



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

**INFLUÊNCIA DA INGESTÃO PROTEICA DURANTE O
TREINAMENTO RESISTIDO E DESTREINAMENTO SOBRE A
COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR E APTIDÃO
FUNCIONAL EM MULHERES IDOSAS**

PAULO SUGIHARA JUNIOR

ORIENTADOR PROF. DR. EDILSON SERPELONI CYRINO

Londrina/PR

2024

PAULO SUGIHARA JUNIOR

**INFLUÊNCIA DA INGESTÃO PROTEICA DURANTE O
TREINAMENTO RESISTIDO E DESTREINAMENTO SOBRE A
COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR E APTIDÃO
FUNCIONAL EM MULHERES IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde CCS/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina/PR

2024

Dados internacionais de catalogação da publicação (CIP)

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Sugihara Junior, Paulo.

INFLUÊNCIA DA INGESTÃO PROTEICA DURANTE O TREINAMENTO RESISTIDO E DESTREINAMENTO SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR E APTIDÃO FUNCIONAL EM MULHERES IDOSAS / Paulo Sugihara Junior. - Londrina, 2024.
87 f.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2024.

Inclui bibliografia.

1. envelhecimento - Tese. 2. treinamento de força - Tese. 3. ingestão proteica - Tese. 4. massa muscular - Tese. I. Serpeloni Cyrino, Edilson. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDU 796

PAULO SUGIHARA JUNIOR

**INFLUÊNCIA DA INGESTÃO PROTEICA DURANTE O
TREINAMENTO RESISTIDO E DESTREINAMENTO SOBRE A
COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR E APTIDÃO
FUNCIONAL EM MULHERES IDOSAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde CCS/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Prof. Dr. Danilo Rodrigues Pereira da Silva
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Profa. Dra. Hellen Clair Garcez Nabuco
Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)

Profa. Dra. Michele Caroline da Costa Trindade
Avelar
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Prof. Dr. Rafael Deminice
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Londrina, 05 de fevereiro de 2024.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família. Aos meus pais, Paulo (*in memoriam*) 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. Todos 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. À essas pessoas, em particular, prestarei, por meio de poucas palavras, os meus mais sinceros agradecimentos.

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.

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 (*in memoriam*) e Luci, que com amor e exemplo de integridade moral, me prepararam para a vida. Por terem sido meus cuidadores, me proporcionaram exemplos de determinação e me ensinaram a lutar por meus sonhos pessoais e profissionais.

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. Unidos somos fortes!

Aos Professores Dr. Danilo Rodrigues Pereira da Silva, Dr. Rafael Deminice, Dra. Michele Caroline da Costa Trindade Avelar, Dra. Hellen Clair Garcez Nabuco por aceitarem o convite para compor a banca examinadora desta tese, por sua disponibilidade e contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

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).

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 doutorado concedida e que permitiu que eu pudesse me dedicar com afinco à execução deste trabalho.

Aos meus amigos Rodrigo e Wítalo, por dividirem comigo os desafios, angústias, incertezas e alegrias deste trabalho, sem vocês nada seria possível, gratidão eterna!

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, acreditando que nesse momento eu estava preparando o nosso amanhã.

Por fim dedico este trabalho a todas as pessoas que se foram desta vida, durante o período que estive no doutoramento, serão lembrados eternamente, em especial a Reiko Miyazaki Aizawa (*in memorian*), André Luiz Baptiston (*in memorian*) e Paulo Sugihara (*in memorian*).

“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. **Influência da ingestão proteica durante o treinamento resistido e destreinamento sobre a composição corporal, força muscular e aptidão funcional em mulheres idosas.** 2024. 87 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RESUMO

O treinamento resistido (TR) e a ingestão proteica são as principais estratégias recomendadas, em particular, para a melhora da composição corporal, força muscular e aptidão funcional em idosos. Por outro lado, o destreinamento contribui para que os benefícios adquiridos com o treinamento sejam perdidos ao longo do tempo. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar a associação da ingestão proteica durante o TR e o destreinamento sobre a composição corporal, força muscular e aptidão funcional em mulheres idosas. Para tanto, 128 mulheres idosas (> 60 anos), fisicamente independentes, foram selecionadas para este estudo. As participantes foram submetidas a um programa de TR composto por oito exercícios que foram executados em três séries de 8-12 ou 10-15 repetições, em uma frequência de três sessões semanais durante 24 semanas de treinamento, seguidas por 12 semanas de destreinamento. A composição corporal foi determinada por absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). Testes de uma repetição máxima (1RM) foram aplicados para análise da força máxima, ao passo que um conjunto de testes motores foram utilizados para a determinação da aptidão funcional. A ingestão proteica foi determinada a partir de recordatórios alimentares de 24 h. O TR promoveu ganhos de MIGO apendicular e MME ($P < 0,001$). Entretanto, nenhuma modificação significativa foi encontrada para massa gorda ($P = 0,089$) e massa óssea ($P = 0,084$). Adicionalmente, o TR resultou em aumentos de força muscular no *chest press*, na cadeira extensora, na rosca *scott* e, conseqüentemente, na carga levantada total ($P < 0,001$). Uma melhoria no desempenho funcional foi encontrada na velocidade de marcha ($P < 0,001$), agilidade ($P < 0,001$), flexão de braço ($P < 0,001$), teste de sentar-se e levantar ($P < 0,001$) e no teste de caminhada de 6 min ($P < 0,001$). Análise de regressão linear simples não confirmou a associação da ingestão proteica habitual sobre os desfechos analisados. Nossos resultados sugerem que, independente da ingestão habitual de proteínas, 24 semanas de TR podem melhorar a composição corporal, força muscular e aptidão funcional de mulheres idosas, enquanto 12 semanas de destreinamento não parecem ser suficientes para reverter completamente as alterações induzidas pelo treinamento em mulheres idosas fisicamente independentes.

Palavras-chave: envelhecimento; treinamento de força; proteínas, massa muscular, capacidade funcional.

SUGIHARA JUNIOR, Paulo. **Influence of protein ingestion during resistance training and detraining on body composition, muscular strength, and functional fitness in older women.** 2024. 87 p. Dissertation (Doctorate in Health Sciences) - Health Sciences Center. State University of Londrina, Londrina, 2024.

ABSTRACT

Resistance training (RT) and protein intake are the main recommended strategies, in particular, for improving body composition, muscular strength, and functional fitness in older adults. In contrast, detraining contributes to the decline of the benefits acquired from training over time. Therefore, the present study aimed to analyze the association of protein intake during RT and detraining on body composition, muscle strength, and functional fitness in older adults. One hundred and twenty-eight physically independent older women (> 60) were selected for this study. The participants were submitted to an RT program composed of eight exercises performed in three sets of 8-12 or 10-15 repetitions at three weekly sessions during 24 weeks of training, followed by 12 weeks of detraining. Body composition was determined by dual-energy radiological absorptiometry (DXA). Tests of one repetition maxima (1RM) were applied to analyze maximal strength, while motor tests were used to determine functional fitness. Protein intake was determined based on 24-hour dietary recalls. RT promoted gains in appendicular lean soft tissue mass and skeletal muscle mass ($P < 0.001$). However, no significant changes were found for fat mass ($P = 0.089$) and bone mass ($P = 0.084$). In addition, RT increased muscular strength in the chest press, the leg extension, the preacher curl, and, consequently, the total lifted load ($P < 0.001$). An improvement in functional performance was found in gait speed ($P < 0.001$), agility ($P < 0.001$), push-up ($P < 0.001$), sit-and-stand test ($P < 0.001$), and the 6-minute walk test ($P < 0.001$). Simple linear regression analysis did not confirm the association of habitual protein intake on the outcomes analyzed. Our results suggest that 24 weeks of RT can improve body composition, muscular strength, and functional fitness in older women regardless of habitual protein intake. In contrast, 12 weeks of detraining is not enough to completely reverse the changes induced by training in physically independent older women.

Keywords: aging; strength training; protein, skeletal muscle mass, functional capacity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Referências das recomendações de ingestão diária de proteína (g/kg/dia)	24
Tabela 2 - Características gerais da amostra na linha de base	41
Tabela 3 - Hábitos nutricionais ao longo do período de treinamento resistido e período de destreinamento em mulheres idosas	42
Tabela 4 - Mudanças induzidas pelo programa de treinamento resistido e período de destreinamento em mulheres idosas	44
Tabela 5 - Regressão linear simples para a relação entre ingestão proteica habitual e magnitude das mudanças absolutas nas variáveis dependentes após o período de destreinamento em mulheres idosas	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consequências funcionais da sarcopenia	16
Figura 2 - Função da mTOR	20
Figura 3 - Cascata de sinalização dos aminoácidos e exercício físico.....	21
Figura 4 - Desenho experimental	35
Figura 5 – Fluxograma do estudo.....	36
Figura 6 – Relação entre ingestão proteica habitual e mudanças absolutas após o período de destreinamento nas variáveis de composição corporal em mulheres idosas	46
Figura 7 – Relação entre ingestão proteica habitual e mudanças absolutas após o período de destreinamento nas variáveis de força muscular em mulheres idosas	47
Figura 8 - Relação entre ingestão proteica habitual e mudanças absolutas após o período de destreinamento nas variáveis de capacidade funcional em mulheres idosas	48

LISTA DE SIGLAS

ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
BCAT	Aminotransferase de cadeia ramificada
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DXA	Absortometria radiológica de dupla energia
DPM	Degradação proteica muscular
DRI	Ingestão diária recomendada
DT	Destreinamento
EAR	Necessidade média estimada
IMC	Índice de massa corporal
MIGO	Massa isenta de gordura e osso
MIGO INF	Massa isenta de gordura e osso de membros inferiores
MIGO SUP	Massa isenta de gordura e osso de membros superiores
MME	Massa muscular esquelética
mTOR	Rapamicina alvo de mamíferos
NRI	Ingestão recomendada de nutrientes
OMS	Organização Mundial da Saúde
RM	Repetição máxima
RDA	Dose diária recomendada
TR	Treinamento resistido
VCT	Valor calórico total

SUMÁRIO

1 REFERENCIAL TEÓRICO	15
1.1 Envelhecimento	15
1.2 Força e massa muscular	16
1.3 Treinamento resistido e envelhecimento	17
1.4 Destreinamento	18
1.5 Metabolismo proteico da massa muscular	19
1.6 Nutrição e recomendação de proteínas para idosos	21
2 OBJETIVOS.....	26
2.1 Objetivo geral.....	26
2.2 Objetivos específicos:	26
3. HIPÓTESES.....	27
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	28
4.1 Tipo de estudo	28
4.2 População a amostra	28
4.3 Desfechos primários	28
4.4 Análise dietética.....	28
4.5 Tratamento dos dados	28
5. RESULTADOS.....	30
5.1 Artigo original.....	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERÊNCIAS.....	55
APÊNDICES	67
Apêndice A - Entrevista – Projeto idosas	67
Apêndice B - Termo de consentimento livre e esclarecido	69
Apêndice C - Ficha de treino.....	72
Apêndice D - Modelo do recordatório alimentar.	73
Apêndice E - Exemplos de porções apresentadas às participantes	74
ANEXOS.....	76
Anexo A - Financiamento CNPq	76
Anexo B - Cartas de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	77

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Envelhecimento

O crescimento acentuado da população idosa nas últimas décadas tem atraído a atenção de pesquisadores e gestores públicos em todo o mundo, de modo que estratégias e ações que atendam as necessidades dessa população têm sido cada vez mais exploradas e valorizadas, principalmente, no âmbito da saúde. Considerando que nas próximas quatro décadas existe a expectativa de que a população idosa deva triplicar, em particular no Brasil, tal modificação certamente produzirá um impacto substancial nos sistemas de saúde, com aumento no número de consultas médicas, no uso de medicamentos, no número de internações e cirurgias de urgência (VERAS, 2009). Frente a este cenário, no Brasil a taxa de crescimento da população idosa feminina tem sido bastante superior ao da população masculina (FIGUEIREDO & TYRREL, 2005), de modo que em 2050, existe a previsão de se alcançar uma relação de duas mulheres para cada homem (CARVALHO & RODRIGUES-WONG, 2008).

O envelhecimento é um processo caracterizado por inúmeras modificações que resultam em aumento acentuado da incidência de doenças crônico-degenerativas que levam ao declínio de várias capacidades físicas e mentais, de modo que ações preventivas devem ser implementadas, tais como aquelas que valorizem a adoção de um estilo de vida fisicamente ativo em idades cada vez mais precoces (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). 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 aptidão funcional dos idosos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Apesar disso, estima-se que mais do que dois terços da população brasileira, ainda, não conseguem atingir padrões mínimos de atividade física recomendados para a preservação de uma condição favorável de saúde (GEIB, 2012).

Na tentativa de reverter este quadro o Ministério da Saúde publicou na última década dois documentos bastante valiosos com orientações, sobretudo, direcionadas para a população idosa, o Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014) e o Guia de Atividade Física para População Brasileira (BRASIL, 2021), este com um capítulo voltado especificamente para a população idosa. Considerando que o envelhecimento acarreta inúmeras modificações que podem impactar, sobretudo, na saúde e na qualidade de vida do idoso destacaremos na sequência o comportamento da força muscular e da massa muscular esquelética (MME) com o avançar da idade.

1.2 Força e massa muscular

Entre as principais modificações causadas pelo envelhecimento destacam-se a redução da força muscular (ZAGO, 2010) e da MME (EVANS, 2010). A força muscular é um componente fundamental para a manutenção da saúde, funcionalidade e qualidade de vida, visto que níveis reduzidos favorecem quedas e fraturas (EVANS, 2010), diminuem o nível de mobilidade e autonomia (STURNIEKS et al., 2010), além de comprometer a realização de tarefas relativamente simples da vida diárias (HUNTER et al., 1995). Além disso, a redução da força, potência e resistência muscular associada a sarcopenia pode comprometer a capacidade de realização de exercícios físicos (LANDERS et al., 2001), como ilustrado na Figura 1.

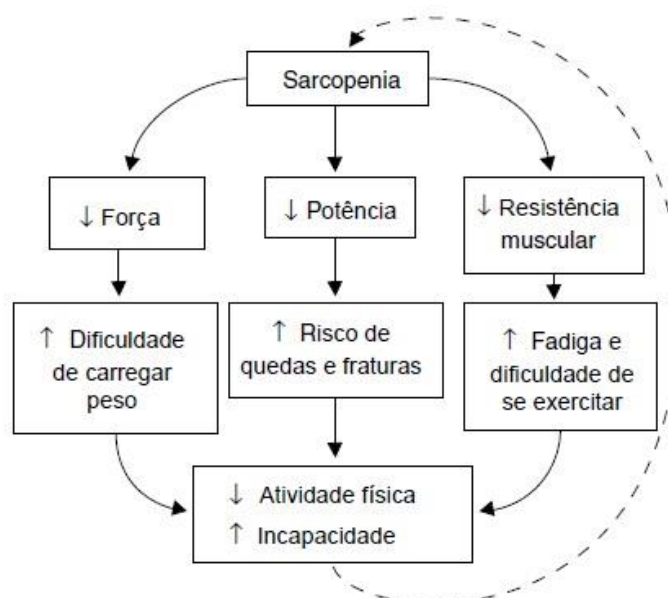


Figura 1. Consequências funcionais da sarcopenia (adaptado de Hunter et al., 1995).

Por outro lado, a redução da MME tem início por volta dos 30 a 40 anos de idade, alcançando valores de aproximadamente 1,1 kg/década, o que representa, em termos relativos, uma redução de 0,5-2% ao ano (KOOPMAN & VAN LOON, 2009). Entretanto, reduções de até 6% ao ano têm sido relatadas na literatura, especialmente após os 50 anos (HURLEY & ROTH, 2000). Considerando que a MME também está relacionada com a mobilidade, sua redução pode comprometer a capacidade de locomoção e sustentação de objetos, a manutenção de equilíbrio e o nível de atividade física habitual, dificultando a realização de atividades do dia-a-dia e, conseqüentemente, a autonomia, principalmente em idosos. Adicionalmente, a redução da MME está relacionada a importantes problemas de

saúde, tais como diabetes, osteoporose, artrite, doenças cardíacas, câncer de colo, hipertensão e processo inflamatório de baixo grau (VISSER et al., 2014; SHISHIKURA et al., 2014; ALEMAN-MATEO et al., 2014).

O envelhecimento, também, está associado com um declínio progressivo na taxa metabólica basal (TMB), cuja redução alcança valores na ordem de 1-2% por década a partir da terceira década de vida (MONTERO-FERNANDEZ & SERRA-REXACH, 2013). Esta redução está relacionada com o decréscimo da massa isenta de gordura e osso (MIGO), composta por tecidos e órgãos metabolicamente ativos (MANINI, 2010). 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 anos (SHORT & NAIR, 2000). A maior redução da MME é observada nos grupos musculares de membros inferiores (JANSSEN et al., 2000), com a área de secção transversal do músculo vasto lateral sendo reduzida em até 40% dos 20 aos 80 anos (LEXELL, 2000).

A redução da MME é normalmente acompanhada do aumento da massa gorda, sem muita variação na massa corporal (SHORT & NAIR, 2000). Estas modificações podem favorecer o desenvolvimento de dislipidemias, resistência à insulina e doenças cardiovasculares. Vale destacar que alguns estudos indicam uma importante correlação positiva entre a MME e a capacidade funcional em idosos (WAKAYAMA, et al., 2021; WANG, et al., 2020), de modo que o *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) passou a adotar a redução na velocidade de marcha como um dos critérios diagnósticos para sarcopenia (CRUZ-JENTOFT, 2019).

Considerando a importância de se manter a autonomia funcional, tanto a redução nos níveis de força muscular quanto o declínio na MME e o aumento da gordura corporal podem afetar negativamente a saúde do idoso, resultando em efeitos deletérios de diferentes naturezas. Portanto, estratégias que possam prevenir ou retardar tal fenômeno são extremamente importantes e serão discutidas na sequência.

1.3 Treinamento resistido e envelhecimento

A prática regular de programas de exercícios físicos tem sido considerada uma importante estratégia para a saúde de idosos. Nesse sentido, uma especial atenção tem sido dedicada ao papel do treinamento resistido (TR), em virtude dos inúmeros benefícios que este tipo de exercício pode proporcionar para essa população (CHEN et al., 2021; MENDE et al., 2022). Nesse sentido, idosos podem melhorar acentuadamente a força muscular em poucas semanas de TR de alta intensidade (ELAM et al., 2022), sugerindo que

a capacidade do músculo para se adaptar a atividade física é preservada no envelhecimento, mesmo em um curto período de treinamento (PHILLIPS, 2009).

A constatação de que o TR pode provocar adaptações importantes para idosos está muito bem documentada na literatura, indicando ganhos de MME, aumento de força muscular, melhoria na capacidade de realização de tarefas da vida diária, aumento do gasto energético, redução da gordura corporal, entre outras (KANG et al., 2021; PICOLI et al., 2020; PRESTES et al., 2009; RHEA et al., 2003; TOMELERI et al., 2019). Tais adaptações, contudo, são dependentes do estímulo de treinamento e algumas variações individuais, as quais provavelmente influenciam na melhor obtenção de resultados, com destaque para a pré-disposição genética, nível de aptidão física, experiência anterior com o TR, idade e sexo (RHEA et al., 2003). Por outro lado, o destreinamento é um processo que pode reverter grande parte dos benefícios adquiridos com a prática do TR, como abordaremos na sequência.

1.4 Destreinamento

O destreinamento pode ser definido como a perda parcial ou completa das adaptações morfológicas, fisiológicas e funcionais induzidas pelo exercício físico, como consequência da redução ou interrupção total do treinamento (MUJIK & PADILLA, 2000). A interrupção do treinamento pode ocorrer por vários motivos, tais como lesões, perda de motivação, doenças, cirurgias, viagens, entre outras, de modo que idosos possam precisar interromper o treinamento por tempo indeterminado ou definitivamente.

Vale ressaltar que após os 65 anos de idade mesmo em curtos períodos de inatividade (duas semanas), há declínio da força muscular em aproximadamente 15% (ELAM et al., 2022). Adicionalmente, em longos períodos de inatividade a MME pode reduzir anualmente em uma taxa de 0,4% a 1% (MITCHELL et al., 2012). Tais modificações são acompanhadas, especialmente, da redução da potência muscular (CORREA et al., 2016) e declínio da aptidão funcional (PEREIRA et al., 2012) comprometendo a autonomia e, consequentemente, reduzindo a qualidade de vida.

Tokmakidis et al. (2009) e Zech et al. (2012) revelaram uma retenção parcial da força muscular após um curto período de destreino (< 12 semanas), embora com os valores permanecendo acima dos valores basais antes do TR. Por outro lado, esse comportamento pode ser bastante modificado em outras variáveis como a MME, a gordura corporal e aptidão funcional, bem como com o avançar do tempo (> 12 semanas). Portanto, é necessário desenvolver estratégias que possam amenizar os efeitos do destreinamento, como modular a ingestão proteica.

1.5 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 de MME (BREEN & PHILLIPS, 2011). Portanto, a redução da MME pode ser decorrente do declínio da SPM, aumento da DPM e/ou a combinação dos dois processos, resultando em um balanço nitrogenado negativo (WELLE et al., 1993).

As taxas diárias de SPM são reguladas em grande parte pelos estímulos anabólicos como a ingestão de alimentos e a prática de atividade física. A ingestão proteica pode aumentar acentuadamente as taxas de SPM e inibir a DPM, favorecendo a manutenção da MME (WALL et al., 2015). Nesse sentido, a resposta anabólica via alimentação é aumentada em torno de 30 min depois da ingestão de proteínas, com um pico na SPM. Um aumento três vezes maior ocorre 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 proteicos (ATHERTON et al., 2010).

Por outro lado, a SPM pode ser aumentada acentuadamente via estímulo induzido pelo TR entre 45 e 150 min após o exercício e sustentada por até quatro horas, sendo limitada pela disponibilidade de substratos. Assim, quando há uma maior disponibilidade de aminoácidos pode perdurar por mais do que 24 h (KUMAR et al., 2009).

Um aspecto fundamental sobre as respostas agudas promovidas pelo esforço físico é que elas são dependentes da interação entre nutriente e exercício físico. Desse modo, quando há aumento da SPM após o treinamento, se não houver disponibilidade suficiente de aminoácidos, a degradação proteica será prolongada, resultando em um efeito prejudicial ao anabolismo muscular (PENNINGGS et al., 2011). Curiosamente, a adição de carboidratos à proteína não oferece maiores efeitos anabólicos (não altera a SPM e nem a DPM) após o exercício físico, destacando o papel central dos aminoácidos como o principal nutriente para otimizar a hipertrofia (STAPLES et al., 2011), especialmente na população idosa (NABUCO et al., 2018).

Os mecanismos de ativação da SPM induzida pelo aporte de aminoácidos ou pelo TR são relativamente diferentes, uma vez que ocorrem por vias de sinalização distintas. Entretanto, ambos estimulam uma proteína central do crescimento celular chamada de

mammalian target of rapamycin (mTOR) (DELDICQUE; THEISEN; FRANCAUX, 2005) e sua função pode ser observada na Figura 2.

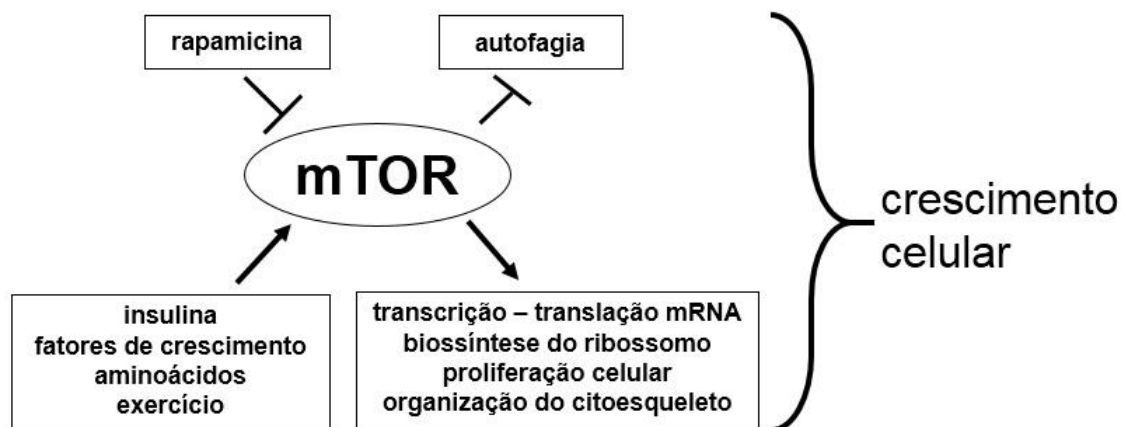


Figura 2. Função da mTOR, a sinalização é ativada na presença de insulina, fatores de crescimento, aminoácidos e durante o exercício, ao passo que é reprimida pela rapamicina. Quando ativada, a mTOR inibe a autofagia, estimula a transcrição e tradução de mRNAs, a biossíntese de ribossomos, proliferação celular e organização do citoesqueleto para favorecer o crescimento celular (adaptado de Deldicque et al., 2005).

A ativação da SPM decorrente da presença de aminoácidos é estimulada pela leucina e seus efeitos são dependentes da ausência da aminotransferase de cadeia ramificada (BCAT), uma enzima presente no fígado (HARPER; MILLER; BLOCK, 1984). A ausência de BCAT no fígado não degrada a leucina, de modo que é diretamente canalizada para o músculo esquelético, permitindo assim que este aminoácido essencial consiga alcançar os tecidos periféricos (NORTON & LAYMAN, 2006). A leucina exerce os seus efeitos em nível pós-transcricional, mais frequentemente durante a fase de iniciação da tradução do RNA mensageiro em proteína (ANTHONY et al., 2001). O mecanismo pelo qual a leucina estimula a tradução de proteínas está relacionado ao fato de que o aumento da concentração intracelular deste aminoácido promove a ativação da mTOR (DELDICQUE; THEISEN; FRANCAUX, 2005), 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) (STIPANUK, 2007), como mostra a Figura 3.

mastigação e digestão, redução no olfato e paladar, diminuição da visão, problemas nas articulações, tremores nas mãos, entre outros. Adicionalmente o isolamento, incapacidade de ir às compras, perda do cônjuge, depressão, diminuição da mobilidade, demência, anorexia, uso de polifármacos e etilismo são outros importantes fatores que comprometem o comportamento alimentar, especialmente de idosos (GARIBALLA, 2004). Portanto, esses diversos fatores, quando combinados, dificultam ainda mais a capacidade de se alimentar adequadamente.

Além disso, não se pode desprezar que a população idosa apresenta um maior risco de desnutrição e deficiências nutricionais, também, em virtude do declínio da função física e cognitiva que afetam o consumo e metabolismo dos nutrientes. Portanto, intervenções nutricionais são essenciais para caracterizar práticas alimentares saudáveis e seus determinantes nessa população, com o objetivo de prevenção de distúrbios nutricionais e de doenças associadas (FISBERG et al., 2013).

Desse modo é importante considerar as recomendações nutricionais para a manutenção da saúde e qualidade de vida em idosos (BRASIL, 2014). Nesse sentido, vários pesquisadores vêm dedicando atenção especial à proteína, um nutriente fundamental para a melhoria da saúde muscular, prevenção da sarcopenia, equilíbrio de energia, manutenção de peso, preservação da função cardiovascular e prevenção de doenças crônicas (WOLFE, 2012). Entretanto, apesar de seus reconhecidos benefícios, a proteína ainda é um nutriente ingerido em quantidades muitas vezes negligente, muito aquém das necessidades individuais e recomendações gerais (WOLFE; MILLER; MILLER, 2012).

Tradicionalmente, as recomendações de ingestão proteica foram baseadas no aporte dietético necessário para garantir o equilíbrio do balanço nitrogenado, a partir de estudos realizados com pessoas com idades mais avançadas (NOWSON & O'CONNELL, 2015). 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 as necessidades proteicas para idosos com uma elevada carga de doenças, tendo em vista que os relatórios anteriores não traziam tal informação (WHO/FAO/UNU, 2007).

Assim, na última década, foram produzidas diversas informações indicando que uma boa saúde para as pessoas mais velhas depende da manutenção da MME, o que exige maior atenção sobre a ingestão diária de proteína (BAUM; KIM; WOLFE, 2016). A necessidade do desenvolvimento de métodos mais robustos para medir a ingestão de proteína necessária para idosos e por estudos mais robustos envolvendo balanço nitrogenado, que sejam realizados por período de tempo mais prolongados e que considerem o impacto da atividade física na síntese proteica, tem sido um grande desafio

para a comunidade científica. Além disso, é necessário, também, melhorar as formas de estimativa dos níveis de atividade física, para proporcionar mais confiabilidade às recomendações proteicas (FUKUGAWA, 2014).

Há uma série de fatores que influenciam a ingestão mínima de proteínas, tais como exigência metabólica (variação inter e intra-individual), fases da vida, estado de atividade física, entre outros. O fornecimento suficiente de proteínas dietéticas 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 por Nowson & O'Connell (2015), a saber:

- a) Ingestão energética – em níveis relativamente similares 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 despende mais energia e consome mais alimentos (incluindo proteínas), devido a demanda exigida pela atividade física. Em contrapartida, quando o gasto de energia é reduzido, 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 maiores 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, mediante suplementação alimentar, 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.

Nesse sentido, diversas recomendações têm sido propostas em várias partes do mundo, gerando inúmeras controvérsias. Em comparação com os valores do Reino Unido (DRV, 1991) e dos Estados Unidos (TRUMBO et al., 2002), a ingestão diária de proteína recomendada pela Austrália (COUNCIL, 1991) distingue as necessidades de 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)

Faixa etária (anos)	Homens			Mulheres		
	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 endurance 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		

Nota. *Estimated Average Requirement* (EAR): necessidade média estimada de cada nutriente para indivíduos saudáveis; *Recommended Daily Allowance* (RDA) e *Recommended Dietary Intake* (RDI): 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; *Nutrient Reference Intake* (*NRI) (adaptada de Bauer et al., 2013).

Os Estados Unidos recomendam uma ingestão de 0,8 g/kg/dia para adultos, sem discriminação por faixa etária. Entretanto, uma revisão publicada por Bauer et al. (2013) revelou que a ingestão média diária recomendada para idosos de 65 ou mais deve ser de 1,0-1,2 g/kg/dia de proteína ou até mais, sendo uma ingestão superior a essa recomendada para praticantes regulares de programas de exercício físico. Mais recentemente, Ribeiro et al. (2022) reportaram que a recomposição corporal (aumento de MME com concomitante redução da gordura corporal) parece ser influenciada pela ingestão de proteínas em

mulheres idosas submetidas a TR, de modo que uma baixa ingestão proteica pode atenuar os ganhos de MME. Portanto, uma ingestão de pelo menos 1 g/kg/dia de proteína parece ser necessária para promover a recomposição corporal em mulheres idosas submetidas ao TR.

Desse modo, existem cada vez mais evidências de que as recomendações dietéticas atuais de cerca de 0,8 g/kg/dia de proteína são insuficientes para otimizar a retenção de MME e preservar a força muscular, especialmente, em idosos (VOLPI et al., 2013). De fato, um importante estudo de revisão revelou que idosos saudáveis permanecem em balanço nitrogenado negativo com base no consumo de proteínas estabelecido pela *Recommended Dietary Allowance* (RDA) Americana (PHILLIPS et al., 2016). Isso parece plenamente justificável, uma vez que o corpo se adapta a uma baixa ingestão de proteína e degrada parte da MME para manter o balanço nitrogenado, o que acabará por resultar em uma progressão para a sarcopenia, fragilidade e redução da qualidade de vida em idosos (JÄGER et al., 2017). Portanto, acredita-se que uma recomendação adequada para suprir as necessidades da população idosa seria na ordem de 1 a 1,5 g/kg/dia de proteínas (MORLEY et al., 2010).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o efeito da ingestão proteica habitual associada ao TR e ao destreino sobre a composição corporal, força muscular e aptidão funcional em mulheres idosas fisicamente independentes.

2.2 Objetivos específicos:

Analisar as respostas adaptativas relacionadas ao TR e ao destreino sobre:

- A gordura corporal total, MME total e MIGO em membros superiores e inferiores;
- A força muscular de membros superiores, tronco e membros inferiores;
- O desempenho em diferentes testes motores.

3. HIPÓTESES

Com base no delineamento experimental adotado para esta investigação e no conhecimento estabelecido pela literatura revisada até o presente momento, as principais hipóteses deste estudo são:

- A ingestão proteica estará associada a adaptação das respostas induzidas pelo TR em relação a composição corporal, incluindo aumento da MME, MIGO apendicular e redução da massa gorda.
- A ingestão proteica influenciará a força muscular, nas variáveis do *chest press*, rosca *scott*, cadeira extensora e carga total levantada.
- Haverá relação da ingestão proteica associada ao TR na aptidão funcional, melhorando a velocidade de marcha, agilidade, caminhada de 6 minutos, favorecendo os testes de flexão de braço e sentar-se a levantar-se.
- A ingestão proteica estará associada na manutenção das respostas induzidas pelo TR durante o período de treinamento, amenizando a diminuição da perda de MME, MIGO apendicular e aumento da massa gorda.
- Do mesmo modo a ingestão proteica influenciará na manutenção da força muscular, nas variáveis do *chest press*, rosca *scott*, cadeira extensora e carga total levantada durante o treinamento.
- Haverá relação da ingestão proteica na manutenção dos ganhos obtidos na velocidade de marcha, agilidade, caminhada de 6 min, flexão de braço e sentar-se a levantar-se no período de treinamento.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Tipo de estudo

Esta investigação se caracteriza como um estudo quase experimental, com 24 semanas de intervenção seguidas de 12 semanas de acompanhamento, incluindo situações envolvendo TR e destreinamento.

4.2 População a amostra

A população do estudo foi composta por mulheres idosas fisicamente independentes, anos não portadoras de cardiopatia, diabetes e hipertensão não controlada, com idade igual ou superior a 60. O recrutamento da amostra ocorreu de forma voluntária a partir de ampla divulgação em diferentes veículos de comunicação (jornais, emissoras de rádio, canais de televisão e mídias sociais). A seleção da amostra foi realizada a partir de uma entrevista prévia e uma anamnese clínica.

4.3 Desfechos primários

As variáveis dependentes adotadas como desfechos primários deste estudo foram a composição corporal, a força muscular dinâmica máxima e a aptidão funcional que foram analisadas a partir da MME, MIGO apendicular, massa óssea e massa gorda e testes de 1RM nos diferentes segmentos corporais e testes motores envolvendo a força e potência muscular, velocidade de marcha, agilidade e resistência aeróbia.

4.4 Análise dietética

Os hábitos alimentares foram monitorados por meio de recordatórios de 24h, durante as duas fases do estudo (treinamento e destreinamento). Para auxiliar a obtenção das informações foi utilizado um registro fotográfico padronizado. Os alimentos consumidos foram registrados na ordem relatada pela participante, com base na quantidade consumida e na forma de preparação. As quantidades destes alimentos relatados em medidas caseiras foram convertidas em gramas ou mililitros e analisados por meio de um software específico.

4.5 Tratamento dos dados

Os dados foram tratados por meio de procedimentos paramétricos. Uma regressão linear simples foi utilizada para determinar a relação entre a ingestão proteica habitual normalizada pela massa corporal ($\text{g.kg}^{-1}.\text{d}^{-1}$) e o delta absoluto (Δ) do pós-destreinamento (pós-destreinamento menos pós-treinamento) das variáveis dependentes. Os resultados

foram apresentados em tabelas por meio de valores de média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95%. As análises de regressão são apresentadas por meio de tabela e figuras.

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 tese será composta por um artigo original, oriundo de uma pesquisa de campo conduzida pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício, nas dependências do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina. O artigo oriundo desta tese será submetido ao *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, periódico classificado como Qualis A1 na área de Medicina I.

5.1 Artigo original

**ASSOCIAÇÃO DA INGESTÃO PROTEICA DURANTE O TREINAMENTO RESISTIDO E
DESTREINAMENTO SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR E
APTIDÃO FUNCIONAL EM MULHERES IDOSAS**

**ASSOCIATION OF PROTEIN INGESTION DURING RESISTANCE TRAINING AND
DETRAINING ON BODY COMPOSITION, MUSCULAR STRENGTH, AND FUNCTIONAL
FITNESS IN OLDER WOMEN**

Paulo Sugihara Junior^{1,2}, Edilson Serpeloni Cyrino^{1,2}

¹Universidade Estadual de Londrina Centro de Ciências da Saúde, Avenida Robert Kock nº 60 - Vila Operária CEP 86038-440, Londrina PR, BR.

²Universidade Estadual de Londrina. Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE). 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

O treinamento resistido (TR) e a ingestão proteica são as principais estratégias recomendadas, em particular, para a melhora da composição corporal, força muscular e aptidão funcional em idosos. Por outro lado, o destreinamento contribui para que os benefícios adquiridos com o treinamento sejam perdidos ao longo do tempo. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar a associação da ingestão proteica durante o TR e o destreinamento sobre a composição corporal, força muscular e aptidão funcional em mulheres idosas. Para tanto, 128 mulheres idosas (> 60 anos), fisicamente independentes, foram selecionadas para este estudo. As participantes foram submetidas a um programa de TR composto por oito exercícios que foram executados em três séries de 8-12 ou 10-15 repetições, em uma frequência de três sessões semanais durante 24 semanas de treinamento, seguidas por 12 semanas de destreinamento. A composição corporal foi determinada por absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). Testes de uma repetição máxima (1RM) foram aplicados para análise da força máxima, ao passo que um conjunto de testes motores foram utilizados para a determinação da aptidão funcional. A ingestão proteica foi determinada a partir de recordatórios alimentares de 24 h. O TR promoveu ganhos de MIGO apendicular e MME ($P < 0,001$). Entretanto, nenhuma modificação significativa foi encontrada para massa gorda ($P = 0,089$) e massa óssea ($P = 0,084$). Adicionalmente, o TR resultou em aumentos de força muscular no *chest press*, na cadeira extensora, na rosca *scott* e, conseqüentemente, na carga levantada total ($P < 0,001$). Uma melhoria no desempenho funcional foi encontrada na velocidade de marcha ($P < 0,001$), agilidade ($P < 0,001$), flexão de braço ($P < 0,001$), teste de sentar-se e levantar ($P < 0,001$) e no teste de caminhada de 6 min ($P < 0,001$). Análise de regressão linear simples não confirmou a associação da ingestão proteica habitual sobre os desfechos analisados. Nossos resultados sugerem que, independente da ingestão habitual de proteínas, 24 semanas de TR podem melhorar a composição corporal, força muscular e aptidão funcional de mulheres idosas, enquanto 12 semanas de destreinamento não parecem ser suficientes para reverter completamente as alterações induzidas pelo treinamento em mulheres idosas fisicamente independentes.

Palavras-chave: envelhecimento; treinamento resistido; ingestão proteica, massa muscular, capacidade funcional.

INTRODUÇÃO

A preocupação com o envelhecimento vem aumentando, em especial no Brasil, nas últimas décadas, devido ao crescimento emergente da população idosa. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de idosos no Brasil em 2012 era composta por aproximadamente 22,3 milhões de habitantes, correspondendo a 11,3% do contingente populacional, ao passo que em 2021 este grupo passou a representar 31,2 milhões de pessoas, ou seja, 14,7% da população brasileira (IBGE, 2021). Para o futuro, as previsões indicam que essa parcela da população irá crescer para aproximadamente 65 milhões em 2050, superando os 20% (VERAS, 2012). Diante deste cenário, uma maior atenção deve ser dedicada a ações de promoção da saúde e prevenção de doenças, sobretudo, para a população idosa. Tais ações devem ser direcionadas para a preservação da autonomia funcional, autoestima, qualidade de vida e longevidade.

Considerando que o envelhecimento é um processo natural responsável por diversas mudanças morfológicas, neuromusculares, fisiológicas, metabólicas, comportamentais e cognitivas, tais condições contribuem para o aumento do risco de quedas, lesões, fraturas e redução da aptidão funcional, comprometendo a realização de tarefas relativamente simples da diária, tais como, caminhar, subir e descer escadas, sentar e levantar de uma cadeira (CRUZ-JENTOFT, 2019). Desse modo, a redução concomitante da MME e da função muscular que ocorre com o avançar da idade, está associada com o desenvolvimento da sarcopenia, um doença com características multifatoriais que resulta em aumento de citocinas inflamatórias, balanço proteico negativo e redução de atividade física (CRUZ-JENTOFT, 2019). Ademais, fatores como o sedentarismo e baixa ingestão de proteínas podem contribuir acentuadamente para o desenvolvimento desta condição (FIELDING et al., 2011).

Situações inusitadas, como a pandemia de Covid-19, agravaram ainda mais o quadro clínico da população idosa, em virtude das medidas de distanciamento físico que contribuíram sobremaneira para a redução da atividade física, interrupção de hábitos alimentares rotineiros, estresse e alterações no padrões de sono, condições favoráveis para o desenvolvimento da sarcopenia (KIRWAN et al., 2020). Vale destacar que uma ingestão insuficiente de proteínas na dieta pode contribuir para o avanço dessa doença, uma vez que acentua a redução de massa muscular, devido à menor síntese de proteína muscular (SPM), especialmente em idosos (SCOTT et al., 2010).

Nesse sentido, uma baixa ingestão proteica ($\leq 0,80$ g/kg/dia) em idosos tem si revelado como insuficiente para manter o balanço proteico positivo ao longo do dia, estando associada a resistência à insulina, dificuldade na absorção de aminoácidos, diminuição na

produção de hormônios sexuais e inatividade física (BURD et al., 2013). Tais condições contribuem para o declínio da força e da potência muscular, da MME e para o desenvolvimento de inúmeras disfunções e doenças músculoesqueléticas como a sarcopenia, criando um ambiente propício para um declínio da qualidade de vida e redução da longevidade.

Considerando que o aumento da força muscular e da MME e a redução da gordura corporal são condições bastante desejáveis, sobretudo para idosos (CAVALCANTE et al., 2018; CUNHA et al., 2018), o treinamento resistido (TR) tem sido amplamente recomendado para esta população, uma vez que além de promover tais benefícios pode contribuir a prevenção e tratamento de doenças, tais como hipertensão, diabetes do Tipo 2, dislipidemias, entre outras (ACSM, 2009), podendo influenciar positivamente a qualidade de vida e o aumento da longevidade (SAEIDIFARD et al., 2019). Em contrapartida, a interrupção do treinamento, ou seja, o destreinamento, resulta na perda gradual dos ganhos adquiridos ao longo do tempo (CORREA et al., 2016).

A interrupção do treinamento físico é uma situação bastante comum na vida do idoso e está relacionada a diferentes causas, incluindo férias prolongadas, viagens devido a compromissos familiares, lesões, doenças, cirurgias de urgência e hospitalizações (HENWOOD & TAAFFE, 2008). Outro fator recorrente é a falta de apoio familiar e motivação para se manter em um programa regular de treinamento físico (HASSELMANN et al., 2015). Portanto, embora o destreinamento seja comum na população idosa, o impacto da ingestão proteica nessa situação necessita ser elucidado, visto que uma maior ingestão proteica durante o TR parece produzir importantes benefícios que podem ou não ser preservados durante o destreino.

Nesse sentido, Nabuco et al. (2019), ao compararem o impacto do consumo de proteínas dietéticas sobre o aumento da força muscular e MME em mulheres idosas submetidas a 12 semanas de TR, encontraram um ganho significativamente maior dessas variáveis no grupo com maior ingestão proteica (> 1 g/kg/dia) em relação ao grupo com baixa ingestão ($< 0,77$ g/kg/dia). Mais recentemente, Ribeiro et al. (2022) revelaram que a associação do TR com ingestão proteica dietética de pelo menos 1 g/kg/dia foram suficientes para aumentar a MME e reduzir a gordura corporal em mulheres idosas. Adicionalmente, Mori e Takeda (2022) identificaram um aumento discreto da remissão da sarcopenia em um grupo suplementado com proteínas durante o destreinamento após período de TR. Entretanto, nenhum desses estudos procurou analisar as respostas associadas a ingestão habitual de proteínas considerando-se a ingestão proteica habitual normalizada pela massa corporal e as modificações observadas ao longo do tempo nos desfechos analisados.

Portanto, esta investigação analisou a associação da ingestão proteica durante o TR e o destreino sobre a composição corporal, força muscular e aptidão funcional em mulheres idosas. Nossa hipótese é que em virtude dos supostos efeitos anabólicos e termogênicos de proteína dietética (Paddon-Jones et al., 2008), a ingestão de maiores quantidades diárias de proteína resultariam em modificações mais favoráveis na composição corporal, força muscular e aptidão funcional do que quantidades reduzidas ($\leq 0,80$ g/kg/dia).

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental. A presente investigação faz parte do “Estudo Longitudinal Envelhecimento Ativo”, parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo 310054/2017-6). Este estudo teve uma duração total de 45 semanas que foram divididas em duas diferentes fases. A fase de treinamento teve uma duração total de 30 semanas e consistiu de três semanas de medidas, testes e avaliações na linha de base (semanas 1-3), seguida de 24 semanas de TR (semanas 4 a 27) e três semanas de reavaliações (semanas 28-30). Na sequência, as participantes foram acompanhadas por 12 semanas de destreino (semanas 30-42) e, novamente, foram submetidas a medidas, testes e avaliações, similares aos momentos anteriores, por três semanas (semanas 43-45). A Figura 4 ilustra o delineamento experimental adotado para o presente estudo.

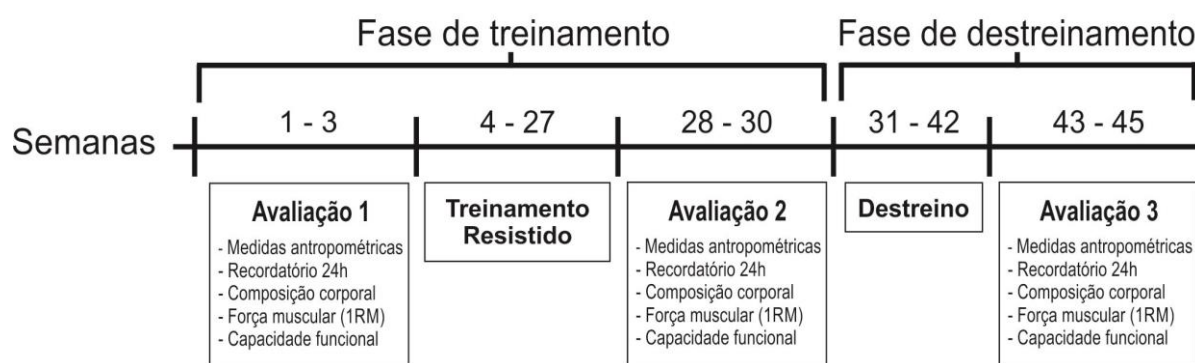


Figura 4 – Desenho experimental.

Participantes. O recrutamento da amostra foi realizado de forma não-probabilística com gerenciamento intencional, onde o projeto foi divulgado por meio de informativos noticiados nos principais veículos de comunicação (jornais, emissoras de rádio e canais de televisão) e mídias sociais (*Whatsapp*, *Instagram* e *Facebook*). A seleção da amostra transcorreu a partir de uma entrevista prévia (Apêndice A) e uma anamnese clínica, onde as participantes foram

consideradas aptas a participarem do estudo se satisfeitos os seguintes critérios: a) possuir idade > 60 anos; b) ser do sexo feminino; c) ser fisicamente independente; d) não ser portadora de cardiopatia, diabetes e hipertensão não controlada. Na sequência, foram incluídas na amostra desta investigação somente as participantes liberadas para a prática do TR sem restrição médica, após a realização de um teste de esforço com eletrocardiograma de 12 derivações. Por fim, o não comparecimento a pelo menos 85% das sessões de TR, a não realização das avaliações preestabelecidas para o estudo e a participação simultânea em outro programa de exercício durante o período de experimental foram adotados como critérios de exclusão.

O cálculo do tamanho da amostra foi estabelecido a *priori* por meio do programa GPower, com base em dados anteriores de nosso laboratório, utilizando a variável MME como critério (KASSIANO et al., 2021; CUNHA et al., 2020; RIBEIRO et al., 2018). Para tanto, considerou-se a probabilidade de erro α de 0,05, tamanho do efeito de 0,25 e poder estatístico de 0,90. Desse modo, chegou-se a um número mínimo de 120 participantes.

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 B). O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, protocolo nº 3.723.270 e nº 4.663.555 (Anexo B), de acordo com a Declaração de Helsinque. Na Figura 5 são apresentadas as diferentes etapas do estudo.

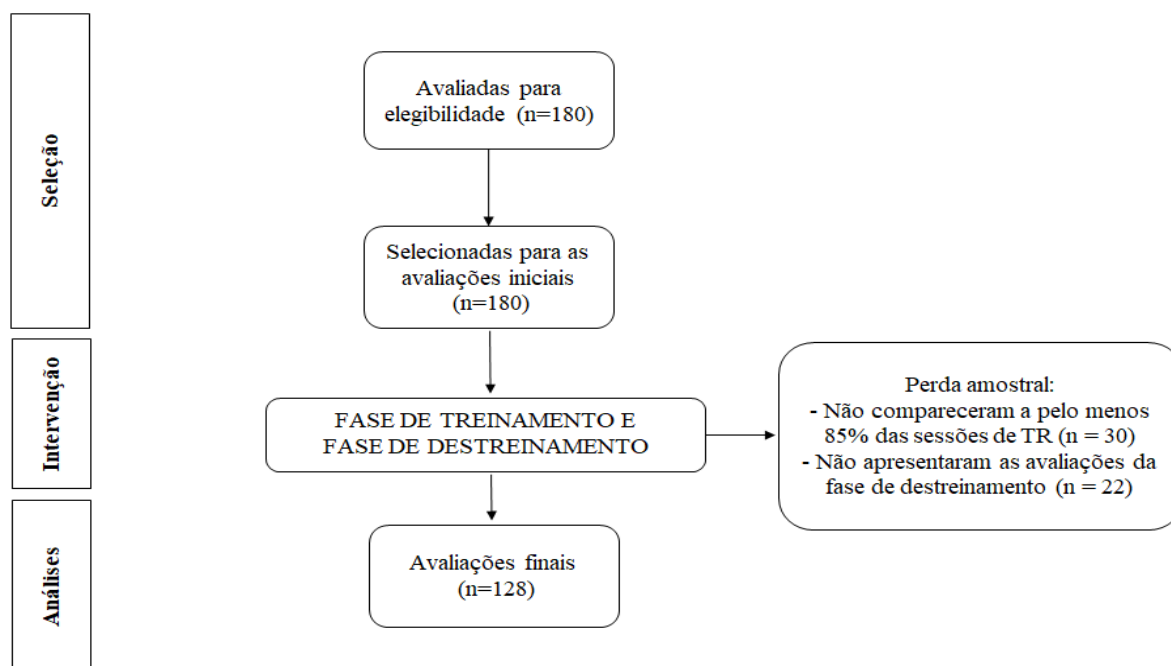


Figura 5. Fluxograma do estudo. Representação esquemática da seleção, intervenção e análise das participantes.

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 (GORDON, CHUMLEA e ROCHE, 1988).

Medidas de composição corporal. Absortometria radiológica de dupla energia (DXA) foi utilizada para a determinação dos componentes da composição corporal. As medidas foram realizadas em um equipamento da marca Lunar Prodigy Advance, modelo ID 14739 (GE Healthcare, Madison, WI, USA), mediante escaneamento de corpo inteiro. 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 avaliadas permaneceram deitadas em decúbito dorsal e imóveis, com os braços ao lado do corpo da posição de supinação, sobre a mesa do equipamento até a finalização da medida. Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu os dados relativos ao tecido gordo, tecido ósseo e tecido magro e mole, para o corpo todo e regiões específicas (tronco, membros superiores e inferiores). Os membros foram demarcados e separados do tronco e da cabeça por linhas padrões gerados pelo software do próprio equipamento. As linhas foram ajustadas pelo técnico especializado, por meio de pontos anatômicos específicos. A MME total foi estimada a partir da quantificação da MIGO apendicular, mediante a utilização da equação preditiva proposta por Kim et al. (2002), onde o valor zero foi adotado para o sexo:

$$\text{MME} = (1,13 \times \text{MIGO apendicular}) - (0,02 \times \text{idade}) + (0,61 \times \text{sexo}) + 0,97$$

Exames anteriores do nosso laboratório com 13 participantes do projeto conferiram confiabilidade satisfatória para todas as medidas realizadas ($\text{ICC} \geq 0,98$).

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: *chest press*, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente. As participantes foram instruídas

previamente sobre todos os procedimentos e técnicas a serem exigidas antes de serem submetidas as três sessões de testes, que foram realizadas 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 máxima nas fases concêntrica e excêntrica. Três sessões de 1-RM foram realizadas para cada exercício, separadas por intervalos de 48 h entre elas (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). A somatória da carga total levantada (CTL) nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular geral. 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. Os valores de erro padrão de medida (EPM) e o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) obtidos da atual amostra foram satisfatórios para o *chest press* (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca *scott* (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

Hábitos alimentares. Recordatórios de 24h foram coletados em três dias da semana, nas segundas, quartas e sextas-feiras, representando dois dias da semana e um dia do final de semana por uma equipe de nutricionistas habituados a esse procedimento. Os registros foram obtidos nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de treinamento e no final do destreinamento. 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 pelo software Virtual Nutri®. Alimentos que não foram encontrados no banco de dados do programa foram adicionados, tendo como referência diferentes tabelas de composição dos alimentos

(LACERDA, 2004; NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2011). Durante toda a realização do estudo as participantes foram orientadas para não modificarem seus hábitos alimentares diários.

Treinamento resistido. O programa de TR supervisionado foi conduzido seguindo as recomendações da literatura (ACMS, 2009), por 24 semanas em uma frequência de três sessões semanais em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras). O programa de TR foi composto por oito exercícios, envolvendo diferentes grupamentos musculares, em uma montagem alternada por segmento com três séries de 10-15 repetições máximas (RM) em cada exercício nas primeiras 12 semanas e 8-12 RM nas últimas 12 semanas de treinamento. Assim, executou-se os seguintes exercícios: *chest press*, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, tríceps no pulley, mesa flexora, rosca *scott* e panturrilha sentado. 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 velocidade na razão de 1 : 2, respectivamente, bem como a inspirar na fase excêntrica e expirar na fase concêntrica. As idosas foram orientadas, ainda, para não participarem de nenhum outro tipo de programa de treinamento durante o período do estudo. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por profissionais de Educação Física qualificados e com ampla experiência neste tipo de exercício. O ajuste de carga foi aplicado individualmente, em cada exercício, sempre que a participante foi capaz de realizar o máximo de repetições predeterminadas nas três séries por duas sessões consecutivas. Nessas situações a carga foi aumentada entre 2 a 5% nos exercícios para tronco e membros superiores e de 5 a 10% nos exercícios para membros inferiores (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), ficando mais próximo do limite inferior nos exercícios monoarticulares e mais próximo do limite superior nos exercícios multiarticulares.

Aptidão funcional. A aptidão funcional foi analisada a partir dos seguintes testes: flexão de braço, velocidade de marcha, sentar e levantar em 30 s, agilidade e caminhada de 6 min. Para o teste de flexão de braço, a participante manteve o antebraço perpendicular ao solo, segurando com a mão supinada um halter de dois quilogramas na mão dominante. Ao sinal do avaliador a avaliada executou o maior número de flexões e extensões possíveis em 30 s. Para o teste de velocidade de marcha, as participantes percorreram um trecho de 4,6 m (trecho do teste) demarcado com fitas adesivas no chão com 2 m adicionais antes e depois (área de escape) do trecho de medida do teste, totalizando 8,6 m de área demarcada. Os avaliadores instruíram as participantes a percorrerem os 8,6 m caminhando sob velocidade

habitual do dia-a-dia, contudo, apenas o tempo o qual as participantes percorreram os 4,6 m centrais foi cronometrado e utilizado. O teste foi realizado três vezes, sendo utilizada a média das três tentativas, onde o valor foi expresso em metros por segundo (m/s), a partir da razão entre a distância percorrida e o tempo gasto. O teste sentar e levantar em 30 s foi conduzido por dois avaliadores experientes, os quais explicaram o protocolo do teste antes do início para as participantes. Com o tempo sendo cronometrado, as participantes foram instruídas a começar o teste somente quando recebessem o aviso verbal do avaliador. A partir daí, as participantes deveriam sentar-se e levantar-se da cadeira o maior número possível de vezes sem parar durante 30 s, mantendo os braços cruzados sobre o peito. Foi contabilizado o número de repetições completas durante os 30 s de teste. Duas tentativas foram realizadas, sendo registrado o maior número de repetições alcançado em uma delas. O teste de agilidade consistiu da avaliada manter-se sentada em uma cadeira sem descanso para braços, apoiada na parede, com as costas tocando o encosto, os pés totalmente apoiados no chão e as mãos descansando sobre a coxa. Ao sinal do avaliador, a participante deveria levantar-se, caminhar e contornar um cone à 2,44 m em frente à cadeira, retornar se possível linearmente à cadeira e sentar-se novamente. Para realizar o trajeto, as participantes deveriam caminhar o mais rápido possível sem correr. Foram realizadas três tentativas por participante, sendo computado o melhor resultado. O valor obtido foi convertido em m/s pela razão entre a distância e o tempo do teste. O teste de caminhada de 6 min foi realizado em um trajeto linear de perímetro total de 40 m demarcado com fitas e cones no chão. O teste consistia em percorrer a maior distância possível, sem correr, no tempo de seis minutos cronometrado pelo avaliador. A distância percorrida foi registrada com a precisão de um metro.

Tratamento estatístico. A normalidade dos dados foi analisada por meio do teste de Shapiro-Wilk. A homogeneidade das variâncias foi analisada pelo teste de Levene. O Mauchly foi aplicado para análise da esfericidade. Quando o pressuposto de esfericidade não foi atendido foi adotada a correção de Greenhouse-Geisser. Análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas foi utilizada para comparação entre os diferentes momentos (pré-treinamento vs. pós-treinamento vs. pós-destreinamento). Quando o valor de F foi significativo, o teste *post hoc* de Bonferroni foi empregado para localização das diferenças. O tamanho de efeito (TE) foi calculado a partir da equação proposta por Cohen (1992). Um TE < 0,20 foi considerado trivial; 0,20-0,49 foi considerado pequeno; 0,50-0,79 foi considerado moderado e $\geq 0,80$ foi considerado grande. Uma regressão linear simples foi utilizada para determinar a relação entre a ingestão proteica habitual normalizada pela massa corporal (g.kg⁻¹.d⁻¹) obtida durante a fase de treinamento por meio dos valores

médios da ingestão nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de treinamento. Após a fase de destreino foi utilizado os valores médios da ingestão nas duas últimas semanas de treinamento e pós-destreino. O delta absoluto (Δ) entre os valores do pós-destreino menos pós-treino das variáveis dependentes foi utilizado para a análise de regressão. Coeficiente de correlação de Pearson foram determinados entre a variável independente (ingestão proteica) e variáveis dependentes (indicadores de composição corporal, força muscular e aptidão funcional), para certificação de que todos os valores de r estivessem abaixo de 0,7 para reduzir o potencial de multicolinearidade. A normalidade dos resíduos foi verificada por meio da inspeção dos Q-Q plots. O coeficiente angular (β) foi interpretado como o efeito da variável independente sobre as variáveis dependentes. O nível de significância adotado foi de 5%. Os dados foram processados no Jeffreys's Amazing Statistics Program (JASP), version 0.14.1 (University of Amsterdam, Amsterdam, NL).

RESULTADOS

Das 150 voluntárias selecionadas para a participação nesta investigação, 22 foram excluídas por não participarem das avaliações da fase final de TR ou pela ausência nas avaliações da fase de destreino. Assim, 128 mulheres idosas completaram todas as etapas do presente estudo e foram incluídas nas análises. Na Tabela 2 são descritas as características gerais da amostra nos diferentes momentos do estudo.

Tabela 2. Características gerais da amostra na linha de base (n = 128).

Variáveis	Pré-treino	Pós-treino	Pós-destreino
Idade (anos)	68,1 \pm 6,0	68,4 \pm 6,2	69,0 \pm 6,8
Massa corporal (kg)	67,7 \pm 11,8	67,6 \pm 11,7	67,5 \pm 11,6
Estatura (cm)	154,9 \pm 6,1	155,5 \pm 6,2	155,0 \pm 5,9
IMC (kg/m ²)	27,9 \pm 4,1	27,8 \pm 4,7	26,7 \pm 5,0

Nota. IMC = índice de massa corporal. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi identificada nas comparações entre as condições Pré-treino, Pós-treino e Pós-destreino ($P > 0,05$). Os valores estão expressos em média \pm desvio-padrão.

Os hábitos nutricionais ao longo do período de TR e de destreino estão apresentados na Tabela 3. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi identificada nas comparações entre as condições entre os diferentes momentos do estudo para ingestão energética e de macronutrientes, tanto em valores absolutos quanto relativos ($P > 0,05$).

Tabela 3. Hábitos nutricionais ao longo do período de treinamento resistido e após 12 semanas de destreino em mulheres idosas (n = 128).

Variáveis	Semanas 1-2	Semanas 23-24	Pós-destreino
Energia total (kcal · d ⁻¹)	1631,1 ± 332,9	1628,6 ± 340,1	1632,1 ± 345,5
Energia total (kcal · kg ⁻¹ · d ⁻¹)	25,1 ± 6,75	24,8 ± 6,49	24,7 ± 6,21
Carboidratos (g · d ⁻¹)	221,2 ± 54,5	220,8 ± 51,2	219,4 ± 54,7
Carboidratos (g · kg ⁻¹ · d ⁻¹)	3,40 ± 1,01	3,37 ± 0,97	3,34 ± 0,98
Proteínas (g · d ⁻¹)	70,4 ± 19,4	71,0 ± 17,3	72,1 ± 16,2
Proteínas (g · kg ⁻¹ · d ⁻¹)	1,08 ± 0,35	1,07 ± 0,31	1,09 ± 0,28
Lipídeos (g · d ⁻¹)	51,5 ± 18,1	51,1 ± 21,0	51,7 ± 21,7
Lipídeos (g · kg ⁻¹ · d ⁻¹)	0,79 ± 0,30	0,77 ± 0,32	0,78 ± 0,33

Nota. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi identificada nas comparações entre os diferentes momentos do estudo ($P > 0,05$). Os valores estão expressos em média ± desvio-padrão.

Os valores pré-treino, pós-treino e pós-destreino do conjunto de variáveis dependentes analisadas neste estudo são apresentados na Tabela 4. Nenhuma mudança significativa ao longo do tempo foi revelada para massa gorda ($F = 2,441$, $P = 0,089$) e massa óssea ($F = 4,866$, $P = 0,084$). Um aumento significativo na ordem de 4,3% para MIGO apendicular ($F = 47,891$, $P < 0,001$) e de 3,8% ou 0,7 kg na MME ($F = 48,018$, $P < 0,001$) foi encontrado após 24 semanas de TR. Embora tanto os valores de MIGO apendicular quanto de MME tenham se reduzido após 12 semanas de destreino, os valores no pós-destreino foram superiores ($P < 0,05$) aos valores pré-treino (MIGO apendicular = 1,2% ou 0,2 kg e MME = 1,1% ou 0,2 kg).

Ainda na Tabela 4 são apresentados os escores dos testes de 1-RM e a CTL na somatória dos três exercícios analisados. O TR promoveu melhoria de desempenho com aumento da força muscular no *chest press* ($F = 144,991$, $P < 0,001$), na cadeira extensora ($F = 119,486$, $P < 0,001$) e na rosca *scott* ($F = 116,189$, $P < 0,001$). Os incrementos na força muscular ocorreram na ordem de 38,4% para o *chest press*, 18,4% para a cadeira extensora e 22,7% para a rosca *scott*. Entretanto, 12 semanas de destreino não foram suficientes para reverter as adaptações promovidas por 24 semanas de TR, de modo que os valores revelados no final do destreino foram superiores aos valores encontrados no pré-treino ($P < 0,001$) para os exercícios *chest press* (16,5%) e rosca *scott* (9,2%). Por outro lado, o aumento de força muscular promovida com o TR foi revertido com o destreino ($P < 0,05$)

para valores similares ao pré-treino. Tais modificações resultaram em um aumento de 26,2% ($P < 0,001$) na CTL após 24 semanas de TR com uma redução subsequente de 14,2% ($P < 0,001$) após 12 semanas de destreino.

Os aumentos de MME e força muscular promovidos por 24 semanas de TR foram acompanhados por uma melhoria no desempenho funcional na ordem de 16,8% no teste de flexão de braço ($F = 135,641$, $P < 0,001$), de 9% no teste de velocidade de marcha ($F = 38,752$, $P < 0,001$), de 15,2% no teste sentar-se e levantar ($F = 65,688$, $P < 0,001$), de 9,3% no teste de agilidade ($F = 31,620$, $P < 0,001$), e de 5% no teste de caminhada de 6 min ($F = 54,101$, $P < 0,001$). Exceto no teste de flexão de braço no qual as respostas adaptativas induzidas pelo TR foram relativamente preservadas (declínio de apenas 4,8%; $P > 0,05$) as adaptações atingidas com o treinamento foram revertidas pelo destreino ($P < 0,05$). Entretanto, o período de destreino não permitiu que os escores encontrados fossem inferiores aos valores pré-treino para nenhum dos testes funcionais analisados, inclusive com os escores nos testes de velocidade de marcha, flexão de braço e sentar e levantar em 30 s mantendo-se superiores aos valores pré-treino ($P < 0,05$).

Tabela 4. Mudanças induzidas pelo programa de treinamento resistido e período de destreino em mulheres idosas (n = 128).

Variáveis	Pré-treino	Pós-treino	Pós-destreino	TE1	TE2	TE3
Massa gorda (kg)	27,7 ± 7,7	27,4 ± 7,6	27,8 ± 7,3	-0,03	0,04	0,01
Massa óssea (kg)	2,08 ± 0,36	2,08 ± 0,37	2,05 ± 0,34	0,01	-0,07	0,08
MIGO apendicular (kg)	16,4 ± 2,6	17,1 ± 2,6*	16,6 ± 2,7*†	0,21	-0,12	0,09
MME (kg)	18,2 ± 3,0	18,9 ± 3,0*	18,4 ± 3,0*†	0,22	-0,12	0,08
1RM <i>chest press</i> (kg)	42,4 ± 12,8	58,7 ± 14,1*	49,4 ± 13,2*†	1,17	-0,65	0,52
1RM cadeira extensora (kg)	55,4 ± 14,4	65,6 ± 17,5*	55,8 ± 14,5†	0,62	-0,62	0,04
1RM rosca <i>scott</i> (kg)	25,1 ± 5,2	30,8 ± 5,7*	27,4 ± 5,9*†	1,01	-0,61	0,41
Carga levantada total (kg)	122,6 ± 27,2	154,7 ± 30,7*	132,7 ± 28,3*†	1,11	-0,76	0,40
Velocidade de marcha (s)	3,34 ± 0,44	3,04 ± 0,55*	3,17 ± 0,40*†	-0,64	0,27	-0,35
Agilidade (s)	7,01 ± 1,51	6,36 ± 1,27*	7,05 ± 1,21†	-0,52	0,47	-0,05
Flexão de braço (reps)	17,9 ± 2,2	20,9 ± 2,1*	19,9 ± 2,0*	1,37	-0,46	0,93
Sentar e levantar (reps)	13,2 ± 3,0	15,2 ± 3,8*	14,0 ± 3,4*†	0,55	-0,30	0,24
Caminhada de 6 min (m)	495,0 ± 64,8	519,9 ± 67,4*	494,0 ± 62,9†	0,37	-0,39	-0,02

Nota. TE = tamanho de efeito; TE1 = mudanças do pré-treino para o pós-treino; TE2 = mudanças do pós-treino para o pós-destreino; TE3 = mudanças do pré-treino para o pós-destreino; MIGO = massa isenta de gordura e osso. * $P < 0,05$ vs. pré-treino; † $P < 0,05$ vs. pós-treino. Os valores estão expressos em média ± desvio-padrão.

As análises de regressão linear simples não revelaram relação significativa entre a ingestão habitual de proteína e magnitude das mudanças nas variáveis de composição corporal, força muscular e desempenho funcional (Tabela 5).

Tabela 5. Regressão linear simples para a relação entre ingestão proteica habitual e magnitude das mudanças absolutas nas variáveis dependentes após o período de destreinamento em mulheres idosas (n = 128).

Variáveis	β	Erro padrão	β padronizado	IC 95%	P
Massa gorda (kg)	0,40	0,44	0,08	-0,47; 1,28	0,362
Massa óssea (kg)	-0,01	0,04	-0,04	-0,09; 0,06	0,670
MIGO apendicular (kg)	0,02	0,18	0,01	-0,33; 0,38	0,900
MME (kg)	0,01	0,20	0,00	-0,39; 0,41	0,958
1RM <i>chest press</i> (kg)	-2,50	2,38	-0,09	-7,22; 2,21	0,295
1RM cadeira extensora (kg)	-1,10	2,43	-0,04	-5,91; 3,70	0,650
1RM rosca <i>scott</i> (kg)	1,17	0,93	0,11	-0,67; 3,03	0,211
Carga levantada total (kg)	-2,43	4,27	-0,05	-10,88; 6,02	0,570
Velocidade de marcha (s)	-0,21	0,10	-0,18	-0,42; -0,01	0,345
Agilidade (s)	-0,50	0,32	-0,13	-1,16; 0,14	0,123
Flexão de braço (reps)	0,91	0,52	0,15	-0,12; 1,95	0,082
Sentar-se e levantar (reps)	1,14	0,52	-0,19	0,10; 2,17	0,976
Caminhada de 6 min (m)	9,65	7,29	0,11	-4,76; 24,08	0,187

Nota. B = coeficiente da regressão; IC 95% = intervalo de confiança de 95% do β padronizado; MIGO = massa isenta de gordura e osso; MME = massa muscular esquelética; 1RM = uma repetição máxima.

Nas Figuras 6-8 é apresentada a dispersão dos dados e o *slope* obtido a partir da análise de regressão linear simples para as variáveis de composição corporal, força muscular e desempenho funcional.

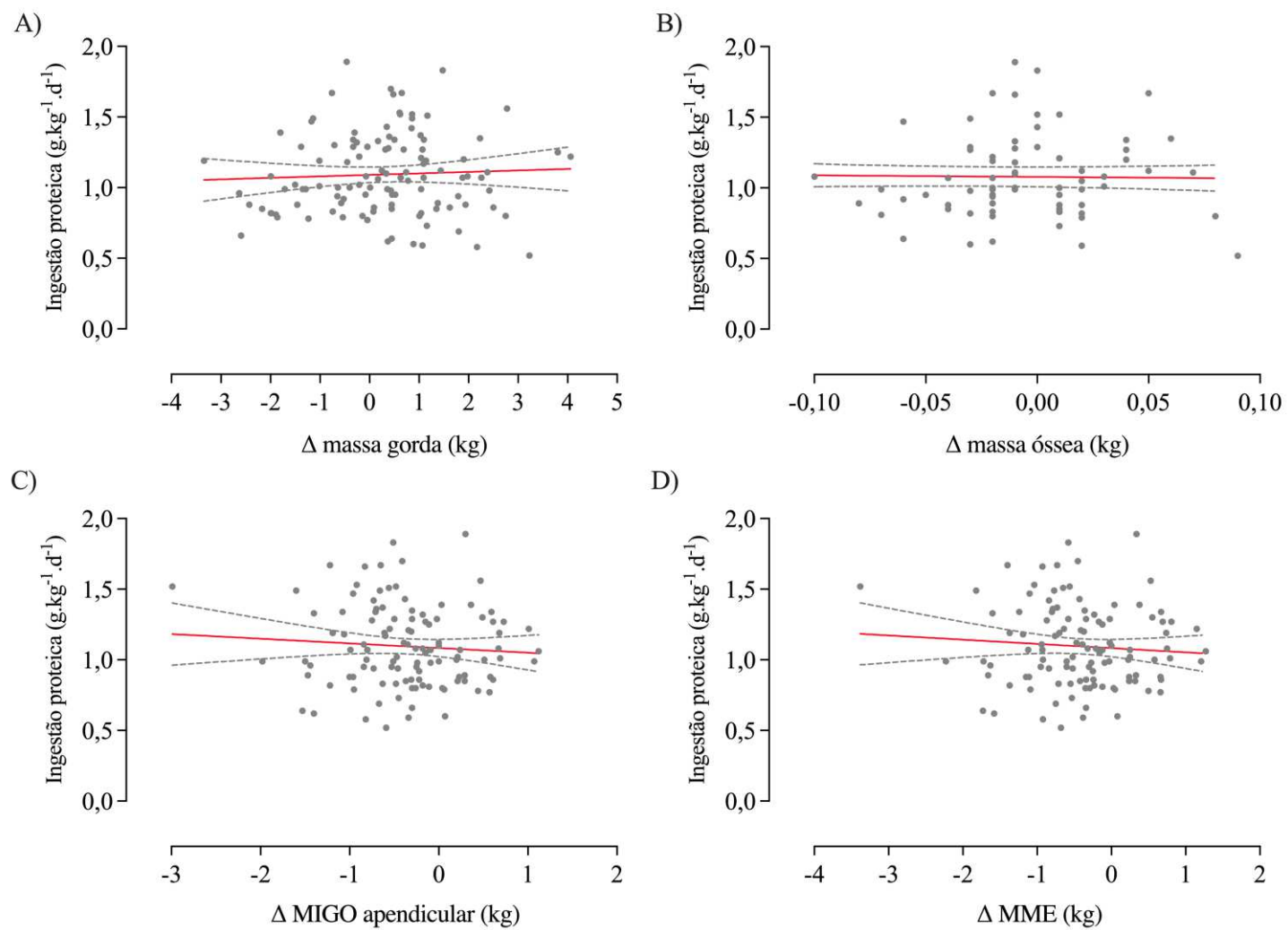


Figura 6. Relação entre ingestão proteica habitual e mudanças absolutas após o período de destreino nas variáveis de composição corporal em mulheres idosas (n = 128).

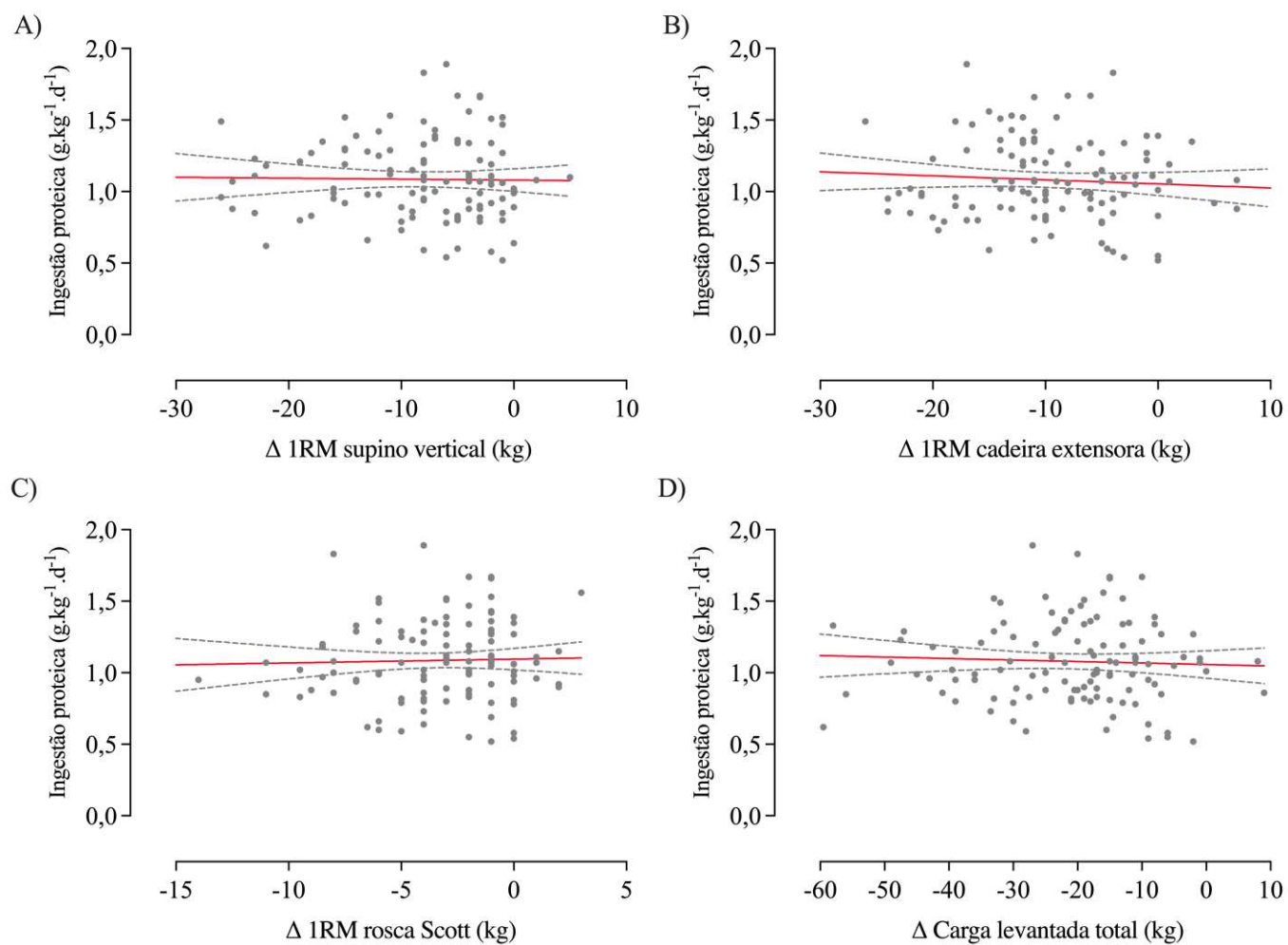


Figura 7. Relação entre ingestão proteica habitual e mudanças absolutas após o período de destreinamento nas variáveis de força muscular em mulheres idosas (n = 128).

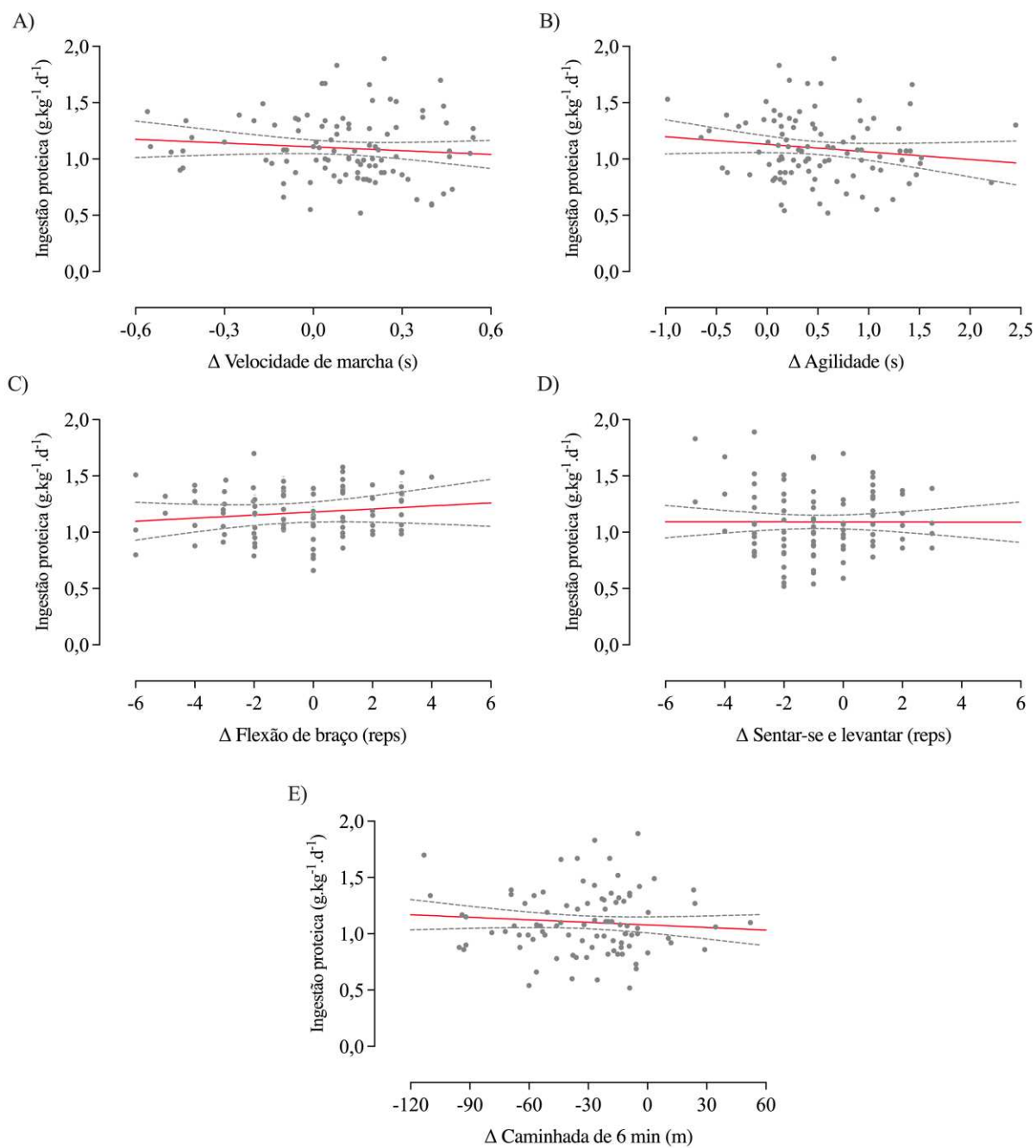


Figura 8. Relação entre ingestão proteica habitual e mudanças absolutas após o período de destreinamento nas variáveis de capacidade funcional em mulheres idosas ($n = 128$).

DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a associação entre a ingestão habitual diária total de proteínas e indicadores de composição corporal, força muscular e desempenho funcional em uma coorte de mulheres idosas saudáveis e fisicamente independentes submetidas ao TR, seguido por um período de destreino. Os principais achados deste estudo foram: (1) 24 semanas de TR foram suficientes para melhorar variáveis de composição corporal, força muscular e desempenho funcional, independente da quantidade da ingestão habitual de proteínas; (2) um período de destreino de 12 semanas não foi suficiente para reverter totalmente as adaptações induzidas por 24 semanas de TR, sobretudo, na MIGO apendicular, MME e força muscular; (3) o período de destreino influenciou negativamente a aptidão funcional, embora o declínio de desempenho encontrado nos testes analisados não conduziu a respostas adaptativas inferiores aquelas observadas no pré-treino; (4) a ingestão habitual de proteínas não influenciou a retenção das adaptações induzidas pelo TR durante o período de destreino.

De acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que comparou o efeito da ingestão proteica habitual durante as fases de TR e destreino sobre a composição corporal, força muscular e aptidão funcional em mulheres idosas treinadas. Esse fato *per se* dificulta a comparação com informações disponíveis na literatura até o presente momento. No entanto nossos resultados confirmam as respostas encontradas por Hwang et al. (2017), ao analisarem o efeito de quatro semanas de TR seguidas por duas semanas de destreino e mais quatro semanas de retreino. Apesar de aumentarem a oferta proteica e de carboidratos a fim de amenizar possíveis perdas de MME e de força muscular na fase de destreino, tal estratégia não influenciou a magnitude das perdas acarretadas pelo destreino. Por outro lado, um recente estudo conduzido por Mori & Takeda (2022), analisou o efeito da suplementação com proteína de soro de leite enriquecida com leucina durante 12 e 24 semanas de destreino, após 24 semanas de TR em 81 idosos. O estudo revelou uma maior retenção na MME e força muscular (*handgrip*) apenas durante o período de destreino de 12 semanas, reforçando a necessidade de novos estudos que possam confirmar ou refutar essa hipótese.

Embora a proteína seja um nutriente essencial para o aumento da MME, especialmente, em praticantes de TR (MORTON et al., 2018), nossos resultados não confirmaram a associação da ingestão habitual de proteínas sobre os ganhos de MME encontrados na amostra de mulheres idosas analisadas. Esses resultados corroboram as informações reportadas por Iglay et al. (2007) que não encontraram diferenças no ganho de MME ao compararem um grupo de homens e mulheres submetidos a 12 semanas de TR

com diferente aporte proteico (0,9 g/kg/dia vs. 1,2 g/kg/dia). Por outro lado, Nabuco et al. (2019) revelaram maiores ganhos de força muscular e MME em mulheres idosas com ingestão proteica superior a 1,0 g/kg/dia após 12 semanas de TR. Mais recentemente, Ribeiro et al. (2022) reportaram um menor ganho de MME em mulheres idosas submetidas a 24 semanas de TR associada a uma ingestão proteica na ordem de 0,8 g/kg/dia quando comparadas aos grupos que consumiram 1,0 g/kg/dia e 1,3 g/kg/dia. As divergências encontradas nos resultados encontrados por esses estudos podem estar associadas a muitos fatores, tais como diferenças metodológicas na obtenção das informações nutricionais e nos protocolos de TR, nos períodos de intervenção, na forma de tratamento dos dados, associação de variáveis confundidores, tais como nível de atividade física habitual e qualidade do sono, fatores que podem afetar tanto a demanda energética quanto o balanço nitrogenado, entre outros.

É possível que a baixa ingestão proteica habitual diária das participantes do nosso estudo possa ter influenciado as respostas encontradas, uma vez que a ingestão média de proteínas das participantes foi de aproximadamente 1,08 g/kg/dia, valor este que pode ter sido insuficiente para otimização dos ganhos de MME induzidos pelo TR. De fato, a Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva preconiza a necessidade de ingestão proteica na faixa entre 1,4-2,0 g/kg/dia para melhorar as respostas adaptativas ao TR (Jäger et al., 2017).

Enquanto o TR promoveu aumento da MME, o destreinamento acarretou um declínio importante, embora parte do ganhos acarretado por 24 semanas de TR tenha sido preservado após 12 semanas de destreinamento. Um estudo envolvendo mulheres idosas que foram submetidas a um programa de TR por 12 semanas observou diminuição do volume muscular nos membros inferiores de aproximadamente 20% após o destreinamento de 12 semanas (CORREA et al., 2016). Outro estudo apresentou reduções de 1,7-2,6% no volume muscular após 24 semanas de destreinamento em homens e mulheres idosas que haviam sido acompanhadas por 12 semanas de TR (VAN ROIE et al., 2017). Embora a duração dos estudos não sejam similares ao nosso estudo, o comportamento foi relativamente semelhante.

Em relação a massa óssea, alguns estudos tem advogado a necessidade de períodos de intervenção superiores a um ano para que haja algum benefício na densidade mineral óssea em mulheres e homens idosos (IWAMOTO; TAKEDA; ICHIMURA, 2001; KEMMLER et al., 2021). Portanto, o período de 24 semanas de intervenção deste estudo não se mostrou suficiente para revelar benefícios acarretados pelo TR sobre a massa óssea talvez pelo tempo de intervenção do TR (24 semanas). Outra hipótese inicial do nosso estudo era que poderia haver uma relação entre a ingestão de proteínas e as alterações na

massa gorda. Nosso raciocínio foi baseado em estudos anteriores que mostraram o efeito termogênico da ingestão de proteínas (BRAY; REDMAN; de JORGE, 2015) e o seu impacto na perda de massa gorda (ANTÔNIO et al., 2015). Entretanto, nossa hipótese foi refutada em virtude da ausência de modificações na massa gorda das participantes. Vale destacar que os mecanismos responsáveis pela redução da massa gorda são multifatoriais, embora o principal fator para a redução pareça ser o balanço energético negativo. Não podemos desprezar a hipótese de que valores mais elevados de ingestão de proteínas (por exemplo, 1,8 e 2,0 g/kg/dia) poderiam afetar as respostas encontradas. Estudos futuros são necessários para testar esta hipótese.

Neste estudo, o aumento de força muscular induzido por 24 semanas de TR não foi completamente revertido após 12 semanas de destreino, como já havia sido reportado em outros estudos (BLOCQUIAUX et al., 2020; GRGIC, 2022). Quando comparado com outros estudos que utilizaram protocolos e duração semelhantes em idosos, os ganhos de força promovidos pelo TR e os declínios provocados pelo destreino são similares, com ganhos de 17 a 40% seguidos de declínios 12 a 22% (PADILHA et al., 2015; TAAFFE et al., 2009). Vale destacar que em nenhum desses estudos a possível associação da ingestão proteica foi analisada. Além disso, é importante ressaltar que idosos são mais suscetíveis aos efeitos do destreino do que os jovens (LEMMER et al., 2000), de modo que os mecanismos associados a este fenômeno merecem ser mais bem investigados para além da maior redução no tamanho das fibras e maior declínio das adaptações neurais (ANDERSEN et al., 2005).

A análise do desempenho nos testes de aptidão funcional, que representam os componentes das atividades de vida diária como mobilidade, agilidade, força muscular de membros inferiores e superiores, confirmou o importante papel do TR para a preservação da autonomia funcional de mulheres idosas. Entretanto, o nosso estudo revelou o efeito deletério do destreino sobre essas variáveis, reforçando a importância da aderência ao TR, em especial, para idosos.

Nossa investigação tem algumas limitações que não devem ser desprezadas. O nível de atividade física diária não foi monitorado, embora as participantes tenham sido orientadas para manterem suas atividades habituais durante todo o estudo. Além disso, as informações nutricionais foram obtidas a partir de recordatórios de 24 h, cujas limitações são bastante conhecidas, tais como omissão de informações, dificuldade de lembrar com precisão acontecimentos do dia anterior, super ou subestimação das porções de alimentos consumidos, etc... Por outro lado, nosso estudo apresenta um conjunto de pontos fortes, como o tamanho da amostra, a supervisão de todas as participantes em todas as sessões de TR, os instrumentos ou procedimentos de medidas da composição corporal, da força e

da aptidão funcional utilizados e a adoção de uma análise estatística baseada nos valores de ingestão diária de proteína.

CONCLUSÃO

Nossos resultados sugerem que, independente da ingestão habitual de proteínas, 24 semanas de TR podem melhorar a composição corporal, força muscular e aptidão funcional de mulheres idosas, enquanto 12 semanas de destreino não parecem ser suficientes para reverter completamente as alterações induzidas pelo treinamento em mulheres idosas fisicamente independentes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de proteínas é um fator primordial para a qualidade de vida de idosos, uma vez que a deficiência na ingestão deste macronutriente pode contribuir para a redução, sobretudo, da força muscular e da MME. Fatores como condições socioeconômicas, isolamento social, problemas periodontais, mastigação, uso de próteses inadequadas, redução do paladar e olfato, além da alta ingestão de fármacos são considerados os principais responsáveis pela deficiência no consumo de proteína em idosos.

Neste sentido a ingestão de pelo menos 1 g/kg/dia de proteínas associado a um programa de TR, parece ser suficiente para amenizar parte dos efeitos deletérios acarretados pelo envelhecimento, particularmente, no que tange aos declínios de força muscular, MME e aptidão funcional. Por outro lado, nossos resultados sugerem que a ingestão proteica não parece influenciar as perdas resultantes de um processo de destreino. Portanto, nessa condição, a ingestão mínima preconizada pela RDA (0,8 g/kg/dia) pode ser o suficiente para a manutenção dos processos fisiológicos desta população. Entretanto, acreditamos que futuros estudos devem ter a preocupação de analisar o impacto de uma dieta normocalórica prescrita e controlada, com diferentes quantidades de proteínas, para testar essa hipótese.

Embora exista o interesse em investigar o consumo de diferentes quantidades de proteína durante a fase de detreino, as informações produzidas até o presente momento não são conclusivas, em virtude, principalmente, dos delineamentos experimentais adotados, pelas diferenças entre os protocolos de avaliação dietética empregados, pela curta duração das intervenções, pelas limitações metodológicas e procedimentais utilizadas para análise dos desfechos, entre outras. Tais fatores têm dificultado uma análise mais consistente dos efeitos da ingestão proteica durante o período de destreino para amenizar as perdas dos ganhos obtidos durante o período de treinamento.

Nosso estudo utilizou várias imagens didáticas a respeito das quantidades e porções ingeridas, além de entrevistas consistentes para a coleta dos hábitos nutricionais das participantes. Mesmo assim, diversas dificuldades foram encontradas a partir do instrumento de avaliação nutricional utilizado (recordatórios de 24 h), em virtude da necessidade de colaboração da avaliada no que tange a descrever com precisão as informações necessárias. A omissão de informações ou até mesmo os lapsos de memória podem ter comprometido pelo menos em parte os resultados encontrados nesta investigação. Na tentativa de atenuar tais limitações, as participantes foram orientadas a anotar todos alimentos ingeridos desde o desjejum até a ceia noturna no dia anterior as avaliações e apresentar tais informações ao nutricionista responsável nos dias das entrevistas.

Por fim, a ingestão proteica em torno de 1 g/kg/dia associada a prática do TR se mostrou como uma estratégia bastante segura e de ampla aplicável, sobretudo, para mulheres com idade avançada, podendo oferecer um conjunto de benefícios que vão além de práticas usualmente recomendadas para essa população, por grande parte dos profissionais da área da saúde. Em contrapartida, a ingestão proteica de 1 g/kg/dia na fase de destreinamento não parece ser suficiente para a retenção dos ganhos obtidos com o TR.

REFERÊNCIAS

Alemán-Mateo H, López Teros MT, Ramírez FA, Astiazarán-García 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.

Amarante do Nascimento M, Januário 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.

American College of Sports Medicine; Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, 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.

Andersen LL, Andersen JL, Magnusson SP, Aagaard P. Neuromuscular adaptations to detraining following resistance training in previously untrained subjects. **Eur J Appl Physiol.** 2005 Mar;93(5-6):511-8.

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-860S.

Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, et al. A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women--a follow-up investigation. **J Int Soc Sports Nutr.** 2015;12:39.

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.

Baum JI, Kim IY, Wolfe RR. Protein consumption and the elderly: what is the optimal level of intake? **Nutrients.** 2016;8(6):359.

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.

Blocquiaux S, Gorski T, Van Roie E, Ramaekers M, Van Thienen R, Nielens H, et al. The effect of resistance training, detraining and retraining on muscle strength and power, myofibre size, satellite cells and myonuclei in older men. **Exp Gerontol.** 2020 May;133:110860.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira.** 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia de atividade física para a população brasileira** [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

Bray GA, Redman LM, de Jonge L et al. Effect of protein overfeeding on energy expenditure measured in a metabolic chamber. **Am J Clin Nutr.** 2015;101(3):496-505.

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.

Burd NA, Gorissen SH, Van Loon LJ. Anabolic resistance of muscle protein synthesis with aging. **Exerc Sport Sci Rev.** 2013;41(3):169-73.

Carvalho JA, Rodríguez-Wong LL. The changing age distribution of the Brazilian population in the first half of the 21st century. **Cad Saude Publica.** 2008;24(3):597-605.

Cavalcante EF, Ribeiro AS, do Nascimento MA, Silva AM, Tomeleri CM, Nabuco HCG, et al. Effects of different resistance training frequencies on fat in overweight/obese older women. **Int J Sports Med.** 2018;39(7):527-34.

Chen N, He X, Feng Y, Ainsworth BE, Liu Y. Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Eur Rev Aging Phys Act.** 2021;18(1):23.

Cohen J. A power primer. **Psychol Bull.** 1992;112(1):155-9.

Council, NHa.M.R. Recommended dietary intakes for use in Australia. **Australian Government Publishing Service:** Canberra; 1991.

Correa CS, Cunha G, Marques N, Oliveira-Reischak A, Pinto R. Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. **Clin Physiol Funct Imaging.** 2016;36(4):306-10.

Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing.** 2019;48(1):16-31.

Cunha PM, Ribeiro AS, Tomeleri CM, Schoenfeld BJ, Silva AM, Souza MF, et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. **J Sports Sci.** 2018;36(14):1564-71.

Cunha PM, Nunes JP, Tomeleri CM, Nascimento MA, Schoenfeld BJ, Antunes M, et al. Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality, and IGF-1 in older women: a randomized controlled trial. **J Strength Cond Res.** 2020;34(4):1008-16.

Deldicque L, Theisen D, Francaux M. Regulation of mTOR by amino acids and resistance exercise in skeletal muscle. **Eur J Appl Physiol.** 2005;94(1-2):1-10.

Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **Am J Phys Med Rehabil.** 2002;81(11 Suppl):S3-16

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.

Elam C, Hvid LG, Christensen U, Kjær M, Magnusson SP, Aagaard P, et al. Effects of age on muscle power, postural control and functional capacity after short-term immobilization and retraining. **J Musculoskelet Neuronal Interact.** 2022 Dec 1;22(4):486-497.

Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. **Am J Clin Nutr.** 2010;91(4):1123S-1127S.

Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. **J Am Med Dir Assoc.** 2011;12(4):249-56.

Figueiredo MDLF, Tyrrell MAR. The (in)visible gender of third age in nursing knowledge. **Rev Bras Enferm.** 2005;58(3):330-4.

Fukagawa NK. Protein requirements: methodologic controversy amid a call for change. **Am J Clin Nutr.** 2014;99(4):761-2.

Gariballa S. Nutrition and older people: special considerations relating to nutrition and ageing. **Clin Med (Lond).** 2004;4(5):411-4.

Geib LTC. Social determinants of health in the elderly. **Cien Saude Colet.** 2012;17(1):123-33.

Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. **Anthropometric standardization reference manual** Champaign: Human kinetics Books; 1988. p.3-8.

Grgic J. Use it or lose it? A meta-analysis on the effects of resistance training cessation (detraining) on muscle size in older adults. **Int J Environ Res Public Health.** 2022;19(21):14048.

Harper AE, Miller RH, Block KP. Branched-chain amino acid metabolism. **Annu Rev Nutr.** 1984;4:409-54.

Hasselmann V, Oesch P, Fernandez-Luque L, Bachmann S. Are exergames promoting mobility an attractive alternative to conventional self-regulated exercises for elderly people in a rehabilitation setting? Study protocol of a randomized controlled trial. **BMC Geriatr.** 2015;15:108.

Henwood TR, Taaffe DR. Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power or muscle strength specific training. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2008;63(7):751-8.

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.

Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. **Sports Med.** 2000;30(4):249-68.

Iglay HB, Thyfault JP, Apolzan JW, Campbell WW. Resistance training and dietary protein: effects on glucose tolerance and contents of skeletal muscle insulin signaling proteins in older persons. **Am J Clin Nutr.** 2007;85(4):1005-13.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: PNAD.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencianoticias/noticias/34438-populacao-cresce-mas-numero-de-pessoas-com-menos-de-30-anos-cai-5-4-de-2012-a-2021>

Iwamoto J, Takeda T, Ichimura S. Effect of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. **J Orthop Sci.** 2001;6(2):128-32.

Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. **J Int Soc Sports Nutr.** 2017;14:20.

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 (1985).** 2000;89(1):81-8.

Kang S, Park KM, Sung KY, Yuan Y, Lim ST. Effect of resistance exercise on the lipolysis pathway in obese pre- and postmenopausal women. **J Pers Med.** 2021;11(9):874.

Kassiano W, Costa B, Nunes JP, Antunes M, Kunevaliki G, Castro-E-Souza P, et al. Does resistance training promote enough muscular strength increases to move weak older women to better strength categories? **Exp Gerontol.** 2021;149:111322.

Kemmler W, Kohl M, Fröhlich M, Schoene D, von Stengel S. Detraining effects after 18 months of high intensity resistance training on osteosarcopenia in older men-Six-month follow-up of the randomized controlled Franconian Osteopenia and Sarcopenia Trial (FrOST). **Bone**. 2021 Jan;142:115772.

Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. **Am J Clin Nutr**. 2002;76(2):378-83.

Kirwan R, McCullough D, Butler T, Perez de Heredia F, Davies IG, Stewart C. Sarcopenia during COVID-19 lockdown restrictions: long-term health effects of short-term muscle loss. **Geroscience**. 2020;42(6):1547-78.

Koopman R, van Loon LJ. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. **J Appl Physiol**. 2009;106(6):2040-8.

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.

Lacerda EMDA, Pinheiro EH, Gomes ABV, da Silva MC. **Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras**. 5. ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2008. 131 p.

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.

Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. **Med Sci Sports Exerc**. 2000 Aug;32(8):1505-12.

Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 1995;50 Spec No:11-6.

Manini TM. Energy expenditure and aging. **Ageing Res Rev**. 2010;9(1):1-11.

Mende E, Moeinnia N, Schaller N, Weiß M, Haller B, Halle M, et al. Progressive machine-based resistance training for prevention and treatment of sarcopenia in the oldest old: A systematic review and meta-analysis. **Exp Gerontol.** 2022;163:111767.

Ministério da Saúde. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa.** Brasília: Ministério da Saúde; 2006.

Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. **Front Physiol.** 2012;3:260.

Montero-Fernández N, Serra-Rexach JA. Role of exercise on sarcopenia in the elderly. **Eur J Phys Rehabil Med.** 2013;49(1):131-43.

Mori H, Tokuda Y. De-training effects following leucine-enriched whey protein supplementation and resistance training in older adults with sarcopenia: a randomized controlled trial with 24 weeks of follow-up. **J Nutr Health Aging.** 2022;26(11):994-1002.

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.

Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, Schoenfeld BJ, Henselmans M, Helms E, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. **Br J Sports Med.** 2018;52(6):376-84.

Mujika I, Padilla S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. **Sports Med.** 2000;30(2):79-87.

Nabuco HCG, Tomeleri CM, Sugihara Junior P, Fernandes RR, Cavalcante EF, Antunes M, et al. Effects of whey protein supplementation pre- or post-resistance training on muscle mass, muscular strength, and functional capacity in pre-conditioned older women: a randomized clinical trial. **Nutrients.** 2018;10(5):563.

Nabuco HC, Tomeleri CM, Junior PS, Fernandes RR, Cavalcante EF, Nunes JP, et al. Effects of higher habitual protein intake on resistance-training-induced changes in body composition and muscular strength in untrained older women: A clinical trial study. **Nutr Health**. 2019 Jun;25(2):103-112

Norton LE, Layman DK. Leucine regulates translation initiation of protein synthesis in skeletal muscle after exercise. **J Nutr**. 2006 Feb;136(2):533S-7S.

Nowson C, O'Connell S. Protein requirements and recommendations for older people: a review. **Nutrients**. 2015;7(8):6874-99.

Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: **NEPA** – UNICAMP; 2011. 161 p.

Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, Westerterp-Plantenga M. Protein, weight management, and satiety. **Am J Clin Nutr**. 2008 May;87(5):1558S-1561S.

Padilha CS, Ribeiro AS, Fleck SJ, Nascimento MA, Pina FL, Okino AM, et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. **Age (Dordr)**. 2015 Oct;37(5):104.

Pallafacchina G, Calabria E, Serrano AL, Kalhovde 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.

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.

Pereira A, Izquierdo M, Silva AJ, Costa AM, González-Badillo JJ, Marques MC. Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. **Exp Gerontol**. 2012;47(8):620-4.

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):E118-24.

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.

Phillips SM, Chevalier S, Leidy HJ. Protein "requirements" beyond the RDA: implications for optimizing health. **Appl Physiol Nutr Metab.** 2016;41(5):565-72.

Picoli CC, Gilio GR, Henriques F, Leal LG, Besson JC, Lopes MA, et al. Resistance exercise training induces subcutaneous and visceral adipose tissue browning in Swiss mice. **J Appl Physiol (1985).** 2020;129(1):66-74.

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.

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.

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.

Ribeiro AS, Aguiar AF, Schoenfeld BJ, Nunes JP, Cavalcante EF, Cadore EL, et al. Effects of different resistance training systems on muscular strength and hypertrophy in resistance-trained older women. **J Strength Cond Res.** 2018;32(2):545-53.

Ribeiro AS, Pereira LC, Schoenfeld BJ, Nunes JP, Kassiano W, Nabuco HCG, et al. Moderate and higher protein intakes promote superior body recomposition in older women performing resistance training. **Med Sci Sports Exerc.** 2022;54(5):807-13.

Rizzoli R, Biver E, Brennan-Speranza TC. Nutritional intake and bone health. **Lancet Diabetes Endocrinol.** 2021 Sep;9(9):606-621.

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.

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.

Short KR, Nair KS. The effect of age on protein metabolism. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care.** 2000 Jan;3(1):39-44.

Smith GI, Atherton P, Villareal DT, Frimel TN, Rankin D, Rennie MJ, et al. Differences in muscle protein synthesis and anabolic signaling in the postabsorptive state and in response to food in 65-80 year old men and women. **PLoS One.** 2008;3(3):e1875.

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.

Stipanuk MH. Leucine and protein synthesis: mTOR and beyond. **Nutr Rev.** 2007;65(3):122-9.

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.

Taaffe DR, Henwood TR, Nalls MA, Walker DG, Lang TF, Harris TB. Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults. **Gerontology.** 2009;55(2):217-23.

Tokmakidis SP, Kalapotharakos VI, Smilios I, Parlavantzas A. Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance training in older adults. **Clin Physiol Funct Imaging.** 2009;29(4):316-9.

Tomeleri CM, Ribeiro AS, Nunes JP, Schoenfeld BJ, Souza MF, Schiavoni D, et al. Influence of resistance training exercise order on muscle strength, hypertrophy, and anabolic hormones in older women: a randomized controlled trial. **J Strength Cond Res.** 2020;34(11):3103-9.

Trumbo P, Schlicker S, Yates AA, Poos M, Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. **J Am Diet Assoc.** 2002;102(11):1621-30.

Van Roie E, Walker S, Van Driessche S, Baggen R, Coudyzer W, Bautmans I, et al. Training load does not affect detraining's effect on muscle volume, muscle strength and functional capacity among older adults. **Exp Gerontol.** 2017;98, 30–37.

Veras R. Population aging today: demands, challenges and innovations. **Rev Saude Publica.** 2009;43(3):548-54.

Veras R. International experiences and trends in health care models for the elderly. **Cien Saude Colet.** 2012;17(1):231-8.

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.

Wakayama S, Fujita Y, Fujii K, Sasaki T, Yuine H, Hotta K. Skeletal muscle mass and higher-level functional capacity in female community-dwelling older adults. **Int J Environ Res Public Health.** 2021;18(13):6692.

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.

Wang DXM, Yao J, Zirek Y, Reijnierse EM, Maier AB. Muscle mass, strength, and physical performance predicting activities of daily living: a meta-analysis. **J Cachexia Sarcopenia Muscle.** 2020;11(1):3-25.

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.

WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. **World Health Organ Tech Rep Ser.** 2007, (935):1-265.

Wolfe RR, Miller SL, Miller KB. Optimal protein intake in the elderly. **Clin Nutr.** 2008;27(5):675-84.

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.

Zago AS. Physical exercise and health-disease process in elderly. **Rev Bras Geriatr Gerontol.** 2010;13(1):153-8.

Zech A, Drey M, Freiburger E, Hentschke C, Bauer JM, Sieber CC, et al. Residual effects of muscle strength and muscle power training and detraining on physical function in community-dwelling prefrail older adults: a randomized controlled trial. **BMC Geriatr.** 2012;12:68.

APÊNDICES

Apêndice A - Entrevista – Projeto idosas

NOME: _____

TELEFONE:(____)_____ IDADE: _____anos NASCIMENTO ____/____/____

ENDEREÇO: _____

ANAMNESE1) Você possui algum problema cardiovascular ou metabólico?Sim NãoHipertensão Diabetes Colesterol/Triglicérides ElevadoHipoglicemia2) Você está acima ou abaixo do seu peso desejado?Sim Não Caso positivo,

quanto? _____

3) Você possui algum problema osteomuscular?Sim NãoFibromialgia Artrite Artrose Bico de papagaio Hérnia de disco Lesão Muscular Desgaste Ósseo4) 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? _____

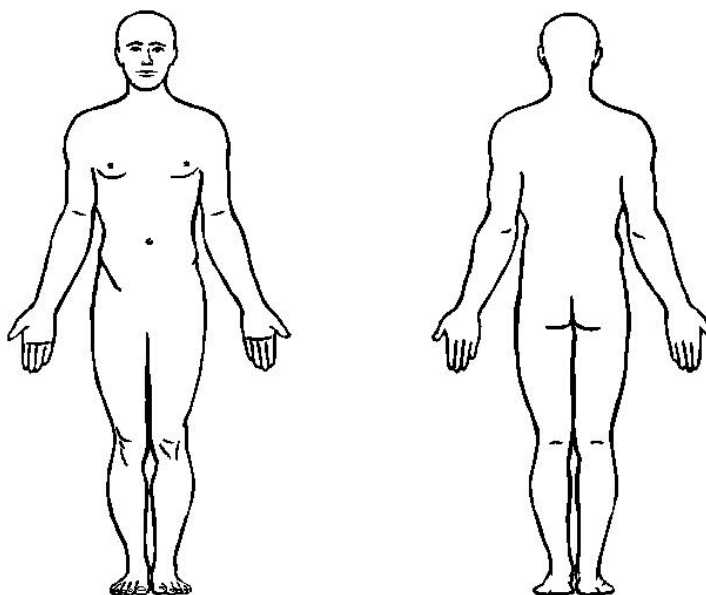
8) Você faz uso de bebida alcoólica com frequência (mais que duas vezes por semana)?

()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

Apêndice B - Termo de consentimento livre e esclarecido

Projeto de pesquisa: “IMPACTO DE DOIS ANOS DE INTERVENÇÃO COM TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICO EM MULHERES PÓS-MENOPAUSADAS: ESTUDO LONGITUDINAL ENVELHECIMENTO ATIVO”

Prezada Senhora:

Gostaríamos de convidá-la para participar da pesquisa “Efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a composição corporal, força muscular, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição em mulheres idosas treinadas”, a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa é analisar os efeitos de dois anos de prática regular e sistematizada de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal e biomarcadores de risco cardiometabólico em mulheres pós-menopausadas.

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 nas suas diferentes fases acompanhado por profissionais e estudantes de Educação Física; (2) Entrevista afim de avaliar o histórico médico, sintomas de ansiedade e depressão, percepção de qualidade de vida, sono e cognição; (3) Medidas de peso, altura, pressão arterial, frequência cardíaca em repouso, atividade física habitual, comportamento sedentário e sono; (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica e densitometria óssea; (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feita por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos; (6) Avaliação nutricional por meio da aplicação de registros alimentares de dois dias; (7) Avaliação da aptidão neuromuscular por meio de testes de uma repetição máxima; (8) Avaliação da capacidade de realizar atividades de vida diária por meio de testes funcionais.

Gostaríamos de esclarecer que a participação é totalmente voluntária. A 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 da participante. Lembramos que não será cobrada taxa alguma por estas avaliações. Da mesma forma, não será paga quantia alguma as participantes. Adicionalmente, comprometemo-nos a respeitar as determinações previstas na Lei 10.741 de 2003 – Estatuto do Idoso, que resguardam os direitos e a proteção às pessoas idosas, em especial ao respeito, dignidade e integridade física, emocional, social e afetiva.

Ao final do estudo, comprometemo-nos ainda a retornar com os resultados de todas as avaliações, que serão entregues as participantes. Espera-se com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria da saúde e qualidade de vida de mulheres idosas por meio da prática de treinamento e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, fisiológicos, neuromusculares e metabólicos das 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 e durante as primeiras semanas de treino.

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 Avenida Robert Kock, 60 ou no telefone (43) 3371- 2490. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

RG: _____

Eu, _____ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os

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

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Londrina, ____ de _____ de 2022.

Apêndice D - Modelo do recordatório alimentar.

Nome: _____		Data: ____ / ____ / ____	
Dia da semana do Recordatório: _____		Avaliador: _____	
REFEIÇÃO E O HORÁRIO	Alimentos, bebidas e/ou preparações		Quantidades (gramas ou medida caseira)
Café da manhã Horário: _____			
Lanche manhã Horário: _____			
Almoço Horário: _____			
Lanche tarde Horário: _____			
Jantar Horário: _____			
Ceia Horário: _____			

Apêndice E - Exemplos de porções apresentadas às participantes

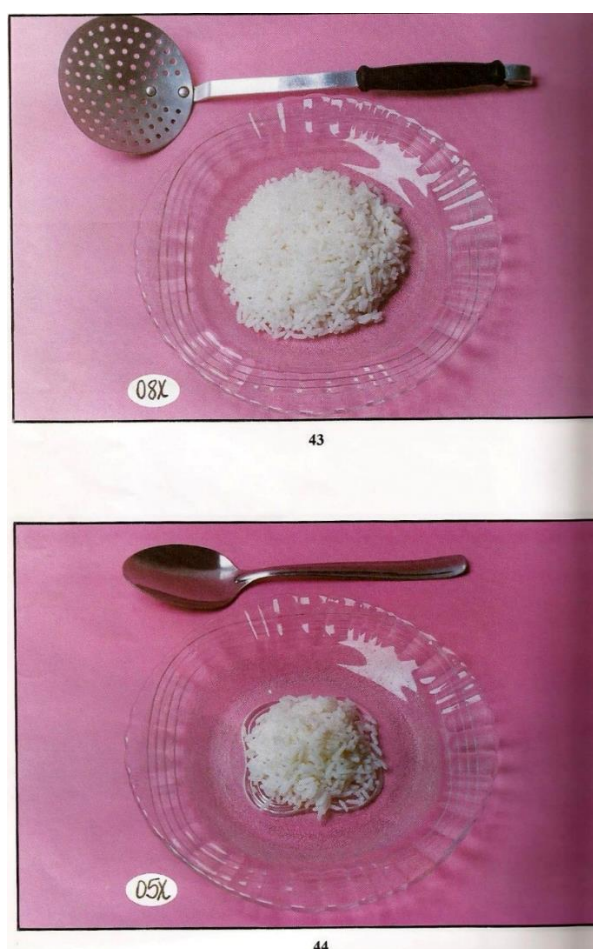


Uma concha pequena

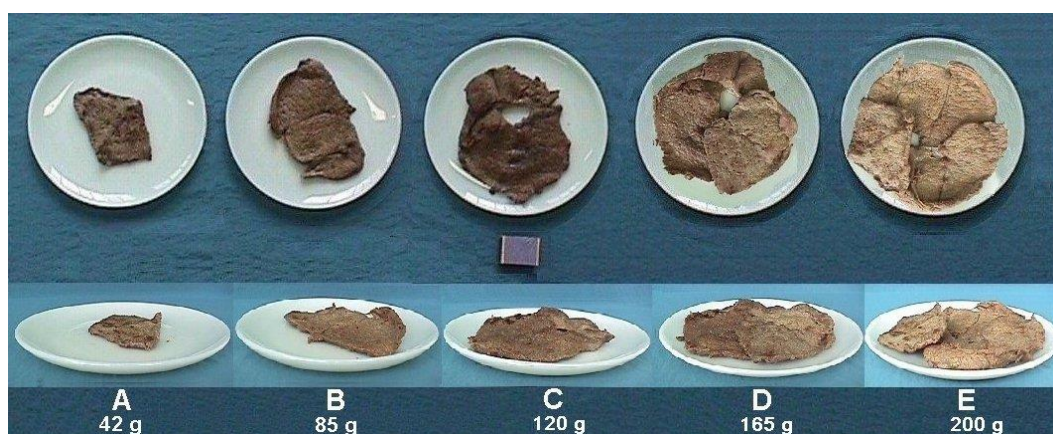


Uma concha média

Exemplo 1. Porções de feijão



Exemplo 2. Porções de arroz



Exemplo 3. Porções de carne bovina

ANEXOS

Anexo A - Financiamento CNPq

EDILSON SERPELONI CYRINO

Chamada CNPq N° 04/2021 - Bolsas de Produtividade em Pesquisa

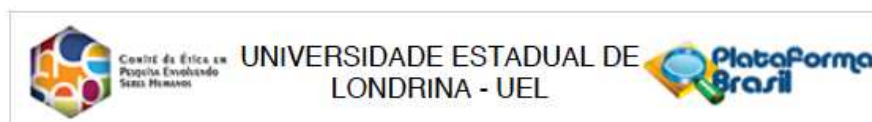
MARÇO/2022 – FEVEREIRO/2025

**“PROJETO: IMPACTO DE DOIS ANOS DE INTERVENÇÃO COM
TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A FORÇA MUSCULAR,
COMPOSIÇÃO CORPORAL E BIOMARCADORES DE RISCO
CARDIOMETABÓLICO EM MULHERES PÓS-MENOPAUSADAS:
ESTUDO LONGITUDINAL ENVELHECIMENTO ATIVO”**

**“PROJECT: IMPACT OF TWO YEARS OF INTERVENTION WITH
RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR STRENGTH, BODY
COMPOSITION AND CARDIOMETABOLIC RISK BIOMARKERS OF
POSTMENOPAUSAL WOMEN: ACTIVE AGING LONGITUDINAL
STUDY”**

LONDRINA, PR
2021

Anexo B - Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da suplementação de colágeno hidrolisado e whey protein associado a 12 semanas de treinamento com pesos sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos, força muscular e aspectos de saúde da articulação do joelho em mulheres idosas.

Pesquisador: EDILSON SERPELONI CYRINO

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 19137019.5.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UEM/UEL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

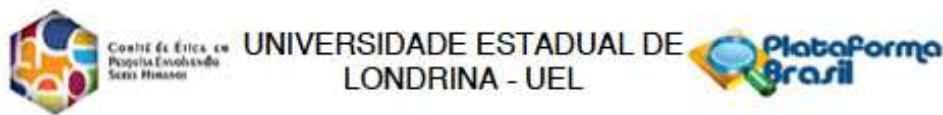
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.723.270

Apresentação do Projeto:

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 colágeno hidrolisado e whey protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, biomarcadores sanguíneos, lesão de joelho e a força muscular em mulheres idosas. **Métodos:** Aproximadamente 80 mulheres idosas serão acompanhadas ao longo de 12 semanas em dois grupos experimentais (WP-PLA) suplementação de Whey Protein e maltodextrina e (WPCOL) Whey Protein e colágeno duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde. Medidas antropométricas e hemodinâmicas, composição corporal, registros alimentares, bioquímica sanguínea, desempenho motor, intensidade de dor e aspectos de saúde da articulação do joelho, bem como 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, espera-se que as informações a serem produzidas neste estudo forneçam subsídios importantes para a saúde de

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário
UF: PR **Município:** LONDRINA **CEP:** 86.057-970
Telefone: (43)3371-5455 **E-mail:** cep288@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

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 colágeno hidrolisado e whey protein associado ao treinamento com pesos por 12 semanas sobre a composição corporal, os biomarcadores sanguíneos, a força muscular e parâmetros da saúde da articulação do joelho em mulheres idosas.

Objetivos Secundários:

- Analisar o efeito anabólico e anticatabólico da suplementação associado ao treinamento com pesos na composição corporal de mulheres idosas;
- Verificar o efeito da suplementação proteica e treinamento com pesos sobre a dor, lesões no joelho, cartilagem hialina e grau de artrose em 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 idosa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

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 à saúde comprovados na literatura devido à sua ingestão dentro das doses recomendadas, nem quanto à restrição à populações especiais, como hipertensos ou portadores de doenças renais. Todas as participantes serão informadas sobre a

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



Conselho de Ética em
Pesquisa envolvendo
Serres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 3.723.270

suplementação de whey protein e colágeno questionadas quanto a possíveis alergias (todos os componentes das substâncias serão apresentados no termo de consentimento livre e esclarecido), no entanto, caso alguma participante apresente 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.

Quanto aos benefícios, espera-se que com a associação da do treinamento e a suplementação de whey protein e colágeno, os participantes do estudo aumentem a massa livre de gordura, bem como a força e resistência muscular. Espera-se também que o whey protein e colágeno possa minimizar os efeitos deletérios produzidos pelo desgaste da cartilagem do joelho. 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 whey e maltodextrina também receberão a suplementação de whey protein e colágeno, 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:

Não há.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de rosto: devidamente assinada e carimbada pelo Coordenador do Programa de Pós graduação em Educação Física UEL-UEM.

- Carta do profissional médico Ricardo José Rodrigues, membro da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA e colaborador do projeto de pesquisa, declarando que a sua colaboração dar-se-á na avaliação cardiológica, ou seja exame de ecocardiograma e eletrocardiograma, no que diz respeito à liberação dos participantes para o treinamento com pesos: devidamente carimbada e assinada.

- TCLE: adequado

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

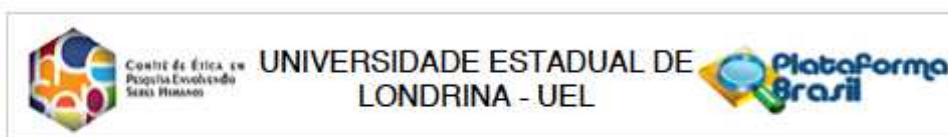
UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

- Orçamento: alega custeio próprio no valor de R\$ 68.554,00. Consta deslocamento das participantes com idade entre 60-64 anos, kits de laboratório, exames de imagem, produto whey protein, Maltodextrina e Colágeno e deslocamento do profissional de laboratório. Pesquisador informa que o valor será captado da Bolsa de Produtividade em Pesquisa - PQ processo nº 310054/2017-6 de Edilson S. Cyrino.

- Cronograma: início da seleção de amostras previsto para 16/12/2019; avaliações iniciais 06/01/2020 e suplementação 20/01/2020.

- Instrumentos de coleta de dados: apresentado três instrumentos sendo roteiro para entrevista, Índice WOMAC para osteoartrite e recordatório 24 horas de alimentos, bebidas e/ou preparações

Recomendações:

-

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após análise desta submissão do projeto, damos parecer favorável para a pesquisa.

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 apresentá-lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;

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



Comitê de Ética em
Pesquisa Envolvendo
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 3.723.270

- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

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_1399909.pdf	21/11/2019 07:02:33		Aceito
Outros	recordatorio_entrevista_alimentacao.docx	21/11/2019 07:00:49	EDILSON SERPELONI	Aceito
Parecer Anterior	parecer_anterior_resposta_vers_3.docx	21/11/2019 06:57:13	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	questionario_WOMAC.pdf	21/11/2019 06:53:05	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	entrevista.pdf	21/11/2019 06:50:49	EDILSON SERPELONI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_final3.doc	08/11/2019 09:59:05	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
TGLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_final3.doc	08/11/2019 09:56:00	EDILSON SERPELONI CYRINO	Aceito
Orçamento	Orcamento_final3.docx	08/11/2019 09:55:48	EDILSON SERPELONI	Aceito
Parecer Anterior	parecer_anterior_resposta_vers_2.docx	08/11/2019 09:54:32	EDILSON SERPELONI	Aceito
Outros	Termo_de_Concessao_PQ_2018.pdf	25/09/2019 16:25:19	EDILSON SERPELONI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Carta_responsavel_medico_final2.pdf	25/09/2019 16:19:50	EDILSON SERPELONI	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	09/08/2019 12:28:04	EDILSON SERPELONI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

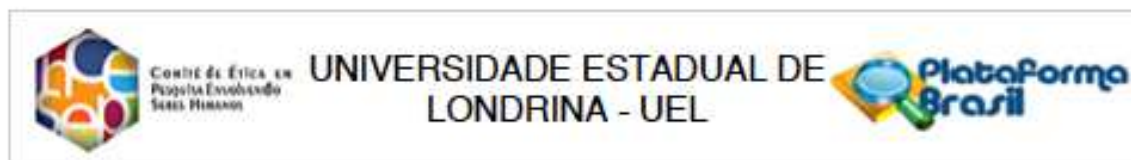
CEP: 86.057-970

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br



Continuação do Parecer: 3.723.270

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 25 de Novembro de 2019

Assinado por:
Oswaldo Coelho Pereira Neto
(Coordenador(a))



Conselho de Ética em
Pesquisa Londrina
UEL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a composição corporal, força muscular, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição em mulheres idosas treinadas

Pesquisador: JOÃO PEDRO ALVES NUNES

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 30300420.1.0000.5231

Instituição Proponente: CEPE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UEMUEL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.663.555

Apresentação do Projeto:

Textos retirados do original do pesquisador:

Muitas das respostas associadas ao exercício resistido, bem como a magnitude das adaptações produzidas, podem ser influenciadas pela manipulação adequada de variáveis que compõem os programas de treinamento. Portanto, acredita-se que a ordem de execução dos exercícios possa influenciar nas respostas adaptativas acarretadas pelo treinamento resistido, uma vez que pode afetar tanto o volume quanto a intensidade do treinamento.

Métodos: Será realizada uma intervenção com delineamento longitudinal por 12 semanas com aproximadamente 72 mulheres idosas (> 60 anos), fisicamente independentes e previamente treinadas, sendo divididas em quatro grupos de acordo com a ordem de execução dos exercícios, a saber: (1) dos exercícios multi- para mono-articulares, começando pelos exercícios de membros superiores seguindo para membros inferiores; (2) dos exercícios multi- para mono-articulares, de membros inferiores para membros superiores; (3) dos exercícios mono- para multi-articulares, de membros superiores para membros inferiores; (4) dos exercícios mono- para multi-articulares, de membros inferiores para membros superiores. A composição corporal será determinada por absorptometria radiológica de dupla energia. A força muscular será estimada a partir de testes de uma repetição máxima (1RM) e em dinamômetro isocinético. A função diastólica será determinada de acordo com orientação proposta pela diretriz das Sociedades Americana e Europeia de

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5485

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep200@uel.br



Centro de Estudos em
Pesquisa em Educação
e Saúde (CIEP)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Projeto: 4.003.005

Ecocardiografia, utilizando técnica de ecocardiograma. As concentrações de glicose, colesterol total e suas frações, triglicerídeos, proteína C-reativa e BDNF serão determinadas por meio de coleta de sangue em jejum. Os testes MoCa, Stroop Test, Trail Making Test, Fluência Verbal Semântica e Fonológica serão utilizados para avaliação das funções cognitivas. Os testes que serão utilizados para medidas de capacidade funcional são: velocidade habitual da marcha, flexão de cotovelo de 30 s, time-up and go, sentar e levantar da cadeira por 30 s, e caminhada de seis minutos.

Objetivo da Pesquisa:

Textos retirados do original do pesquisador:

Objetivo Primário:

Comparar o efeito de diferentes ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a força muscular, composição corporal, capacidade funcional, biomarcadores sanguíneos e cognição de mulheres idosas treinadas.

Objetivo Secundário:

- Identificar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a massa muscular, gordura corporal total e gordura de tronco e o desempenho motor em testes de 1-RM e de dinamometria isocinética em idosas treinadas.
- Verificar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre glicose, perfil lipídico e proteína C-reativa em idosas treinadas.
- Analisar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre a cognição nos testes de Trail Making Test, MoCA, Fluência Verbal, Stroop Test e as concentrações de BDNF em idosas treinadas.
- Analisar o efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido sobre medidas de capacidade funcional em idosas treinadas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Textos retirados do original do pesquisador:

Riscos:

Apesar de considerados mínimos, os possíveis riscos são: desconfortos na coleta sanguínea, cansaço durante os testes físicos e possível desconforto e lesão mioarticular por conta do esforço exigido nos testes físicos de força e funcionalidade (exemplo: músculos pouco doloridos entre 24 e 48 horas após). De todo modo, nós nos responsabilizamos em amparar qualquer participante da pesquisa caso algum desconforto aconteça em decorrência da pesquisa, sem onerar o serviço público de saúde.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5465

E-mail: cnp200@uel.br



Centro de Ética em
Pesquisas Envolvendo
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 4.883.005

Benefícios:

Espera-se, com essa pesquisa, proporcionar informações que possam favorecer a melhoria aspectos gerais de saúde e qualidade de vida de idosos por meio da prática de treinamento resistido e associação com aspectos nutricionais, além de possibilitar a melhoria de parâmetros morfológicos, neuromusculares e metabólicos das participantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segundo o pesquisador, "considerando que o processo de envelhecimento resulta em redução mais acentuada de força e massa muscular em membros inferiores quando comparados com membros superiores, acreditamos que um programa de TR que se inicie por exercícios para membros inferiores possa promover melhores respostas adaptativas por atender uma prioridade específica, sobretudo, em mulheres idosas. Adicionalmente, esperamos que as respostas de maior magnitude ocorram a partir da execução inicialmente de exercícios multiaxiais que possibilitam a utilização de maiores cargas, proporcionando assim um maior volume total de treino por sessão, que por sua vez pode impactar nas alterações cognitivas, cardíacas e bioquímicas."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de Rosto corretamente apresentada.
- TCLE apresentado na forma de convite, com todos os elementos obrigatórios conforme Resolução CNS 466/2012.
- Declaração de coparticipante HU-UEL apresentada corretamente.
- Declaração de coparticipante do médico Ricardo José Rodrigues apresentada corretamente.
- Cronograma corretamente apresentado, com coleta de dados a iniciar dia 19/07/2021 e data final do projeto sendo 11/12/2021.
- Orçamento corretamente apresentado.

Recomendações:

—

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências solicitadas foram providenciadas com clareza e precisão.

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 apresentá-lo aos órgãos

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.051-970

Telefone: (41)3371-5455

E-mail: cep200@uel.br



Centro de Ética em
Pesquisa Científica
UEL - Londrina

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 4.060.000

e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;
- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1356772.pdf	16/04/2021 16:36:13		Acelto
Declaração de Pesquisadores	dr_ricardo.pdf	16/04/2021 16:35:49	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CUNHA_NUNES_2021_com lte_novo.docx	16/04/2021 16:31:43	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_novo.docx	16/04/2021 16:30:51	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Acelto
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinado_rafael_d.pdf	16/04/2021 16:23:56	JOÃO PEDRO ALVES NUNES	Acelto
Outros	Parecer_Comite_de_Etica.pdf	16/03/2020	JOÃO PEDRO	Acelto

Endereço: LABE5C - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

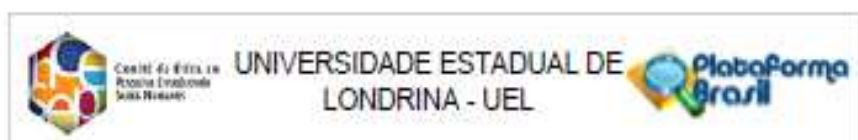
UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (41)3371-6465

CEP: 86.051-970

E-mail: cep200@uel.br



Continuação do Parecer: 4.880.005

Outros	Parecer_Comite_de_Etica.pdf	06:33:09	NUNES	Aceito
--------	-----------------------------	----------	-------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

LONDRINA, 22 de Abril de 2021

Assinado por:
Adriana Lourenço Soares Ruccho
(Coordenadora)

Endereço: LABESC - Sala 14
Bairro: Campus Universitário CEP: 86.057-070
UF: PR Município: LONDRINA
Telefone: (41)3371-5455 E-mail: cep203@uel.br