois processos, resultando em um balanço negativo da proteína líquida⁵⁴.

As taxas diárias da SPM são reguladas em grande parte pelos estímulos anabólicos como a ingestão de alimentos e a prática de atividade física. A proteína pode aumentar significativamente as taxas de síntese e é capaz de inibir a DPM, favorecendo a manutenção da MM⁵⁵. A resposta anabólica via alimentação é aumentada em torno de 30 min depois da ingestão de proteínas com um pico na síntese proteica e um aumento três vezes maior aproximadamente 90 min após a ingestão, voltando ao seu estado basal em aproximadamente duas horas. Todavia, ainda com uma alta disponibilidade de aminoácidos circulantes, o músculo fica mais resistente ao estímulo neste momento, para que não haja uma maior hipertrofia, apenas com a ingestão de alimentos proteicos⁵⁶.

No TR a resposta anabólica em relação ao aumento da síntese proteica, é dependente da carga e da intensidade do exercício. Deste modo, em intensidades muito baixas de uma repetição máxima (1-RM), não existem aumentos significativos na SPM, ao passo que em intensidades maiores do que 60% de 1-RM, a SPM pode ser aumentada de duas à três vezes⁵⁷. Além disso, a resposta anabólica do TR sobre a SPM, também tem um período limitante, podendo ser aumentada acentuadamente entre 45 e 150 min após o exercício e sustentada por até quatro horas (limitada pela disponibilidade de substrato) ou, ainda, quando há uma maior disponibilidade de aminoácidos (AA) podendo perdurar por mais do que 24 h⁵⁷.

Um aspecto fundamental sobre as respostas sub-agudas do exercício é que elas são dependentes da interação entre nutriente e exercício. Desse modo, quando há aumento da SPM após o treinamento e neste momento ocorrer uma ausência da disponibilidade de AA, a degradação proteica será prolongada resultando em um efeito prejudicial ao anabolismo muscular⁵⁸. Curiosamente, a adição de carboidratos à proteína não oferece maiores efeitos anabólicos (não aumenta a SPM e nem diminui a DPM) após o exercício, destacando o papel central dos AA como o principal nutriente⁵⁹ para otimizar a hipertrofia⁶⁰.

Os mecanismos de ativação da SPM por AA e TR são um pouco diferenciados, utilizando vias de sinalização distintas. Entretanto, ambos estimulam uma proteína central do crescimento celular chamada de *mammalian target of rapamycin (mTOR)*⁶¹ e sua função pode ser observada na Figura 3.

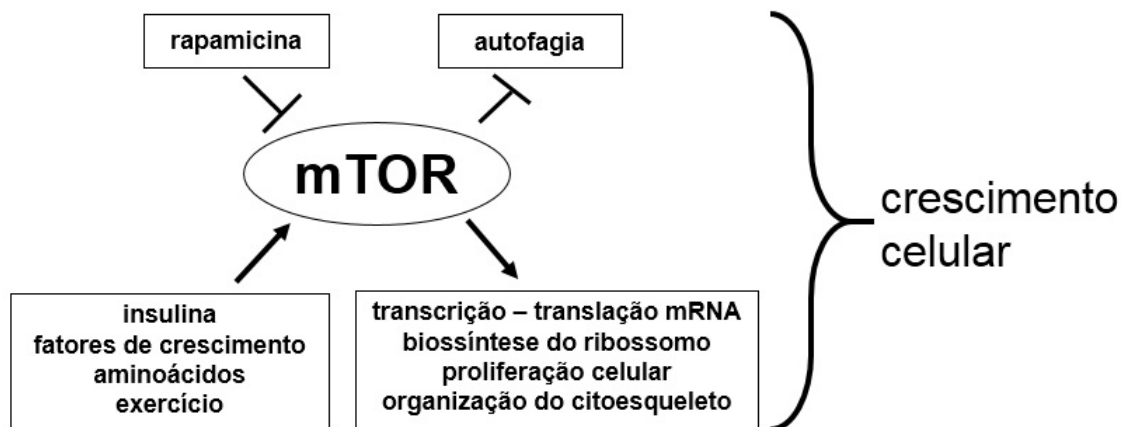


Figura 3. Função da mTOR. Sua sinalização é ativada na presença de insulina, fatores de crescimento, aminoácidos e durante o exercício, ao passo que é reprimida pela rapamicina. Quando ativada, a mTOR inibe a autofagia, estimula a transcrição e tradução de mRNAs, a biossíntese de ribossomos, proliferação celular e organização do citoesqueleto para favorecer o crescimento celular. Adaptado de Deldicque et al⁶¹.

A ativação da SPM pelos AA é estimulada pela leucina e seus efeitos são dependentes da ausência da aminotransferase de cadeia ramificada (BCAT) uma enzima presente no fígado⁶². A ausência de BCAT no fígado não degrada a leucina, de modo que é diretamente canalizada para o músculo esquelético, assim a leucina consegue atingir os tecidos periféricos⁶³. A leucina exerce os seus efeitos em nível pós-transcricional, mais comumente durante a fase de iniciação da tradução do RNA mensageiro em proteína⁶⁴. O mecanismo pelo qual a leucina estimula a tradução de proteínas está relacionado ao fato do aumento da concentração intracelular desse aminoácido promover a ativação da mTOR⁶¹, que por sua vez estimula a síntese proteica, principalmente, por meio de três proteínas regulatórias-chave: a proteína quinase ribossomal S6 de 70 kDA (p70S6k); a proteína 1 ligante do fator de iniciação eucariótico 4E (4E-BP1); e o fator de iniciação eucariótico 4G (eIF4G)⁶⁵ como mostra a Figura 4.

Neste sentido o efeito do TR é conhecido por aumentar a SPM durante a fase de recuperação⁶⁶ e uma das principais vias de sinalização é mediada pela proteína quinase B (PKB) via mTOR⁶⁷. Uma cascata de reações se inicia com a ativação de uma

proteína de membrana PI3K (fosfoinositol 3 kinase) que ativará a PKB⁶⁷. A Ativação da PI3K por meio de um ligante específico irá fosforilar o fosfolipídio de membrana PI2P e converte-lo em PI3P que criará um sítio de ligação na membrana plasmática para a PKB. Um dos principais fatores que levam a ativação da PI3K é a interação entre o IGF1 com seu receptor, que leva a ativação da mesma⁶⁸. No entanto, somente a contração muscular é um eficiente agente estressor responsável pelo início desta via de sinalização para o aumento da síntese proteica, como podemos observar na Figura 4.

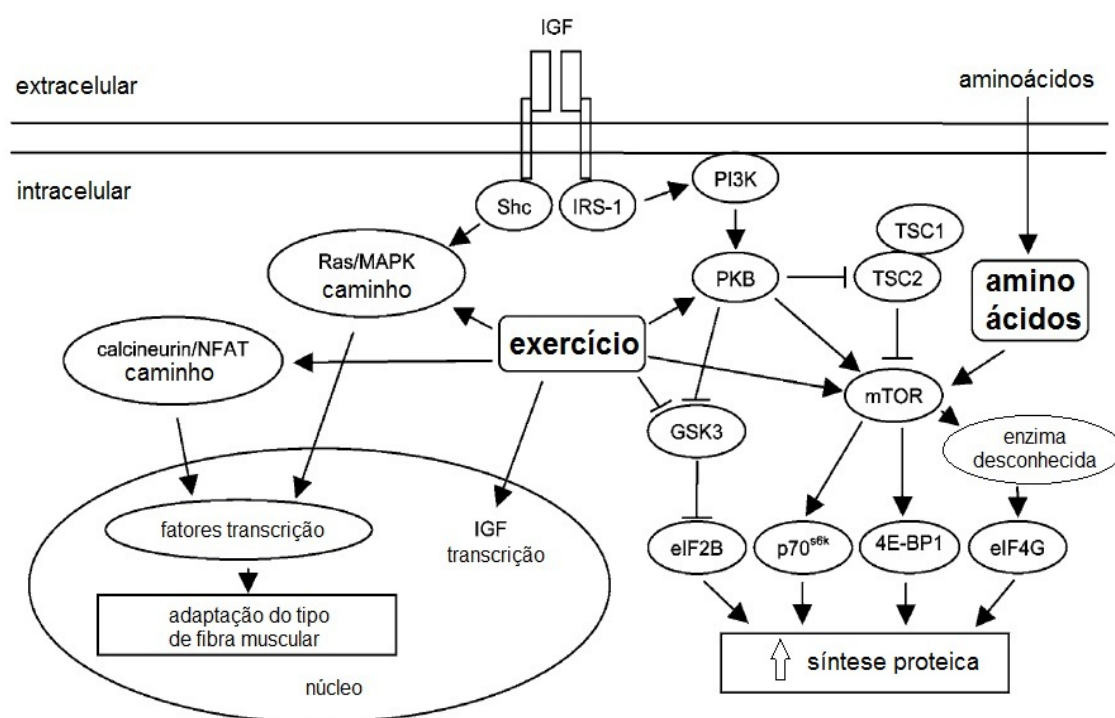


Figura 4. Cascata de sinalização dos aminoácidos (AA) e exercício. Os AA estimulam o crescimento do músculo, ativando a mTOR e seus efetores, enquanto o exercício ativa a mTOR via PKB para promover a hipertrofia (adaptado de Deldicque et al.⁶¹).

3.5 Nutrição e recomendação de proteína para idosos

Com o processo de envelhecimento os idosos adquirem diversos fatores que contribuem para uma má nutrição, dentre os quais se destacam: distúrbios gastrointestinais, mastigação, digestão, cheiro e paladar, diminuição da visão, problemas nas articulações, tremores nas mãos e problemas de audição que em combinação podem dificultar a preparação de alimentos e a capacidade de se alimentar. Além desses, outros fatores de risco importantes seriam o isolamento, incapacidade de

ir às compras, perda do cônjuge, depressão, diminuição da mobilidade, demência e anorexia devido à doença, medicamentos e alcoolismo⁶⁹.

A população idosa apresenta um maior risco de desnutrição e deficiências nutricionais devido ao declínio da função física e cognitiva que afetam o consumo e metabolismo dos nutrientes. Assim, intervenções nutricionais são essenciais para caracterizar práticas alimentares e seus determinantes nessa população, com o objetivo de prevenção de distúrbios nutricionais e de doenças relacionadas⁷⁰.

Deste modo é importante considerar as recomendações nutricionais ideais para a manutenção da saúde e qualidade de vida em idosos³⁹. Nesse sentido, vários pesquisadores vêm dando atenção especial a proteína, um nutriente que parece ser a chave para inúmeros benefícios, tais como: melhora da saúde muscular, prevenção da sarcopenia, equilíbrio de energia, manutenção de peso, função cardiovascular e prevenção de doenças crônicas ocorram⁷¹⁻⁷³. Entretanto apesar de seus benefícios a proteína ainda é um nutriente ingerido em quantidades muitas vezes aquém das necessidades individuais e recomendações gerais^{71,74}.

Tradicionalmente, as recomendações de ingestão proteica foram baseadas no aporte dietético necessário para garantir o balanço nitrogenado equilibrado, a partir de estudos realizados com pessoas com idades mais avançadas⁷⁵. Em uma reunião entre representantes da Organização Mundial da Saúde, da Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas e da Universidade das Nações Unidas realizada em 2002, observou-se a necessidade de rever os requisitos para aqueles idosos com uma elevada carga de doenças e notou-se que os relatórios anteriores não traziam a quantidade de ingestão adequada⁷⁶.

Deste modo, recentemente, foram produzidas informações indicando que uma boa saúde para as pessoas mais velhas depende da manutenção da massa muscular, o que exige maior ingestão da quantidade de proteína diária⁷⁷. É cada vez mais importante que métodos mais robustos sejam utilizados para medir a necessidade da ingestão de proteína e que estudos de balanço proteico, sejam realizados por período de tempo mais prolongados, considerando que a atividade física pode estimular a síntese proteica. Assim também é necessário estimar os níveis de atividade física, para assim termos mais confiabilidade nas recomendações⁷⁸.

Há uma série de fatores que influenciam a ingestão mínima de proteínas, tais como: exigência metabólica (com grande variação inter e intra-individual), crescimento / reserva de proteínas e influências dietéticas. O fornecimento suficiente de proteína na dieta só ocorrerá quando a demanda de energia e de todos os demais nutrientes para o funcionamento fisiológico normal forem alcançados. A proteína e o metabolismo de

aminoácidos são afetados por alterações na ingestão de micronutrientes, juntamente com outros fatores descritos em uma revisão publicada recentemente⁷⁵, nos quais podem se destacar:

- a) Ingestão Energética – em níveis constantes de gasto de energia, o aumento da ingestão energética melhora o balanço nitrogenado, possivelmente devido a respostas hormonais (insulina) que podem inibir a proteólise e a oxidação de aminoácidos. O aumento da ingestão energética em excesso, a longo prazo, leva ao acúmulo de tecido adiposo (acompanhado de um pouco de massa magra) que aumenta as necessidades de proteína.
- b) Gasto Energético – uma pessoa ativa gasta mais energia e consome mais alimentos (incluindo proteínas), devido a intensidade da atividade física. Em contrapartida, quando o gasto de energia é baixo, o consumo de alimentos cai e qualquer desequilíbrio entre as necessidades de aminoácidos e ingestão será mais provável de ocorrer.
- c) Macronutrientes - o padrão de consumo de carboidratos complexos e de difícil digestão afeta a microflora do cólon e sua participação como fonte de energia. Assim, o nitrogênio fecal é maior em pessoas que consomem grandes quantidades de carboidratos de difícil digestão.
- d) Micronutrientes - alimentação inadequada em relação a vitaminas do complexo B e zinco pode afetar o valor biológico da proteína dietética e uma maior ingestão de micronutrientes (através de suplementos) pode induzir um aumento da demanda metabólica para a proteína, na tentativa de eliminar o excesso de vitaminas e minerais.
- e) Estresse Metabólico – resposta inflamatória induzida por infecções e outros fatores ambientais, incluindo o tabagismo e grandes consumos de álcool geram uma demanda maior de proteína.

Neste sentido diversas recomendações têm sido utilizadas em várias partes do mundo, gerando conflitos. Em comparação com os valores do Reino Unido⁷⁹ e dos Estados Unidos⁸⁰, a ingestão diária de proteína recomendada pela Austrália⁸¹ é distinguida entre homens e mulheres, com uma ingestão 25% maior para aqueles com idade entre 70 anos ou mais (Tabela 1).

Tabela 1. Referências das recomendações de ingestão diária de proteína (g/kg/dia)

	H ¹	H	H	M ¹	M	M
Faixa etária (anos)	19–50	51–70	70+	19–50	51–70	70+
US EAR	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Australian EAR	0,68	0,68	0,86	0,60	0,60	0,75
US RDA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Australian RDI	0,84	0,84	1,07	0,75	0,75	0,94
UK NRI	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
* Recomendação Geral (>65 anos)	1,1–1,2			1,1–1,2		
* Recomendações para exercícios de resistência e treinamento resistido (>65 anos)	1,2			1,2		
* Recomendações para doenças agudas e crônicas (> 65 anos)	1,2–1,5			1,2–1,5		
* Recomendação 25–30 g por refeição (>65 anos)						

1 Inclusão do grupo de jovens adultos para comparação; EAR, *Estimated Average Requirement*: necessidade média estimada de cada nutriente para indivíduos saudáveis; RDA, *Recommended Daily Allowance* e RDI, *Recommended Dietary Intake*: é a recomendação do consumo alimentar de cada nutriente, necessária para suprir as necessidades de quase toda a população saudável (97 a 98 %), compreendida num determinado grupo, gênero, idade e estágio de vida; * NRI, *Nutrient Reference Intake*; (adaptada de Bauer et al.⁸²).

Os Estados Unidos recomendam uma ingestão de 0,8 g/kg/dia para todos os adultos e sem indicação de necessidade de aumento com o avançar da idade. Entretanto, em uma revisão recente⁸², depois de avaliarem os estudos de recomendações de proteínas, pesquisadores de diversas partes do mundo recomendaram uma ingestão média diária de 1,0-1,2 g/kg/dia de proteína para aqueles com idade de 65 anos ou mais e ingestão ainda maiores para aqueles que estão participando de algum programa regular de exercício físico.

Deste modo, existem cada vez mais evidências de que as recomendações dietéticas atuais para pessoas mais velhas de cerca de 0,8 g/kg/dia são insuficientes para otimizar a retenção de massa muscular e preservar a força muscular⁸³. Um estudo feito por Campbell et al. (1994) por exemplo, relatou que s indivíduos saudáveis mais

velhos permaneceram em balanço nitrogenado negativo depois de consumir a *Recommended Dietary Allowance* (RDA) Americana durante 10 dias⁸⁴.

Do mesmo modo, um estudo longitudinal em homens e mulheres idosos com idades entre 55 a 77 anos demonstrou que, em resposta a uma dieta de três meses, contendo 0,8 g de proteína/kg de massa corporal/dia, houve uma adaptação fisiológica para esta dieta pobre em proteína, revelando redução no músculo esquelético, enquanto o metabolismo de leucina em todo o corpo foi mantido⁸⁵. Sendo assim, estes resultados indicam que a ingestão de proteína na ordem de 0,8 g de proteína/kg de massa corporal/dia, não parece ser adequada para satisfazer completamente as necessidades metabólicas e fisiológicas dos idosos. Isso parece plenamente justificável, uma vez que o corpo se adapta a uma baixa ingestão de proteína e degrada a massa magra para manter o balanço nitrogenado, o que acabará por resultar em uma progressão para a sarcopenia, fragilidade e redução da qualidade de vida em pessoas mais velhas⁷⁵

Sendo assim vários estudos apoiam a necessidade de uma maior ingestão de proteína por idosos, visto que identificaram uma correlação positiva entre a alta ingestão de proteína e densidade mineral óssea⁸⁶, taxa mais lenta da redução de massa óssea⁸⁷ e aumento da massa muscular e força⁸⁸, além de revelarem menor quantidade de problemas de saúde em idosos. Portanto acredita-se que uma recomendação utilizada atualmente para suprir as necessidades de idosos seria a proposta por Morleu et al.⁸⁹, onde recomenda-se a ingestão de 1 a 1,5 g/kg/dia.

3.6 *Whey Protein*

Whey protein é a fração líquida (soro do leite) que é extraída após a fabricação do queijo e muito rica em nutrientes. A produção mundial de soro de leite é estimada em cerca de 165 milhões de toneladas ao ano. O descarte do soro de leite constituía uma perda significativa de nutrientes e energia e era encarado como um sério problema pelos ambientalistas e técnicos devido à sua potente força poluente. Além disso, a indústria de laticínios tinha um grande gasto financeiro devido aos tratamentos que eram realizados no descarte adequado de soro do leite⁹⁰.

Ao longo das últimas décadas, as indústrias de laticínios aplicaram diferentes tecnologias para processar o soro do leite o que resultou na separação dos seus componentes principais, compreendendo frações enriquecidas em proteínas, lactose e minerais. Foi a partir da introdução de novas tecnologias de separação, como troca iônica, eletrodialise e filtração por membrana, que se criou a possibilidade de produzir uma ampla gama de novos produtos com base neste soro, incluindo ingredientes de alimentos funcionais com valor acrescentado e produtos para indústrias farmacêuticas e médicas⁹¹.

Atualmente o *whey protein* é um suplemento de proteína muito consumido, em razão de possuir uma grande quantidade de aminoácidos em sua composição⁹² e poder proporcionar inúmeros benefícios como, aumento da força e massa muscular, sendo também utilizado para evitar doenças cardiovasculares e osteoporose⁹².

Suplementos de *whey protein* são utilizados pela alta qualidade e quantidade de AA, substratos fundamentais para a síntese de novas proteínas⁹³. A leucina que está presente em grandes quantidades no *whey protein* atua como uma molécula de sinalização para a iniciação da síntese de proteínas, assim tem sido observado que proteínas com teor elevado desse aminoácido proporcionam um aumento da força e da hipertrofia muscular⁹³. A quantidade de proteínas com alto teor de AA determina a utilização de nitrogênio, ou seja, dietas pobres em AA aumentam as perdas de nitrogênio, limitando a síntese de proteínas⁹².

Burke et al. demonstraram que a ingestão de *whey protein* possui grandes benefícios sobre a força e massa muscular em idosos, quando comparado ao TR isoladamente⁹⁴, além de ser uma proteína de rápida absorção, fácil digestão e portanto mais benéfica para diminuir a DPM em pessoas mais velhas⁹⁵. Sendo assim, *whey protein* é um produto muito interessante devido aos seus componentes, suas propriedades, funções e estrutura química, servindo como uma excelente base para a criação de uma série de novos produtos ou um composto alternativo ideal.

Os avanços na tecnologia de processamento, incluindo a ultrafiltração, microfiltração, osmose reversa, e troca iônica resultaram no desenvolvimento de vários produtos diferentes, sendo o *whey protein* concentrado, *whey protein* isolado e *whey protein* hidrolisado alguns dos produtos que estão disponíveis comercialmente⁹². Cada produto varia na quantidade de proteínas, carboidratos, lactose, sais minerais e gordura como descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Tipos de Whey Protein

	Concentração de proteína	Conteúdo de gordura, lactose e Minerais
Concentrado	25 – 89% Mais comumente encontrado em 80%	Varia de acordo com o conteúdo proteico
Isolado	90 – 95%	Desprezível
Hidrolisado	Variável	Varia de acordo com o conteúdo proteico

Nota. Hidrolise é usada para quebrar ligações peptídicas tornando grandes proteínas em pequenas frações peptídica (reduz o potencial alergênico da proteína) adaptado de Marshall⁹².

3.6.1 Suplementação de *whey protein* e treinamento resistido

Várias intervenções têm sido propostas para aumentar a taxa de SPM e diminuir a taxa de DPM, beneficiando a hipertrofia do músculo esquelético e a força muscular em idosos ⁹⁶. O TR tem demonstrado tais benefícios há mais de duas décadas nesta população⁹⁷ e intervenções nutricionais como a suplementação proteica, em destaque o uso de *whey protein* ⁹⁸ pode favorecer o processo anabólico⁹⁹

Entretanto, a maioria dos estudos publicados até o presente momento utilizou como amostra indivíduos idosos não-treinados, do sexo masculino ou homens e mulheres conjuntamente, o que infelizmente dificulta o poder de generalização, uma vez que fatores como sexo, nível de aptidão física, experiência com o TR, entre outros, podem afetar as respostas a suplementação e ao treinamento. Em idosos do sexo feminino treinadas, até o presente momento, nenhum estudo longitudinal analisou o efeito da ingestão proteica associado ao TR.

Uma síntese de estudos com idosos, encontrados na literatura sobre o impacto da suplementação proteica associada ao TR é apresentada na tabela 3. Dos sete

estudos identificados, nenhum utilizou como amostra mulheres treinadas, visto que estudos com indivíduos treinados são mais difíceis de serem conduzidos, demandam maior tempo, investimentos e os benefícios tendem a ocorrer em menor proporção.

Tabela 3. Estudos sobre suplementação proteica associada ao treinamento resistido em idosos.

Referência	Idade (anos)	Sexo (n)	Duração do Estudo	Frequência Semanal	Proteína (dose)	Principais Resultados
Campbell et al, 1995 ⁸⁴	65	H-M (n = 12) não treinados	12 semanas	3 x	Leite (63 g/dia)	O aumento da PTN na dieta não influenciou no balanço nitrogenado
Chalé et al, 2013 ¹⁴	77,5	H-M (n = 80) não treinados	24 semanas	3 x	<i>Whey Protein</i> (40 g/dia)	A suplementação não influenciou a massa corporal e força muscular
Holm et al, 2008 ¹⁰⁰	64,9	M (n = 29) não treinados	24 semanas	2 – 3 x	<i>Whey Protein</i> (10 g/dia)	Não houve diferença na força/massa muscular e densidade mineral óssea entre os grupos
Iglay et al, 2009 ¹⁰¹	61	H-M (n = 36) não treinados	12 semanas	3 x	Ovo, carne e laticínios (20 g/dia)	O aumento da PTN na dieta não influenciou a massa magra, gordura corporal, colesterol LDL, HDL
Kim et al, 2012 ¹⁰²	79	M (n = 70) não treinados	12 semanas	2 x S	Aminoácidos (6 g/dia)	Aumento da força e massa muscular em membros inferiores
Leenders et al, 2013 ¹⁰³	70,1	H-M (n = 60) não treinados	24 semanas	3 x	Proteína do leite concentrada (15 g/dia)	A suplementação não influenciou a força/massa muscular e capacidade funcional
Tieland et al, 2012 ¹⁰⁴	78,5	H-M (n = 62) não treinados	24 semanas	2 x	Proteína do leite concentrada (30 g/dia)	Aumento da massa muscular

Obs: H = homem; M = Mulher; S = semana; TR = treinamento resistido; PTN = proteína

4 MÉTODOS

4.1 Participantes

Para a seleção da amostra foi realizada uma divulgação por meio de jornais, rádio e televisão. A amostra foi selecionada preliminarmente por meio de entrevista (Apêndice C) e anamnese clínica. Como critérios iniciais de inclusão, as participantes deveriam ter idade igual ou superior a 60 anos, serem do sexo feminino e terem realizado TR por 8 semanas. Por fim, somente foram incluídas as participantes que após serem avaliadas por um médico cardiologista foram liberadas para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição. Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas as participantes selecionadas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina, protocolo nº 1.700.756 (Anexo B) de acordo com a *Declaração de Helsinque*.

Para participar deste estudo foram convidadas todas as mulheres com mais de 60 anos que haviam sido submetidas, nas últimas oito semanas que antecederam esse estudo, a um programa sistematizado de TR, no Projeto Envelhecimento Ativo. Das 70 voluntárias, 24 foram excluídas do estudo por apresentarem uma ingestão proteica $\geq 1,2$ g/kg de massa corporal/dia, contabilizada por meio de recordatório de 24 h, aplicado por uma equipe de três nutricionistas em dois dias não consecutivos quarta e sexta-feira. A amostra selecionada já havia passado por uma triagem prévia, composta por entrevista (Apêndice C) e anamnese clínica e somente as participantes fisicamente independentes, que não eram portadoras de cardiopatias, diabetes mellitus e/ou hipertensão arterial não-controlada, e desordens musculoesqueléticas que impedisse a prática de exercícios físicos, haviam sido submetidas ao protocolo de TR prévio. Todas as participantes apresentaram declaração médica, assinada por médico cardiologista, de que estavam aptas para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição.

Para o cálculo do tamanho da amostra foi utilizado a variável carga total levantada e estabelecido por meio do programa GPower. Para tanto, considerou-se a probabilidade de erro α de 0,05 e poder estatístico de 80%. Deste modo, chegou-se a um número mínimo de 20 mulheres para cada grupo, totalizando 40 participantes. Portanto, as 46 mulheres selecionadas permitiram um acréscimo de aproximadamente 15% no número mínimo de participantes previsto para cada grupo.

Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas, as participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em

Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, protocolo nº 1.700.756 (Anexo B), de acordo com a Declaração de Helsinque. Na Figura 5 são apresentadas as diferentes etapas do estudo.

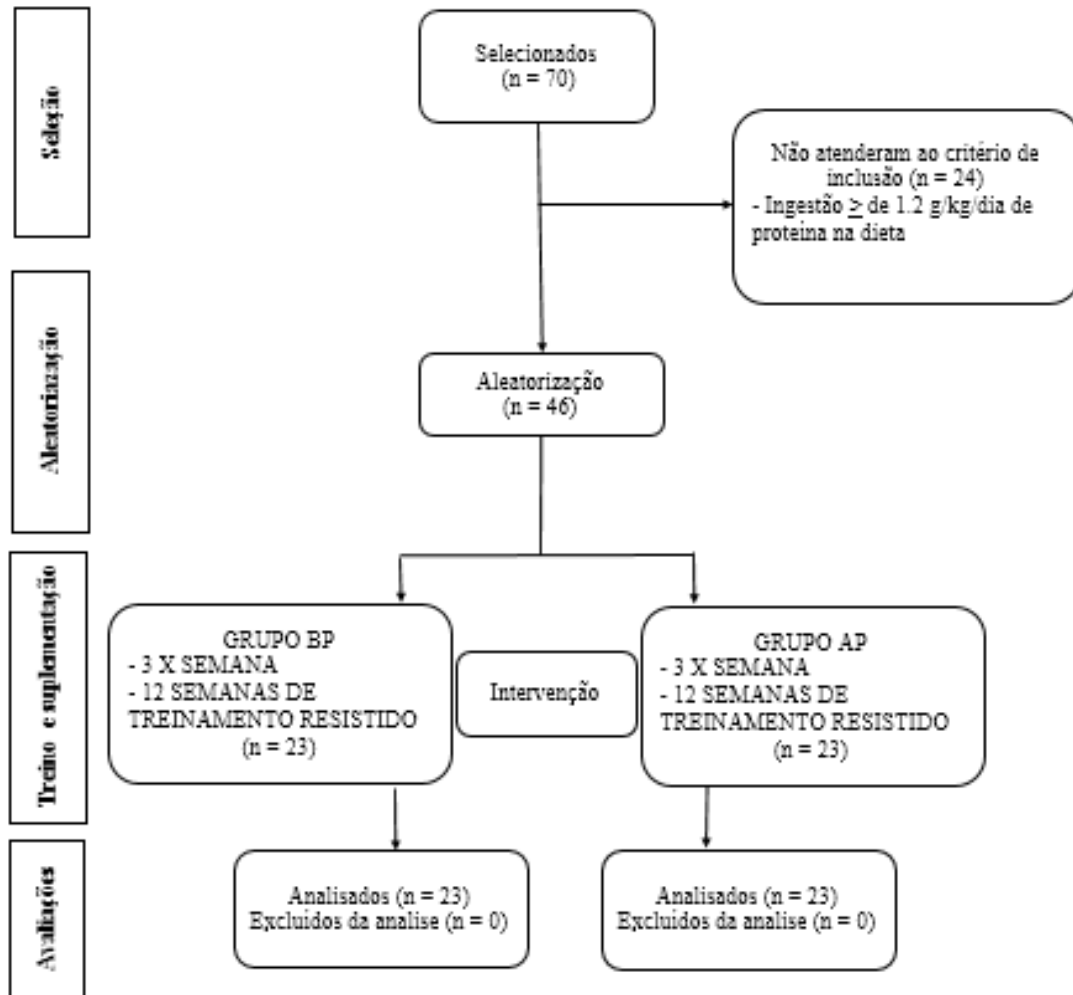


Figura 5. Fluxograma do estudo. Representação esquemática do recrutamento e da alocação das participantes; BP = baixa proteína; AP = alta proteína.

4.2 Delineamento do estudo

A presente investigação faz parte do banco de dados gerado pelo projeto denominado “Impacto do treinamento com pesos em diferentes frequências semanais, destreinamento e retraining sobre biomarcadores de saúde, composição corporal, desempenho motor e indicadores de qualidade de vida em mulheres idosas”, financiado parcialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo número 309455/2013-8 (ANEXO A).

Um ensaio clínico aleatorizado, duplo-cego, placebo controlado foi adotado para este estudo. O processo de aleatorização foi estabelecido a partir da classificação da força

muscular das participantes, de acordo com a somatória das cargas máximas levantadas em testes de 1-RM nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca scott. As participantes após serem classificadas pela força muscular, do maior para o menor valor, foram separadas aleatoriamente, de forma balanceada, em dois grupos de acordo com a suplementação a ser recebida (Placebo ou Proteína). As doses de suplementação eram semelhantes e administradas imediatamente após a realização de cada sessão TR padronizado, ao longo de 12 semanas consecutivas. O estudo teve uma duração total de 16 semanas das quais as duas primeiras (semanas 1-2) e as duas últimas (semanas 15-16) foram utilizadas para medidas e avaliações (antropometria, recordatórios de 24h, composição corporal e 1-RM). A intervenção com suplementação proteica (*whey protein*) ou placebo (maltodextrina), combinada com treinamento com pesos, foi administrada das semanas 3 a 14. O delineamento experimental utilizado é apresentado na Figura 6.

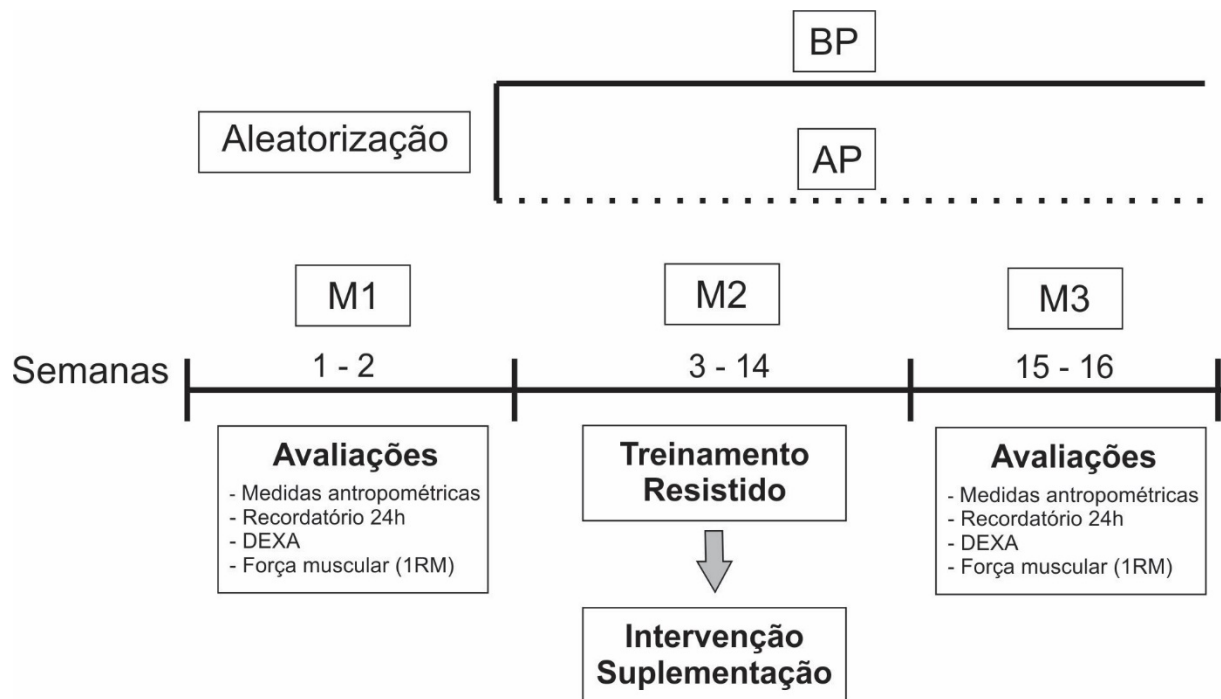


Figura 6. Delineamento experimental. M1 = Linha de base, M2 = intervenção, M3 = pós-treinamento, AP = grupo alta proteína, BP = grupo baixa proteína.

4.3 Medidas de composição corporal

4.3.1 Medidas antropométricas

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. A

partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m). Todas as medidas antropométricas foram realizadas de acordo com procedimentos estabelecidos na literatura ¹⁰⁵.

4.3.2 Massa muscular

A massa muscular foi estimada a partir da equação preditiva proposta por Kim et al. ¹⁰⁶. O tecido mole e magro apendicular utilizado na equação foi determinado por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA, Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 (Madison, WI, USA)). A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico do laboratório, com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição de supinação sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Um software específico gerou linhas padrões que separaram os membros inferiores e superiores do tronco e da cabeça. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas em 12 mulheres que participaram do estudo, resultando em um erro técnico de medida (ETM) de 0,35 kg para a massa muscular total. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi de 0,99.

4.4 Força muscular

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas exigidas nos testes antes de serem submetidas as três sessões de testes, que foram realizadas sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão. Em cada sessão de testagem foi realizado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada. Após um intervalo de dois minutos era executada a primeira tentativa. Cada participante foi submetida em cada exercício a três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, enquanto um intervalo fixo de cinco minutos foi adotado entre os exercícios. Em cada tentativa, as idosas receberam encorajamento verbal para tentarem realizar duas repetições. Quando uma ou duas repetições eram completadas corretamente, a

carga era aumentada para a próxima tentativa, ao passo que nas situações onde sequer uma repetição era realizada a carga era reduzida para a próxima tentativa. O aumento ou a redução das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação voluntária máxima¹⁰⁷, nas fases concêntrica e excêntrica. Três sessões de 1-RM foram realizadas para cada exercício, separadas por intervalos de 48 h entre elas. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas no supino (ETM= 0,46 KG CCI > 0,97), cadeira extensora (ETM= 1,67 kg CCI > 0,91) e rosca Scott (ETM= 0,93 kg CCI > 0,93). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular. Três avaliadores com experiência na aplicação de testes de 1-RM conduziram as testagens nos diferentes momentos do estudo. A forma e a técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada, na tentativa de se garantir a eficiência dos testes de 1-RM.

4.5 Qualidade muscular

O índice de qualidade muscular total (QMT), foi determinado pela divisão da somatória das cargas máximas levantadas nos 3 exercícios utilizados em testes de 1-RM pela massa muscular esquelética total. A qualidade muscular de membro superior (QMMS) foi determinada a partir divisão da carga mobilizada no exercício rosca *scott* pela massa isenta de gordura e osso de membro superior, enquanto a qualidade muscular de membro inferior (QMMI) foi determinada a partir da divisão da carga mobilizada no exercício cadeira extensora pela massa isenta de gordura e osso de membro inferior.

4.6 Protocolo de suplementação

As participantes de ambos os grupos receberam 35 g de carboidratos (maltodextrina), diluídos em 200 mL de água, aproximadamente 15 min antes do início da sessão de TR. Imediatamente após o encerramento da sessão de TR, os grupos ingeriram 35 g de whey protein ou maltodextrina (New Millen, São Paulo, SP, Brasil), diluídos em 200 mL de água. A administração dos suplementos foi realizada por meio de coqueteleiras individuais e as substâncias foram misturadas mecanicamente com a utilização de *mixer* de cozinha. As doses foram padronizadas em aparência, odor e sabor acrescentando 2,5 g de refresco em pó (Clight®, Mondelêz-Kraft Foods Brasil, São Paulo, SP, Brasil) de baixa caloria, isento de açúcar, nos sabores uva ou maracujá. As doses foram pesadas e separadas previamente em embalagens lacradas para a utilização nos dias de treinamento. Os suplementos foram *Whey*

Protein Hidrolisado em pó (Lacprodan®, Arla Foods, Viby J, Aarhus, Jutland, Dinamarca), maltodextrina (New Millen®, São Paulo, SP Brasil).

Previamente ao início do experimento ambos os suplementos (*whey protein* e maltodextrina) foram encaminhados para o Laboratório de Análise de Alimentos, do Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual de Londrina para análise da composição química e estabelecimento dos laudos técnicos (Anexo C). As características físico-químicas dos suplementos são apresentadas na tabela 4.

Tabela 4. Características físico químicas das substâncias utilizadas na intervenção

Composição química	Maltodextrina		<i>Whey Protein</i>	
	Por 100g	Por 35g	Por 100g	Por 35g
Carboidratos (g)	95,16	33,31	14,89	5,21
Lípidios (g)	N.D.	N.D.	0,49	0,17
Proteína total (g)	0,84	0,29	77,5	27,13
Resíduo mineral fixo - cinzas (g)	0,14	0,05	2,87	1,00
Umidade (105°C) (g)	3,86	1,35	4,25	1,49
Valor calórico total (kcal)	384	134,4	373,97	130,89

A Tabela 5 apresenta o aminograma da suplementação utilizada de *whey protein*.

Tabela 5. Aminograma do *whey protein* utilizado.

Aminograma	Por 100 g	Por 35 g
Alanina	5,51	0,29
Arginina	2,27	0,79
Asparagina	11,75	4,11
Cisteína	2,50	0,88
Glutamina	19,27	6,74
Glicina	1,75	0,61
Histidina	1,89	0,66
Isoleucina	6,94	2,42
Leucina	10,99	3,84
Lisina	10,44	3,65
Metionina	2,38	0,83
Fenilalanina	3,02	1,05
Prolina	6,97	0,28
Treonina	7,82	0,27
Triptofano	1,62	0,56

Tirosina	2,92	1,02
Valina	6,23	2,18

4.7 Hábitos alimentares

Recordatório alimentares de 24 horas em dois dias alternados (terça a sexta-feira) antes do início e após o término da intervenção foi utilizado para monitoramento dos hábitos alimentares das participantes nas semanas de avaliação antecedentes e posteriores à intervenção. Os dias da semana adotados para o questionamento foram sempre do dia anterior ao da coleta, exceto quando esse dia fosse domingo. As coletas foram realizadas em dois dias alternados, individualmente, por nutricionistas habituados a esse procedimento. Para auxiliar as entrevistas foi utilizado um registro fotográfico padronizado contendo fotos com imagens dos alimentos e porções. Os alimentos consumidos foram registrados na ordem relatada pela participante, anotando o tipo de alimento, quantidade consumida, e a forma de preparação. As quantidades destes alimentos relatados em medidas caseiras foram convertidas em gramas ou mililitros e analisados através do software Virtual Nutri® (Virtual Nutri v.4.0, São Paulo, SP Brasil). Alimentos que não foram encontrados no banco de dados do programa foram adicionados tendo como referência as tabelas, a saber: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - 4ª edição¹⁰⁸, Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras - 4ª edição¹⁰⁹, Tabela de Composição de Alimentos da ENDF – 5ª edição¹¹⁰. Para melhorar a qualidade das coletas, somente um nutricionista lançou os dados alimentares no software. Durante toda a realização do estudo as participantes foram orientadas para não modificarem seus hábitos alimentares diários.

4.8 Programa de treinamento resistido

O programa de TR supervisionado foi conduzido seguindo as recomendações da literatura⁶ por 12 semanas em uma frequência de três sessões semanais em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras). Foi composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, em uma montagem alternada por segmento com três séries de 8-12 repetições máximas (RM) em cada exercício. Assim, executou-se os seguintes exercícios: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, mesa flexora, tríceps no *pulley* e panturrilha sentada. Durante todo o período do estudo, o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios foi de 60 a 120 s. As participantes foram orientadas a executarem as ações musculares concêntrica e excêntrica em uma razão de 1 : 2, respectivamente, bem como a inspirar na fase excêntrica e expirar na fase concêntrica. As idosas foram ainda orientadas para não participarem de nenhum outro tipo de

programa de treinamento durante o período do estudo. As cargas utilizadas foram reajustadas individualmente durante o período de treinamento, na tentativa de que a intensidade inicial fosse preservada ao longo do período experimental. O reajuste das cargas de TR foi realizado por meio da aplicação do teste de peso por repetições máximas, sempre que o limite superior de repetições pré-determinadas para cada exercício fosse atingido nas três séries (3 x 12-RM) conforme descrito em Ribeiro et al¹¹.

O volume semanal de treino em cada exercício foi calculado pela Carga levantada x número de repetições x nº de sessões executadas ao longo da semana. O volume total de treino foi determinado por meio do somatório dos volumes de treino semanais de cada exercício. Para as comparações entre os grupos AP e BP adotou-se como referência os valores registrados nas semanas 1 e 12.

4.9 Análises estatísticas

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para verificar a homogeneidade das variâncias, ao passo que o teste de Mauchly foi aplicado para análise da esfericidade. Nos casos de violação desse pressuposto, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geiser. O teste t de Student para amostras independentes foi utilizado para as comparações entre as características gerais dos grupos AP e BP no momento inicial do estudo. As comparações entre os grupos (AB e BP) nos diferentes momentos (pré e pós-intervenção) foram realizadas por ANOVA *two-way* para medidas repetidas. O teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F foram significantes ($P < 0,05$). O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a magnitude das diferenças, com valores de 0,20-0,49 sendo considerados de pequeno efeito, 0,50-0,79 de efeito moderado e $\geq 0,80$ de grande efeito (Cohen, 1988). Os dados foram estocados e analisados no pacote estatístico STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

5 RESULTADOS

Para a presente dissertação foi adotado o modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez são analisados a partir da redação de um ou mais artigos científicos. Portanto, a presente dissertação será composta por um artigo original, oriundo de uma pesquisa de campo conduzida pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina. Assim, o objetivo do presente estudo será analisado a partir da redação do seguinte artigo submetido a Revista Radiologia Brasileira, Qualis B2 na área de Medicina I, de acordo com a normatização exigida especificamente:

5.1 ARTIGO CIENTÍFICO ORIGINAL: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNAS ALÉM DA INGESTÃO HABITUAL ASSOCIADA AO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A MASSA MUSCULAR, FORÇA E QUALIDADE MUSCULAR EM MULHERES IDOSAS TREINADAS

ARTIGO ORIGINAL**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE PROTEÍNAS ALÉM DA INGESTÃO HABITUAL ASSOCIADA AO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A MASSA MUSCULAR, FORÇA E QUALIDADE MUSCULAR EM MULHERES IDOSAS TREINADAS****EFFECTS OF PROTEIN SUPPLEMENTATION BEYOND HABITUAL INTAKES ON MUSCLE STRENGTH, HYPERTROPHY AND MUSCLE QUALITY IN RESISTANCE-TRAINED OLDER WOMEN**

Treinamento com pesos e proteína em idosas treinadas

Paulo Sugihara Junior^{1,3}, Danielle Venturini², Hellen Clair Garcêz Nabuco^{1,3}, Rodrigo dos Reis Fernande^{1,3}, Crisieli Maria Tomeleri^{1,3}, Edilson Serpeloni Cyrino^{1,3}

¹Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física. Departamento de Educação Física. Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380. CEP 86057-970. Londrina, PR, Brasil.

²Universidade Estadual de Londrina Centro de Ciências da Saúde, Avenida Robert Kock nº 60 - Vila Operária CEP 86038-440, Londrina PR, BR.

³Universidade Estadual de Londrina. Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GEPEMENE). Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380. CEP 86057-970. Londrina, PR, Brasil.

Endereço para correspondência:

Paulo Sugihara Junior

Universidade Estadual de Londrina

Centro de Educação Física e Esporte

Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício

Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445 Km 380.

Campus Universitário. Caixa Postal 6001 CEP 86057-970 Londrina, PR, Brasil.

e-mail: juniornutricao@hotmail.com

Telefone: (43) 3371-4772 Fax: (43) 3371-4144

Resumo

Objetivos: Analisar o efeito da suplementação de proteínas além do habitual associada ao treinamento resistido (TR) sobre a massa muscular, força e qualidade muscular em mulheres treinadas.

Métodos: Quarenta e seis mulheres fisicamente independentes e treinadas (> 60 anos) foram divididas em grupo baixa proteína (BP = 23) e grupo alta proteína (AP = 23). O grupo BP foi submetido a ingestão de uma dose de carboidratos (maltodextrina) antes e outra após, ao passo que o grupo AP recebeu carboidratos antes e proteínas (*whey protein*) após cada sessão de treinamento. O programa de TR foi composto por oito exercícios para os diferentes segmentos corporais que foram executados em três séries de 8-12 repetições máximas durante 12 semanas. Testes de uma repetição máxima, massa muscular total (MM) e qualidade muscular (QM) foram analisados.

Resultados: Embora a força muscular tenha aumentado em ambos os grupos ($P < 0,05$), uma interação significativa grupo vs. tempo revelou maiores incrementos no grupo AP ($P < 0,05$). Aumentos significantes ($P < 0,05$) foram encontrados em ambos os grupos para MM e QM, sem diferenças entre eles ($P > 0,05$). **Conclusão:** Os resultados sugerem que uma dieta hiperproteica associada ao TR parece promover aumentos adicionais de força muscular, ao passo que este tipo de treinamento pode promover melhoria da MM e da QM a partir da ingestão proteica diária $> 0,8$ g/kg de massa corporal/dia em mulheres idosas treinadas.

Palavras-chave: envelhecimento, treinamento de força, suplementação nutricional.

Introdução

O envelhecimento tende a gerar uma queda da capacidade funcional que aumenta o risco para o desenvolvimento de fragilidade em idades mais avançadas, o que pode induzir uma gama de efeitos deletérios à saúde, comprometendo a qualidade de vida e, conseqüentemente a longevidade de idosos^{45,36}. Esse fenômeno é caracterizado por uma redução acentuada da força³⁴ e da massa muscular⁴⁸, principalmente, a partir da sexta década de vida^{4,112}. Essa situação se torna ainda mais relevante quando relacionada ao sexo feminino, uma vez que as mulheres por apresentarem níveis de força e massa muscular inferiores aos homens nas diferentes faixas etárias^{113,114}, tornam-se mais susceptíveis à disfunções e doenças associadas a redução da massa muscular em idades mais avançadas.

Adicionalmente, o envelhecimento faz com que a musculatura esquelética se torne, gradativamente, cada vez menos sensível à estímulos anabólicos, de modo que o controle alimentar¹¹⁵ e a prática regular de programas de exercício físico¹¹⁶ passam a ocupar papel de destaque para a saúde e qualidade de vida do idoso, devendo ser priorizados para atenuar a redução de capacidade funcional.

Assim, diversas estratégias não-farmacológicas, incluindo mudanças nos hábitos alimentares e prática de exercícios têm sido recomendadas, de acordo com as necessidades individuais, preferências pessoais e práticas cotidianas¹¹⁷. Nesse sentido, o treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendado, em virtude dos inúmeros benefícios que podem ser acarretados sobre a saúde do idoso, em particular, aumento de força¹¹⁸ e massa muscular¹¹⁹, com conseqüente melhoria da capacidade funcional¹²⁰. Adicionalmente, o uso de dietas hiperproteicas tem sido valorizado^{16,121} para o aumento da síntese proteica, sobretudo, naqueles indivíduos envolvidos com a prática de TR^{122,123}.

Entre as estratégias nutricionais utilizadas para o aumento da ingestão proteica, o consumo de *whey protein*, uma proteína do soro do leite, tem sido defendido por muitos especialistas, por se tratar de uma proteína de rápida e fácil absorção, com alto teor de aminoácidos essenciais, em especial, de leucina¹²⁴. Portanto, a combinação entre a prática do TR e o consumo de *whey protein* pode ser uma estratégia interessante para a melhoria da força, massa muscular e qualidade muscular (capacidade de gerar força por quantidade de massa muscular) em idosos, em particular.

Em idosos, a maioria das investigações envolvendo a prática do TR tem sido realizada com indivíduos não-treinados previamente, o que embora seja importante uma vez que estes compõem grande parte desta população, limita a extrapolação das informações produzidas para indivíduos treinados cuja janela adaptativa é menor o que, por outro lado, torna as necessidades específicas ainda maiores²⁷. Diante destes fatos o objetivo deste estudo foi analisar o efeito da suplementação de proteínas além da ingestão habitual

associada ao TR sobre a massa muscular, força e qualidade muscular em mulheres idosas treinadas. A nossa hipótese é que um protocolo de TR, associado a uma maior ingestão proteica, proporcionará ganhos adicionais de massa muscular e força muscular, com consequente, impacto positivo sobre a qualidade muscular.

MÉTODOS

Delineamento do estudo

Um ensaio clínico aleatorizado, duplo-cego, placebo controlado foi adotado para este estudo. O processo de aleatorização foi estabelecido a partir da classificação da força muscular das participantes, de acordo com a somatória das cargas máximas levantadas em testes de 1-RM nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*. As participantes após serem classificadas pela força muscular, do maior para o menor valor, foram separadas aleatoriamente, de forma balanceada, em dois grupos de acordo com a suplementação a ser recebida (placebo ou proteína). As doses de suplementação foram consumidas imediatamente após a realização de cada sessão TP padronizado, ao longo de 12 semanas consecutivas. O estudo teve uma duração total de 16 semanas das quais as duas primeiras (semanas 1-2) e as duas últimas (semanas 15-16) foram utilizadas para medidas e avaliações (antropometria, recordatórios de 24h, composição corporal e 1-RM). A intervenção com suplementação proteica (*whey protein*) ou placebo (maltodextrina), combinada com treinamento com pesos, foi administrada das semanas 3 a 14. O delineamento experimental utilizado é apresentado na Figura 1.

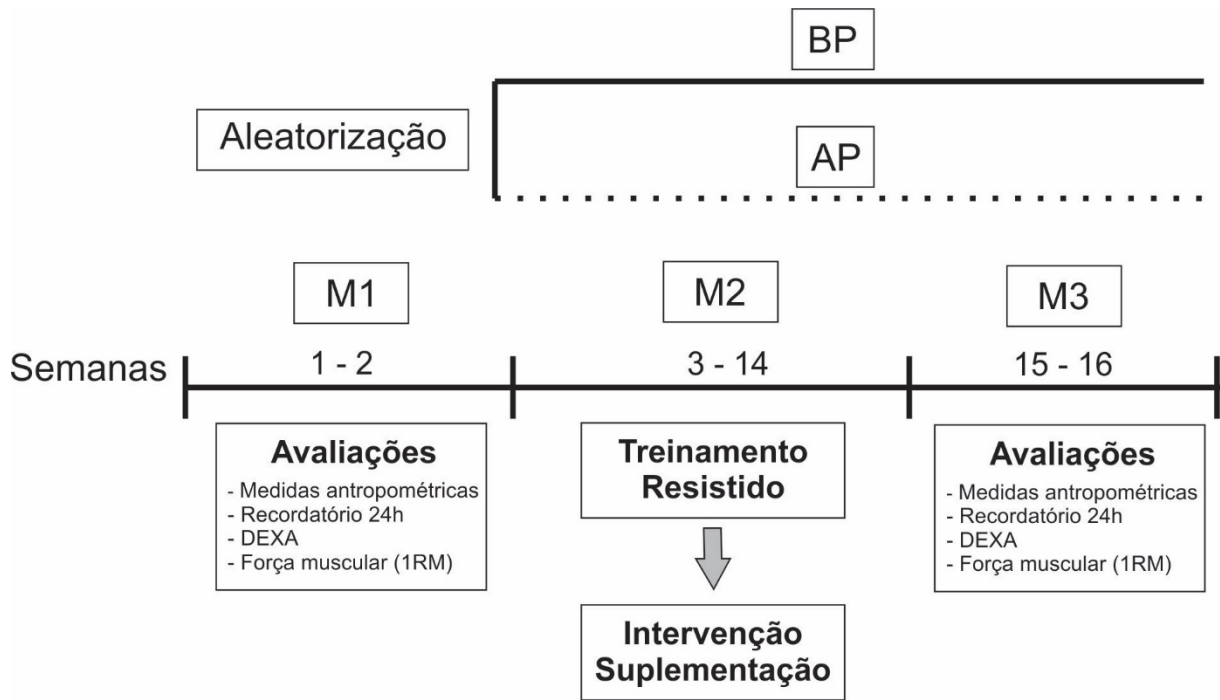


Figura 1. Delineamento experimental. M1 = Linha de base, M2 = intervenção, M3 = pós-treinamento, AP = grupo alta proteína, BP = grupo baixa proteína.

Participantes

Para participar deste estudo foram convidadas todas as mulheres com mais de 60 anos que haviam sido submetidas, nas últimas oito semanas que antecederam esse estudo, a um programa sistematizado de TP, no Projeto Envelhecimento Ativo. Das 70 voluntárias, 24 foram excluídas do estudo por apresentarem uma ingestão proteica $\geq 1,2$ g/kg de massa corporal/dia, contabilizada por meio de recordatório de 24 h, aplicado por uma equipe de três nutricionistas em dois dias não consecutivos quarta e sexta-feira. A amostra selecionada já havia passado por uma triagem prévia, composta por entrevista e anamnese clínica e somente as participantes fisicamente independentes, que não eram portadoras de cardiopatias, diabetes mellitus e/ou hipertensão arterial não-controlada, e desordens musculoesqueléticas que impedisse a prática de exercícios físicos, haviam sido submetidas ao protocolo de TP prévio. Todas as participantes apresentaram declaração médica, assinada por médico cardiologista, de que estavam aptas para a prática do TP sem qualquer tipo de restrição.

O cálculo do tamanho da amostra foi estabelecido por meio do programa GPower. Para tanto, considerou-se a probabilidade de erro α de 0,05 e poder estatístico de 80%. Deste modo, chegou-se a um número mínimo de 20 mulheres para cada grupo, totalizando 40 participantes. Portanto, as 46 mulheres selecionadas permitiram um acréscimo de aproximadamente 15% no número mínimo de participantes previsto para cada grupo.

Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e procedimentos aos quais seriam submetidas, as participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, protocolo nº 1.700.756, de acordo com a Declaração de Helsinque. Na Figura 2 são apresentadas as diferentes etapas do estudo.

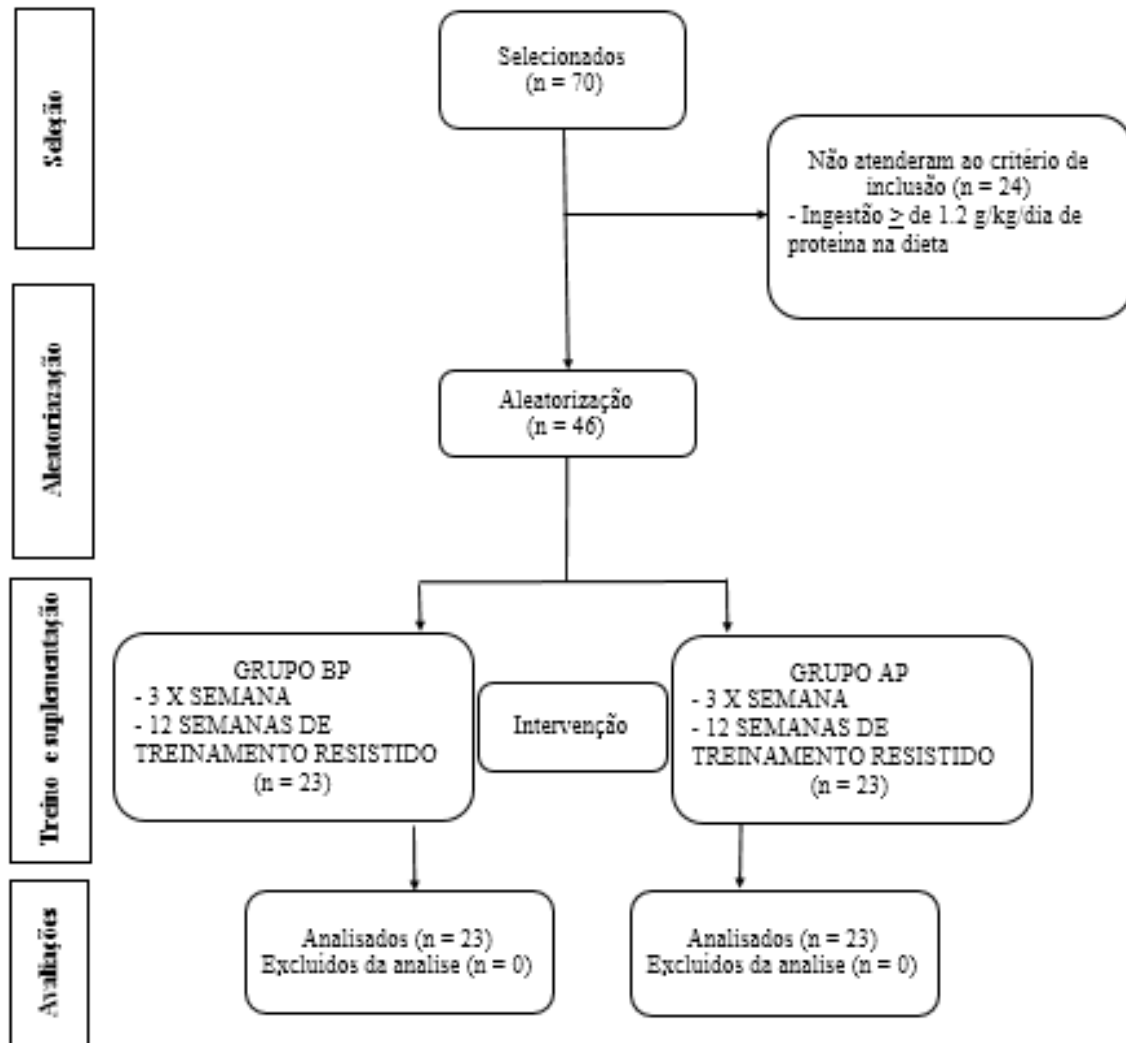


Figura 2. Fluxograma do estudo. Representação esquemática do recrutamento e da alocação das participantes; BP = baixa proteína; AP = alta proteína.

Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas

(kg) e a estatura em metros (m). Todas as medidas antropométricas foram realizadas de acordo com procedimentos estabelecidos na literatura¹⁰⁵.

Massa muscular

A massa muscular foi estimada a partir da equação preditiva proposta por (Kim et al., 2004)¹⁰⁶. O tecido mole e magro apendicular utilizado na equação foi determinado por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA, Lunar Prodigy, modelo GE Healthcare, ID 14739 (Madison, WI, USA)). A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico do laboratório, com experiência nesse tipo de avaliação. As participantes foram medidas trajando roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico ou qualquer outro acessório junto ao corpo. As participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo na posição de supinação sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. O software gerou linhas padrões que separaram os membros inferiores e superiores do tronco e da cabeça. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas em doze mulheres que participaram do estudo, resultando em um erro técnico de medida (ETM) < 3% para a massa muscular total. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi 0,99.

Força muscular

Para a estimativa da força muscular foi utilizado o teste de uma repetição máxima (1-RM) em três exercícios, envolvendo os segmentos do tronco, membros inferiores e membros superiores. A ordem de execução dos exercícios testados foi a seguinte: supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente. As participantes foram instruídas previamente sobre todos os procedimentos e técnicas exigidas nos testes antes de serem submetidas as três sessões de testes, que foram realizadas sempre no período da manhã, com intervalo de 48 h entre cada sessão. Em cada sessão de testagem foi realizado um aquecimento anterior ao início da primeira tentativa, para cada exercício, por meio da realização de uma série de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga inicial a ser testada. Após um intervalo de dois minutos era executada a primeira tentativa. Cada participante foi submetida em cada exercício a três tentativas com intervalos de três a cinco minutos entre elas, enquanto um intervalo fixo de cinco minutos foi adotado entre os exercícios. Em cada tentativa, as idosas receberam encorajamento verbal para tentarem realizar duas repetições. Quando uma ou duas repetições eram completadas corretamente, a carga era aumentada para a próxima tentativa, ao passo que nas situações onde sequer uma repetição era realizada a carga era reduzida para a próxima tentativa. O aumento ou a redução

das cargas empregadas em cada tentativa foi na ordem de 3 a 10%, de acordo com o grau de facilidade ou dificuldade observada para cada participante. A carga registrada como 1-RM foi aquela na qual foi possível a realização de uma única ação voluntária máxima¹⁰⁷, nas fases concêntrica e excêntrica. Três sessões de 1-RM foram realizadas para cada exercício, separadas por intervalos de 48 h entre elas. Medidas de reprodutibilidade foram obtidas no supino (ETM = 0,46 kg, CCI > 0,97), cadeira extensora (ETM = 1,67 kg, CCI > 0,91) e rosca Scott (ETM = 0,93 kg, CCI > 0,93). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular. Três avaliadores com experiência na aplicação de testes de 1-RM conduziram as testagens nos diferentes momentos do estudo. A forma e a técnica de execução de cada exercício foram padronizadas e continuamente monitoradas.

Qualidade muscular

O índice de qualidade muscular total (QMT), foi determinado pela divisão da somatória das cargas máximas levantadas nos três exercícios utilizados em testes de 1-RM pela massa muscular esquelética total. A qualidade muscular de membros superiores (QMMS) foi determinada a partir divisão da carga mobilizada no exercício rosca *scott* pela massa isenta de gordura e osso de membros superiores, enquanto a qualidade muscular de membros inferiores (QMMI) foi determinada a partir da divisão da carga mobilizada no exercício cadeira extensora pela massa isenta de gordura e osso de membros inferiores.

Protocolo de suplementação

As participantes de ambos os grupos receberam 35 g de carboidratos (maltodextrina), diluídos em 200 mL de água, aproximadamente 15 min antes do início da sessão de TP. Imediatamente após o encerramento da sessão de TP, os grupos consumiram 35 g de *whey protein* hidrolisado (Lacprodan®, Arla Foods, Viby J, Aarhus, Jutland, Dinamarca) ou maltodextrina (New Millen, São Paulo, SP, Brasil), diluídos em 200 mL de água. A administração dos suplementos foi realizada por meio de coqueteleiras individuais e as substâncias foram misturadas mecanicamente com a utilização de *mixer* de cozinha. As doses foram padronizadas em aparência, odor e sabor acrescentando 2,5 g de refresco em pó (Clight®, Mondelêz-Kraft Foods Brasil, São Paulo, SP, Brasil) de baixa caloria, isento de açúcar, nos sabores uva ou maracujá. As doses foram pesadas e separadas previamente em embalagens lacradas para a utilização nos dias de treinamento.

Previamente ao início do experimento ambos os suplementos (*whey protein* e maltodextrina) foram encaminhados para o Laboratório de Análise de Alimentos, do

Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual de Londrina para análise da composição química e estabelecimento dos laudos técnicos. As características físico-químicas dos suplementos são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas das substâncias utilizadas na intervenção.

Composição química	Maltodextrina		<i>Whey Protein</i>	
	Por 100 g	Por 35 g	Por 100 g	Por 35 g
Carboidratos (g)	95,16	33,31	14,89	5,21
Lípidios (g)	N.D.	N.D.	0,49	0,17
Proteínas (g)	0,84	0,29	77,5	27,13
Resíduo mineral fixo - cinzas (g)	0,14	0,05	2,87	1,00
Umidade (105°C) (g)	3,86	1,35	4,25	1,49
Valor energético (kcal)	384	134,4	373,97	130,89

Nota: N.D = Não definido

A Tabela 2 apresenta o aminograma da suplementação utilizada de whey protein.

Tabela 2. Aminograma da suplementação de *whey protein*.

Aminoácidos	Por 100 g	Por 35 g
Alanina	5,51	0,29
Arginina	2,27	0,79
Asparagina	11,75	4,11
Cisteína	2,50	0,88
Glutamina	19,27	6,74
Glicina	1,75	0,61
Histidina	1,89	0,66
Isoleucina	6,94	2,42
Leucina	10,99	3,84
Lisina	10,44	3,65
Metionina	2,38	0,83
Fenilalanina	3,02	1,05
Prolina	6,97	0,28
Serina	5,43	1,9
Treonina	7,82	0,27
Triptofano	1,62	0,56
Tirosina	2,92	1,02
Valina	6,23	2,18

Hábitos alimentares

Recordatório alimentar de 24 horas em dois dias alternados (terça a sexta-feira) antes do início e após o término da intervenção foi utilizado para monitoramento dos hábitos alimentares das participantes nas semanas de avaliação antecedentes e posteriores à intervenção. Os dias da semana adotados para o questionamento foram sempre do dia anterior ao da coleta, exceto quando esse dia fosse domingo. As coletas foram realizadas em dois dias alternados, individualmente, por nutricionistas habituados a esse procedimento. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade e qualidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total e as proporções ingeridas de macronutrientes foram determinadas por meio de um programa para avaliação nutricional (Virtual Nutri v.4.0, São Paulo, SP Brasil), e foi realizada média entre os dois resultados. Todas as participantes foram orientadas para não modificarem seus hábitos alimentares diários durante todo o período de duração do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

Programa de treinamento com pesos

O programa de TR supervisionado foi conduzido seguindo as recomendações da literatura ⁶ por 12 semanas, em uma frequência de três sessões semanais em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras). O programa foi composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, em uma montagem alternada por segmento com três séries de 8-12 repetições máximas (RM) em cada exercício. Os exercícios foram executados na seguinte ordem: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca *scott*, mesa flexora, tríceps no *pulley* e panturrilha sentada. O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e os exercícios foi de 60 a 120 s. As participantes foram orientadas a executarem as ações musculares concêntrica e excêntrica em uma razão de 1 : 2, respectivamente, bem como a inspirar na fase excêntrica e expirar na fase concêntrica. As idosas foram ainda orientadas para não participarem de nenhum outro tipo de programa de treinamento durante o período do estudo. As cargas utilizadas foram reajustadas individualmente durante o período de treinamento, na tentativa de que a intensidade inicial fosse preservada ao longo do período experimental. O reajuste das cargas de TP foi realizado por meio da aplicação do teste de peso por repetições máximas¹¹¹, sempre que o limite superior de repetições pré-determinadas para cada exercício fosse atingido nas três séries (3 x 12-RM).

O volume semanal de treino em cada exercício foi calculado pela carga levantada x número de repetições x nº de sessões executadas ao longo da semana. O volume total de treino foi determinado por meio do somatório dos volumes de treino semanais de cada exercício. Para as comparações entre os grupos AP e BP adotou-se como referência os valores registrados nas semanas 1 e 12.

Análises estatísticas

Inicialmente, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. O teste de Levene foi utilizado para verificar a homogeneidade das variâncias, ao passo que o teste de Mauchly foi aplicado para análise da esfericidade. Nos casos de violação desse pressuposto, as análises foram ajustadas pela correção de Greenhouse-Geiser. O teste t de Student para amostras independentes foi utilizado para as comparações entre as características gerais dos grupos AP e BP no momento inicial do estudo. As comparações entre os grupos (AB e BP) nos diferentes momentos (pré e pós-intervenção) foram realizadas por ANOVA *two-way* para medidas repetidas. O teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F foram significantes ($P < 0,05$). O tamanho do efeito (TE) foi calculado para verificar a magnitude das

diferenças, com valores de 0,20-0,49 sendo considerados de pequeno efeito, 0,50-0,79 de efeito moderado e $\geq 0,80$ de grande efeito (Cohen, 1988). Os dados foram estocados e analisados no pacote estatístico STATISTICA para Windows, version 10.0 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, USA).

Resultados

Na Tabela 1 são descritas as características gerais da amostra na linha de base. Nenhuma diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) foi encontrada para idade, massa corporal, estatura e IMC entre os grupos BP e AP.

Tabela 1. Características gerais da amostra na linha de base (n = 46).

Variáveis	BP (n = 23)	AP (n = 23)	P
Idade (anos)	67,8 \pm 4,1 (65,9 – 70,6,)	67,3 \pm 4,1 (65,1 – 69,6)	0,88
Massa corporal (kg)	62,6 \pm 8,1 (58,3 – 66,9)	62,0 \pm 6,0 (58,8 – 65,2)	0,27
Estatura (cm)	156,8 \pm 6,3 (153,5 – 160,2)	154,8 \pm 4,9 (152,1 – 157,3)	0,37
IMC (kg/m ²)	25,4 \pm 2,6 (24,0 – 26,8)	25,9 \pm 2,7 (24,5 – 27,3)	0,89

Nota. BP = baixa ingestão proteica, AP = alta ingestão proteica, IMC = índice de massa corporal. Os valores estão expressos em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%).

A ingestão diária de energia, carboidratos, proteínas e lipídios de ambos os grupos (BP e AP), nos momentos pré e pós-intervenção, é apresentada na Tabela 2. Interação significativa grupo vs. tempo foi identificada para ingestão de proteínas (BP = +8,6% vs. AP = +70,3%; $P < 0,001$), carboidratos (BP = +9,8% vs. AP = +2,0%; $P < 0,001$) e energia (BP = +7,5% vs. AP = +13,8%; $P < 0,05$). Nenhum efeito principal do tempo ou interação grupo vs. tempo foi encontrada na ingestão de lipídios ($P > 0,05$). A contribuição percentual dos macronutrientes foi relativamente alterada dos momentos pré para pós-intervenção, tanto no grupo BP (carboidratos = 57,8 \pm 4,6% vs. 58,9 \pm 4,9%; proteínas = 13,1 \pm 1,6% vs. 13,3 \pm 2,0%; lipídios = 29,1 \pm 4,1% vs. 27,9 \pm 4,3%) quanto AP (carboidratos = 54,8 \pm 4,7% vs. 49,1 \pm 4,4%; proteínas = 14,1 \pm 1,7% vs. 21,2 \pm 2,2%; lipídios = 31,1 \pm 4,4% vs. 29,7 \pm 3,6%).

Tabela 2. Consumo energético total e de macronutrientes, antes e após 12 semanas de intervenção, em mulheres idosas treinadas.

Variáveis	BP (n = 23)	AP (n = 23)	Efeitos	F	P
Energia (kcal)					
Pré	1547 ± 156 (1464 – 1630)	1504 ± 106 (1448 – 1561)	Grupo	< 0,01	0,95
Pós	1663 ± 195* (1560 – 1767)	1713 ± 214* (1599 – 1827)	Tempo	50,20	< 0,001
TE	+0,66	+1,23	Interação	4,04	< 0,05
Proteínas (g)					
Pré	51 ± 10 (46 – 56)	53 ± 6 (50 – 56)	Grupo	37,20	< 0,001
Pós	55 ± 10* (50 – 61)	90 ± 10* (85 – 96)	Tempo	389,92	< 0,001
TE	+0,40	+4,49	Interação	243,89	< 0,001
Carboidratos (g)					
Pré	224 ± 28 (209 – 238)	206 ± 24 (193 – 219)	Grupo	6,24	< 0,05
Pós	245 ± 38* (225 – 266)	210 ± 32 (193 – 227)	Tempo	17,77	< 0,001
TE	+0,63	+0,14	Interação	8,30	< 0,001
Lipídios (g)					
Pré	50 ± 8 (46 – 54)	52 ± 9 (47 – 57)	Grupo	1,70	0,21
Pós	51 ± 8 (47 – 56)	57 ± 12 (51 – 63)	Tempo	3,71	0,06
TE	+0,13	+0,47	Interação	1,21	0,28

Nota. BP = baixa ingestão proteica, AP = alta ingestão proteica, TE = tamanho do efeito. **P* < 0.05 vs. pré. Os valores estão expressos em média, desvio-padrão e intervalo de confiança (IC95%).

Os valores de ingestão diária relativa de energia e proteínas são apresentados na Figura 2. Ambos os grupos aumentaram a ingestão dos momentos pré ao pós-intervenção ($P < 0,05$), tanto para a quantidade relativa de energia (BP = $24,9 \pm 2,2$ kcal/kg vs. $26,4 \pm 2,6$ kcal/kg, TE = +0,62; AP = $24,4 \pm 2,3$ kcal/kg vs. $27,2 \pm 2,9$ kcal/kg, TE = +1,07) quanto de proteínas (BP = $0,81 \pm 0,11$ g/kg vs. $0,87 \pm 0,10$ g/kg, TE = +0,57; AP = $0,86 \pm 0,05$ g/kg vs. $1,43 \pm 0,06$ g/kg, TE = 10,32) consumidas. Interação significativa grupo vs. tempo ($P < 0,05$) identificou uma ingestão mais elevada de energia e proteínas ao longo do tempo no grupo AP quando comparado a BP.

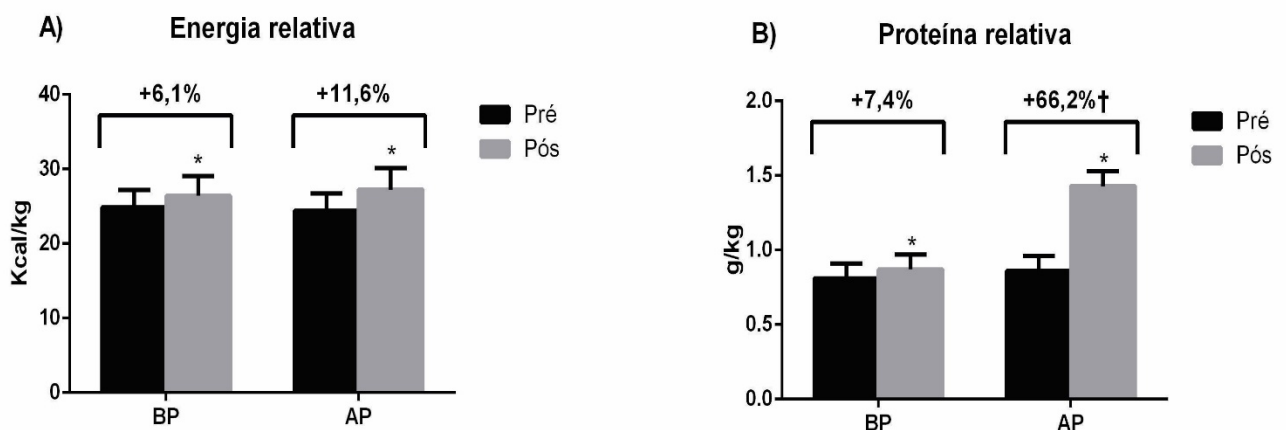


Figura 2. Ingestão relativa diária de energia (Painel A) e proteínas (Painel B), antes e após 12 semanas de intervenção nos grupos baixa proteína (BP; $n = 23$) e alta proteína (AP; $n = 23$). Os resultados estão expressos em média \pm desvio padrão. * $P < 0,05$ vs pré. †Interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$).

O desempenho motor das participantes em testes de 1-RM é apresentado na Figura 3. Ambos os grupos aumentaram a força muscular ($P < 0,05$) nos três exercícios analisados e, conseqüentemente, a carga total levantada (somatório das cargas levantadas em cada exercício), dos momentos pré ao pós-intervenção. Interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) foi identificada para os exercícios cadeira extensora (BP = $52,4 \pm 13,0$ kg vs. $54,7 \pm 12,4$ kg, TE = +0,18; AP = $52,6 \pm 10,2$ kg vs. $56,2 \pm 10,4$ kg, TE = +0,35) e rosca Scott (BP = $22,7 \pm 4,1$ kg vs. $24,8 \pm 4,6$ kg, TE = +0,48; AP = $21,7 \pm 3,7$ kg vs. $24,7 \pm 4,0$ kg, TE = +0,78), com maiores ganhos de força no grupo AP. Um efeito principal do tempo ($P < 0,05$) revelou melhoria de desempenho no exercício supino dos momentos pré a pós-intervenção em ambos os grupos (BP = $46,0 \pm 8,0$ kg vs. $47,5 \pm 8,4$ kg, TE = +0,18; AP = $43,4 \pm 9,8$ kg vs. $45,6 \pm 10,0$ kg, TE = +0,22), sem diferença estatisticamente significativa entre eles ($P > 0,05$). Uma interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$) indicou maior evolução da carga total levantada no grupo

AP após 12 semanas de intervenção (BP = 121,1 ± 19,7 kg vs. 127,0 ± 20,2 kg, TE = +0,30; AP = 117,6 ± 21,1 kg vs. 126,6 ± 21,7 kg, TE = +0,42).

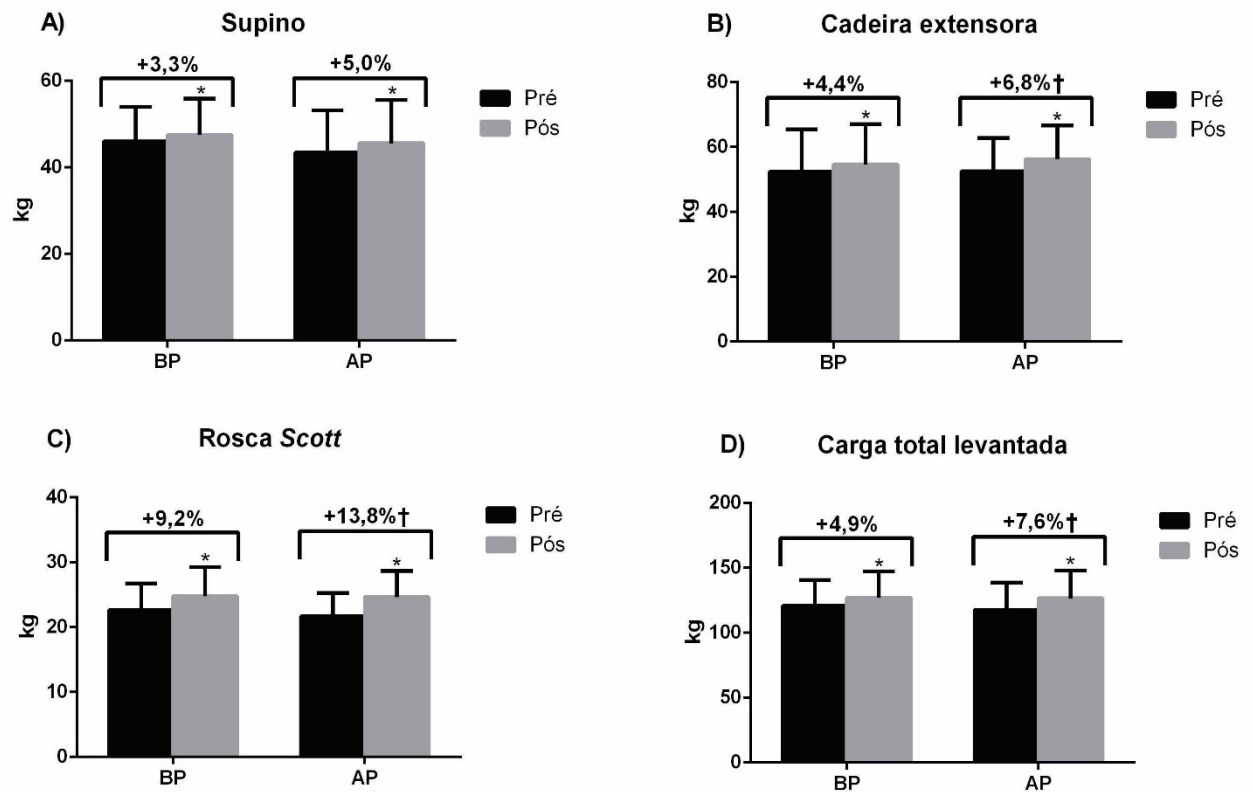


Figura 3. Desempenho motor em testes de 1-RM nos exercícios supino (Painel A), cadeira extensora (Painel B), rosca scott (Painel C) e carga total levantada (Painel D), antes e após 12 semanas de intervenção nos grupos baixa proteína (BP; n = 23) e alta proteína (AP; n = 23). Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão. * $P < 0,05$ vs. pré. †Interação grupo vs. tempo ($P < 0,05$).

Na Tabela 3 um efeito principal do tempo ($P < 0,01$) foi identificado para as variáveis MIS, MI e massa muscular após 12 semanas de intervenção. Embora os ganhos absolutos encontrados tenham sido superiores no grupo AP, tanto para a massa muscular (BP = +0,3 kg vs. AP = +0,7 kg) quanto para a MIGO SUP (BP = +0,1 kg vs. AP = +0,1 kg) e MIGO INF (BP = +0,1 kg vs. AP = +0,4 kg), não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos nessas variáveis ($P > 0,05$).

Tabela 3. Massa isenta de gordura e osso e massa muscular de mulheres idosas treinadas antes e após 12 semanas de intervenção.

Variáveis	BP (n = 23)	AP (n = 23)	Efeitos	F	P
MS (kg)			ANOVA		
Pré	4,0 ± 0,6 (3,7 – 4,3)	4,0 ± 0,3 (3,9 – 4,4)	Grupo	0,10	0,76
Pós	4,1 ± 0,4* (3,9 – 4,3)	4,2 ± 0,4* (4,0 – 4,4)	Tempo	23,73	< 0,001
Δ%	+2,5	+2,4	Interação	0,19	0,66
TE	+0,18	+0,25			
MI (kg)					
Pré	11,8 ± 1,2 (11,1 – 12,5)	11,9 ± 1,0 (11,3 – 12,4)	Grupo	0,20	0,66
Pós	11,9 ± 1,3 (11,2 – 12,6)	12,2 ± 0,8* (11,8 – 12,6)	Tempo	7,56	< 0,01
Δ%	+0,1	+2,5	Interação	2,20	0,15
TE	+0,08	+0,33			
Massa Muscular (kg)					
Pré	17,2 ± 2,0 (16,1 – 18,2)	17,0 ± 1,4 (16,2 – 17,8)	Grupo	< 0,01	0,97
Pós	17,5 ± 2,0* (16,5 – 18,6)	17,7 ± 1,3* (16,9 – 18,4)	Tempo	23,59	< 0,001
Δ%	+1,7	+4,1	Interação	2,06	0,16
TE	+0,15	+0,51			

Nota. BP = baixa ingestão proteica, AP = alta ingestão proteica, MS = massa isenta de gordura e osso de membros superiores, MI = massa isenta de gordura e osso de membros inferiores, Δ% = variação percentual, TE = tamanho do efeito. *P < 0.05 vs. pré. Os valores estão expressos em média, desvio-padrão e intervalo de confiança (IC95%).

Na figura 4 apresenta-se o índice de qualidade muscular. Um efeito principal do tempo ($P < 0,001$) foi encontrado para QMT (BP = $6,6 \pm 0,9$ vs. $6,8 \pm 1,0$, TE = +0,21; AP = $7,0 \pm 1,2$ vs. $7,3 \pm 1,1$, TE = +0,26) QMMS (BP = $5,5 \pm 0,7$ vs. $5,9 \pm 0,8$, TE = +0,53; AP = $5,3 \pm 1,0$ vs. $5,8 \pm 1,0$, TE = +0,50) e QMMI (BP = $4,4 \pm 0,8$ vs. $4,6 \pm 0,8$, TE = +0,25; AP = $4,6 \pm 0,9$ vs. $4,8 \pm 0,8$, TE = +0,23), indicando melhoria em ambos os grupos após 12 semanas de intervenção, sem diferenças estatisticamente significantes entre eles ($P > 0,05$).

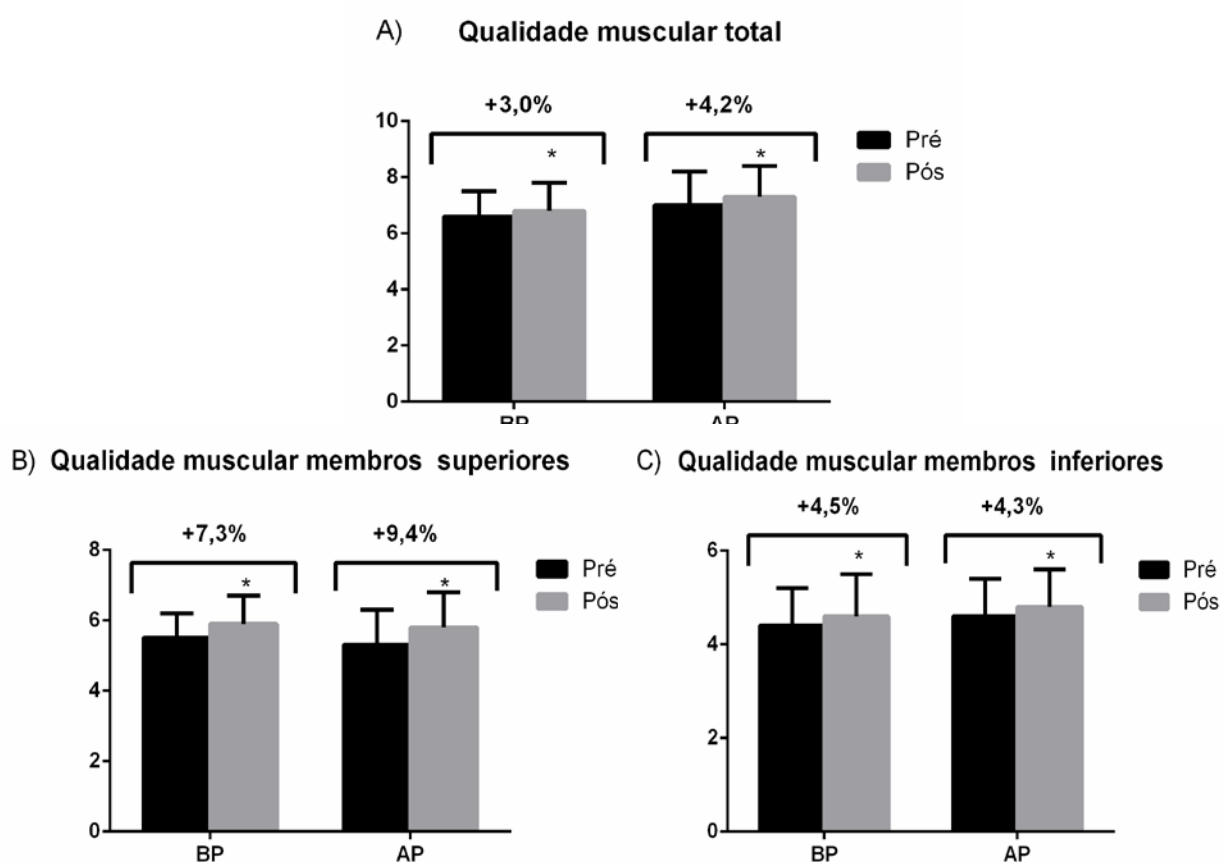


Figura 4. Índice de qualidade muscular total (Painel A) índice de qualidade muscular de membros superiores (Painel B) e índice de qualidade muscular de membros inferiores (Painel C) dos grupos baixa proteína (BP; $n = 23$) e alta proteína (AP; $n = 23$), antes e após 12 semanas de intervenção. Os resultados estão expressos em média \pm desvio padrão. * $P < 0,05$ vs. pré. Efeito principal do tempo ($P < 0,001$). QMT = qualidade muscular total, QMMS = qualidade muscular de membros superiores, QMMI = qualidade muscular de membros inferiores.

Discussão

O principal achado deste estudo foi que a adoção de uma dieta hiperproteica associada ao TR promoveu ganhos adicionais de força muscular em mulheres idosas treinadas. Nossa hipótese inicial era de que um protocolo de TR associado a uma maior ingestão proteica, proporcionaria resultados superiores na força muscular, massa muscular e qualidade muscular em mulheres idosas treinadas. Essa hipótese foi parcialmente confirmada, já que encontramos um aumento adicional de força muscular para as variáveis rosca scott, cadeira extensora e carga total levantada no grupo que fez a ingestão de dieta hiperproteica. Nas demais variáveis, apesar de modificações de maior magnitude no grupo AP, diferenças estatisticamente significantes não foram identificadas na comparação ao grupo BP, indicando que provavelmente o tempo de acompanhamento não tenha sido suficiente.

Os nossos resultados confirmaram informações reveladas por Karelis et al.¹²⁵, após 135 dias de intervenção com suplementação com *whey protein*, que encontraram ganhos de força muscular, contudo, sem mudanças na massa muscular em amostra de idosos de ambos os sexos. Estudos anteriores tinham indicado que mudanças na força muscular podem ocorrer de forma independente de modificações na massa muscular, por meio, sobretudo, de adaptações neurais ao TR^{114,126}. No presente estudo, as modificações na força foram relativamente acompanhadas pelo aumento da massa muscular, contudo, os ganhos de massa muscular ocorreram independentemente o maior ou menor aporte proteico, de forma diferenciada do comportamento da força muscular cujos ganhos foram superiores no grupo AP. Vale destacar que a diminuição da força muscular em idosos parece estar mais relacionada com limitações físicas¹²⁶ e mortalidade¹²⁷ do do que a redução da massa muscular.

De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que comparou o efeito de uma dieta hiperproteica associada ao TR sobre a força, massa muscular e qualidade muscular em mulheres idosas treinadas, o que dificulta a comparação com informações disponíveis na literatura até o presente momento. No entanto, nossos resultados vão ao encontro de outros estudos do nosso laboratório^{128,129}, que indicaram ganhos de força e massa muscular e melhoria da qualidade muscular em mulheres treinadas, após oito semanas de intervenção com dieta normoproteica.

A resistência anabólica na síntese de proteínas musculares observada no envelhecimento também pode diminuir a capacidade de estimular o ganho de massa muscular⁵³. No presente estudo a adoção de uma dieta hiperproteica contribuiu para um aumento de aproximadamente 0,4 g a mais na massa muscular do grupo AP quando

comparado a BP, provavelmente reduzindo pelo menos em parte a resistência anabólica. Esse fato ganha relevância, principalmente, pela amostra analisada ser composta por mulheres treinadas, cujos ganhos tendem a ocorrer de maneira reduzida²⁷.

A relação entre força e o volume muscular, tem sido descrita como a qualidade muscular, o que reflete na capacidade de gerar força por área de secção muscular¹³⁰. Nossos resultados indicaram que a qualidade muscular melhorou após 12 semanas de TR, independentemente da utilização de uma dieta normo ou hiperproteica, indicando que mais força por unidade muscular foi produzida, em particular, nos braços e pernas. Embora os mecanismos envolvidos na melhoria da qualidade muscular sejam complexos e ainda não estejam bem estabelecidos pela literatura, especula-se sobre uma possível participação combinada de diversos fatores tais como: adaptações neurais, aumento da área de secção transversal do músculo, aumento da potência muscular, aumento da proteína contrátil e redução dos depósitos da gordura intramuscular¹³¹.

Vale ressaltar que a ingestão de proteína no grupo AP aumentou em 69%, enquanto que o grupo BP aumentou a sua ingestão proteica em 9%, confirmando a teoria da disseminação de proteínas que sugere a necessidade de haver uma diferença suficiente na ingestão de proteína antes e durante o estudo, bem como, entre os grupos, para que possíveis benefícios da suplementação proteica sejam manifestados¹³².

Nosso estudo possui algumas limitações que não devem ser desprezadas. Os resultados encontrados são específicos para mulheres idosas treinadas e não devem ser extrapolados para outras populações. A ausência de medidas sobre o nível de atividade física dos sujeitos, pode ter comprometimento pelo menos em parte as a magnitude das mudanças verificadas, principalmente, na massa muscular. Por outro lado, de acordo com o nosso conhecimento este estudo foi o primeiro que investigou o efeito de diferentes níveis de ingestão proteica sobre a força muscular, massa muscular e qualidade muscular em idosas treinadas, representando uma importante contribuição para o avanço do conhecimento nessa área.

Nosso estudo revelou que independente da ingestão proteica, o TR por si pode agregar melhorias importantes em idosas mesmo depois de treinadas. Por outro lado, uma ingestão de proteínas $\geq 1,2$ g/kg de massa corporal/dia combinada ao TR pode ser favorável para a melhoria da força muscular, massa muscular e qualidade muscular em mulheres treinadas.

Conclusão

A associação de uma dieta hiperproteica associada ao TR parece ser uma estratégia bastante interessante para promover o aumento da força muscular em mulheres idosas treinadas. Além disso, a prática do TR independente da utilização de uma dieta normo ou hiperproteica pode resultar em importantes modificações na massa muscular e qualidade muscular até mesmo em mulheres idosas treinadas.

Agradecimentos

Este trabalho foi executado graças às participantes que aceitaram voluntariamente participar desta pesquisa. Um agradecimento, em especial, às empresas Arla Foods Ingredients Group P/S por fornecer a suplementação de *whey protein*, a Empresa New Millen e a Loja Planeta Saúde, por fornecer a maltodextrina e as coqueteleiras. Por fim, gostaríamos de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa (E.S.C.) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de doutorado (C.M.T) e mestrado (R.R.F. e P.S.J.) outorgadas. Este estudo foi parcialmente financiado pelo CNPq e pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC).

Conflito de interesses

Os autores declaram não ter algum conflito de interesse em potencial associado a este estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo demandou uma história pregressa muito importante que merece ser relatada. Inicialmente, após contato direto com diversas empresas, os suplementos nutricionais foram fornecidos gratuitamente pelas empresas Arla Foods (*whey protein*) e New Millen (maltodextrina) que analisaram criteriosamente o projeto e acreditaram no potencial para disseminação das informações a serem produzidas. Após o recebimento os suplementos foram submetidos e analisados no laboratório de composição química dos alimentos da Universidade Estadual de Londrina. Com base nos laudos foi estratificada a pureza dos produtos e assim discutido qual seria a melhor forma da ingestão pelas participantes do projeto. Em seguida, realizamos diversos procedimentos para escolha do sabor, textura e cor dos suplementos. Por fim, submetemos várias pessoas do nosso laboratório e alunos de graduação a uma degustação que possibilitou a aprovação das características das substâncias ingeridas.

Por parte das participantes do projeto encontramos alguns problemas, como por exemplo o estudo ser conduzido no período de inverno, dificultando a ingestão dos suplementos logo pela manhã, algumas idosas tinham um paladar mais aguçado e relataram que estava muito doce. Por outro lado, algumas relataram que não havia sabor. No geral, todas ingeriram e gostaram dos shakes utilizados até o final do estudo. A maioria das participantes relatou maior disposição para as tarefas do dia-a-dia e que gostavam muito de estar participando e recebendo orientações e supervisão nas sessões de TR. O prazer associado a participar de uma atividade sistematizada em grupo também foi reportado por grande parte das participantes.

Nas coletas dos dados, o maior problema foi a operacionalização das avaliações, com as participantes comparecendo por vezes em horários e lugares incorretos, apesar dos esforços em orientá-las de forma adequada. No final do experimento foi revelado as participantes qual foi a real substância ingerida por cada uma, bem como foram fornecidos relatórios individuais com todos os resultados encontrados no início e no final do experimento. Muitas relataram que aquela bebida foi muito “revitalizante” e que iria fazer falta as suas vidas. Algumas indicaram que iriam continuar a utilizar os suplementos.

Por fim, os resultados encontrados sugerem que a prática do TR pode promover importantes adaptações até mesmo em mulheres idosas treinadas e o uso de dieta hiperproteica pode favorecer ganhos adicionais na força, massa muscular e qualidade muscular nessa população especificamente.

REFERÊNCIAS

1. Breen L, Phillips SM. Interactions between exercise and nutrition to prevent muscle waste during ageing. **Br J Clin Pharmacol**. 2013;75(3):708-15.
2. Koopman R, van Loon LJ. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. **J Appl Physiol**. 2009;106(6):2040-8.
3. Galvan E, Arentson-Lantz E, Lamon S, Paddon-Jones D. Protecting skeletal muscle with protein and amino acid during periods of disuse. **Nutrients**. 2016;8(7):E404.
4. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **J Appl Physiol**. 2000;89(1):81-8.
5. Pratesi A, Tarantini F, Di Bari M. Skeletal muscle: an endocrine organ. **Clin Cases Miner Bone Metab**. 2013;10(1):11-4.
6. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**. 2009;41(7):1510-30.
7. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc**. 2011;43(7):1334-59.
8. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**. 2007;116(5):572-84.
9. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. **Hypertension**. 2011;58(5):950-8.
10. Dodds R, Sayer AA. Sarcopenia. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. 2014;58(5):464-9.
11. Sillanpaa E, Hakkinen A, Nyman K, Mattila M, Cheng S, Karavirta L, et al. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. **Med Sci Sports Exerc**. 2008;40(5):950-8.
12. Krist L, Dimeo F, Keil T. Can progressive resistance training twice a week improve mobility, muscle strength, and quality of life in very elderly nursing-home residents with impaired mobility? A pilot study. **Clin Interv Aging**. 2013;8:443-8.
13. Colonetti T, Grande AJ, Milton K, Foster C, Alexandre MC, Uggioni ML, et al. Effects of whey protein supplement in the elderly submitted to resistance training: systematic review and meta-analysis. **Int J Food Sci Nutr**. 2017;68(3):257-64.

14. Chale A, Cloutier GJ, Hau C, Phillips EM, Dallal GE, Fielding RA. Efficacy of whey protein supplementation on resistance exercise-induced changes in lean mass, muscle strength, and physical function in mobility-limited older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2013;68(6):682-90.
15. Kanda A, Nakayama K, Sanbongi C, Nagata M, Ikegami S, Itoh H. Effects of whey, caseinate, or milk protein ingestion on muscle protein synthesis after exercise. **Nutrients.** 2016;8(6):E339.
16. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Harris TB, Tylavsky FA, Newman AB, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. **Am J Clin Nutr.** 2008;87(1):150-5.
17. Sato K, Fujita S. Exercise, nutrition, and aging in the regulation of muscle protein synthesis. **J Phys Fitness Sports Med.** 2013;2(3):295-300.
18. Francaux M, Demeulder B, Naslain D, Fortin R, Lutz O, Caty G, et al. Aging Reduces the Activation of the mTORC1 Pathway after Resistance Exercise and Protein Intake in Human Skeletal Muscle: Potential Role of REDD1 and Impaired Anabolic Sensitivity. **Nutrients.** 2016;8(1):E47.
19. Winett RA, Davy BM, Marinik E, Savla J, Winett SG, Phillips SM, et al. Developing a new treatment paradigm for disease prevention and healthy aging. **Transl Behav Med.** 2014;4(1):117-23.
20. Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, Beaufrere B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. **Proc Natl Acad Sci U S A.** 1997;94(26):14930-5.
21. Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Macdonald MJ, Macdonald JR, Armstrong D, Phillips SM. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. **Am J Clin Nutr.** 2007;85(4):1031-40.
22. Devries MC, Phillips SM. Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. **J Food Sci.** 2015;80 Suppl 1:A8-A15.
23. Pennings B, Boirie Y, Senden JM, Gijzen AP, Kuipers H, van Loon LJ. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. **Am J Clin Nutr.** 2011;93(5):997-1005.
24. Burd NA, Yang Y, Moore DR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men. **Br J Nutr.** 2012;108(6):958-62.
25. Churchward-Venne TA, Burd NA, Mitchell CJ, West DW, Philp A, Marcotte GR, et al. Supplementation of a suboptimal protein dose with leucine or essential amino acids: effects on myofibrillar protein synthesis at rest and following resistance exercise in men. **J Physiol.** 2012;590(11):2751-65.
26. Nicodemo DG, M. P. Juventude dos anos 60-70 e envelhecimento: estudo de casos sobre feminização e direitos de mulheres idosas. **Rev Ciênc Ext.** 2010;6(1):41.

27. Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **Am J Phys Med Rehabil.** 2002;81(11 Suppl):S3-16.
28. Veras RP. Experiências e tendências internacionais de modelos de cuidado para com o idoso. **Ciência & Saúde Coletiva.** 2012;17:231-8.
29. Veras R. Envelhecimento populacional contemporâneo: demandas, desafios e inovações. **Rev Saúde Pública.** 2009;43:548-54.
30. Figueiredo MdLF, Tyrrell MAR. O gênero (in)visível da terceira idade no saber da enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem.** 2004;57:679-82.
31. Carvalho JAMd, Rodríguez-Wong LL. A transição da estrutura etária da população brasileira na primeira metade do século XXI. **Cadernos de Saúde Pública.** 2008;24:597-605.
32. Ministério da S. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. **Ministério da Saúde, Brasília.** 2006.
33. Geib LTC. Determinantes sociais da saúde do idoso. **Ciência & Saúde Coletiva.** 2012;17:123-33.
34. Zago AS. Exercício físico e o processo saúde-doença no envelhecimento. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia.** 2010;13:153-8.
35. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. **Am J Clin Nutr.** 2010;91(4):1123s-7s.
36. Sturnieks DL, Finch CF, Close JC, Tiedemann A, Lord SR, Pascoe DA. Exercise for falls prevention in older people: assessing the knowledge of exercise science students. **J Sci Med Sport.** 2010;13(1):59-64.
37. Hunter GR, Treuth MS, Weinsier RL, Kekes-Szabo T, Kell SH, Roth DL, et al. The effects of strength conditioning on older women's ability to perform daily tasks. **J Am Geriatr Soc.** 1995;43(7):756-60.
38. Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, Bamman MM, Weinsier RL. The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2001;56(10):B443-8.
39. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. **Sports Med.** 2004;34(5):329-48.
40. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. **Sports Med.** 2000;30(4):249-68.
41. Visser AW, de Mutsert R, Loef M, le Cessie S, den Heijer M, Bloem JL, et al. The role of fat mass and skeletal muscle mass in knee osteoarthritis is different for men and women: the NEO study. **Osteoarthritis Cartilage.** 2014;22(2):197-202.
42. Shishikura K, Tanimoto K, Sakai S, Tanimoto Y, Terasaki J, Hanafusa T. Association between skeletal muscle mass and insulin secretion in patients with type 2 diabetes mellitus. **Endocr J.** 2014;61(3):281-7.

43. Aleman-Mateo H, Lopez Teros MT, Ramirez FA, Astiazaran-Garcia H. Association between insulin resistance and low relative appendicular skeletal muscle mass: evidence from a cohort study in community-dwelling older men and women participants. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2014;69(7):871-7.
44. Montero-Fernandez N, Serra-Rexach JA. Role of exercise on sarcopenia in the elderly. **Eur J Phys Rehabil Med.** 2013;49(1):131-43.
45. Manini TM. Energy expenditure and aging. *Ageing research reviews.* 2010;9(1):1-11.
46. Short KR, Nair KS. The effect of age on protein metabolism. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care.** 2000;3(1):39-44.
47. Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 1995;50 Spec No:11-6.
48. Walrand S, Guillet C, Salles J, Cano N, Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. **Clin Geriatr Med.** 2011;27(3):365-85.
49. Phillips SM. Physiologic and molecular bases of muscle hypertrophy and atrophy: impact of resistance exercise on human skeletal muscle (protein and exercise dose effects). **Appl Physiol Nutr Metab.** 2009;34(3):403-10.
50. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Med Sci Sports Exerc.** 2003;35(3):456-64.
51. Botero JP, Shiguemoto GE, Prestes J, Marin CT, Do Prado WL, Pontes CS, et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **J Sports Med Phys Fitness.** 2013;53(3):289-94.
52. Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. **J Sports Sci.** 2009;27(14):1607-15.
53. Breen L, Phillips SM. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. **Nutr Metab (Lond).** 2011;8:68.
54. Welle S, Thornton C, Jozefowicz R, Statt M. Myofibrillar protein synthesis in young and old men. **Am J Physiol.** 1993;264(5 Pt 1):E693-8.
55. Wall BT, Gorissen SH, Pennings B, Koopman R, Groen BB, Verdijk LB, et al. Aging Is Accompanied by a Blunted Muscle Protein Synthetic Response to Protein Ingestion. **PLoS One.** 2015;10(11):e0140903.
56. Atherton PJ, Etheridge T, Watt PW, Wilkinson D, Selby A, Rankin D, et al. Muscle full effect after oral protein: time-dependent concordance and discordance between human muscle protein synthesis and mTORC1 signaling. **Am J Clin Nutr.** 2010;92(5):1080-8.
57. Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. **J Physiol.** 2009;587(1):211-7.

58. Pennings B, Koopman R, Beelen M, Senden JM, Saris WH, van Loon LJ. Exercising before protein intake allows for greater use of dietary protein-derived amino acids for de novo muscle protein synthesis in both young and elderly men. **Am J Clin Nutr** 2011;93(2):322-31.
59. Evans WJ. Effects of exercise on body composition and functional capacity of the elderly. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 1995;50 Spec No:147-50.
60. Staples AW, Burd NA, West DW, Currie KD, Atherton PJ, Moore DR, et al. Carbohydrate does not augment exercise-induced protein accretion versus protein alone. **Med Sci Sports Exerc**. 2011;43(7):1154-61.
61. Deldicque L, Theisen D, Francaux M. Regulation of mTOR by amino acids and resistance exercise in skeletal muscle. **Eur J Appl Physio**. 2005;94(1-2):1-10.
62. Harper AE, Miller RH, Block KP. Branched-chain amino acid metabolism. **Annu Rev Nutr**.1984;4:409-54.
63. Norton LE, Layman DK. Leucine regulates translation initiation of protein synthesis in skeletal muscle after exercise. **J Nutr**. 2006;136(2):533s-7s.
64. Anthony JC, Anthony TG, Kimball SR, Jefferson LS. Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. **J Nutr**. 2001;131(3):856s-60s.
65. Stipanuk MH. Leucine and protein synthesis: mTOR and beyond. **Nutr Rev**. 2007;65(3):122-9.
66. Phillips SM, Tipton KD, Ferrando AA, Wolfe RR. Resistance training reduces the acute exercise-induced increase in muscle protein turnover. **Am J Physiol**. 1999;276(1 Pt 1):E118-24.
67. Pallafacchina G, Calabria E, Serrano AL, Kalkhovde JM, Schiaffino S. A protein kinase B-dependent and rapamycin-sensitive pathway controls skeletal muscle growth but not fiber type specification. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 2002;99(14):9213-8.
68. Yamada AK, Verlengia R, Bueno Junior CR. Mechanotransduction pathways in skeletal muscle hypertrophy. **J Recept Signal Transduct Res**. 2012;32(1):42-4.
69. Gariballa S. Nutrition and older people: special considerations relating to nutrition and ageing. **Clin Med (Lond)**. 2004;4(5):411-4.
70. Fisberg RM, Marchioni DM, Castro MA, Verly E, Jr., Araujo MC, Bezerra IN, et al. Inadequate nutrient intake among the Brazilian elderly: National Dietary Survey 2008-2009. **Rev Saude Publica**. 2013;47 Suppl 1:222s-30s.
71. Morley JE. Anorexia of aging: physiologic and pathologic. **Am J Clin Nutr**. 1997;66(4):760-73.
72. Wolfe RR, Miller SL, Miller KB. Optimal protein intake in the elderly. **Clin Nutr**. 2008;27(5):675-84.
73. Wolfe RR. The role of dietary protein in optimizing muscle mass, function and health outcomes in older individuals. **Br J Nutr**. 2012;108 Suppl 2:S88-93.

74. Marchini JSF, E.; Moriguti, J. C. Suporte Nutricional no paciente idoso: Definição. Diagnóstico, Avaliação e Intervenção. **Medicina**, Ribeirão Preto. 1998;31(1):54-61.
75. Nowson C, O'Connell S. Protein Requirements and Recommendations for Older People: A Review. **Nutrients**. 2015;7(8):6874-99.
76. Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. **World Health Organ Tech Rep Ser**. 2007(935):1-265, back cover.
77. Tang M, McCabe GP, Elango R, Pencharz PB, Ball RO, Campbell WW. Assessment of protein requirement in octogenarian women with use of the indicator amino acid oxidation technique. **Am J Clin Nutr**. 2014;99(4):891-8.
78. Fukagawa NK. Protein requirements: methodologic controversy amid a call for change. **Am J Clin Nutr**. 2014;99(4):761-2.
79. Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. Report of the Panel on Dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of Food Policy. **Rep Health Soc Subj (Lond)**. 1991;41:1-210.
80. Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. **J Am Diet Assoc**. 2002;102(11):1621-30.
81. Council. NHaMR. Recommended Dietary Intakes for Use in Australia. **Australian Government Publishing Service: Canberra**. 1991.
82. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. **J Am Med Dir Assoc**. 2013;14(8):542-59.
83. Volpi E, Campbell WW, Dwyer JT, Johnson MA, Jensen GL, Morley JE, et al. Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance? **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2013;68(6):677-81.
84. Campbell WW, Crim MC, Dallal GE, Young VR, Evans WJ. Increased protein requirements in elderly people: new data and retrospective reassessments. **Am J Clin Nutr**. 1994;60(4):501-9.
85. Campbell WW, Trappe TA, Wolfe RR, Evans WJ. The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2001;56(6):M373-80.
86. Promislow JH, Goodman-Gruen D, Slymen DJ, Barrett-Connor E. Protein consumption and bone mineral density in the elderly : the Rancho Bernardo Study. **Am J Epidemiol**. 2002;155(7):636-44.
87. Hannan MT, Tucker KL, Dawson-Hughes B, Cupples LA, Felson DT, Kiel DP. Effect of dietary protein on bone loss in elderly men and women: the Framingham Osteoporosis Study. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. **J Bone Miner Res**. 2000;15(12):2504-12.

88. Scott D, Blizzard L, Fell J, Giles G, Jones G. Associations between dietary nutrient intake and muscle mass and strength in community-dwelling older adults: the Tasmanian Older Adult Cohort Study. **J Am Geriatr Soc.** 2010;58(11):2129-34.
89. Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella D, Deutz NE, et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. **J Am Med Dir Assoc.** 2010;11(6):391-6.
90. Siso MIG. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. **Bioresour Technol.** 1996;57(1):1-11.
91. NIELSEN WK, MORTEN, A. O. AND LIHME, A. Expanding the frontiers in separation technology. **Scandinavian dairy Information.** 2002(2).
92. Marshall K. Therapeutic applications of whey protein. *Alternative medicine review : a journal of clinical therapeutic.* **Altern Med Ver.** 2004;9(2):136-56.
93. Ha E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). **J Nutr Biochem.** 2003;14(5):251-8.
94. Burke DG, Chilibeck PD, Davidson KS, Candow DG, Farthing J, Smith-Palmer T. The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** 2001;11(3):349-64.
95. Dangin M, Boirie Y, Guillet C, Beaufriere B. Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. **J Nutr.** 2002;132(10):3228s-33s.
96. Finger D, Goltz FR, Umpierre D, Meyer E, Rosa LH, Schneider CD. Effects of protein supplementation in older adults undergoing resistance training: a systematic review and meta-analysis. **Sports Med.** 2015;45(2):245-55.
97. Malafarina V, Uriz-Otano F, Iniesta R, Gil-Guerrero L. Effectiveness of nutritional supplementation on muscle mass in treatment of sarcopenia in old age: a systematic review. **J Am Med Dir Assoc.** 2013;14(1):10-7.
98. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc.** 2004;36(12):2073-81.
99. Cermak NM, Res PT, de Groot LC, Saris WH, van Loon LJ. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. **Am J Clin Nutr.** 2012;96(6):1454-64.
100. Holm L, Olesen JL, Matsumoto K, Doi T, Mizuno M, Alsted TJ, et al. Protein-containing nutrient supplementation following strength training enhances the effect on muscle mass, strength, and bone formation in postmenopausal women. **J Appl Physiol.** 2008;105(1):274-81.
101. Iglay HB, Apolzan JW, Gerrard DE, Eash JK, Anderson JC, Campbell WW. Moderately increased protein intake predominately from egg sources does not influence whole body,

regional, or muscle composition responses to resistance training in older people. **J Nutr Health Aging.** 2009;13(2):108-14.

102. Kim HK, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kobayashi H, Kato H, et al. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. **J Am Geriatr Soc.** 2012;60(1):16-23.

103. Leenders M, Verdijk LB, Van der Hoeven L, Van Kranenburg J, Nilwik R, Wodzig WK, et al. Protein supplementation during resistance-type exercise training in the elderly. **Med Sci Sports Exerc.** 2013;45(3):542-52.

104. Tieland M, Dirks ML, van der Zwaluw N, Verdijk LB, van de Rest O, de Groot LC, et al. Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **J Am Med Dir Assoc.** 2012;13(8):713-9.

105. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF, Lohman T. Stature, recumbent length, and weight. **Anthropometric standardization reference manual Champaign: Human kinetics Books.** 1988:3-8.

106. Kim J, Heshka S, Gallagher D, Kotler DP, Mayer L, Albu J, et al. Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. **J Appl Physiol.** 2004;97(2):655-60.

107. Amarante do Nascimento M, Januario RS, Gerage AM, Mayhew JL, Cheche Pina FL, Cyrino ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **J Strength Cond Res.** 2013;27(6):1636-42.

108. UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos. 2011;4^o Edição.

109. Lacerda EMDA. Tabela para Avaliação de Consumo Alimentar em Medidas Caseiras **Atheneu Editora.** 2004;4^o Edição.

110. Sizaret FJ, Claude. Tabela de Composição de Alimentos da **ENDF** Rio de Janeiro. 1999;5^o Edição.

111. Ribeiro AS, Avelar A, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, Souza MF, Padilha CS, et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. **Eur J Sport Sci.** 2015;15(4):256-64.

112. Gallagher D, Ruts E, Visser M, Heshka S, Baumgartner RN, Wang J, et al. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. **Am J Physiol Endocrinol Metab.** 2000;279(2):E366-75.

113. Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. **J Appl Physiol.** 1991;71(2):644-50.

114. Hughes VA, Frontera WR, Wood M, Evans WJ, Dallal GE, Roubenoff R, et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2001;56(5):B209-17.

115. Moore DR, Churchward-Venne TA, Witard O, Breen L, Burd NA, Tipton KD, et al. Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2015;70(1):57-62.
116. Kumar V, Atherton PJ, Selby A, Rankin D, Williams J, Smith K, et al. Muscle protein synthetic responses to exercise: effects of age, volume, and intensity. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2012;67(11):1170-7.
117. Bechshoft RL, Reitelseder S, Hojfeldt G, Castro-Mejia JL, Khakimov B, Ahmad HF, et al. Counteracting Age-related Loss of Skeletal Muscle Mass: a clinical and ethnological trial on the role of protein supplementation and training load (CALM Intervention Study): study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**. 2016;17(1):397.
118. Pyka G, Lindenberger E, Charette S, Marcus R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. **J Gerontol**. 1994;49(1):M22-7.
119. Drummond MJ, Dreyer HC, Pennings B, Fry CS, Dhanani S, Dillon EL, et al. Skeletal muscle protein anabolic response to resistance exercise and essential amino acids is delayed with aging. **J Appl Physiol**. 2008;104(5):1452-61.
120. Christie J. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Int J Older People Nurs**. 2011;6(3):244-6.
121. Gregorio L, Brindisi J, Kleppinger A, Sullivan R, Mangano KM, Bihuniak JD, et al. Adequate dietary protein is associated with better physical performance among post-menopausal women 60-90 years. *The journal of nutrition, health & aging*. 2014;18(2):155-60.
122. Koopman R, Saris WH, Wagenmakers AJ, van Loon LJ. Nutritional interventions to promote post-exercise muscle protein synthesis. **Sports Med**. 2007;37(10):895-906.
123. Phillips SM, Tang JE, Moore DR. The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. **J Am Coll Nutr**. 2009;28(4):343-54.
124. Maltais ML, Ladouceur JP, Dionne IJ. The Effect of Resistance Training and Different Sources of Postexercise Protein Supplementation on Muscle Mass and Physical Capacity in Sarcopenic Elderly Men. **J Strength Cond Res**. 2016;30(6):1680-7.
125. Karelis AD, Messier V, Suppere C, Briand P, Rabasa-Lhoret R. Effect of cysteine-rich whey protein (immunocal(R)) supplementation in combination with resistance training on muscle strength and lean body mass in non-frail elderly subjects: a randomized, double-blind controlled study. **J Nutr Health Aging**. 2015;19(5):531-6.
126. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2005;60(3):324-33.
127. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2006;61(1):72-7.

128. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, Pina FL, Nascimento MA, Cyrino ES. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: a randomized crossover trial. **J Strength Cond Res.** 2016; Sep 23 [Epub ahead of print].
129. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Souza MF, Tomeleri CM, Venturini D, Barbosa DS, et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: A randomized crossover study. **Exp Gerontol.** 2016;79:8-15.
130. Russ DW, Gregg-Cornell K, Conaway MJ, Clark BC. Evolving concepts on the age-related changes in "muscle quality". **J Cachexia Sarcopenia Muscle.** 2012;3(2):95-109.
131. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. **Sports Med.** (Auckland, NZ). 2015;45(5):641-58.
132. Bosse JD, Dixon BM. Dietary protein to maximize resistance training: a review and examination of protein spread and change theories. **J Int Soc Sports Nutr.** 2012;9(1):42.



APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

“Efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos em mulheres idosas”

Prezada Senhora,

Gostaríamos de convidá-la a participar da pesquisa **“Efeito da suplementação de Whey Protein (Proteína do Soro do Leite) associado ao treinamento com pesos em mulheres idosas”** (CADASTRO PROPPG N° 07815), a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa será analisar o efeito da suplementação alimentar associado a um programa de treinamento com pesos sobre parâmetros morfológicos, metabólicos e de desempenho de mulheres idosas.

Todas as avaliações serão realizadas por profissionais previamente treinados para tal finalidade. A assinatura deste termo permitirá que você participe das seguintes atividades:

- (1) Programa de treinamento com pesos com duração de 36 semanas;
- (2) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares e fumo;
- (3) Medidas de peso, estatura e pressão arterial/frequência cardíaca em repouso;
- (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica (teste com duração de 30s: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), DEXA (teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitado em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas). O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco);
- (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feito por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos;
- (6) Avaliação da aptidão neuromuscular pelos testes de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima);
- (7) Consumir uma dose do suplemento proteico durante cada dia de treinamento.

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. O participante pode recusar-se a participar/desistir a qualquer momento sem sofrer prejuízo algum. As informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa e todos os documentos e amostras utilizados serão identificados por um código numérico sem identificação nominal para preservar a identidade do participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma aos participantes.

Ao final do estudo, comprometemo-nos a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues aos participantes. Espera-se, com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de indivíduos adultos idosos por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos dos participantes. Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea e cansaço durante os testes físicos. É possível também que alguns grupamentos musculares exigidos nos testes de esforço fiquem doloridos entre 24 e 48 horas após a realização dos mesmos.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contactar o Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 9139-4509 ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 – Campus Universitário, telefone (43) 3371-4000. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.



Londrina, ____ de _____ de 2015.

Edilson Serpeloni Cyrino

Eu, _____

(nome por extenso do sujeito de pesquisa), portadora do

RG: _____ tendo sido devidamente esclarecido sobre os

procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: ____/____/2015

APÊNDICE C
Entrevista – Projeto idosas

NOME: _____

TELEFONE:(___) _____ **IDADE:** _____ anos **NASCIMENTO** ___/___/___

ENDEREÇO: _____

ANAMNESE

1) Você possui algum problema cardiovascular ou metabólico?

(___)Sim (___)Não

(___)Hipertensão (___)Diabetes (___)Colesterol/Triglicérides Elevado

(___)Hipoglicemia

2) Você está acima ou abaixo do seu peso desejado?

(___)Sim (___)Não Caso positivo,

quanto? _____

3) Você possui algum problema osteomuscular?

(___)Sim (___)Não

(___)Fibromialgia (___)Artrite (___)Artrose (___)Bico de papagaio (___)Hérnia de disco (___)Lesão Muscular (___)Desgaste Ósseo

4) Você vai com frequência (pelo menos uma vez ao ano) ao médico?

(___)Sim (___)Não Caso positivo, qual? _____

5) Alguma vez o médico disse que você não pode fazer exercícios físicos?

(___)Sim (___)Não Caso positivo, porque? _____

6) Você faz uso diário de algum medicamento?

(___)Sim (___)Não Caso positivo, qual e porquê? _____

7) Você é fumante?

(___)Sim (___)Não Caso positivo, quantos cigarros por dia?_____

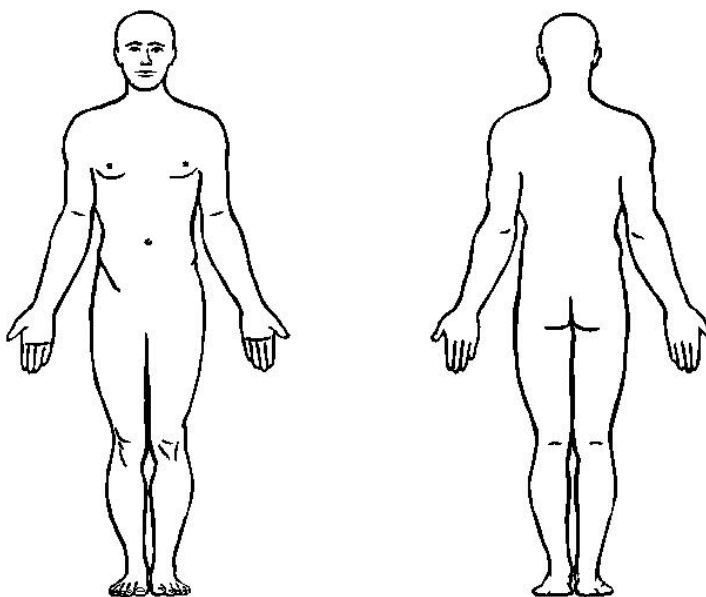
8) Você faz uso de bebida alcoólica com frequência (mais que duas vezes por semana)?

(___)Sim (___)Não Caso positivo, quanto?_____

9) Você tem realizado exercício físico regularmente nos últimos seis meses?

(___)Sim (___)Não Caso positivo, qual?_____

10) Utilizando o corpo desenhado logo abaixo, em qual parte você sente dor? Sinalize com uma seta o local e coloque o motivo.



11) Você tem alguma viagem/cirurgia marcada para os próximos 12 meses?

(___)Sim (___)Não Caso positivo, qual?_____

12) Qual horário de treinamento a senhora pode participar?

(___)8:00 hs (___)9:00 hs

ANEXO A

Financiamento Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



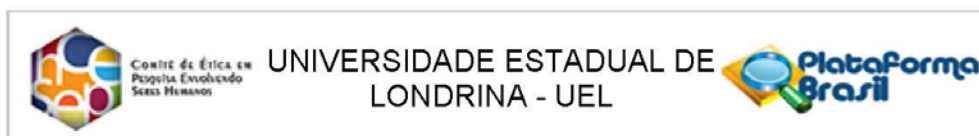
**IMPACTO DO TREINAMENTO COM PESOS EM DIFERENTES
FREQUÊNCIAS SEMANAIS, DESTREINAMENTO E
RETREINAMENTO SOBRE BIOMARCADORES DE SAÚDE,
COMPOSIÇÃO CORPORAL, DESEMPENHO MOTOR E
INDICADORES DE QUALIDADE DE VIDA EM MULHERES IDOSAS**

Processo: 309455/2013-8

EDILSON SERPELONI CYRINO

ANEXO B

Parecer do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da suplementação de Whey Protein associado a 12 semanas de treinamento com pesos sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos e a força muscular em mulheres idosas

Pesquisador: EDILSON SERPELONI CYRINO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 57397116.9.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - Departamento de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

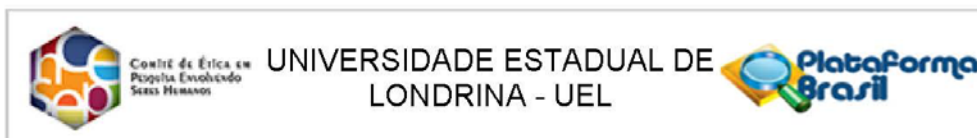
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.700.756

Apresentação do Projeto:

O documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_705574.pdf" em seu item "Resumo" diz: O processo de envelhecimento tem um impacto negativo sobre diversos indicadores de saúde e qualidade de vida, sobretudo, em pessoas que adotam comportamentos sedentários. No entanto, muitos estudos vêm demonstrando a implicação da suplementação alimentar juntamente com a prática de exercício físico como uma ferramenta de combate aos efeitos do envelhecimento. **Objetivo:** Analisar o efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, os biomarcadores sanguíneos e a força muscular em mulheres idosas. **Métodos:** Aproximadamente 60 mulheres idosas serão acompanhadas ao longo de 12 semanas em três grupos experimentais (WP-PLA: suplementação de Whey Protein pré-exercício e placebo pós-exercício; PLA-WP: placebo pré-exercício + suplementação de Whey Protein pós-exercício; PLA-PLA: placebo pré e pós-exercício. **Medidas antropométricas e hemodinâmicas, composição corporal, registros alimentares, desempenho motor, bioquímica sanguínea e indicadores de qualidade de vida serão obtidos pré e pós intervenção. Resultados esperados:** Considerando os riscos para a saúde associados ao comportamento sedentário e os possíveis benefícios do treinamento com pesos, associado a baixa ingestão proteica em idosos,

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário
UF: PR **Município:** LONDRINA **CEP:** 86.057-970
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

espera-se que as informações a serem produzidas neste estudo forneçam subsídios importantes para a saúde de mulheres idosas e que permitam uma tomada de decisão mais segura sobre a prescrição de suplementos proteicos, visto que a baixa ingestão proteica é frequente nessa população e está associado a alterações das necessidades nutricionais, fatores econômicos e dificuldade na digestão.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar o efeito da suplementação de Whey Protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, os biomarcadores sanguíneos e a força muscular em mulheres idosas.

Objetivo Secundário:

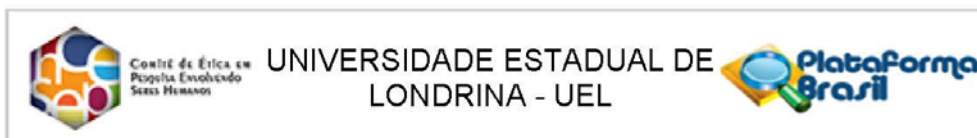
- Analisar o efeito anabólico e anticatabólico da suplementação associado ao treinamento com pesos na composição corporal e indicadores hormonais em mulheres idosas;
- Analisar o efeito da suplementação e treinamento com pesos sobre a água corporal e suas subfrações em idosas;
- Analisar o efeito do TP e consumo de suplemento proteico sobre a força de mulheres idosas;
- Verificar o efeito da suplementação proteica e treinamento com pesos sobre a capacidade funcional de idosas;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O projeto apresenta riscos mínimos, relacionados com os possíveis desconfortos decorrentes das medidas antropométricas e de força muscular, coleta de sangue para medidas bioquímicas, além do eventual constrangimento a algumas das questões do instrumento de qualidade de vida. É possível, também, que no início do programa de treinamento as participantes sintam dores musculares após as sessões de exercícios. Caso ocorra algum tipo de desconforto ou dano, previsto ou não (ex.: acidente durante a manipulação de pesos, ou durante a execução dos exercícios), decorrente da execução do projeto, o participante será prontamente atendido e amparado pela equipe do projeto. Quanto à substância oferecida como suplemento, não existem danos a saúde comprovados na literatura devido a sua ingestão dentro das doses recomendadas, nem quanto a restrição a populações especiais, como hipertensos ou portadores de doenças renais. Todas as participantes serão informadas sobre a suplementação de whey protein e questionadas quanto a possíveis alergias, no entanto, caso alguma participante apresente

Endereço: LABESC - Sala 14	CEP: 86.057-970
Bairro: Campus Universitário	
UF: PR	Município: LONDRINA
Telefone: (43)3371-5455	E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.758

sintomas de intolerância será suspensa a suplementação. Quanto ao uso de maltodextrina, a contraindicação é para portadores de diabetes melitus tipo I e II, no entanto, essa população em especial não fará parte da nossa amostra. Outros riscos do uso contínuo de maltodextrina é o possível aumento da glicemia e de peso, no entanto, será feito controle da glicemia, por meio da aferição da glicose semanalmente, utilizando um glicosímetro portátil, marca Abbott Optium Xceed.

Benefícios:

Espera-se que com a associação da do treinamento e a suplementação de whey protein, os participantes do estudo aumentem a massa livre de gordura, bem como a força e resistência muscular. Espera-se também que o whey protein possa minimizar os efeitos deletérios produzidos pelo estresse oxidativo. Espera-se que as participantes do estudo se beneficiem dos resultados positivos que a prática de exercícios orientados pode gerar nesta faixa etária. Ao final da pesquisa, as pessoas submetidas ao grupo controle também receberão a suplementação de whey protein, ao término do projeto, sem nenhum custo. Assim como, as pessoas que não ficaram alocadas no grupo de melhor resultado receberão a suplementação ao término do projeto, sem nenhum custo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este CEP entende e ressalta a relevância do estudo e considera que não há pendências éticas ou documentais.

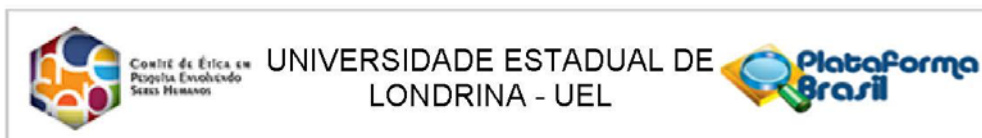
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Apresenta Folha de Rosto devidamente preenchida e assinada pelo diretor do CEFE.
2. Apresenta TCLE em forma de convite e contendo as informações necessárias sobre o projeto.
3. Apresenta Cronograma de Execução compatível.
4. Apresenta Orçamento Financeiro detalhado.
5. Apresenta autorização da unidade Co-Participante (HU).
6. Apresenta declaração do responsável pelas análises bioquímicas.
7. Apresenta declaração do médico cardiologista responsável pela avaliação de aptidão física das participantes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica.

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário
UF: PR **Município:** LONDRINA **CEP:** 86.057-970
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado (a) Pesquisador (a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade imprimi-lo para apresentação aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_705574.pdf	12/08/2016 11:21:53		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_2.pdf	12/08/2016 11:20:49	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2.pdf	12/08/2016 11:20:38	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_1.pdf	02/08/2016 11:14:24	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	ENTREVISTA.pdf	02/08/2016 10:57:03	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	luciano.pdf	02/08/2016 10:54:28	EDILSON SERPELONI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE1.pdf	02/08/2016 10:53:01	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostocorrigida.pdf	02/08/2016 10:49:24	EDILSON SERPELONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	24/06/2016 21:12:41	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	24/06/2016 21:08:39	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaoDecio.pdf	14/06/2016 12:11:55	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	ParecerHU.pdf	14/06/2016 12:10:39	EDILSON SERPELONI	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

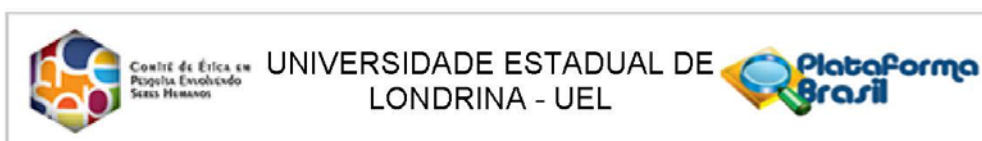
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 1.700.756

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 29 de Agosto de 2016

Assinado por:

**Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
(Coordenador)**

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br

ANEXO C

Laudo das características físico-químicas das substâncias utilizadas



Universidade
Estadual de Londrina
Centro de Ciências Agrárias
Depto. Tecnologia de Alimentos e Medicamentos

Campus Universitário
Fone: (43) 3371-4585
Fax: (43) 3371-4585
Caixa Postal 6001
CEP 86051-970



FAUEL
Fundação de Apoio ao Desenvolvimento
da Universidade Estadual de Londrina

Relatório de Ensaios

Protocolo: 161/2016

Pag.:1 de 1

Produto: MALTO DEXTRINA

Marca do Produto:

Registro:

Data Fabricação:

Data Validade:

Lote Nº:

Fabricante:

Solicitante: EDILSON SERPELONI CYRINO

Endereço: Rua Caracas, 377 - Apto 2103 Santa Rosa

Cidade: Londrina

Estado: PR

Resultado

Características Físico-Químicas	A
Carboidratos, g/100g	95,16
Lípidios, g/100g	N.D
Proteína Total, g/100g	0,84
Resíduo Mineral Fixo - Cinzas, g/100g	0,14
Umidade (105°C), g/100g	3,86
Valor Calórico Total (Kcal/100g)	384

Conclusão: Produto de acordo com os padrões legais vigentes.

Observação: Este resultado refere-se à amostra recebida em: 06/05/2016

Obs Geral:

Londrina , 20 de maio de 2016.

Prof. Wilma Spinosa
Gerente da Qualidade

CREA SP - 5062160115



Universidade
Estadual de Londrina
Centro de Ciências Agrárias
Depto. Tecnologia de Alimentos e Medicamentos

Campus Universitário
Fone: (43) 3371-4585
Fax: (43) 3371-4585
Caixa Postal 6001
CEP 86051-970



Fundação de Apoio ao Desenvolvimento
da Universidade Estadual de Londrina

Relatório de Ensaios

Protocolo: 160/2016

Produto: Suco em pó

Pag.:1 de 1

Marca do Produto:

Registro:

Data Fabricação:

Data Validade:

Lote N°:

Fabricante:

Solicitante: EDILSON SERPELONI CYRINO

Endereço: Rua Caracas, 377 - Apto 2103 Santa Rosa

Cidade: Londrina

Estado: PR

Resultado

<u>Características Físico-Químicas</u>	<u>A</u>
Carboidratos, g/100g	88,82
Lípidios, g/100g	N.D
Proteína Total, g/100g	2,93
Resíduo Mineral Fixo - Cinzas, g/100g	7,15
Umidade, g/100g	1,10
Valor Calórico Total (Kcal/100g)	367

Conclusão: Produto de acordo com os padrões legais vigentes.

Observação: Este resultado refere-se à amostra recebida em: 06/05/2016

Obs Geral:

Londrina, 01 de junho de 2016.

Prof. Wilma Spinosa
Gerente da Qualidade

CREA SP - 5062160115



Universidade
Estadual de Londrina
Centro de Ciências Agrárias
Depto. Tecnologia de Alimentos e Medicamentos

Campus Universitário
Fone: (43) 3371-4585
Fax: (43) 3371-4585
Caixa Postal 6001
CEP 86051-970



FAUEL
Fundação de Apoio ao Desenvolvimento
da Universidade Estadual de Londrina

Relatório de Ensaios

Protocolo: 159/2016

Pag.:1 de 1

Produto: Whey Isolado Hidrolisado

Marca do Produto:

Registro:

Data Fabricação:

Data Validade:

Lote Nº:

Fabricante:

Solicitante: EDILSON SERPELONI CYRINO

Endereço: Rua Caracas, 377 - Apto 2103 Santa Rosa

Cidade: Londrina

Estado: PR

Resultado

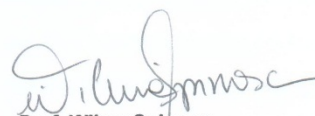
Características Físico-Químicas	A
Carboidratos, g/100g	14,89
Lípidios, g/100g	0,49
Proteína Total, g/100g	77,50
Resíduo Mineral Fixo - Cinzas, g/100g	2,87
Umidade (105°C), g/100g	4,25
Valor Calórico Total (Kcal/100g)	373,97

Conclusão: Produto de acordo com os padrões legais vigentes.

Observação: Este resultado refere-se à amostra recebida em: 06/05/2016

Obs Geral:

Londrina , 20 de maio de 2016.


Prof. Wilma Spinosa
Gerente da Qualidade
CREA SP - 5062160115