



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DAYSE KELLEN DE SOUSA SANTOS

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO ASSOCIADO
À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA E GLICÍDICA NA
MELHORA DOS PARÂMETROS METABÓLICOS,
INFLAMATÓRIOS E DO ESTADO REDOX EM MULHERES
IDOSAS**

Londrina
2022

DAYSE KELLEN DE SOUSA SANTOS

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO ASSOCIADO
À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA E GLICÍDICA NA
MELHORA DOS PARÂMETROS METABÓLICOS,
INFLAMATÓRIOS E DO ESTADO REDOX EM MULHERES
IDOSAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Fisiopatologia Clínica e Laboratorial.

Orientador: Prof. Dra. Danielle Venturini

Londrina
2022

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

S237i Santos, Dayse Kellen de Sousa .
INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO ASSOCIADO À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA E GLICÍDICA NA MELHORA DOS PARÂMETROS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS E DO ESTADO REDOX EM MULHERES IDOSAS / Dayse Kellen de Sousa Santos. - Londrina, 2022.
58 f. : il.

Orientador: Prof. Dra. Danielle Venturini.

Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Clínica e Laboratorial) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Laboratorial, 2022.

Inclui bibliografia.

1. Whey Protein - Tese. 2. Treinamento resistido - Tese. 3. Risco cardiovascular - Tese. 4. Estresse oxidativo - Tese. I. Venturini, Prof. Dra. Danielle . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Laboratorial. III. Título.

CDU 614

DAYSE KELLEN DE SOUSA SANTOS

**INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO RESISTIDO ASSOCIADO
À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA E GLICÍDICA NA
MELHORA DOS PARÂMETROS METABÓLICOS,
INFLAMATÓRIOS E DO ESTADO REDOX EM MULHERES
IDOSAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Fisiopatologia Clínica e Laboratorial.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dra. Danielle Ventuniri
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dra Marla Karine Amarante
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra Sayonara Rangel Oliveira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 18 de julho de 2022.

*“Bem-aventurada aquela que acreditou,
porque se cumprirá tudo aquilo que o Senhor lhe
disse.”*

Bíblia Sagrada , Lucas 1:45

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que em sua perfeita fidelidade me permitiu chegar até aqui e desfrutar da sua promessa de vitória sobre a minha vida.

Agradeço ao meu amado esposo Welington, sempre tão parceiro e compreensível, digno de toda gratidão do mundo. Também ofereço gratidão aos meus filhos, Josué, Clara, Davi e Luiza, meus preciosos pais Fred e Lene, e querida sogra Maria, que formaram uma rede de apoio forte me sustentando em dias difíceis durante esta jornada.

Agradeço á minha orientadora, Dr^a Danielle Ventuniri, que bondosamente me auxiliou na produção deste trabalho e me concedeu sua amizade durante estes anos de caminhada neste programa de mestrado – á esta expresso minha admiração por ser, antes de tudo, uma guerreira pela vida.

Aos professores do respectivo programa de mestrado que doaram parte de si pelo melhor do mesmo, especialmente a professora Dr^a Marcia Perugine que sempre me ofertou sua bondade e amizade, sendo uma inspiração no modo de executar a coordenação deste programa de mestrado enquanto o realizou.

Aos colegas que foram companheiros de trabalho e antes de tudo, amigos verdadeiros.

Agradeço aos membros da Banca Examinadora por participarem desta etapa tão importante da minha formação.

SANTOS, Dayse Kellen de Sousa. **Influência do treinamento resistido associado à suplementação proteica e glicídica na melhora dos parâmetros metabólicos, inflamatórios e do estado redox em mulheres idosas.** 2022. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Clínica e Laboratorial) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

RESUMO

Introdução: Frente à feminização do envelhecimento, estratégias devem ser desenvolvidas para promover a saúde e melhora da qualidade de vida dessa população. Dentre as principais modificações corporais causadas pelo envelhecimento destacam-se a redução da massa muscular, alterações do perfil metabólico e aumento do estresse oxidativo. O treinamento resistido (TR), somado a intervenções nutricionais como a suplementação proteica e glicídica, parece favorecer a melhora do risco cardiovascular e estado redox de quem os utiliza. **Objetivos:** Investigar a influência do treinamento resistido associado à suplementação proteica e maltodextrina na melhora dos parâmetros metabólicos, inflamatórios e do estado redox em mulheres idosas. **Metodologia:** Este foi um ensaio clínico em que 45 mulheres idosas (> 60 anos) foram distribuídas randomicamente em dois grupos, grupo maltodextrina (GM), que ingeriu o maltodextrina (35g) antes e após o treino e o grupo whey (WG), que ingeriu maltodextrina (35g) no pré treino e 35g de *whey protein* após o treino. Ambos os grupos realizaram o mesmo treinamento resistido por 12 semanas. No início (M1) e no final de 12 semanas (M2) de intervenção realizou-se as análises antropométricas, a determinação dos biomarcadores metabólicos (glicose, colesterol, HDL, TRIG, VLDL, LDL, insulina, ácido úrico, creatinina, ureia e albumina), biomarcadores inflamatórios (TNF- α , IL-6 e PCR) e biomarcadores de estresse oxidativo (AOPP, FOX, NO $_x$, TRAP, SOD e CAT). **Resultados:** Quando comparados M1 e M2, após 12 semanas de intervenção, o WG apresentou diminuição significativa intra grupo dos níveis plasmáticos de glicose (p=0.002), ácido úrico (p=0.001), PCR (p=0.049), TNF- α (p=0.001), creatinina (p=0.034), e aumento significativo dos níveis séricos de ureia (p=0.027), albumina (p=0.001) e HDL-C (p=0.001). Enquanto que o GM apresentou aumento significativo intra grupo dos níveis plasmáticos de ureia (p=0,001) e albumina (p= 0,003) e redução significativa de PCR (p=0.004). Quanto aos biomarcadores oxidantes e antioxidantes, o WG apresentou diminuição significativa intra grupo dos níveis plasmáticos de AOPP (p=0.001) e FOX (p=0.005), e aumento dos níveis séricos de TRAP (p=0,015), NO $_x$ (p=0.004)), e tendência de aumento da SOD (p=0,059), quando comparados os dois momentos, M1 e M2, enquanto que no GM, houve uma diminuição significativa intra grupo dos níveis plasmáticos de AOPP (p=0.028) e FOX (p=0.001) e um aumento significativo intra grupo dos níveis plasmáticos de TRAP (p=0,038) e SOD (p=0,043). **Conclusão:** A combinação entre o TR e a suplementação proteica trouxe mais benefícios quando comparado ao TR associado à maltodextrina sobre parâmetros inflamatórios, metabólicos e no estado redox, diminuindo o risco cardiovascular.

Palavras-chave: whey protein; maltodextrina; treinamento resistido; risco cardiovascular e estresse oxidativo.

SANTOS, Dayse Kellen de Sousa. **Influence of resistance training associated with protein and carbohydrates supplementation on the improvement of metabolic, inflammatory and redox status parameters in elderly women.** 2022.62 p. Dissertation (Master's in Clinical and laboratory pathophysiology) – State University of Londrina, Londrina, 2022.

ABSTRACT

Introduction: Faced with the feminization of aging, strategies must be developed to promote health and improve the quality of life of this population. Among the main body changes caused by aging are the reduction of muscle mass, changes in the metabolic profile and increase in oxidative stress. Resistance training (RT), added to nutritional interventions such as protein and carbohydrates supplementation, seems to favor the improvement of cardiovascular risk and redox status of those who use them. **Objectives:** To investigate the influence of resistance training associated with protein supplementation in improving metabolic, inflammatory and redox status parameters in elderly women. **Methodology:** This was a clinical trial in which 45 elderly women (> 60 years) were randomly assigned to two groups, the maltodextrin (MG) group, which ingested maltodextrin (35g) before and after training, and the whey group (WG), which ingested maltodextrin (35g) before and after training. maltodextrin (35g) pre-workout and 35g of *whey protein* post-workout. Both groups performed the same resistance training for 12 weeks. At the beginning (M1) and at the end of 12 weeks (M2) of intervention, anthropometric analyzes were performed, determination of metabolic biomarkers (glucose, cholesterol, HDL, TRIG, VLDL, LDL, insulin, uric acid, creatinine, urea and albumin), inflammatory biomarkers (TNF- α , IL-6 and PCR) and oxidative stress biomarkers (AOPP, FOX, NO $_x$, TRAP, SOD and CAT). **Results:** When comparing M1 and M2, after 12 weeks of intervention, the WG showed a significant intra-group decrease in plasma glucose levels ($p=0.002$), uric acid ($p=0.001$), creatinine ($p=0.034$), PCR ($p=0.049$) and TNF - α ($p=0.001$), and a significant increase in serum levels of urea ($p=0.027$), albumin ($p=0.001$) and HDL-C ($p=0.001$). While the MG showed a significant intra-group increase in plasma levels of urea ($p=0.001$) and albumin ($p=0.003$) and a significant reduction in PCR ($p=0.004$). As for the oxidant and antioxidant biomarkers, the WG showed a significant intra-group decrease in plasma levels of AOPP ($p=0.001$) and FOX ($p=0.005$), and increase in serum levels of TRAP ($p=0.015$), NO $_x$ ($p=0.004$), and a tendency towards an increase in SOD ($p=0.059$), when comparing the two moments, M1 and M2, while in the MG, there was a significant intra-group decrease in the plasma levels of AOPP ($p=0.028$) and FOX ($p=0.001$) and a significant intra-group increase in plasma levels of TRAP ($p=0.038$) and SOD ($p=0.043$). **Conclusion :** The combination of RT and protein supplementation brought more benefits when compared to RT associated with maltodextrin on inflammatory and metabolic parameters, and in the redox state, reducing cardiovascular risk.

Key words : whey Protein; maltodextrin; resistance training; cardiovascular risk and oxidative stress.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Representações das Espécies Reativas de Oxigênio e de Nitrogênio).....	16
-------------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOPP	Produtos de oxidação avançada de proteínas
AVC	Acidente Vascular Cerebral
CAT	Catalase
CT	Colesterol total
DM	Diabetes Mellitus
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EM	Estresse nitrosativo
EO	Estresse oxidativo
ERNs	Espécies reativas de nitrogênio
EROs	Espécies reativas de oxigênio
FOX	Oxidação do ferro pelo xilenol-orange
GPx	Glutathione-peroxidase
HÁ	Hipertensão arterial
HDL	Lipoproteína de alta densidade
HOMA	Avaliação do Modelo de Homeostase Resistência à Insulina
IL-6	Interleucina-6
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
LPO	Lipoperoxidação
MG	Grupo maltodextrina
NO	Óxido nítrico
Nox	Metabólitos do óxido nítrico
PCR	Proteína C Reativa
RI	Resistencia insulínica
RLs	Radicais livres
RM	Repetições máximas
RNA	Ácido ribonucleico
SM	Síndrome Metabólica
SOD	Superóxido dismutase
TNF- α	Fator de necrose tumoral alfa
TG	Triglicerídeos
TR	Treinamento resistido
TRAP	Capacidade total antioxidante

VLDL	Lipoproteína de densidade muito baixa
WG	Grupo whey protein
WP	Proteína de soro de leite

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTO DEMOGRÁFICO DE ENVELHECIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA..	13
1.2	ALTERAÇÕES METABÓLICAS, INFLAMAÓRIAS E FUNCIONAIS DECORRENTES DO ENVELHECIMENTO	14
1.3	ALTERAÇÕES DO ESTADO REDOX EM INDIVÍDUOS IDOSO	16
1.4	TREINAMENTO RESISTIDO NA POPULAÇÃO IDOSA.....	19
1.5	SUPLEMENTAÇÃO DE WP, MALTODEXTRINA E SEUS BENEFÍCIOS NA POPULAÇÃO IDOSA.....	20
2	OBJETIVOS	22
2.1	OBJETIVO GERAL	22
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1	PROTOCOLO DE SUPLEMENTAÇÃO.....	23
3.2	ANTROPOMETRIA	24
3.3	COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO	24
3.4	BIOMARCADORES SANGUÍNEOS	25
3.4.1	Biomarcadores Metabólicos	25
3.4.2	Biomarcadores Inflamatórios	25
3.4.3	Biomarcadores Oxidantes.....	25
3.5	PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO	28
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
4	RESULTADOS	29
5	CONCLUSÃO	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

2 As mulheres constituem a maior parcela da população idosa mundial, caracterizando
3 assim a feminização do envelhecimento, no entanto, são vítimas mais frequentes da
4 discriminação no acesso à educação, salário, alimentação e assistência à saúde, o que as
5 condicionam a serem mais pobres e a apresentarem mais deficiência em idades avançadas.
6 (WHO, 2005).

7 O Brasil atravessa uma transição demográfica em que a população idosa cresce e
8 estratégias são desenvolvidas para promover a saúde e assim melhorar a qualidade de vida desta
9 população, propiciando uma maior longevidade. O uso de suplementação proteica ganhou
10 destaque frente às estratégias que possam potencializar o treinamento físico e proporcionar benefícios
11 para a saúde da população idosa, porém são diversos os fatores que interferem na alimentação
12 deste público, e conseqüentemente na adequada nutrição, dentre os quais se citam os fatores
13 socioeconômicos, mastigação, alterações da percepção sensorial e alta ingestão de fármacos
14 (GARIBALLA, 2004).

15 O envelhecimento acarreta diversas alterações fisiológicas ao idoso, dentre os quais se
16 cita a perda de força, mudança na composição corporal com diminuição da massa muscular e
17 aumento do estresse oxidativo (EO), no entanto, para que estes fatores sejam amenizados, é
18 necessário investigar e propor medidas eficazes, por isto busca-se estratégias nutricionais
19 associadas ao treinamento com pesos e o impacto dessas intervenções na melhora do risco
20 cardiovascular, dentre outros.

21 A sarcopenia é a perda de massa muscular que se relaciona ao envelhecimento, um dos
22 fatores que contribuem para sua etiologia é a mudança na sensibilidade da síntese muscular
23 proteica com a progressão da idade, no qual há um desequilíbrio entre a síntese e degradação
24 proteica, sendo que o sedentarismo e uma dieta de baixa caloria são fatores que desencadeiam
25 e/ou agravam essa condição (FRANCAUX, M. et al., 2016). Deste modo, a ingestão de uma
26 dieta balanceada com 20 a 30 gramas de proteína por refeição divididas ao longo do dia ou
27 ainda uma dieta hiperproteica interferem positivamente na síntese proteica (WINETT, R. A. et
28 al. 2014), principalmente na síntese proteica muscular (BOIRIE, Y. et al., 1997).

29 Dentre os nutrientes pouco ingeridos pela população idosa brasileira, a proteína ganha
30 destaque (MARCHINI e MORIGUTI 1998) e merece especial atenção quando considera-se
31 que o processo de envelhecimento acarreta alterações na composição corporal, incluindo a
32 perda de massa muscular com redução e/ou perda de função, denominada sarcopenia,
33 promovendo dificuldades de locomoção e execução de atividades da vida diária (GALVAN, E.
34 et al. 2016).

1 Estudos evidenciam que a ingestão de proteína de soro de leite (*whey protein*)
2 desempenha um papel importante, proporcionando fácil digestão e maior pico de aminoácidos
3 circulantes, com leucina como o aminoácido chave para ativação da proteína muscular
4 (DEVRIES e PHILLIPS, 2015), além de promover maior síntese proteica muscular pós
5 treinamento com pesos quando comparado a outras fontes proteicas como proteínas da soja, do
6 arroz e da ervilha (WILKINSON, et al., 2007; KANDA, et al., 2016; DEVRIES e PHILLIPS,
7 2015).

8 A combinação de ingestão proteica adequada e treinamento resistido (TR) tem sido
9 investigada como a condição que proporcionaria o ganho de massa muscular (KOOPMAN, R.
10 et al. 2007).

11 A maltodextrina, por sua vez, parece ser mais interessante do que o de outras fontes
12 de carboidratos, como o arroz ou o macarrão devido sua absorção rápida e seu consumo mais
13 prático (Leite et al., 2012).

14 A ingestão de glicídeos potencializa os efeitos adaptativos do treinamento pela
15 manutenção do condicionamento físico e da hidratação (Rombaldi et al., 2001), fornecendo
16 quantidade de carboidrato o suficiente para manter seus estoques endógenos e proporcionar
17 aumento do desempenho, sendo a maltodextrina um carboidrato de fácil absorção intestinal
18 (Ruffo, 2004), que não proporciona aumento dos níveis de lipídios (Leite et al., 2012).

19 O TR é aplicado para diferentes populações, pois gera importantes adaptações
20 morfológicas (RIBEIRO et al., 2015) neuromusculares (PETERSON et al 2010; RIBEIRO et
21 al., 2015b; SOUZA et al., 2017), metabólicas (TOMELERI et al., 2018) e fisiológicas
22 (GERAGE et al., 2013). Há alguns anos, o TR não era prescrito para idosos, pois acreditava-se
23 que esse tipo de exercício apresentava riscos aos hipertensos, podendo ocasionar lesões e
24 fraturas. No entanto, vários estudos comprovam a segurança do TR para idosos (PAULA,
25 CUNHA & TUFAMIN, 2014; QUEIROZ, KANEGUSUCU & FORJAZ, 2010; ACMS, 2009)
26 e seus benefícios, como por exemplo, seu efeito analgésico, preventivo e de tratamento de
27 diversas lesões, inclusive apresentando indicação de prescrição como terapia não farmacológica
28 como auxílio em diversas doenças crônicas e degenerativas como o *Diabetes Mellitus* (DM) e
29 a hipertensão arterial (HA), principalmente em idosos (CAMPOS, 2000).

30 Além da diminuição de massa muscular, o envelhecimento proporciona também um
31 aumento do estresse oxidativo (EO), aumentando a quantidade de proteínas, carboidratos,
32 lipídeos e ácidos nucléicos oxidados (STADTMAN, 2006; VIÑA, 2006.)

33 O EO se instala quando há desequilíbrio entre os compostos oxidantes e antioxidantes,
34 que permita geração demasiada de radicais livres ou alterações na remoção destes, ocasionando

1 a oxidação de biomoléculas com perda de suas funções biológicas e/ou desequilíbrio
2 homeostático, resultando em dano oxidativo potencial contra células e tecidos (HALLIWELL
3 e WHITEMAN, 2004).

4 Além disso, o EO está relacionado a doenças crônicas não transmissíveis como
5 aterosclerose, DM, obesidade, transtornos neurodegenerativos e câncer (GREEN, BRAND e
6 MURPHY, 2004). Deste modo, torna-se de extrema importância a investigação dos efeitos do
7 exercício físico resistido associado à suplementação de *whey protein* sobre o perfil metabólico
8 e EO em idosas.

9 Atualmente, são escassos os estudos que verificaram a influência do TR associado a
10 intervenções nutricionais nos parâmetros bioquímicos, inflamatórios e de estresse oxidativo e
11 nitrosativo em mulheres idosas, e os estudos disponíveis, em sua maioria, foram realizados por
12 períodos mais curtos de intervenção quando comparados a nossa proposta.

14 1.1 CONTEXTO DEMOGRÁFICO DE ENVELHECIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

15 A Organização Mundial de Saúde em 2010, definiu envelhecimento como sendo uma
16 diminuição generalizada e progressiva de função, resultando em uma perda de resposta
17 adaptável ao estresse e em um aumento do risco associado com a idade (WHO, 2010). Cruz-
18 Jentoft et al. (2010), adotaram o conceito de que envelhecimento se caracteriza como um
19 processo natural que se relaciona a diversas modificações nos sistemas biológicos.

20 O processo de envelhecimento da população brasileira, com um perfil configurado como
21 transição epidemiológica se intensificou no século 20, especialmente em países em
22 desenvolvimento. Em 2016, a expectativa de vida, aumentou para 75,72 anos, sendo 79,31 anos
23 para a mulher e 72,18 para o homem e em 2019, 14,3% da população total do Brasil era idosa,
24 segundo o IBGE (2019).

25 O fato de as mulheres terem uma expectativa de vida aumentada, pode esclarecer o
26 porquê delas se apresentarem em maior número nos indivíduos acima de 60 anos. SOUSA et
27 al. (2018), relatam que em 2018, no mundo, a proporção de mulheres ultrapassou a metade da
28 população idosa. Segundo Trott, et al (2009), o processo de envelhecimento pode ser
29 caracterizado por primário e secundário, sendo ambos inter-relacionados; o envelhecimento
30 primário é quando se tem as alterações fisiológicas do envelhecer, no secundário, por sua vez,
31 há o desenvolvimento de doenças que poderiam ser evitadas e que originalmente ocorrem por
32 fatores como o sedentarismo e exposição a elementos aditivos, como por exemplo os
33 alimentares.

1 1.2 ALTERAÇÕES METABÓLICAS, INFLAMATÓRIAS E FUNCIONAIS DECORRENTES DO 2 ENVELHECIMENTO

3 A incidência e prevalência das doenças crônicas, entre outras, relacionam-se
4 intimamente com o envelhecimento, dentre as quais podemos citar a dislipidemia, sarcopenia,
5 DM, osteoporose, sendo um cenário em que se destacam as doenças cardiovasculares
6 (BARBOSA et al., 2003; BALSAMO et al., 2007; MCARDLE et al., 2008).

7 Dentre as alterações fisiológicas que envolvem a pessoa idosa, inclui o acúmulo de
8 massa gorda em depósitos não originais (CRUZ-JENTOFT et al, 2010), como, por exemplo,
9 ossos, fígado e músculos, o que se relaciona ao risco aumentado de fraturas justamente devido
10 à redução de massa óssea e da densidade mineral óssea (WOLFE et al., 2008; HAMRICK et
11 al., 2016). Adicionalmente, o acúmulo de gordura nos músculos está relacionado ao EO,
12 resistência insulínica, inflamação e alterações no perfil lipídico (HAMRICK et al., 2016),
13 levando ao aumento do risco para outras doenças, como DM, HA, dislipidemias e cardiopatias
14 (BUSH et al., 1989, AMATO et al., 2016), doenças associadas ao aumento da
15 morbimortalidade.

16 Devido ao processo de envelhecimento, fisiologicamente o idoso apresentará
17 estreitamento das válvulas aórticas em suas bases (BAPTISTA, 2009), o que se agrava quando
18 há acúmulo de gordura em seu interior formando as placas ateroscleróticas, resultando também
19 em perdas funcionais e estruturais que podem ser agravadas pelo risco aumentado para
20 ocorrência de doenças cardiovasculares e metabólicas (FRANCESCHI et al., 2014; LIBBY et
21 al., 2002).

22 O processo de envelhecimento também traz ao idoso alterações em sua massa magra,
23 devido a diminuição do músculo estriado esquelético, sendo que 30 a 40% da força muscular
24 diminuirá (MARTIN; BUCKWALTER, 2002) e, neste contexto, as medidas não-
25 farmacológicas, como a prática de atividade física, pode apresentar-se como estratégia eficiente,
26 pois contribui para diminuição do ritmo de perda de massa magra (ACMS, 2003), podendo
27 inclusive levar ao ganho aproximado de 1kg de massa magra em mulheres e de 2,8 kg de massa
28 magra em homens, se praticado em cerca de 6 a 7 semanas (Hunter et al. 2004).

29 Os idosos também apresentam maior risco ao desenvolvimento de dislipidemias,
30 especialmente as mulheres, o que se justifica pela diminuição da função ovariana gerada pela
31 diminuição dos níveis de estrogênio, culminando para a alteração hiperlipidêmicas
32 (LAMBRINOUDAKI et al., 2010). O estrogênio, por sua vez, é responsável pelo acúmulo de
33 gordura no tecido subcutâneo, mas com a ocorrência da menopausa, diminui-se este hormônio
34 e é aumentado os hormônios andrógenos, que são relacionados ao acúmulo de gordura

1 abdominal, devido ao estímulo para a redistribuição da gordura corporal que favorece o
2 aumento da gordura androide (TOMELERI, et al 2018).

3 Os níveis séricos baixo de lipoproteína de alta densidade (HDL) contribuem fortemente
4 neste processo patológico (SPOSITO et al., 2007), uma vez que a HDL tem função
5 antiaterogênica, por mediar o transporte reverso do colesterol (WOOD, 2001), além de
6 contribuir com a inibição da oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL), redução da
7 viscosidade sanguínea, regulação da síntese de prostaglandinas e tromboxano, ativação da
8 fibrinólise e ação anti-inflamatória e antioxidante (AVIRAM, 2005).

9 Outra doença crônica que acomete os idosos é o DM, que tem etiologia multicausal,
10 sendo caracterizada pelo aumento nos níveis plasmáticos de glicose de forma crônica devido às
11 alterações no metabolismo dos carboidratos, lipídeos e proteínas (WHO, 2006). Dentre os
12 fatores de risco para o desenvolvimento do DM pode-se citar: estilo de vida sedentário, dieta
13 pobre em fibras e rica em carboidratos e açúcares e a própria obesidade (BÁSICA., 2006),
14 sendo que esta é descrita na literatura como fator desencadeador da secreção de marcadores
15 inflamatórios (BARRA, REID et al., 2010) e neste contexto é interessante lembrar que o idoso
16 está sujeito às mesmas complicações do DM com maior risco das complicações cardíacas
17 devido à idade avançada (SBD, 2007).

18 O avançar da idade também promove a remodelagem de parâmetros imunológicos que
19 resultam no aumento da atividade inflamatória basal, conhecida como “*inflammaging*”
20 (*inflammation + aging*) e se caracteriza por uma resposta inflamatória que contribui para o
21 surgimento de doenças inflamatórias (FRANCESCHI et al., 2000), e que quanto maior a idade,
22 maior a inflamação (FRANCESCHI et al., 2000).

23 Neste processo de inflamação acelerada e agravamento do envelhecimento biológico há
24 alguns marcadores de imunidade que se classificam como preditivos de inflamação aguda,
25 como a proteína C reativa (PCR) (HARRIS et al., 1999), fator de necrose tumoral alfa (TNF –
26 α) e interleucina 6 (IL-6) (BHOJAK et al., 2000).

27 Caso o indivíduo apresente dislipidemia aterogênica, associada, por exemplo à HÁ, à
28 hiperglicemia e a um estado pró-inflamatório (secreção de adipocinas como TNF- α e IL-6), este
29 indivíduo apresenta então fatores de risco metabólicos para síndrome metabólica (SM),
30 (GRUNDY et al., 2004). Esta, por sua vez, caracteriza-se como um transtorno complexo que
31 envolve alterações fisiopatológicas simultâneas e associa-se a mortalidade por problemas
32 circulatórios (SÁ et al., 2010), podendo inclusive aumentar a probabilidade do indivíduo
33 desenvolver infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral (AVC), aumentando em

cinco vezes a chance de desenvolver DM e até mesmo dobrar a probabilidade de morte (LEITÃO et al., 2012).

1.3 ALTERAÇÕES DO ESTADO REDOX EM INDIVÍDUOS IDOSOS

O envelhecimento celular fisiológico é resultado dos ataques dos radicais livres (RLs) a diferentes biomoléculas do organismo enquanto procuram estabilidade (OLSZWER, 1994). São moléculas altamente reativas devido ao não emparelhamento de elétrons da sua última camada (HALLIWELL et al., 2015), e desse modo tentam atrair elétron de outras moléculas, átomos e/ou partículas a fim de se tornarem mais estáveis (LIMA; ABDALLA, 2001; DUARTE, 2003; LEITE, SARNI, 2003).

Por serem considerados tóxicos, os RLs ocasionam danos nitrosativos e oxidativos prejudicando assim membranas celulares, enzimas, ácido desoxirribonucleico (DNA), mitocôndrias, colágenos e hormônios induzindo modificações orgânicas associados a redução dos níveis plasmáticos e teciduais de antioxidantes (PAPALÉO NETTO et al., 2002; DE MORAES et al., 2010 e LEE et al., 2004).

Os RLs incluem as Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) e as Espécies Reativas de Nitrogênio (ERNs), conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 – Representações das Espécies Reativas de Oxigênio e de Nitrogênio

Representações das Espécies Reativas de Oxigênio e de Nitrogênio		
EROs	ERNs	Desencadeiam reações radiculares no organismo mesmo não sendo RL
Ânion radical superóxido	Peroxinitrito	Ácido hipocloroso
Radical hidroxila	Oxido nítrico	Peroxido de hidrogênio
Radical alquila	Radical dióxido de nitrogênio	Oxigênio singlete
Alcoxila		Ozônio
Peroxila		

Fonte: Adaptado de LIMA; ABDALLA, 2001.

A produção de EROs e ERNs ocorrem em diversas condições fisiológicas do organismo, como por exemplo, na fagocitose, no entanto quando sua produção é exacerbada, o organismo busca equilíbrio com atuação do seu sistema antioxidante, e o EO é justamente o desequilíbrio entre os sistemas pró e antioxidante com preponderância dos oxidantes, o que resulta no dano celular que é o ataque de EROs e ERNs sobre os componentes celulares, como

1 os açúcares, DNA, proteínas e lipídios (SCHAFER e BUETTNER, 2001; CRESCER e
2 ISCHIROPOULOS, 2001).

3 Este dano celular causado pelo EO se relaciona não só ao envelhecimento, mas também
4 a diversos processos patológicos, como na indução do câncer e na fisiopatologia das
5 cardiopatias, doenças pulmonares, HA, DM e aterosclerose (HALLIWELL, 1995; GUERRA,
6 2001; FORTUÑO et al., 2005 e GUTTERIDGE 1993).

7 O EO pode ser estimado por meio da determinação de diversos biomarcadores, dentre
8 eles, os produtos avançados da oxidação proteica (AOPP), que se apresenta como um marcador
9 que permite avaliar a intensidade dos danos proteicos produzidos pela oxidação das proteínas
10 (FUKAMI et al., 2014).

11 Outro biomarcador de EO que tem sido amplamente utilizado é a oxidação do ferro pelo
12 *xilenol-orange* (FOX), que é um marcador de peroxidação lipídica e se baseia na oxidação do
13 Fe^{+2} (íon ferroso) a Fe^{+3} (íon férrico), através do método colorimétrico baseado na oxidação do
14 ferro pelo xilenol-laranja (JIANG, WOOLLARD, WOLF, 1991; GAY et al., 1999; VAN,
15 2002).

16 O óxido nítrico (NO) é uma ERN que fisiologicamente atua promovendo vasodilatação,
17 neurotransmissão, além de apresentar atividades antimicrobianas e antitumorais (DUSSE et al.,
18 2005), porém devido a sua meia-vida curta, é de difícil mensuração, sendo comumente avaliado
19 então pelos seus metabólitos, nitrito/nitrato (NOx) (MOSHAGE et al., 1995).

20 Buscando equilibrar o EO tem-se a proteção antioxidante do organismo que é formada
21 pela produção das enzimas antioxidantes endógenas, que podem sofrer modificações pelo
22 exercício físico, treinamento, nutrição e envelhecimento (DEKKERS et al., 1996).

23 As defesas antioxidantes endógenas enzimáticas, encontram-se por todo o organismo,
24 tanto no meio intra como extracelular. Exemplo destas defesas são a superóxido dismutase
25 (SOD) e a catalase (CAT). A SOD converte o ânion superóxido em peróxido de hidrogênio que
26 é transformado em água pela CAT nos lisossomas. (JOHANSEN, 2005).

27 O sistema de defesa não-enzimático inclui os compostos antioxidantes que se originam
28 da dieta alimentar, a saber, as vitaminas (ácido ascórbico, α -tocoferol e β -caroteno),
29 carotenoides (licopeno, luteína e zeaxantina) minerais (zinco, cobre, selênio e magnésio) e
30 compostos fenólicos (BIANCHI, 1999).

31 A quantificação da capacidade total antioxidante (TRAP) avalia os antioxidantes hidro
32 e lipossolúveis no plasma sendo útil para obter uma imagem plena das atividades antioxidantes
33 de diferentes fluidos e condições clínicas (VENTURINI et al., 2012), e o exercício físico tem

1 se mostrado promissor para aumentar o TRAP (HIGASHI; YOSHIZUMI, 2004; KOJDA;
2 HAMBRECHT, 2005; DE MORAES et al., 2008).

3 A origem dos RLs, em sua maioria, provêm da respiração celular que ocorre no interior
4 da mitocôndria na presença de oxigênio, este desvia-se do seu metabolismo normal, recebendo
5 um elétron extra, induzindo assim a formação dos demais RLs, deste modo, define-se que a
6 mitocôndria seria a principal organela citoplasmática do organismo responsável pelo
7 envelhecimento (ASHOK et al., 1999 e CASSARINO, 1999), e os RLs por serem considerados
8 como tóxicos, promovem danos nitrosativos e oxidativos resultando em prejuízos a enzimas,
9 membranas celulares, mitocôndrias e DNA durante o processo de envelhecimento (DE
10 MORAES et al., 2010).

11 Devido ao estresse oxidativo, a elevada produção de RLs e a sua grande capacidade
12 reativa que resultam em reações nos componentes nucleares e citoplasmáticos celulares,
13 especialmente DNA e ácido ribonucleico (RNA), diminuindo suas funções; também ocorrem
14 reações com proteínas, lipídios, enzimas, colágenos e hormônios induzindo modificações
15 orgânicas que justificariam o envelhecimento (PAPALÉO NETTO et al., 2002), deste modo, o
16 envelhecimento se caracteriza como um fenômeno secundário ao estresse oxidativo, devido a
17 ocorrência dessas reações de oxidação lipídica, proteica e reações com o DNA, que modificam
18 os tecidos e código genético, que resulta nas deficiências fisiológicas que são características do
19 envelhecimento e provenientes desse dano intracelular provocado pelos RLs (ALMADA
20 FILHO, 2002; FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

21 As EROs contribuem para o desenvolvimento da disfunção endotelial e de doenças
22 crônicas como a HA e aterosclerose (FORTUÑO et al., 2005). Doenças que são frequentes na
23 senescência também se associam ao aumento do EO, como AVC, doença de Alzheimer e
24 Parkinson (NOHL, 1993). O envelhecimento do organismo é um processo complexo, em que
25 danos provocados pelos RLs são possivelmente expressivos, mas não são os únicos mecanismos
26 envolvidos no declínio fisiológico (OLSZWER, 1994; WICKENS, 2001).

27 Mendoza-Núñez et al., (2007) observaram aumento da formação de lipoperóxidos e
28 diminuição da atividade antioxidante do plasma associada à idade e à redução da atividade da
29 enzima glutationa-peroxidase (GPx) dos eritrócitos, sem alteração da atividade da enzima
30 superóxido dismutase (SOD) no decorrer do processo de envelhecimento.

31 Estudos consolidam a teoria do envelhecimento causada pelos radicais livres
32 (HARMAN, 2003), e comprovam o papel fisiopatológico dos RL no envelhecimento celular,
33 bem como o aumento do EO e redução dos níveis plasmáticos e teciduais de antioxidantes (LEE
34 et al., 2004), como glutationa-GSH, GPx, catalase-CAT, etc. em tecidos e fluidos biológicos de

1 animais senescentes, em comparação com jovens (PRASHANT et al., 2007; SIVONOVÁ et
2 al., 2007).

3 4 1.4 TREINAMENTO RESISTIDO NA POPULAÇÃO IDOSA

5 Prática de exercício corporal em que os músculos realizam movimento oposto a uma
6 força pode ser definido como TR (FLECK et al., 2017). Esta modalidade de exercício tem sido
7 utilizada para diminuir a perda de massa magra fisiológica decorrente do envelhecimento
8 (ANTUNES et al., 2005), podendo contrabalançar a fraqueza e fragilidade muscular e
9 melhorar a mobilidade e a flexibilidade (THOMPSON, 2010).

10 Vários estudos já mostraram segurança na prática de exercícios resistidos em idosos,
11 inclusive hipertensos e cardiopatas (PAULA, CUNHA & TUFAMIN, 2014; QUEIROZ,
12 KANEGUSUCU & FORJAZ, 2010; ACMS, 2009).

13 Quando um músculo se contrai ou é tensionado contra uma resistência, ocorre a síntese
14 de proteínas promovendo a formação de fissuras nas fibras musculares e conectivas, essas
15 microlesões sofrerão o processo de recuperação resultando na construção de novas proteínas
16 fazendo com que as fibras musculares se tornem maiores e o músculo aumente em tamanho e
17 força (BEAN, 1999).

18 Durante a realização de exercício físico ocorre a geração de EROs (SHEPHARD;
19 SHEC, 1995), sendo que aumentos singelos destes são benéficos, pois promovem aumento da
20 atividade do sistema de defesa antioxidante (RADAK et al., 2008).

21 Dentre os benefícios do exercício resistido para o idoso, cita-se o aumento da capacidade
22 muscular em utilizar energia, o que melhora os parâmetros metabólicos prevenindo o
23 surgimento de DM e SM (CLEMSON, 2012 e KIMURA, 2010).

24 O Ministério da Saúde, em 2006, apresentou um estudo onde descrevem os efeitos do
25 exercício resistido, dentre eles, a diminuição do risco de morte por doenças cardiovasculares,
26 melhora do controle da pressão arterial, na postura, no controle do peso corporal, modificações
27 no perfil lipídico, melhora nos níveis plasmáticos de glicose, nas respostas imunológicas, na
28 qualidade do sono e na diminuição do estresse e ansiedade.

29 Vários estudos também permitem verificar a melhora de parâmetros metabólicos, de
30 força, respiratórios e cardiovasculares no idoso praticante de treinamento de força (SANTOS,
31 et al. 2014; ALLENDORF et al., 2016; PUCCI, et al. 2020) sendo recomendados como opção
32 terapêutica para os idosos (CÂMARA, BASTOS E VOLPE, 2012).

33 Um estudo realizado por Nascimento et al, (2018) com 53 mulheres idosas do estado do
34 Pará, demonstrou que o TR trouxe melhoras significativas no desempenho físico e na

1 capacidade funcional respiratória de mulheres idosas, quando comparadas a mulheres idosas
2 não treinadas.

3 4 1.5 SUPLEMENTAÇÃO DE WP, MALTODEXTRINA E SEUS BENEFÍCIOS NA POPULAÇÃO IDOSA

5
6 A proteína de soro de leite (WP) proporciona fácil digestão e maior pico de aminoácidos
7 circulantes, sendo a leucina o aminoácido principal na ativação da síntese de proteína muscular
8 (Devries et al., 2015) o que poderia resultar em uma taxa mais alta de síntese protéica quando
9 associada a um estímulo de treinamento e atenuar as perdas relacionadas envelhecimento.

10 As pesquisas apontam essa suplementação como benéfica para saúde e qualidade de
11 vida de idosos que passam a ter a inserção da proteína do soro do leite na sua dieta (LUIKING,
12 et. al., 2015; RONDANELLI, et. al., 2016; NICCOLI, et. al., 2017; NABUCO, et. al. 2018;
13 KANG, et. al. 2019; LIN, et. al. 2020).

14 Rondanelli, et. al. (2016), avaliaram homens e mulheres idosos internados em hospital
15 geriátrico a fim de analisar a influência da suplementação de proteína de WP, aminoácidos
16 essenciais e vitamina D associada à atividade física com a atividade física regular e controlada,
17 na melhora da massa livre de gordura, força, função física, qualidade de vida, redução do risco
18 de desnutrição em idosos sarcopênicos. Os autores concluíram que a suplementação com WP,
19 aminoácidos essenciais e vitamina D, em conjunto com exercícios apropriados para a idade,
20 aumentou a massa livre de gordura e força em idosos sarcopênicos.

21 Nabuco Et. al. (2018), realizaram um estudo de coorte longitudinal com setenta
22 mulheres idosas, a fim de investigar os efeitos da suplementação de proteína de WP consumida
23 imediatamente pré ou pós-treinamento de resistência na massa muscular esquelética, força
24 muscular e capacidade funcional, e concluíram que a suplementação de proteína de WP pré ou
25 pós treinamento de resistência é eficaz em promover aumentos de força muscular e capacidade
26 funcional em mulheres pré-condicionadas.

27 Por outro lado, Chalé, et. al. (2012), analisaram os efeitos da suplementação de
28 concentrado de WP (em dose de 40 g/dia) sobre as mudanças na massa magra corporal de
29 oitenta idosos com idade entre 70 – 85 anos que possuíam mobilidade limitada, a suplementação
30 deste concentrado de WP não ofereceu benefício adicional aos efeitos de TR para a amostra
31 estudada.

32 Informações sobre a suplementação proteica em idosos ainda são controversas,
33 principalmente sobre a eficácia da suplementação proteica e glicídica na massa e força muscular

1 quando associada a treinamento neste público (CERMAK et al., 2012; COLONETTI et al.,
2 2017 e MORTON et al., 2017).

3 A maltodextrina é um glicídio complexo proveniente do amido, normalmente de
4 milho, que pode ser encontrada também na mandioca, seu consumo objetiva garantir as
5 reservas glicídicas durante o exercício com manutenção de estoque das proteínas teciduais e
6 prevenção da hipoglicemia, atuando após o TR como repositores do glicogênio muscular, de
7 modo que as proteínas sejam preservadas e não utilizadas como fontes energéticas,
8 favorecendo a recuperação muscular (Leite et al., 2012). A maltodextrina auxilia também na
9 entrada de proteína nos músculos que, por sua vez, contribui para a reparação desses que
10 sofreram microlesões devido à prática de exercícios, de modo a serem reparados e
11 hipertrofiados.

12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a influência do treinamento resistido associado à suplementação de *whey protein* e maltodextrina na melhora dos parâmetros metabólicos, inflamatórios e do estado redox em mulheres idosas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar, avaliar e comparar entre os grupos, os níveis séricos de biomarcadores metabólicos antes e após o TR associado a suplementação proteica e glicídica: Glicose; Colesterol; HDL; Triglicerídeos (TG); lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL); LDL; insulina; ácido úrico; creatinina; uréia; albumina;
- Determinar, avaliar e comparar entre os grupos os níveis séricos de biomarcadores inflamatórios antes e após o TR associado a suplementação proteica e glicídica: TNF-a, IL-6 e PCR.
- Determinar, avaliar e comparar entre os grupos os níveis séricos de biomarcadores oxidantes antes e após 12 semanas de TR associado a suplementação proteica e glicídica: AOPP, FOX, NOx;
- Determinar, avaliar e comparar entre os grupos os níveis séricos de biomarcadores antioxidantes antes e após 12 semanas de TR associado a suplementação proteica e glicídica: TRAP, SOD e CAT;

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo clínico longitudinal, randomizado, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (UEL), com parecer de número 1.700.756.

Para a seleção da amostra realizou-se divulgação por meio de jornais, rádio e televisão. Quarenta e cinco idosas foram selecionadas preliminarmente por meio de entrevista e anamnese clínica. Como critérios iniciais de inclusão, as participantes deveriam ter idade igual ou superior a 60 anos, sexo feminino e fisicamente independentes; os critérios de exclusão foram: idosas portadoras de cardiopatias e/ou desordens musculares que impedissem a prática de exercícios físicos, idosas em uso de suplementação proteica e/ou de antioxidantes. Por fim, somente foram incluídas as participantes que, após serem avaliadas por um médico cardiologista, foram liberadas para a prática do TR sem qualquer tipo de restrição. Todas as participantes selecionadas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Este foi um ensaio clínico em que 45 mulheres idosas (> 60 anos) foram distribuídas randomicamente em dois grupos, a saber, grupo *Whey protein* (WG) e grupo Maltodextrina (GM), ambos os grupos foram submetidos ao mesmo protocolo de TR por 12 semanas.

O momento 1 (M1) correspondeu a aplicações das medidas e avaliações iniciais, posteriormente, durante 12 semanas as idosas foram submetidas a um treinamento com pesos padronizado associados à suplementação de *whey protein* (WG) ou maltodextrina (GM). Após as 12 semanas de intervenção, as idosas foram reavaliadas, momento 2 (M2).

3.1 PROTOCOLO DE SUPLEMENTAÇÃO

As 45 idosas realizaram a ingestão das substâncias isocalóricas antes e logo após o término do TR, no pré e pós-treino foi ofertado 35g de maltodextrina (New Millen®, São Paulo, SP, Brasil) ao grupo GM, enquanto que para o WG no pré-treino foi ofertado 35g de maltodextrina (New Millen®, São Paulo, SP, Brasil) e no pós-treino 35g de *whey protein* hidrolisado (Lacprodan®, Arla Foods, Sønderhøj, Dinamarca), as substâncias foram pesadas com uma balança de precisão, modelo AD1000 da marca Dubesser®, e em seguida colocadas em coqueteleiras próprias para o consumo de suplementos. O pó foi diluído em 200mL de água potável e misturado com um mixer elétrico.

O *whey Protein* hidrolisado utilizado foi doado pela cooperativa dinamarquesa Arla Food®, que foi submetido as análises físico-químicas realizada no laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina (UEL), bem como a maltodextrina (New Millen®, São Paulo, SP, Brasil) fornecida para ingestão neste estudo; ambas saborizadas com corante artificial para terem a mesma textura, cor e sabor (tabela 2). As participantes ingeriram

1 as bebidas sob a supervisão da equipe do estudo e a suplementação foi consumida apenas nos
2 dias de treino.

3

4 Tabela 2: - Composição do *whey Protein* e maltodextrina administradas neste estudo.

<i>Whey Protein</i> hidrolisado (200 mL)	Maltodextrina (200 mL)	
Proteína	27,1 g	0,3 g
Carboidrato	5,2 g	33,3 g
Lipídeos	0,2 g	0 g
Calorias	131 kcal	134 kcal

5 Fonte: Autores – Análises físico-química realizada no laboratório de Tecnologia de Alimentos da UEL.

6

7 3.2 ANTROPOMETRIA

8 Foram avaliados o peso, altura, circunferência de cintura e de quadril e calculado o
9 Índice de massa corporal (IMC) para os procedimentos de diagnóstico nutricional de idosos
10 conforme orientado pelo Ministério da Saúde através da Vigilância Alimentar e Nutricional –
11 (SISVAN, 2004), e recomendada pela Organização Mundial da Saúde (1998).

12 A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak, modelo
13 Classe III, Labstore, Curitiba, Paraná, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi
14 determinada por meio de um estadiômetro acoplado a mesma, com escala de 0,1 cm, de acordo
15 com os procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A
16 partir dessas medidas, foi determinado o IMC, por meio da razão entre a massa corporal e o
17 quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em
18 metros (m).

19

20 3.3 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO

21 As coletas de sangue foram realizadas pelos técnicos do Laboratórios de Análises
22 Clínicas da UEL, com as participantes respeitando um período de jejum de 12 h, nos momentos
23 M1 e M2 do estudo. As amostras foram depositadas em tubos a vácuo, com gel separador sem
24 anticoagulante, tubos contendo fluoreto para a determinação da glicose e tubos contendo ácido
25 etilenodiamino tetra-acético. As amostras foram centrifugadas por 10 min a 3000 rpm para
26 separação do soro e plasma. Para realização dos testes de EO, após a centrifugação, o material
27 biológico foi aliqotado e congelado em tubos tipo eppendorf, e armazenados em freezer -70°C
28 (Indrel®) para posterior análise.

29

1 3.4 BIOMARCADORES SANGUÍNEOS

2 3.4.1 Biomarcadores Metabólicos

3 As determinações das concentrações de glicose, colesterol total (CT), HDL, triglicerídeos
4 (TG), ácido úrico, ureia albumina e creatinina foram realizadas em um sistema auto-analisador
5 bioquímico Simens Dimension RXL (Siemens® Inc., Newark, DE, USA), utilizando-se kits
6 Siemens, de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os
7 protocolos recomendados pelos fabricantes. Para a determinação de LDL foi utilizada a
8 equação de Friedewald ($LDL = \text{colesterol total} - HDL + \text{triglicerídeos}/5$). A lipoproteína de
9 muita baixa densidade (VLDL) foi calculada dividindo o valor de TG por 5 ($VLDL = TG/5$).

10 A determinação dos níveis plasmáticos de insulina foi realizada por quimioluminescência
11 (QL) em imunoenensaio com micropartículas como fase sólida, utilizando-se o equipamento
12 ARCHITECT™ (Abbott Laboratory, Abbott Park, IL, USA).

13 O *Homeostasis Model Assessment Insulin Resistance* (HOMA-IR) foi utilizado para
14 avaliação da RI (HAFFNER, 1997). A RI foi considerada quando $HOMA-IR \geq 2,5$, pelo
15 seguinte cálculo: $HOMA-IR = (\text{Insulinemia de jejum em mU/L} \times \text{glicemia de jejum em}$
16 $\text{mmol/L}) / 22,5$, conforme descrito por Matthews et.al (1985).

17

18 3.4.2 Biomarcadores Inflamatórios

19 As determinações de interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) foram
20 realizadas pela metodologia de enzima imuno ensaio (ELISA) utilizando-se kits comerciais
21 (Bioscience ®). A determinação dos níveis séricos de proteína C reativa (PCR) foi realizada
22 por nefelometria (i2000SR Architect, Abbott, EUA).

23

24 3.4.3 Biomarcadores Oxidantes

25 3.4.3.1 Determinação de hidroperóxidos (FOX)

26 O sistema de teste FOX é baseado na oxidação do Fe⁺² (íon ferroso) a Fe⁺³ (íon férrico),
27 por vários tipos de peróxidos contidos nas amostras a serem analisadas. Na presença de xyleneol
28 orange forma-se um complexo colorido (xyleneol orange-férrico) de cor azul púrpura, cuja
29 absorvância pode ser medida. A determinação do total de hidroperóxidos foi realizada segundo
30 metodologia descrita por Nourooz-Zadeh et al., (1994). A absorvância foi medida em 560 nm
31 e o resultado foi expresso em $\mu\text{mol/L}$.

32

33

34

3.4.3.2 Metabólitos do óxido nítrico (NOx)

A determinação da concentração de subprodutos do NOx foi realizada pela técnica descrita por Navarro-González, García-Benayas e Arenas (1998). O óxido nítrico é um gás muito instável e rapidamente se degrada nos subprodutos nitratos e nitritos, que podem ser detectados no soro. O método de detecção baseia-se na redução de nitrato a nitrito, mediada por reações de óxido-redução ocorridas entre o nitrato presente na amostra e o sistema cádmio-cobre dos reagentes, com posterior diazotação e detecção colorimétrica do azocomposto formado pela adição do reagente de Griess. A quantificação de NOx foi feita em leitora de microplaca marca Perkin Elmer®, modelo EnSpire (Waltham, MA, EUA) sendo as leituras feitas em 540 nm. A concentração de óxido nítrico foi expressa em μM .

3.4.3.3 Determinação de produtos avançados de oxidação de proteínas (AOPP)

Para a quantificação do nível de oxidação proteica no soro utilizou-se o método descrito por Hanasand et al., (2012) e Witko-Sarsat et al., (1996). A reação foi realizada em meio ácido (ácido acético), e na presença de proteínas oxidadas na amostra ocorre a reação com o iodeto de potássio dos reagentes que absorvem em 340 nm. A leitura da reação foi feita em uma leitora de microplaca marca Perkin Elmer®, modelo EnSpire (Waltham, MA, EUA) no comprimento de onda de 340 nm. A concentração de AOPP foi expressa em $\mu\text{moles/L}$ de equivalente de cloramina T.

3.4.4 Biomarcadores Antioxidantes

3.4.4.1 Capacidade antioxidante total plasmática (TRAP)

O TRAP foi avaliado por QL em uma adaptação do método da técnica descrita por Repetto et al., (1996). Esta metodologia detecta antioxidantes hidro e/ou lipossolúveis presentes no soro. Foi um experimento conduzido em um leitor de microplaca Victor X-3, Perkin Elmer®, (Waltham, MA, EUA) em contagem por 25 minutos e uma faixa de resposta entre 300 a 620 nm em que os resultados são expressos em μM Trolox.

3.4.4.2 Determinação da catalase (CAT)

Realizou-se a determinação da atividade da CAT através da medida do decaimento na concentração de H_2O_2 e da geração do oxigênio, utilizando a técnica descrita por Aebi (1984). A leitura foi realizada em uma leitora de microplacas, marca Perkin Elmer®, modelo EnSpire (Waltham, MA, EUA) no comprimento de onda de 240 nm. Os resultados foram expressos em ABS/min/gHb .

1 3.4.4.3 Determinação da superóxido dismutase (SOD)

2 A atividade da enzima SOD nos eritrócitos foi verificada através do método do pirogalol
3 descrita por Marklund et al. (1974). Esta técnica baseia-se na inibição que esta enzima promove
4 na auto-oxidação do pirogalol em solução aquosa. A quantidade de SOD capaz de inibir 50%
5 da oxidação do pirogalol foi definida como uma unidade de atividade enzimática. A leitura da
6 reação da SOD foi realizada em uma leitora de microplacas, marca Perkin Elmer®, modelo
7 EnSpire (Waltham, MA, EUA) com o comprimento de onda de 420 nm. Resultados foram
8 expressos em USOD/min/gHb.

10 3.5 PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO (TR)

11 O programa de TR supervisionado foi conduzido no período da manhã, na academia da
12 UEL. O programa de TR foi estruturado de acordo com as recomendações da literatura
13 (RATAMESS et al., 2009; GARBER et al., 2011), sendo realizado com frequência de três
14 sessões semanais, em dias alternados (segundas, quartas e sextas-feiras), no período da manhã,
15 durante 12 semanas. Todas as participantes foram supervisionadas individualmente por
16 estudantes de graduação, mestrado e doutorado em Educação Física, ao longo de cada sessão
17 de treinamento, na tentativa de manter a qualidade de execução do protocolo de estudo e para
18 garantir a segurança.

19 O programa de TR foi executado em máquinas e pesos livres e incluiu oito exercícios
20 para os diferentes segmentos corporais (braços, pernas e tronco) que foram realizados na
21 seguinte ordem: supino vertical, *leg press* horizontal, remada baixa, cadeira extensora, rosca
22 *scott*, mesa flexora, tríceps *pulley* e panturrilha sentada. As participantes foram instruídas a
23 inspirarem durante a ação muscular excêntrica e expirarem durante a ação muscular concêntrica
24 em cada exercício, mantendo a velocidade de movimentos na proporção de 1: 2 (ação muscular
25 concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de 60-
26 120 s e entre os exercícios foi de dois a três minutos. As cargas foram ajustadas
27 individualmente, em cada exercício, durante todo o período de treinamento sempre que o limite
28 superior de repetições programadas (12 Repetições Máximas) for atingido por duas sessões
29 consecutivas em todas as séries determinadas para cada grupo experimental. Os aumentos de
30 carga foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para
31 os exercícios de membros inferiores, conforme as recomendações da literatura (RATAMESS
32 et al., 2009).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, a distribuição normal (teste de Shapiro-Wilk) e a homogeneidade da variância (teste de Levene) foram verificadas. Caso os critérios fossem atingidos ($p \geq 0,05$), utilizou-se na análise intragrupo o Teste T de Student pareado (medidas repetidas) e na análise intergrupo o Teste T de Student não pareado. Os dados que não alcançaram distribuição normal e homogeneidade dos critérios de variância foram analisados pelo teste não paramétrico de Wilcoxon ou Mann-Whitney. A análise de tabelas de contingência (teste χ^2) foi empregada para avaliar as associações entre as variáveis categóricas. Os dados foram considerados como significativos quando $p < 0,05$. O gerenciamento dos dados e a estatística foram realizados com o SPSS Statistic® 25 (IBM, Armonk, NY, EUA).

4 RESULTADOS

Influence of resistance training associated with protein and glucose supplementation on the improvement of metabolic, inflammatory and redox status parameters in elderly women

Dayse Kellen de Sousa Santos ^{1*}; Andressa Keiko Matsumoto ²; Edilson Serpeloni Cyrino ³; Danielle Venturini ⁴

¹ Postgraduate Program in Clinical and Laboratory Pathophysiology Londrina State University, Brazil.

² Postgraduate Program in Health Sciences, Londrina State University, Brazil.

³ Laboratory of Metabolism, Nutrition and Exercise, Londrina State University, Londrina, Brazil.

⁴ Clinical Analysis Laboratory, Londrina State University, Brazil.

* Corresponding author: Dayse Kellen de Sousa Santos

Address: Avenida Robert Koch, 60.

Phone: (43) 9 9843 4893

Email: daysekellen@hotmail.com.br

Introduction: Faced with the feminization of aging, strategies must be developed to promote health and improve the quality of life of this population. Among the main body changes caused by aging are the reduction of muscle mass, changes in the metabolic profile and increase in oxidative stress. Resistance training (RT), added to nutritional interventions such as protein and glucose supplementation, seems to favor the improvement of cardiovascular risk and redox status of those who use them.

Objectives: To investigate the influence of resistance training associated with protein supplementation in improving metabolic, inflammatory and redox status parameters in elderly women.

Methodology: This was a clinical trial in which 45 elderly women (> 60 years) were randomly assigned to two groups, the maltodextrin (MG) group, which ingested maltodextrin (35g) before and after training, and the whey group (WG), which ingested maltodextrin (35g) before and after training. maltodextrin (35g) pre -workout and 35g of *whey protein* post-workout. Both groups performed the same resistance training for 12 weeks. At the beginning (M1) and at the end of 12 weeks (M2) of intervention, anthropometric analyzes were performed, determination of metabolic biomarkers (glucose, cholesterol, HDL, TRIG, VLDL, LDL, insulin, uric acid, creatinine, urea and albumin), inflammatory biomarkers (TNF- α , IL-6 and CRP) and oxidative stress biomarkers (AOPP, FOX, NO_x , TRAP, SOD and CAT).

Results : When comparing M1 and M2, after 12 weeks of intervention, the WG showed a significant intra -group decrease in plasma levels of creatinine (p=0.034), glucose (p=0.002), uric acid (p=0.001), CRP (p=0.001) =0.049) and TNF - α (p=0.001), and a significant increase in serum levels of urea (p=0.027), albumin (p=0.001) and HDL-C (p=0.001). While the GM showed a significant intra -group increase in plasma levels of urea (p=0.001) and albumin (p=0.003) and a significant reduction in CRP (p=0.004). As for the oxidant and antioxidant biomarkers, the WG showed a significant intra -group decrease in plasma levels of AOPP (p=0.001) and FOX (p=0.005), and increase in serum levels of TRAP (p=0.015), NO_x (p=0.004) , and a tendency towards an increase in SOD (p=0.059), when comparing the two moments, M1 and M2, while in the GM, there was a significant intra -group decrease in the plasma levels of AOPP (p=0.028) and FOX (p =0.001) and a significant intra -group increase in plasma levels of TRAP (p=0.038) and SOD (p=0.043).

Conclusion : The combination of RT and protein supplementation brought more benefits when compared to RT associated with maltodextrin on inflammatory and metabolic parameters, and in the redox state, reducing cardiovascular risk.

Keywords : Whey Protein; maltodextrin; resistance training; cardiovascular risk and oxidative stress.

11. INTRODUCTION

2 Women constitute the largest portion of the world's elderly population, thus
3 characterizing the feminization of aging, however, they are more frequent victims of
4 discrimination in access to education, salary, food and health care, which condition them to be
5 poorer and to have more disabilities at advanced ages. (WHO, 2005).

6 Faced with the demographic transition that Brazil is going through with the elderly
7 population growing in numbers, strategies are developed to promote health and thus improve
8 the quality of life of this population, providing greater longevity.

9 Aging provides an increase in oxidative stress (EO), increasing the amount of oxidized
10 proteins, carbohydrates, lipids and nucleic acids (STADTMAN, 2006; VIÑA, 2006), in
11 addition to altering body composition, including loss of muscle mass (MM), with reduction
12 and/or loss of function, called sarcopenia, promoting difficulties in locomotion and
13 performance of activities of daily living (GALVAN, E. et al. 2016). Among the chronic diseases
14 that are closely related to aging, we can mention dyslipidemia, diabetes, osteoporosis, being a
15 scenario in which cardiovascular diseases stand out (BARBOSA et al., 2003; BALSAMO et
16 al., 2007; MCARDLE et al. , 2008).

17 Advancing age also promotes the remodeling of immunological parameters that result
18 in an increase in basal inflammatory activity, known as “ *inflammaging* ” (*inflammation* +
19 *aging*), which is a response that contributes to the emergence of diseases (FRANCESCHI et
20 al., 2000), that is, the greater the age, the greater the inflammation, which is aggravated when
21 associated with exposure to stressors, such as unbalanced diet, sleep disorders, ingestion of
22 toxins or environmental exposure to them, and the very stress overload that allows the immune
23 system remains in combat, and consequently wears out (FRANCESCHI et al., 2000), presenting
24 immunity markers that are classified as predictors of acute inflammation, among them, C-
25 reactive protein (CRP) (HARRIS et al., 1999) , TNF- α , and IL6 (BHOJAK et al., 2000). In this
26 context, obesity, which affects the elderly population, is described in the literature as a factor
27 of great importance in the secretion of inflammatory markers (BARRA, 2010)

28 OS is installed when there is an imbalance between oxidant and antioxidant
29 compounds, which allows excessive generation of free radicals or changes in their removal,
30 causing the oxidation of biomolecules with loss of their biological functions and/or homeostatic
31 imbalance, resulting in potential oxidative damage against cells and tissues (HALLIWELL and
32 GUTTERIDGE, 2015). In addition, OS is related to chronic non-communicable diseases
33 (NCDs) such as atherosclerosis, diabetes, obesity, neurodegenerative disorders and cancer
34 (GREEN, BRAND and MURPHY, 2004).

35 RT is applied to different populations, as it generates important morphological
36 (RIBEIRO et al., 2015), neuromuscular (PETERSON et al., 2010; RIBEIRO et al., 2015b;
37 SOUZA et al., 2017), metabolic (TOMELERI et al., 2017) adaptations. 2018) and physiological
38 (GERAGE et al., 2013).

39 The use of protein supplementation has gained prominence due to the fact that protein
40 appears as one of the main nutrients little ingested by the Brazilian elderly population, (
41 MARCHINI and MORIGUTI 1998) and the protein association associated with RT has gained
42 prominence in the face of strategies that can enhance physical training and propose benefits for
43 the health of the elderly population, but there are several factors that interfere in the diet of this
44 public, and consequently in adequate nutrition, among which are mentioned socioeconomic
45 factors, chewing, changes in sensory perception and use of drugs (GARIBALLA, 2004) .

46 Thus, it is extremely important to investigate the effects of resistance exercise
47 associated with *whey protein supplementation* on the inflammatory profile and OS in elderly
48 women.

49 Maltodextrin seems to be more interesting than other carbohydrate sources, such as
50 rice or pasta, due to its rapid absorption and its more practical consumption (Leite et al.,

1 2012).

2 Carbohydrate ingestion potentiates the adaptive effects of training by maintaining
3 physical conditioning and hydration (Rombaldi et al., 2001), providing enough carbohydrate
4 to maintain its endogenous stores and provide increased performance. intestinal absorption
5 providing no increase in lipid levels (Ruffo, 2004).

6 Maltodextrin is a complex carbohydrate derived from starch, usually from corn, which
7 can also be found in cassava, its consumption aims to guarantee carbohydrate reserves during
8 exercise with maintenance of tissue protein stock and prevention of hypoglycemia, acting
9 after RT as a replacement of muscle glycogen, so that proteins are preserved and not used as
10 energy sources, favoring muscle recovery (Leite et al., 2012) . Maltodextrin also helps in the
11 entry of protein into the muscles, which in turn contributes to the repair of those that have
12 suffered micro-injuries due to exercise, in order to be repaired and hypertrophied.

13 There are few studies that have verified the relationship between RT associated with
14 carbohydrate and protein supplementation in the improvement of biochemical, inflammatory
15 and OS parameters in elderly women, this being one of the pioneers, and the available studies,
16 for the most part, were carried out for longer periods. intervention periods when compared to
17 our proposal, so the present study aimed to investigate the influence of RT associated with
18 protein and glucose supplementation in improving metabolic, inflammatory and redox status
19 parameters in elderly women.

20 21 **2. MATERIALS AND METHODS**

22 This is a longitudinal, randomized, single-blind clinical study , approved by the
23 Research Ethics Committee of the State University of Londrina (UEL), with opinion number
24 1,700,756.

25 Forty-five elderly women were preliminarily selected through interviews and clinical
26 anamnesis. As initial inclusion criteria, participants should be 60 years of age or older, female
27 and physically independent; the exclusion criteria were: elderly women with heart disease
28 and/or muscle disorders that prevented the practice of physical exercises, elderly women using
29 protein supplementation and/or antioxidants. Finally, only participants who, after being
30 evaluated by a cardiologist, were allowed to practice RT without any type of restriction were
31 included. All selected participants signed a Free and Informed Consent Term (FICT).

32 single-blind clinical trial , in which 45 elderly women (> 60 years) were randomly
33 assigned to two groups, namely, whey protein group (WG) and Maltodextrin group (GM).

34 Moment 1 (M1) corresponded to the application of measurements and initial
35 assessments, later, for 12 weeks, the elderly women underwent training with standardized
36 weights associated with whey protein (GW) or maltodextrin (GM) supplementation. After the
37 12 weeks of intervention, the elderly women were reassessed, moment 2 (M2).

38 39 **2.1 SUPPLEMENTATION PROTOCOL**

40 The 45 elderly women took isocaloric substances before and shortly after the end
41 of the RT, pre- and post-training, 35g of maltodextrin (New Millen ®, São Paulo, SP, Brazil)
42 was offered to the GM group, while for the WG pre - workout, 35g of maltodextrin (New Millen
43 ®, São Paulo, SP, Brazil) was offered and 35g of hydrolyzed *whey protein* (Lacprodan ®, Arla
44 Foods , Sønderhøj , Denmark), the substances were weighed with a precision scale, model
45 AD1000, brand Dubesser ®, and then placed in shakers suitable for the consumption of
46 supplements. The powder was diluted in 200mL of drinking water and mixed with an electric
47 mixer.

48 The hydrolyzed whey protein used was donated by the Danish cooperative Arla Food
49 ®, which was submitted to physicochemical analyzes performed at the Food Technology
50 laboratory of the State University of Londrina (UEL), as well as maltodextrin (New Millen ®,

São Paulo, SP, Brazil), both flavored with artificial coloring to have the same texture, color and flavor (Table 1). Participants drank the beverages under the supervision of the study staff and supplementation was consumed only on training days.

Table 1: - Composition of whey protein and maltodextrin used in this study.

	<i>Hydrolyzed Whey Protein</i> (200 ml)	Maltodextrin (200 mL)
Protein	27.1 g	0.3 g
Carbohydrate	5.2 g	33.3 g
lipids	0.2 g	0 g
calories	131 kcal	134 kcal

Source: Authors – Physical-chemical analysis performed at the Food Technology laboratory at UEL.

2.2 ANTHROPOMETRY

Weight, height, waist and hip circumference were evaluated and the body mass index (BMI) was calculated for the nutritional diagnosis procedures of the elderly, as directed by the Ministry of Health through the Food and Nutrition Surveillance - (SISVAN, 2004), and recommended by the World Health Organization (1998).

Body mass was measured on a digital reading scale (Balmak , Class III model, Labstore , Curitiba, Paraná, Brazil), with a 0.1 kg scale, while height was determined using a stadiometer attached to it. , with a scale of 0.1 cm, according to the procedures described in the literature (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). From these measurements, the BMI was determined through the ratio between body mass and height squared, with body mass expressed in kilograms (kg) and height in meters (m).

2.3 COLLECTION OF BIOLOGICAL MATERIAL

Blood collections were performed by technicians from the Clinical Analysis Laboratories of UEL, with the participants respecting a fasting period of 12 h, at moments M1 and M2 of the study. The samples were placed in vacuum tubes with separator gel without anticoagulant, tubes containing fluoride for glucose determination and tubes containing ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA). The samples were centrifuged for 10 min at 3000 rpm for serum and plasma separation. To perform the EO tests, after centrifugation, the biological material was aliquoted and frozen in eppendorf tubes , and stored in a -70°C freezer (Indrel ®) for further analysis.

2.4 BLOOD BIOMARKERS

2.4.1 Metabolic biomarkers

Measurements of glucose, total cholesterol (TC), HDL, triglycerides (TG), uric acid, urea albumin and creatinine concentrations were performed on a Simens Dimension RXL biochemical autoanalyzer system (Siemens® Inc., Newark, DE, USA), using Siemens kits, according to methods established in the specialized literature, following the protocols recommended by the manufacturers. To determine LDL, the Friedewald equation ($LDL-C = \text{total cholesterol} - HDL + \text{triglycerides}/5$) was used. VLDL was calculated by dividing the TG value by 5 ($VLDL = TG/5$).

1 The determination of plasma insulin levels was performed by chemiluminescence (QL)
 2 in an immunoassay with microparticles as a solid phase, using the ARCHITECT™ equipment
 3 (Abbott Laboratory , Abbott Park, IL, USA).

4 The Homeostasis Model Assessment insulin Resistance (HOMA-IR) was used to assess
 5 the IR (HAFFNER, 1997). The RI was considered when $HOMA \geq 2.5$, by the following
 6 calculation: $HOMA-IR = (\text{Fasting insulin in mU /L X fasting glucose in mmol /L}) / 22.5$), as
 7 described by Matthews et.al (1985).

8 9 2.4.2 Inflammatory biomarkers

10 Interleukin-6 (IL-6) and tumor necrosis factor alpha (TNF-a) determinations were
 11 performed by enzyme immunoassay (ELISA) methodology using commercial kits (Bioscience
 12 ®).

13 The determination of serum C-reactive protein (CRP) levels was performed by
 14 nephelometry (i2000SR Architect, Abbott , USA).

15 16 2.4.3 Oxidizing biomarkers

17 2.4.3.1 Determination of hydroperoxides (FOX)

18 The FOX test system is based on the oxidation of Fe+2 (ferrous ion) to Fe+3 (ferric ion)
 19 by various types of peroxides contained in the samples to be analyzed. In the presence of xylenol
 20 orange , a colored complex (xylenol orange -ferric) of a blue-purple color, whose absorbance
 21 can be measured. The determination of total hydroperoxides was performed according to the
 22 methodology described by Nourooz-Zadeh et al., (1994). Absorbance was measured at 560 nm
 23 and the result was expressed in $\mu\text{mol/L}$.

24 25 2.4.3.2. Nitric Oxide Metabolites (NOx)

26 The determination of the concentration of NOx by-products was carried out by the
 27 technique described by Navarro-González, García- Benayas and Arenas (1998), with
 28 colorimetric detection of the azocompound formed by the addition of the Griess reagent . NOx
 29 quantification was performed using a Perkin Elmer® microplate reader, EnSpire model (
 30 Waltham , MA, USA), with readings taken at 540 nm . The concentration of nitric oxide was
 31 expressed in μM .

32 33 2.4.3.3 Determination of Advanced Protein Oxidation Products (AOPP)

34 To quantify the level of protein oxidation in serum, the method described by Hanasand
 35 et al., (2012) and Witko-Sarsat et al., (1996) was used. The reaction was carried out in an acid
 36 medium (acetic acid), and in the presence of oxidized proteins in the sample, the reaction with
 37 potassium iodide of the reagents that absorb at 340 nm occurs . The reaction reading was
 38 performed on a Perkin Elmer® microplate reader, model EnSpire (Waltham , MA, USA) at a
 39 wavelength of 340 nm . AOPP concentration was expressed in $\mu\text{moles /L}$ of chloramine T
 40 equivalent.

41 2.4.4 Antioxidant biomarkers

42 2.4.4.1. Plasma total antioxidant capacity (TRAP)

43 TRAP was assessed by QL in an adaptation of the method of the technique described
 44 by Repetto et al., (1996). This methodology detects hydro and/or fat-soluble antioxidants
 45 present in the serum. It was an experiment conducted on a Victor X-3 microplate reader, Perkin
 46 Elmer®, (Waltham , MA, USA) in counting for 25 minutes and a response range between 300
 47 to 620 nm where the results are expressed in μM Trolox .

48 49 2.4.4.2. Catalase Determination (CAT)

1 The determination of CAT activity was carried out by measuring the decay in the
 2 concentration of H₂O₂ and the generation of oxygen, using the technique described by Aebi
 3 (1984). The reading was performed on a microplate reader, brand Perkin Elmer®, model
 4 EnSpire (Waltham , MA, USA) at a wavelength of 240 nm . Results were expressed in
 5 ABS/min/ gHb .

6 7 2.4.4.3. Determination of superoxide dismutase (SOD)

8 SOD enzyme activity in erythrocytes was verified using the pyrogallol method
 9 described by Marklund et al. (1974). This technique is based on the inhibition that this enzyme
 10 promotes in the auto-oxidation of pyrogallol in aqueous solution. The amount of SOD capable
 11 of inhibiting 50% of pyrogallol oxidation was defined as a unit of enzymatic activity. The
 12 reading of the SOD reaction was performed on a microplate reader, brand Perkin Elmer®,
 13 model EnSpire (Walham , MA, USA) with a wavelength of 420 nm . Results were expressed
 14 in USOD/min/ gHb .

15 16 2.5. RESISTANCE TRAINING PROGRAM (TR)

17 The supervised RT program was conducted in the morning at the UEL gym. The RT
 18 program was structured according to the recommendations of the literature (RATAMESS et al.,
 19 2009; GARBER et al., 2011), being carried out with a frequency of three weekly sessions, on
 20 alternate days (Mondays, Wednesdays and Fridays) , in the morning, for 12 weeks. All
 21 participants were individually supervised by undergraduate, master's and doctoral students in
 22 Physical Education, throughout each training session, in an attempt to maintain the quality of
 23 execution of the study protocol and to ensure safety.

24 The RT program was performed on machines and free weights and included eight
 25 exercises for the different body segments (arms, legs and trunk) that were performed in the
 26 following order: vertical bench press, leg horizontal press , low row, leg extension, scott curl ,
 27 flexor table, triceps pulley and seated calf. Participants were instructed to inhale during
 28 eccentric muscle action and exhale during concentric muscle action in each exercise,
 29 maintaining the speed of movements in a 1: 2 ratio (concentric and eccentric muscle action,
 30 respectively). The rest interval between sets was 60-120 and between exercises was two to three
 31 minutes. The loads were adjusted individually, in each exercise, during the entire training period
 32 whenever the upper limit of programmed repetitions (12 Maximum Repetitions) is reached for
 33 two consecutive sessions in all sets determined for each experimental group. The load increases
 34 were in the order of 2% to 5% for upper limb exercises and 5% to 10% for lower limb exercises,
 35 as recommended in the literature (RATAMESS et al., 2009).

36 37 2.6. STATISTICAL ANALYSIS

38 Initially, the normal distribution (Shapiro- Wilk test) and the homogeneity of variance
 39 (Levene test) were verified. If the criteria were met ($p \geq 0.05$), the paired Student 's T-Test
 40 (repeated measures) was used in the intragroup analysis and the unpaired Student's T-Test in
 41 the intergroup analysis . Data that did not achieve normal distribution and homogeneity of
 42 variance criteria were analyzed using the Wilcoxon or Mann-Whitney nonparametric test.
 43 Contingency table analysis (χ^2 test) was used to assess associations between categorical
 44 variables. Data were considered significant when $p < 0.05$. Data management and statistics were
 45 performed using SPSS Statistic ® 25 (IBM, Armonk , NY, USA).

46 473 RESULTS

48 Table 2 shows the anthropometric and clinical data from the beginning of the study in
 49 the two groups, where the homogeneity between them can be verified.

Table 2: Baseline comparison of anthropometric and clinical data of maltodextrin group (MG) and whey group (WG).

variables	MG (n=23)	WG n=22)	df	F/X ²	P [#]	F	P ^β
Age (years)	68.13±0.86	67.05±1.06	1/44	0.814	0.430	-	-
Weight (kg)	62.66±2.14	65.00±3.33	1/44	2,049	0.555	0.737	0.102
height (cm)	155.73±1.13	155.63±1.09	1/44	0.278	0.948	-	-
BMI (kg/m ²)	25.78±0.78	26.70±1.21	1/44	0.316	0.935	0.343	0.118
HBP(Y/N)	11/12	12/10	1	0.203	0.652	-	-
SBP (mmHg)	117.91±2.62	119.86±2.40	1/44	0.315	0.588	0.505	0.565
BDP (mmHg)	66.30±1.50	67.09±1.44	1/44	0.023	0.708	1,587	0.493
HR (bpm)	75.30±2.49	75.05±1.54	1/44	8,837	0.931	1,858	0.538

All results are shown as mean (SE). BMI: body mass index; SAH: systemic arterial hypertension ; SBP: systolic blood pressure, DBP, diastolic blood pressure; AC: abdominal circumference; CC: waist circumference; HC: hip circumference; HR: heart rate.

Table 3 shows the results of the biochemical and inflammatory parameters before and after the 12 weeks of intervention. The WG showed a significant decrease in plasma levels of creatinine (p=0.034), glucose (p=0.002), uric acid (p=0.001), CRP (p=0.049) and TNF -α (p=0.001). A significant increase in serum levels of urea (p=0.027), albumin (p=0.001) and HDL (p=0.001) is also observed in the WG.

In the GM there was a significant increase in urea (p=0.001) and albumin (p=0.003) and a significant reduction in CRP (p=0.004) when compared at baseline and after 12 weeks of intervention.

Table 3: Effect of resistance exercise associated with whey protein supplementation on biochemical and inflammatory markers in elderly women.

variables	groups	Team		Q ^{&A}	P [†]
		Baseline (M1)	Post treatment (M2)		
Creatinine (mg/dL) ^ε	MG	0.85 (0.54-1.13)	0.86 (0.53-1.13)	0.562	0.875
	WG	0.85 (0.57-1.11)	0.86 (0.58-1.19)	0.034	
Urea (mg/ dL)	MG	33.56±1.17	37.47±1.59	0.001	0.848
	WG	34.00±1.96	36.18±1.69	0.027	
Glucose (mg/dL) ^ε	MG	109.47 (92-156)	107.78 (87-157)	0.276	0.773
	WG	110.77 (91-163)	105.72 (90-170)	0.002	
Insulin (mU /L)	MG	10.72±1.29	12.17±1.44	0.192	0.587
	WG	11.59±0.87	11.13±0.82	0.761	
HOMA.IR ^ε	MG	2.93 (0.72-7.10)	3.67 (0.10-24.67)	0.784	0.674
	WG	3.18 (0.97-5.22)	2.49 (0.29-5.84)	0.935	
Albumin (g/ dL)	MG	3.97±0.02	4.08±0.02	0.003	0.634
	WG	3.94±0.06	4.07±0.06	0.001	
acid uric (mg/dL)	MG	4.45±0.20	4.36±0.22	0.470	0.531
	WG	4.69±0.32	4.31±0.29	0.001	
Total cholesterol (mg/dL)	MG	197.04±6.76	204.08±8.34	0.331	0.852
	WG	198.90±7.34	190.72±6.68	0.154	

HDL (mg/ dL)	MG	52.34±2.69	54.52±2.74	0.178	0.119
	WG	46.54±2.44	50.95±2.49	0.001	
LDL (mg/ dL)	MG	124.69±5.92	127.21±7.25	0.607	0.974
	WG	125.00±7.41	116.22±6.46	0.124	
VLDL(mg/ dL)	MG	25.73±1.93	23.86±1.61	0.142	0.804
	WG	26.40±1.84	25.36±1.77	0.421	
Triglycerides (mg/ dL)	MG	128.73±9.69	117.39±7.71	0.083	0.806
	WG	132.04±9.19	125.04±9.06	0.285	
CRP (mg/L)	MG	2.55±0.31	2.09±0.35	0.004	0.602
	WG	2.82±0.40	2.28±0.27	0.049	
IL-6 (pg / mL) €	MG	2.61 (1.27-6.58)	2.76 (1.37-6.64)	0.715	0.510
	WG	2.27 (1.37-7.06)	2.87 (1.37-9.96)	0.313	
TNF-α (pg / mL)	MG	4.30±0.69	4.58±1.09	0.109	0.845
	WG	3.49±0.52	1.96±0.32	0.001	

1 All results are shown as mean (SE) or median (minimum-maximum). P < 0.05. Analyzes of
 2 repeated-measures paired Student's t test and Mann-Whitney test. CRP: C-Reactive Protein. &
 3 Intra-group analysis . † Inter-group analysis of basal values. € No parametric . * Processed in
 4 Ln transformation .

5
 6 Table 4 shows the EO / nitrosative markers between baseline and after the intervention.

7 In the WG there was a significant decrease in the plasma levels of AOPP (p=0.001) and
 8 FOX (p=0.005) and an increase in the serum levels of TRAP (p=0.015), NOx (p=0.004), and
 9 there was a tendency to increase the SOD (p=0.059), when comparing the two moments M 2
 10 and M1.

11 While in the GM, there was a significant decrease in the plasma levels of AOPP
 12 (p=0.028) and FOX (p=0.001) and a significant increase in the levels of TRAP (p=0.038) and
 13 SOD (p=0.043).

14 Tables 3 and 4 show that there was no statistical difference when performing the
 15 intergroup analysis.

16
 17
 18 **Table 4: Effect of resistance exercise associated with whey protein supplementation on**
 19 **oxidative stress biomarkers in elderly women.**

variables	groups	Team		Q &	P †
		Baseline (M1)	Post treatment (M2)		
TRAP/UA (μmol trolox /mg/ dL)	MG	203.95±11.72	223.18±15.18	0.038	0.738
	WG	185.56±6.35	213.22±13.95	0.015	
SOD (activity / gHb /min)	MG	29.96±2.09	34.07±1.70	0.043	0.597
	WG	28.36±2.16	33.63±2.52	0.059	
CAT (a bs /min/ gHb)	MG	44.57±1.69	45.69±1.79	0.487	0.239
	WG	47.08±1.21	48.69±1.56	0.372	
NOx (μmol /L)	MG	7.67±0.64	9.16±0.69	0.095	0.203
	WG	8.57±0.70	11.86±0.97	0.004	
AOPP (μmol /L/eq. Chloramin T)	MG	105.54±5.07	83.74±5.04	0.028	0.472
	WG	115.10±6.61	76.38±6.63	0.001	
FOX (μmol)	MG	0.60±0.04	0.39±0.03	0.001	0.439
	WG	0.55±0.04	0.38±0.03	0.005	

1
2 All results are shown as mean (SE). $P < 0.05$. Analysis of repeated-measures paired Student's t
3 test. TRAP: Total Radical-Trapping Antioxidant Parameter; SOD: Superoxide Dismutase
4 activity ; CAT: Catalase activity ; NOx: Nitric Oxide metabolites; AOPP: Advanced Oxidation
5 Protein Products; FOX: ferrous oxidation in xylenol orange. RLU: Relative Light Unit. [&] Intra-
6 group analysis . [†] Inter-group analysis of basal values.
7
8
9

104 DISCUSSION

11
12 The main findings of this study show that the WG presented better results when compared
13 to the MG, with a significant improvement in metabolic, inflammatory and redox status markers
14 after 12 weeks of intervention.

15 RT associated with the use of protein supplementation (WG) performed over a period
16 of 12 weeks was able to significantly reduce plasma glucose levels .

17 Previous studies carried out by our research group evaluated the influence of RT in
18 elderly women and found a significant decrease in glucose levels as a result of RT in a group
19 of 35 elderly women (Tomeleri et al., 2016) and 29 elderly women that divided into two groups
20 performed different RT systems, with glucose levels decreased in both groups (RIBEIRO et al.,
21 2016). On the other hand, another study, also with RT for 12 weeks, did not find a decrease in
22 blood glucose values in the elderly (LEITE et al., 2003).

23 However, the mechanisms responsible for the decrease in insulin resistance as a result
24 of the RT practice are not yet fully elucidated, however, some of the observed benefits can be
25 attributed to the maintenance and increase of muscle mass (BALDUCCI et al., 2004; CUFF
26 et al., 2003). It is also believed that RT can influence muscle blood flow, increasing blood flow
27 to active muscles, allowing a greater amount of insulin to be delivered to receptors
28 (MAIORANA et al., 2001). Another reported mechanism is that RT can promote an increase
29 in the number of insulin receptors (HOLTEN et al., 2004).

30 Creatinine showed a statistically significant reduction in GW, it is believed that this
31 result is justified because creatinine is a metabolic product arising from the degradation of
32 muscle phosphocreatine , used for the production of adenosine triphosphate (ATP). The
33 compound creatine phosphate is in the muscle serving as a reservoir of high energy phosphate,
34 so as the ATP reserve is being hydrolyzed, creatine kinase assists in the re-binding of adenosine
35 triphosphate (ATP) (WILLIAMS and BRANCH, 1998).

36 Oliveira et al., (2010) clarifies that the intake of supplements such as protein in the
37 recommended amounts, does not promote renal overload both in individuals who perform
38 physical exercises and in sedentary individuals.

39 Despite the significant increase in urea in the groups, this increase did not exceed the
40 values considered normal for the population studied, emphasizing that there was a statistical
41 difference, but there was no clinical difference because it was increased possibly due to the
42 aggression caused by physical exercise.

43 On the days when patients underwent RT, an average protein intake of 1.5 g/body
44 weight/day (usual intake + supplementation) was reached, according to the proposed protein
45 intake for the elderly (Deutz et.al. , 2014). Previous meta-analyses describe that a protein dose
46 above 1.2 g/body weight/day is sufficient to increase fat-free mass in the elderly (CERMAK et
47 al., 2012), in addition to the fact that the offered whey protein contains large amounts of fat.
48 amounts of branched-chain amino acids, in particular leucine, a key amino acid for activating
49 muscle protein synthesis (DEVRIES and PHILLIPS et al., 2015), suggesting that 30 to 35 g of

1 whey protein are needed to provide adequate stimulation of synthesis of postprandial muscle
2 protein in older individuals (PENNING ET AL., 2012 and D'Souza, et.al., 2014).

3 We provide a dose of 35 g of WP, containing 3.8 g of leucine, an amount that is expected
4 to be sufficient to promote the stimulation of protein synthesis (MURPHY et al., 2016) .

5 The WG showed a reduction in serum uric acid levels, which deserves attention
6 considering that studies have shown that high levels of serum uric acid are associated with
7 higher incidences of conventional risk factors for cardiovascular diseases (KUWABARA, 2008
8 and BENER, 2019) , association with metabolic syndrome (FORD et al., 2003 and SUN Et al.,
9 2014) in addition to having harmful effects when inside the cell, causing inhibition of
10 endothelial function, induction of platelet aggregation, chronic systemic inflammation, among
11 others (NISHIDA Et.al., 2011).

12 Our study group, in other analyses, found a significant increase in uric acid
13 concentrations in overweight individuals and a direct correlation between uric acid and TRAP,
14 reinforcing its role in the pathophysiology of OS (VENTURINI et al., 2012) . Uric acid is
15 responsible for approximately 60% of the antioxidant capacity assessed by the plasma TRAP (
16 SIMÃO, et al., 2008), therefore, the TRAP status may be overestimated in individuals with
17 hyperuricemia, which justifies the importance of correcting TRAP values by the uric acid to
18 check for changes in other low-weight plasma antioxidant molecules.

19 In another study, 8,282 male runners up to 80 years of age were evaluated and the
20 distance covered by them during the week and its relationship with coronary risk factors, and
21 found that runners of greater distances had lower levels of uric acid. , suggesting that lower
22 levels of uric acid are associated with a better level of cardiorespiratory fitness (WILLIAMS,
23 1997), while Nishida et al., (2011), analyzing the intensity of physical activity and the aerobic
24 conditioning state, concluded that the intensity of Moderate physical activity is associated with
25 lower uric acid levels.

26 The reduction in serum uric acid levels in WG allows us to infer that there was a decrease
27 in the conventional risk for cardiovascular diseases, and to associate RT associated with protein
28 supplementation as a promoter of uric acid decrease.

29 The result obtained by the present study concerning the analysis of HDL, showed a
30 significant increase in HDL when M2 was compared to M1 in the WG, allowing us to conclude
31 an improvement in the inflammatory and cardiovascular profile of the evaluated participants ,
32 precisely because HDL is a lipoprotein of function antiatherogenic due to its ability to mediate
33 reverse cholesterol transport (WOOD, 2001), in addition to inhibiting LDL oxidation, reducing
34 blood viscosity, regulating the synthesis of prostaglandins and thromboxane, activating
35 fibrinolysis , acting on endothelial function and anti-atherogenic. -inflammatory (AVIRAM et
36 al. , 2005).

37 Changes in serum HDL concentrations were also observed by other studies, with
38 physical exercise interventions, in which there is an increase in serum levels of HDL , in
39 addition to inducing changes in its subfractions , especially HDL₂-cholesterol (ZMUDA .,
40 1998 and VON DUVILLARD., 1997). These benefits can be observed even after a single
41 exercise session, (PRONK., 1993; VISICH , GOSS, GORDON et al., 1996; BAUMSTARK,
42 FREY and BERG, 1993), both in men (GRANDIEN, CROUSE and ROHACK). ., 2000), and
43 in women (LEE et al., 1991).

44 Serum CRP, which is a positive acute phase protein, classified as an inflammatory
45 biomarker and considered a cardiovascular risk factor, which has its chronic increase related to
46 aging (TILG and MOSCHEN, 2006). Previous studies present similar data regarding the
47 decrease in CRP with the performance of RT (NUNES et al., 2014; RIBEIRO et al., 2015 and
48 RIBEIRO et al., 2016), and the decrease in CRP occurs due to muscle contraction which
49 produces anti-inflammatory cytokines that act as pro-inflammatory antagonists.

1 The study by Donges et al. (2010), showed that the reduction in CRP, due to RT, can
 2 reach 32.8%, in another study, a decrease in serum levels of CRP and also in the percentage of
 3 adipose tissue was noted (TOMELERI et al., 2016) ; in this study, CRP showed a significant
 4 decrease in GW and GM, while TNF- α showed a significant reduction only in GW.

5 In the present study, the association of RT with the supplementation of both whey
 6 protein and maltodextrin was able to significantly decrease the serum levels of CRP (GW and
 7 GM) and TNF- α (GW) , which corroborates the concept that the physical exercise decreases
 8 the levels of inflammatory response mediators compared to a sedentary lifestyle (ABBAS,
 9 2012), and thus physical exercise is potentially an alternative to be used in the management of
 10 inflammation in the elderly.

11 Protein supplementation increases serum albumin levels, however, in this study, there
 12 was an unexpected increase in albumin also in the GM; Albumin plays an interesting role in the
 13 elimination of RL, being able to bind and promote the removal of ROS -derived neutrophils,
 14 which would regulate OS, being considered an antioxidant acting in inflammatory processes (
 15 Nihi et al., 2012) and in this study was increased possibly due to the RT itself.

16 Regarding EO biomarkers, TRAP evaluates both water and fat-soluble antioxidant
 17 substances, and thus evaluates the total antioxidant capacity of the organism. The protective
 18 effect that regular physical exercise of moderate intensity has, against OS, is related to the
 19 increase in the activity of the antioxidant system, which is verified by the increase in the total
 20 antioxidant capacity (TRAP) (HIGASHI; YOSHIKAZUMI, 2004; KOJDA; HAMBRECHT, 2005;
 21 DE MORAES et al., 2008), which contributes to the cellular activity of tissues repeatedly
 22 stressed by physical exercise (JACKSON, 1999).

23 In an attempt to counterbalance the increase in oxidized products, there was an increase
 24 in the levels of water and fat-soluble antioxidants in plasma, assessed by TRAP at M2, in both
 25 groups .

26 Increase in plasma levels of TRAP, related to TR, was also evidenced by our group in
 27 other studies. Padilha et al., (2015), carried out a study with 27 elderly women for 30 weeks,
 28 with the aim of evaluating a period of TR followed by a period of detraining, with 12 weeks of
 29 training, 12 of detraining and 6 weeks of evaluations, and also showed that TRAP levels
 30 increased after TR and remained high even after the detraining period. Other authors
 31 demonstrated that 12 weeks of RT with three sessions per week, in individuals with a mean age
 32 of 71 years, provided an increase in antioxidant capacity (Parise et al., 2005).

33 SOD is an intracellular antioxidant enzyme that plays an important role in neutralizing
 34 the superoxide anion, which is produced by cellular respiration, and superoxide dismutase is
 35 the enzyme that will first convert this superoxide anion into hydrogen peroxide, which is also
 36 an oxidizing substance. Catalase, in turn, is the enzyme that converts hydrogen peroxide into
 37 water and CO₂ , which are harmless substances for the body (VICENT, INNES and VICENT,
 38 2007). A significant increase in SOD activity was observed in the GM and an upward trend in
 39 the GW (p=0.059).

40 The activity of SOD, in studies with physically active humans, is controversial (MENA
 41 and MAYNAR Et al., 1991) since there is an influence of the effect, the type of exercise and
 42 the duration of the training (HEYWARD, STOLARCZYK and ROEMMICH, 2000). . Different
 43 results can be justified by the different analytical methods used, by differences in the frequency
 44 and intensity of training. Souza et al. (2021) evaluated the effects of high-intensity interval
 45 training (HIIT) on OS markers and muscle damage in rats, and found that there was a 31.80%
 46 reduction in the HIIT group in the level of SOD activity in the liver (p=0 .0375) and that HIIT
 47 induced a reduction (-17.75%) of thiobarbituric acid reactive substances (a marker of oxidative
 48 stress) in liver tissue (p = 0.0482). There was also a reduction (-31.80%) in the HIIT group in
 49 the level of superoxide dismutase enzyme in the liver (p = 0.0375). However, there were no
 50 differences between groups regarding catalase, glutathione peroxidase , glutathione reductase ,

1 hydroperoxides in liver tissue . and concluded that short-term HIIT does not cause OS or muscle
2 damage.

3 Levels of nitric oxide metabolites (NOx) increased significantly in WG. If increased
4 in large proportions, NOx can elevate another oxidant radical, peroxyntirite (SAINI, 2010;
5 POTENZA et al., 2009), which in inflammatory conditions reacts with the cell, lipids, proteins
6 and cellular DNA, being harmful to the organism.

7 However, with insignificant increases, as in our study, NOx act beneficially as they
8 modulate blood pressure precisely because it is a gas that promotes vasodilation with
9 consequent improvement in blood pressure (VENTURINI et al., 2012).

10 The AOPP is a test that evaluates the oxidation of proteins (VICENT, INNES and
11 VICENT, 2007), the result obtained by the present study concerning the analysis of AOPP,
12 showed its expressive intra -group decrease in both GW and GM, on the other hand, in another
13 study, also carried out by our study group, with 14 obese elderly women, the effectiveness of
14 weight training (RT) was investigated for 12 weeks, followed by a similar period of detraining
15 (for 12 weeks), on the EO modulation and found that AOPP was not altered by PT or detraining
16 (Padilha Et al., 2015).

17 In our study, the GW and GM showed a significant decrease in AOPP and FOX after
18 12 weeks of RT. Regardless of the association with protein supplementation or maltodextrin,
19 the RT was able to reduce protein and lipid oxidation after 12 weeks, that is , physical exercise
20 was able to balance the EO of these participants, reducing oxidant substances and increasing
21 the antioxidant defenses of the participants of the study, promoting improvement in the redox
22 state of the elderly.

23 24 **5 CONCLUSION**

25 RT in the elderly population has been shown to be efficient and safe to be performed in
26 the long term. In this study, the combination of RT and protein supplementation brought more
27 benefits when compared to RT associated with maltodextrin on inflammatory and metabolic
28 parameters, and in the redox state, reducing cardiovascular risk and may be a promising non-
29 pharmacological strategy for this population.

30 31 32 *conflict of interests*

33 There are no conflicts of interest concerning this article.

34 35 *Acknowledgments*

36 The State University of Londrina, CAPES, and Araucaria foundation.

37 38 *Funding*

39 This research was funded with budgetary resources from: the Coordination for the Improvement
40 of Higher Education Personnel (CAPES/Brazil), National Council for Scientific and
41 Technological Development (CNPq/Brazil), and Ministry of Education (MEC/Brazil). In
42 addition, this study received supplements from Arla Foods Ingredients Group P/S (who
43 provided the samples of whey protein) and New Milen (who provided the samples of
44 maltodextrin).

1 **REFERENCES**

2
3 ABBAS, Abul . **Cellular and molecular immunology 7th edition**. Elsevier Brasil , 2012.

4
5 ACMS. American College of Sports Medicine. Exercise and physical activity for older adults.
6 **Medicine & Science in Sport & Exercise**, 2009.

7
8 AEBI, H. Catalase in vitro. *Methods Enzymol* . 1984;105: 121-6. doi : 10.1016/s0076-
9 6879(84)05016-3. PMID: 6727660.

10
11 ALLENDORF, DB; SCHOPF, PP; GONÇALVES, BC; CLOSS, VE; GOTTLIEB, MG
12 Elderly people who practice resistance training have better mobility than physically active
13 elderly people who do not practice. *R. bras. ci . and Mov* 2016; v 24(1): 134-144 p.

14
15 ALVES, C.; LIMA, RVB Use of dietary supplements by adolescents. **Journal of Pediatrics**.
16 2009. v 85(4), 287-294 p. <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572009000400004>
17 PMid:19585056.

18
19 ANDERSON, Eileen S. et al. Social cognitive mediators of change in a group randomized
20 nutrition and physical activity intervention: social support, self-efficacy, outcome
21 expectations and self-regulation in the guide-to-health trial. **Journal of health psychology** ,
22 vol. 15, no. 1, p. 21-32, 2010.

23
24 ASSIS, Thiago Pontini de. et al. DOES PROTEIN SUPPLEMENTATION AND EXERCISE
25 INTERFERE WITH RENAL FUNCTION AND STRUCTURE?. **Brazilian Journal of**
26 **Sports Medicine** [online]. 2020, v. 26, no. 6 [Accessed 19 April 2022], pp. 527-531.
27 Available from: <<https://doi.org/10.1590/1517-869220202606181869>>. Epub 11 Dec 2020.
28 ISSN 1806-9940.
29 <https://doi.org/10.1590/1517-869220202606181869> .

30
31 AVIRAM, M. et al. Dietary antioxidants and paraoxonases against LDL oxidation and
32 atherosclerosis development. **Atherosclerosis: diet and drugs** , p. 263-300, 2005.

33
34 BALDUCCI, Stefano et al. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for
35 and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients?. **Diabetes Care** , v. 27, no. 3,
36 p. 841-842, 2004.

37
38 BALSAMO, Sandor ; SIMON, Robert. Strength training for osteoporosis, fibromyalgia, type
39 2 diabetes, rheumatoid arthritis and aging. In: **Strength Training for Osteoporosis,**
40 **Fibromyalgia, Type 2 Diabetes, Rheumatoid Arthritis , and Aging** . 2007. p. 176-176.

41
42 BARBOSA, Aline Rodrigues et al. Effects of a resistance training program on muscle
43 strength in elderly women. **Brazilian journal of physical activity & health** , v. 5, no. 3, p.
44 12-20, 2003.

45
46 BARRA, Nicole G. et al. Interleukin - 15 contributions to the regulation of murine adipose
47 tissue and human adipocytes. **Obesity** , v. 18, no. 8, p. 1601-1607, 2010.

48

- 1 BASTOS, Lucas Caseri ; BASTOS, Carina Corrêa; VOLPE, Esther Fernandes Tinoco.
2 Resistance exercise in frail elderly. **Physioter Mov** . 2012 Apr /Jun;25(2):435-43 p.
3
- 4 BAUMSTARK, MW; FREY, I. and BERG, A. Acute and delayed effects of prolonged
5 exercise on serum lipoproteins. II. Concentration and composition of low-density lipoprotein
6 subfractions and very low-density lipoproteins. **Eur J App physiol Occup Physiol** . 1993;
7 v.:66: p.:526-30.
8
- 9 BHOJAK, Tejal J. et al. Genetic polymorphisms in the cathepsin D and interleukin-6 genes
10 and the risk of Alzheimer's disease. **neuroscience letters** , v. 288, no. 1, p. 21-24, 2000.
11
- 12 BIANCHI, MLP; ANTUNES, LMG Free radicals and the main dietary antioxidants. **Rev**
13 **Nutri.** 1999; 12(12):123-30. doi : 10.1590/S1415-52731999000 200001
14
- 15 BRAZIL. Ministry of Health (MS), Secretariat of Health Care, Department of Primary Care.
16 **Sisvan:** basic guidelines for the collection, processing, analysis of data and information in
17 health services - SISVAN in health care. Brasília, DF: Ministry of Health; 2004.
18
- 19 CARVALHO, Ana Paula Perillo Ferreira; MOLINA, Guilherme Eckhardt ; FONTANA, Keila
20 Elizabeth . Supplementation associated with resistance training does not alter renal and hepatic
21 functions. **Rev. Brazil Med. Sport.** 2011;17(4):237.
22
- 23 CAMPOS, Maurício de Arruda. Bodybuilding: diabetics, osteoporotics, elderly, children,
24 obese. **Rio de Janeiro : Sprint** , 2000.
25
- 26 CERMAK, NM; RES, PT; De GROOT, LC; SARIS, WHM; VAN LOON, LJC Protein
27 supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type
28 exercise: A meta-analysis. **love J. Clin . Nutri.** 2012 , 96, 1454–1464. [CrossRef] [PubMed
29]
30
- 31 CEPELLOS, VANESSA MARTINES. Feminization of aging: A multifaceted phenomenon
32 far beyond numbers. **Business Administration Magazine** [online]. 2021, v. 61, no. 2
33 [Accessed 6 May 2022] , e20190861. Available at: <[https://doi.org/10.1590/S0034-](https://doi.org/10.1590/S0034-759020210208)
34 [759020210208](https://doi.org/10.1590/S0034-759020210208)>. Epub 05 Mar 2021. ISSN 2178-938X. [https://doi.org/10.1590/S0034-](https://doi.org/10.1590/S0034-759020210208)
35 [759020210208](https://doi.org/10.1590/S0034-759020210208) .
36
- 37 GROW, AJ; ISCHIROPOULOS, HJ; **J. Cell. physiol** 2001 . v. 187 , p.: 277.
38
- 39 CUFF, Darcy J. et al. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with
40 type 2 diabetes. **Diabetes care** , v. 26, no. 11, p. 2977-2982, 2003.
41
- 42 DE MORAES, Camila et al. Exercise training improves relaxation response and SOD-1
43 expression in aortic and mesenteric rings from high caloric diet-fed rats. **BMC physiology** , v.
44 8, no. 1, p. 1-8, 2008.
45
- 46 DONGES, C.; DUFFIELD, R.; DRINKWATER, E. Effect of Resistance or aerobic exercise
47 training on interleukin-6, C-reactive protein, and body. **Med Sci Sports Exercise** , v. 42, no.
48 2, p. 304-313, 2010.
49

- 1 FRANCESCHI, Claudio et al. Inflamm - aging: an evolutionary perspective on
 2 immunosenescence . **Annals of the New York Academy of Sciences** , vol. 908, no. 1, p.
 3 244-254, 2000.
 4
- 5 FUKAMI, K.; YAMAGISHI, S.; IIDA, S.; MATSUOKA, H.; OKUDA, S.; Involvement of
 6 Iron-Evoked Oxidative Stress in Smoking-Related Endothelial Dysfunction in Healthy Young
 7 Men. **PLoS One** . 2014;9(2):e 89433. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0089433>.
 8 [PMid:24586777](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24586777/) .
 9
- 10 GERAGE, AM et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly
 11 postmenopausal women. **International journal of sports medicine** , v. 34, no. 09, p. 806-
 12 813, 2013.
 13
- 14 D'SOUZA, RF; MARWORTH, JF; FIGUEIREDO, VC; DELLA GATTA, PA; PETERSEN,
 15 AC; MITCHELL, CJ; CAMERON-SMITH, D. hosphorylation and intramuscular branched-
 16 chain amino acids in older men following resistance exercise and protein intake. **Physiol.**
 17 **Rep.** 2014 , 2. [CrossRef]
 18 [PubMed]
 19
- 20 DEUTZ, NE; BAUER, JM; BARAZZONI, R.; BIOLO, G.; BOIRIE, Y.; BOSY-
 21 WESTPHAL, A.; CEDERHOLM, T.; CRUZ-JENTOFT, A.; KRZNARIÇ, Z.; NAIR, KS; ET
 22 AL. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations
 23 from the ESPEN Expert Group. **clin . Nutri** _ 2014 , 33, 929–936. [CrossRef] [PubMed].
 24
- 25 DEVRIES, MC; PHILLIPS, SM **Supplemental protein in support of muscle mass and**
 26 **health: Advantage whey.** *J. Food Sci* . 2015 , 80 (Suppl . 1), A8–A15. [CrossRef] [
 27 PubMed]
 28
- 29 DUSSE, Sant'Ana Luci Maria; FARIA, Vanessa Heloisa de; COELHO, Leiliane André; RIOS,
 30 Danyelle Romana Alves; SILVA, Ieda de Fátima Oliveira. **Influence of muscle mass and**
 31 **physical activity on plasma creatinine levels** . *Brazilian J Clin Anal* [Internet]
 32 2015;47(4):121-84. [cited 2021 May 2]. Available from: [http://sbac.org.br/rbac/wp-](http://sbac.org.br/rbac/wp-content/uploads/2016/05/RBAC_Vol.47_n4-Completa.pdf)
 33 [content/uploads/2016/05/RBAC_Vol.47_n4-Completa.pdf](http://sbac.org.br/rbac/wp-content/uploads/2016/05/RBAC_Vol.47_n4-Completa.pdf)
 34
- 35 FORD, ES; MOKDAD, AH; GILES, WH; BROWN, DW . The metabolic syndrome and
 36 antioxidant concentrations: findings from the Third National Health and Nutrition
 37 Examination Survey. **Diabetes** 2003;52:2346 –2352.
 38
- 39 GORDON, Claire C. et al. Stature, recumbent length, and weight. **Anthropometric**
 40 **standardization reference manual.** *Champaign: Human kinetics Books* , p. 3-8, 1988.
 41
- 42 GRANDJEAN, PW; CROUSE, SF and ROHACK, JJ Influence of cholesterol status on blood
 43 lipid and lipoprotein enzyme responses to aerobic exercise. **J App Physiol** . 2000; v.89:
 44 p.:472-80.
 45
- 46 GUERRA, EJI **Anales Internal Medicine** . 2001 , v. 18 , p.:326.
 47
- 48 GUTTERIDGE, JMC **Res. Free Radicals** . With. 1993 , v. 19 , p.:141.
 49

- 1 HAFFNER, SM Insulin resistance, inflammation and the prediabetic state. **Am J Cardiol**
2 2003;92: 18-26J.
3
- 4 HALLIWELL, B.; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage *in*
5 *vivo* and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **Br J Pharmacol**
6 . 2004; 142(2): 231-55 p.
7
- 8 HALLIWELL, B.; MURCIA, MA; CHIRICO, S.; ARUOMA, OI; critical . **Rev. Food Sci.**
9 **Nutri.** 1995, v. 35 , p.: 7.
10
- 11 HALLIWELL, Barry; GUTTERIDGE, John MC. **Free radicals in biology and medicine** .
12 Oxford university press, USA, 2015.
13
- 14 HANASAND, Marita et al. Improved detection of advanced oxidation protein products in
15 plasma. **clinic chimica acta** , v. 413, no. 9-10, p. 901-906, 2012.
16
- 17 HARRIS, Tamara B. et al. Associations of elevated interleukin-6 and C-reactive protein levels
18 with mortality in the elderly. **The American Journal of medicine** , v. 106, no. 5, p. 506-512,
19 1999.
20
- 21 HERNANDEZ, Arnaldo José; NAHAS, Ricardo Munir et al. Dietary modifications, water
22 replacement, food supplements and drugs: evidence of ergogenic action and potential health
23 risks. **Rev Brazil Med Sport** . 2009;15.
24
- 25 HEYWARD, VH; STOLARCZYK, LM; ROEMMICH, JN **Body composition and athletes** :
26 assessment of applied body composition. 2000. p.159-71.
27 HIGASHI, Yukihito ; YOSHIZUMI, Masao. Exercise and endothelial function: role of
28 endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive
29 patients. **Pharmacology & Therapeutics** , vol. 102, no. 1, p. 87-96, 2004.
30
- 31 HOLTEN, Mads K. et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake,
32 GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes.
33 **Diabetes** , v. 53, no. 2, p. 294-305, 2004.
34
- 35 KOJDA, Georg; HAMBRECHT, Rainer. Molecular mechanisms of vascular adaptations to
36 exercise. Physical activity as an effective antioxidant therapy?. **Cardiovascular research** ,
37 vol. 67, no. 2, p. 187-197, 2005.
38
- 39 KUWABARA, M.; KUWABARA, R.; HISATOME, I.; NIWA, K.; RONCAL-JIMENEZ,
40 CA; BJORNSTAD P., et al. “Metabolically Healthy” obesity and hyperuricemia increase risk
41 for hypertension and diabetes: 5-year Japanese Cohort Study. **Obesity (Silver Spring)**. 2017;
42 v.25(11):1997-2008 p.
43
- 44 LEE, Joo ; KOO, Nan; MIN, David B. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative
45 nutraceuticals. **Comprehensive reviews in food science and food safety** , v. 3, no. 1, p. 21-
46 33, 2004.
47

- 1 LEE, R., NIEMAN, D.; RAVAL, R.; BLANKENSHIP, J.; LEE, J. The effects of acute
2 moderate exercise on serum lipids and lipoproteins in mildly obese women. **Int J Sports Med**
3 . 1991; v.12. p.:537-42.
4
- 5 LEITE, Heitor Pons; SARNI, Roseli saccardo _ Free radicals, antioxidants and nutrition. **Rev**
6 **Bras Nutri Clin** , v. 18, no. 2, p. 87-94, 2003.
7
- 8 MAIORANA, Andrew et al. The effect of combined aerobic and resistance exercise training
9 on vascular function in type 2 diabetes. **Journal of the American College of Cardiology** , v.
10 38, no. 3, p. 860-866, 2001.
11
- 12 MARKLUND, S.; MARKLUND, G. Involvement of the Superoxide Anion Radical in the 6
13 Autoxidation of Pyrogallol and a Convenient Assay for Superoxide Dismutase. **European 7**
14 **Journal of Biochemistry** , v. 47, no. 3, p. 469–474, 1974.
15
- 16 MATTHEWS, DR; HOSKER, JP; OSKER, JP; RUDENSKI, AS; NAYLOR, BA; AYLOR,
17 BA; TREACHER, DF; TURNER, RC Homeostasis model assessment: insulin resistance and
18 B-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetology** .
19 1985;28: 412-9.
20
- 21 MCARDLE, WD; KATCH, FI; KATCH, VL Endocrine system: organization and acute and
22 chronic responses to exercise. **McArdle WD, Katch FI, Katch VL, organizers. Exercise**
23 **physiology-energy, nutrition and human performance. 6th Ed. Rio de Janeiro: Editora**
24 **Guanabara Koogan** , p. 419-64, 2008.
25
- 26 MURPHY, CH; SADDLER, NY; DEVRIES, MC; MCGLORY, C.; BAKER, SK; PHILLIPS,
27 SM Leucine supplementation enhances integrative myofibrillar protein synthesis in free-living
28 older men consuming lower- and higher-protein diets: A parallel-group crossover study. **love**
29 **J. Clin . Nutri.** 2016 , 104, 1594–1606. [CrossRef] [PubMed]
30
- 31 NASCIMENTO, Vanderson Cunha do Et al. Effect of resistance training on physical
32 performance and functional respiratory capacity of elderly women. **Journal of Physical**
33 **Education** [online]. 2018, v. 29 [Accessed 19 April 2022] , e2943. Available from:
34 <<https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2943>>. Epub 04 Oct 2018. ISSN 2448-2455.
35 <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2943> .
36
- 37 NAVARRO-GONZALVEZ, Jose A.; GARCIA-BENAYAS, Cristina; ARENAS, Joaquin.
38 Semiautomated measurement of nitrate in biological fluids. **Clinical chemistry** , v. 44, no. 3,
39 p. 679-681, 1998.
40
- 41 NIE, Qian et al. Impact of Serum Uric Acid Concentration on Cardiovascular Disease Risk: A
42 Cohort Study Conducted in Northern China. **Brazilian Archives of Cardiology** [online].
43 2021, v. 117, no. 4 [Accessed 19 April 2022] , pp. 666-675. Available at:
44 <<https://doi.org/10.36660/abc.20200378>>. Epub 16 Jul 2021. ISSN 1678-4170.
45 <https://doi.org/10.36660/abc.20200378> .
46
- 47 NIHI, Melissa Massaki et al. **Association between body fat, inflammation and oxidative**
48 **stress in hemodialysis.** *Brazilian Journal of Nephrology* [online]. 2010, v. 32, no. 1 [
49 Accessed 4 July 2022] , pp. 11-17. Available at: <

1 28002010000100003>. Epub 05 Aug 2010. ISSN 2175-8239. [https://doi.org/10.1590/S0101-](https://doi.org/10.1590/S0101-28002010000100003)
2 28002010000100003.

3
4 NISHIDA, Y.; IVADOMI, M.; HIGAKI, Y.; TANAKA, H.; HARA, M.; TANAKA, K.
5 Influence of physical activity intensity and aerobic fitness on the anthropometric index and
6 serum uric acid concentration in people with obesity. *Intern Med.* 2011;50:2121 -8.

7
8 NOUROOZ-ZADEH, Jaffar ; TAJADDINI-SARMADI, Javad ; WOLFF, Simon P.
9 Measurement of hydroperoxides in edible oils using the ferrous oxidation in xylenol orange
10 assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* , v. 43, no. 1, p. 17-21, 1995.

11
12 NUNES, Paulo Ricardo Prado et al. Effect of resistance training volume (weight training) on
13 body composition, physical performance and biochemical, hormonal and inflammatory
14 parameters in pre-sarcopenic postmenopausal women . 2014.

15
16 OLIMPIO, Pereira de Melo Neto; Carvalho, Amaylton Salles de Carvalho; NICOLAU, Letícia
17 de Souza; COSTA, Anastácia Cecília; DIAS, Gleicy Pereira da Silva. Analysis of proteinuria
18 after intense physical exercise. DOI: 10.21877/2448-3877.201700564. 2017. *Brazilian Journal*
19 *of Clinical Analysis.* ISSN: 0370-369x.

20
21 OLIVEIRA, Vinícius Alfredo De; MAZINI FILHO, Mauro Lúcio; PACE JUNIOR, Ricardo
22 Luiz; MATOS, Diogo Gama de; RODRIGUES, Bernardo Minelli , ZANELLA, André Luiz
23 and VENTURINI, Gabriela Rezende de Oliveira. Comparative study of creatinine
24 concentration in bodybuilders and sedentary individuals. *Rev. say* _ 2010;14(142). Available
25 at: [https://efdeportes.com/efd142/concentracao-de-creatinina-em-praticantes-de-](https://efdeportes.com/efd142/concentracao-de-creatinina-em-praticantes-de-musculacao.htm)
26 [musculacao.htm](https://efdeportes.com/efd142/concentracao-de-creatinina-em-praticantes-de-musculacao.htm). Accessed on July 04, 2021.

27
28 OLIVEIRA, Donizete Cícero Xavier; FRISSELLI, Ariobaldo ; DEMINICE, Raphael. Soccer
29 training session increases creatine kinase but does not impair performance. *Motive: rev.*
30 *education fi .* , Rio Claro , v. 25, no. 3, e101961, 2019. Available at
31 <[http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-](http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742019000300316&lng=en&nrm=iso)
32 [65742019000300316&lng=en&nrm=iso](http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742019000300316&lng=en&nrm=iso)>. accessed May 17, 2022. Epub November 4, 2019.
33 <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201900030010>

34
35 OLIVEIRA, Igor Alonso Andrade; SANTOS , Pedro Henrique Silva. Resistance exercise and
36 protein supplementation influence kidney function? *Rev Brazil physiol Exercise*
37 2021;20(2):127-129. doi : 10.33233/rbfex.v20i2.4756

38
39 OLIVEIRA, Karla de Jesus Fernandes de.; KOURY, Josely Correa and DONANGELO,
40 Carmen Marino. Micronutrients and antioxidant capacity in sedentary adolescents and
41 runners. *Magazine of Nutrition* [online]. 2007, v. 20, no. 2 [Accessed 16 May 2022] , pp.
42 171-179. Available at: <<https://doi.org/10.1590/S1415-52732007000200006>>. Epub 05 Jun
43 2007. ISSN 1678-9865. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732007000200006> .

44
45 PADILHA, Camila de Souza et al. Effect of resistance training and detraining on the
46 oxidative stress in obese older women. *Brazilian Journal of Kinanthropometry & Human*
47 *Performance* , v. 17, p. 517-526, 2015.

48

- 1 PAULA, Carolina Cavalcante; CUNHA, Raphael Martins; TUFAMIN, Andréa Thomazine .
2 Analysis of the impact of resistance training on the lipid profile of the elderly. **Rev Bras**
3 **Cienc and Mov** , v. 22, no. 1, p. 150-6, 2014.
4
- 5 PENNING, B.; GROEN, B.; DE LANGE, A.; GIJSEN, AP; ZORENC, AH; SENDEN, JM;
6 VAN LOON, LJ **Amino acid absorption and subsequent muscle protein accretion**
7 **following graded intakes of whey protein in elderly men.** *Am J. Physiol. Endocrinol .*
8 *Metab .* 2012 , 302, E992–E999. [CrossRef] [PubMed]
9
- 10 PETERSON, Mark D. et al. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-
11 analysis. **ageing research reviews** , v. 9, no. 3, p. 226-237, 2010.
12
- 13 PHILLIPS, SM The impact of protein quality in promoting resistance exercise-induced
14 changes in muscle mass. **nourish Metab** (London), 2016. 13: p. 64
15
- 16 POO, D. and SANTOS, JSD (2012). Protein consumption by bodybuilders who aim for
17 muscle hypertrophy. **Brazilian Journal of Sports Medicine** , v.18(1), 8-12 p.
18 <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000100001> .
19
- 20 POON, RT Et al. Long-acting oral branched-chain amino acids in patients undergoing
21 chemoembolization for hepatocellular carcinoma : a randomized trial. **food Pharmacol Ther**
22 , 2004. 19(7): p. 779-88.
23
- 24 POTENZA, Maria Assunta; ADDABBO, Francesco; MONTAGNANI, Monica. Vascular
25 actions of insulin with implications for endothelial dysfunction. **American Journal of**
26 **Physiology-Endocrinology and Metabolism** , v. 297, no. 3, p. E568-E577, 2009.
27
- 28 PRONK, NP Short term effects of exercise on plasma lipids and lipoproteins in humans.
29 **Sports Med** . 1993; v.:16: p.:431-48.
30
- 31 PUCCI, Gabrielle Cristine Moura Fernandes et al. Effect of resistance training and Pilates on
32 quality of life in elderly women : a randomized clinical trial. **Brazilian Journal of Geriatrics**
33 **and Gerontology** [online]. 2020, v. 23, no. 5 [Accessed 19 April 2022] , e200283. Available
34 at: <<https://doi.org/10.1590/1981-22562020023.200283>>. Epub 19 May 2021. ISSN 1981-
35 2256. <https://doi.org/10.1590/1981-22562020023.200283> .
36
- 37 QUEIROZ, Andréia Cristiane Carrenho ; KANEGUSUKU, Helcio; FORJAZ, Cláudia Lúcia
38 de Moraes. Effects of resistance training on blood pressure in the elderly. **Files Brazilians of**
39 **Cardiology** , v. 95, p. 135-140, 2010.
40
- 41 REFSUM, H. E and STRÖMME, SB **Urea and creatinine production and excretion in urine**
42 **during and after prolonged heavy exercise.** *Scand J Clin Lab Invest* 1974;33(3):247-54. doi
43 : 10.1080/00365517409082493
44
- 45 REPETTO, Marisa et al. Oxidative stress in blood of HIV infected patients. **clinic chimica**
46 **acta** , v. 255, no. 2, p. 107-117, 1996.
47
- 48 RIBEIRO, Alex S. et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance
49 training program in men and women. **European Journal of Sport Science** , v. 15, no. 4, p.
256-264, 2015a.

1
2 RIBEIRO, Alex S. et al. Effect of resistance training systems on oxidative stress in older
3 women. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism** , v. 27, no. 5, p.
4 439-447, 2017.

5
6 RIBEIRO, Alex S. et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve
7 muscle quality and metabolic biomarkers in older women: A randomized crossover study.
8 **Experimental Gerontology** , vol. 79, p. 8-15, 2016.

9
10 SAINI, Vandana . Molecular mechanisms of insulin resistance in type 2 diabetes mellitus.
11 **World journal of diabetes** , v. 1, no. 3, p. 68, 2010.

12
13 SANTOS, Gilberto Monteiro dos et al. Undulatory physical resistance training program
14 increases maximal strength in elderly type 2 diabetics. **Einstein** (São Paulo) [online]. 2014, v.
15 12, no. 4 [Accessed 19 April 2022] , pp. 425-432. Available from:
16 <<https://doi.org/10.1590/S1679-45082014AO3162>>. ISSN 2317-6385.
17 <https://doi.org/10.1590/S1679-45082014AO3162> .

18
19 SANTOS, Nelma Scheyla José dos† (in memorian); DRAIBE, Sérgio Antônio;
20 KAMIMURA, Maria Ayako ; CUPPARI, Lilian. Serum albumin as a nutritional marker in
21 hemodialysis patients Serum albumin as nutritional marker of hemodialysis patients . **Rev.**
22 **Nutri .**, Campinas. 2004. v17(3):339-349 p.

23
24 SCHAFER, F.Q; BUETTNER, GR **Free Radical Biol . Med** 2001 . v. 30 , p . : 1191.
25 SCHIAVONI, Durcelina et al. Effect of traditional resistance training on blood pressure in
26 normotensive elderly persons: a systematic review of randomized controlled trials and meta-
27 analyses. **Brazilian Journal of Geriatrics and Gerontology** [online]. 2017, v. 20, no. 04 [
28 Accessed 19 April 2022] , pp. 571-581. Available from : <[https://doi.org/10.1590/1981-](https://doi.org/10.1590/1981-22562017020.160181)
29 [22562017020.160181](https://doi.org/10.1590/1981-22562017020.160181)>. ISSN 1981-2256. <https://doi.org/10.1590/1981-22562017020.160181>

30
31 SIMÃO, Andréa Nome Colado Simão ; DICHI, Jane Bandeira; BARBOSA, Décio Sabbatini ;
32 CECHINI, Rubens; DICHI, Isaiah . Influence of uric acid
33 and gamma- glutamyltransferase on total antioxidant capacity and oxidative
34 stress in patients with metabolic syndrome. **Nutrition** 2008;24:675 –681.

35
36 SOUZA, MF et al. Effect of resistance training on phase controlled angle in older women: A
37 randomized trial. **Scandinavian journal of medicine & science in sports** , v. 27, no. 11, p.
38 1308-1316, 2017.

39
40 SOUZA, VIEIRA; MARQUES, LÚCIO Et al. Short-term HIIT does not promote oxidative
41 stress or muscle damage. **Brazilian Journal of Sports Medicine** [online]. 2021, v. 27, no. 2 [
42 Accessed 16 May 2022] , pp. 138-141. Available from: <[https://doi.org/10.1590/1517-](https://doi.org/10.1590/1517-8692202127022019_0018)
43 [8692202127022019_0018](https://doi.org/10.1590/1517-8692202127022019_0018)>. Epub 14 June 2021. ISSN 1806-9940.
44 https://doi.org/10.1590/1517-8692202127022019_0018 .

45
46 SUN, D.; LI, S.; ZHANG, X; FERNANDEZ, C.; CHEN, W.;SRINIVASAN , SR, et al. Uric
47 acid is associated with metabolic syndrome in children and adults in a community: the
48 Bogalusa Heart Study. **PLoS One** . 2014; 9: and 89696.

49

- 1 THOMPSON, PD; YURGALEVITCH, SM; FLYNN, MM et al. Effect of prolonged exercise
2 training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men.
3 **metabolism** _ 1997; v. 46: p.:217-23.
4
- 5 TOMELERI, Crisieli M. et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and
6 glycemic profiles in obese women: A randomized controlled trial. **Experimental gerontology**
7 , vol. 84, p. 80-87, 2016.
8
- 9 TOMELERI, Crisieli M. et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and
10 inflammatory markers in older women: a randomized controlled trial: **Journal of diabetes** , v.
11 10, no. 4, p. 328-337, 2018.
12
- 13 VENTURINI, Danielle et al. Evaluation of oxidative stress in overweight subjects with or
14 without metabolic syndrome. **Obesity** , v. 20, no. 12, p. 2361-2366, 2012.
15
- 16 VENTURINI, Danielle; SIMÃO, Andréa Name Colado ; SCRIPES, Nicole; BAHLS, Larissa
17 D; MELO, Petronio AS; BELINETTI, Francine M , LOZOVOY, Marcell A. B; DICHI, Isaiah
18 . Evaluation of oxidative stress in overweight subjects with or without metabolic syndrome.
19 **Obesity (Silver Spring)**. 2012 Dec;20(12):2361-6. doi : 10.1038/oby.2012.130. Epub 2012
20 May 17. PMID: 22592332.
21
- 22 VIEIRA, E.P; NAVARRO, AC; SANTIAGO, AJ; NAVARRO, F. Effects of resistance training
23 and supplementation with whey proteins on the creatinine and urea markers of rats. **Rev Brazil**
24 **Exercise Physiol** **2021;20(2)** : 202-8. doi : 10.33233/rbfex.v20i2.3974
25
- 26 VIDAL FILHO, José Carlos de Britto. Effects of different recovery intervals between sets of
27 isokinetic exercises on metabolic and neuromuscular responses on muscle performance in
28 children and adolescents. 2009
29
- 30 VIÑA, J.; SASTRE, J.; PALLARDÓ, FV; GAMBINI, J. and BORRÁS, C. Role of
31 mitochondrial oxidative stress to explain the different longevity between genders: protective
32 effect of estrogens. **Free Radic Res** . 2006;40(12):1359-65 p .
33
- 34 VISICH, PS; GOSS, FL and GORDON, PM et al. Effects of exercise with varying energy
35 expenditure on high-density lipoprotein-cholesterol. **Eur J App physiol Occup Physiol**.
36 1996; v.:72: p.:242-8.
37
- 38 VON, DUVILLARD SP Symposium: lipids and lipoproteins in diet and exercise. **Med Sci**
39 **Sports Exercise** 1997; v.29: p.:1414-5.
40 WILLIAMS, P. Relationship of distance run per week to coronary heart disease risk factors in
41 8283 male runners the national runners' health study. **Arch Intern Med**. 1997;157: 191-8.
42
43
- 44 WILLIAMS, M.H and BRANCH, JD **Creatine supplementation and exercise performance:**
45 **an update.** J Am Coll Nutr 1998; 17:216-234.
46
- 47 WITKO-SARSAT, Véronique et al. Advanced oxidation protein products as a novel marker
48 of oxidative stress in uremia. **Kidney international** , v. 49, no. 5, p. 1304-1313, 1996.
49

- 1 WOOD, Robert H. et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older
2 adults. **Medicine and science in sports and exercise** , v. 33, no. 10, p. 1751-1758, 2001.
3
- 4 WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity**: Preventing and managing the
5 global epidemic – Report of a WHO consultation on obesity. Geneva: WHO, 1998.
6
- 7 WORLD HEALTH ORGANIZATION. Active aging: a health policy / **World Health**
8 **Organization** ; Suzana Gontijo translation. – Brasília: Pan American Health Organization,
9 2005. 60p.: il . – p39.
10
- 11 ZMUDA, JM; YURGALEVITCH, SM; FLYNN, MM et al. Exercise training has little effect
12 on HDL levels and metabolism in men with initially low HDL cholesterol. **Atherosclerosis** .
13 1998; v. 137: p.:215-21.
14
15
16
17
18
- 19
20
21
22
23
- 24
25
26
27

1 **5 CONCLUSÃO**

2 Pode-se concluir que o grupo que realizou o TR em associação com a suplementação
3 proteica (WG) teve diminuição significativa dos níveis plasmáticos de glicose, ácido úrico, PCR
4 e TNF- α , e aumento do HDL, bem como foi capaz de aumentar os níveis séricos de TRAP,
5 NOx, e reduzir os níveis séricos de lipoperóxidos e AOPP.

6 Em relação ao GM, foi observada uma diminuição significativa dos níveis plasmáticos
7 de ácido úrico, PCR. Neste grupo também foi possível evidenciar um aumento significativo da
8 atividade da SOD, dos níveis séricos de NOx e redução da lipoperoxidação (FOX).

9 Frente aos resultados concluímos que o TR é uma alternativa viável na população
10 estudada e, quando associado a suplementação proteica ou maltodextrina, esses efeitos podem
11 ser potencializados conforme observado neste estudo como a melhora do estado redox, da
12 inflamação e dos parâmetros metabólicos, reduzindo o risco cardiovascular das mulheres idosas
13 participantes deste estudo.

14

15

16

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TR na população idosa tem se mostrado eficiente e seguro para ser realizado a longo prazo, além disso, conforme demonstrado com esse estudo, a combinação entre o TR e a suplementação proteica trouxe mais benefícios quando comparado ao TR associado á maltodextrina sobre parâmetros inflamatórios, metabólicos, e no estado redox, diminuindo o risco cardiovascular podendo ser uma estratégia não farmacológica promissora para essa população, contribuindo inclusive para redução dos custos médico-hospitalares utilizados no tratamento de disfunções crônico degenerativas.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, Abul. **Imunologia celular e molecular 7a edição**. Elsevier Brasil, 2012.
- ACMS. American College of Sports Medicine. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & Science in Sport & Exercise**, 2009.
- AEBI, H. Catalase in vitro. *Methods Enzymol.* 1984;105:121-6. doi: 10.1016/s0076-6879(84)05016-3. PMID: 6727660.
- ALLENDORF, D. B.; SCHOPF, P. P.; GONÇALVES, B. C.; CLOSS, V. E.; GOTTLIEB, M. G. V. Idosos praticantes de treinamento resistido apresentam melhor mobilidade do que idosos fisicamente ativos não praticantes. *R. bras. Ci. e Mov* 2016; v 24(1): 134-144 p.
- ALVES, C.; LIMA, R. V. B. Uso de suplementos alimentares por adolescentes. **Jornal de Pediatria**. 2009. v 85(4), 287-294 p. <http://dx.doi.org/10.1590/S0021-75572009000400004> PMID:19585056.
- ANDERSON, Eileen S. et al. Social cognitive mediators of change in a group randomized nutrition and physical activity intervention: social support, self-efficacy, outcome expectations and self-regulation in the guide-to-health trial. **Journal of health psychology**, v. 15, n. 1, p. 21-32, 2010.
- ASSIS, Thiago Pontini de. et al. DOES PROTEIN SUPPLEMENTATION AND EXERCISE INTERFERE WITH RENAL FUNCTION AND STRUCTURE?. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** [online]. 2020, v. 26, n. 6 [Accessed 19 April 2022] , pp. 527-531. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1517-869220202606181869>>. Epub 11 Dec 2020. ISSN 1806-9940. <https://doi.org/10.1590/1517-869220202606181869>.
- AVIRAM, M. et al. Dietary antioxidants and paraoxonases against LDL oxidation and atherosclerosis development. **Atherosclerosis: diet and drugs**, p. 263-300, 2005.
- BALDUCCI, Stefano et al. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients?. **Diabetes Care**, v. 27, n. 3, p. 841-842, 2004.
- BALSAMO, Sandor; SIMÃO, Roberto. Treinamento de força para osteoporose, fibromialgia, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e envelhecimento. In: **Treinamento de força para Osteoporose, Fibromialgia, Diabetes Tipo 2, Artrite Reumatóide e Envelhecimento**. 2007. p. 176-176.
- BARBOSA, Aline Rodrigues et al. Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas. **Revista brasileira de atividade física & saúde**, v. 5, n. 3, p. 12-20, 2003.
- BARRA, Nicole G. et al. Interleukin-15 contributes to the regulation of murine adipose tissue and human adipocytes. **Obesity**, v. 18, n. 8, p. 1601-1607, 2010.

BASTOS, Lucas Caseri; BASTOS, Carina Corrêa; VOLPE, Esther Fernandes Tinoco. Exercício resistido em idosos frágeis. **Fisioter Mov.** 2012 abr/jun;25(2):435-43 p.

BAUMSTARK, M. W.; FREY, I. e BERG, A. Acute and delayed effects of prolonged exercise on serum lipoproteins. II. Concentration and composition of low-density lipoprotein subfractions and very low-density lipoproteins. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.** 1993; v.:66: p.:526-30.

BHOJAK, Tejal J. et al. Genetic polymorphisms in the cathepsin D and interleukin-6 genes and the risk of Alzheimer's disease. **Neuroscience letters**, v. 288, n. 1, p. 21-24, 2000.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev Nutr.** 1999; 12(12):123-30. doi: 10.1590/S1415-52731999000 200001

BRASIL. Ministério da Saúde (MS), Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. **Sisvan**: orientações básicas para a coleta, processamento, análise de dados e informação em serviços de saúde - SISVAN na assistência à saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2004.

CAMPOS, Maurício de Arruda. Musculação: diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças, obesos. **Rio de janeiro: Sprint**, 2000.

CERMAK, N. M.; RES, P. T.; De GROOT, L. C.; SARIS, W.H.M.; VAN LOON, L. J. C. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: A meta-analysis. **Am. J. Clin. Nutr.** 2012, 96, 1454–1464. [CrossRef] [PubMed]

CEPELLOS, VANESSA MARTINES. Feminização do envelhecimento: Um fenômeno multifacetado muito além dos números. **Revista de Administração de Empresas** [online]. 2021, v. 61, n. 2 [Acessado 6 Maio 2022] , e20190861. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-759020210208>>. Epub 05 Mar 2021. ISSN 2178-938X. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210208>.

COLONETTI, T.; GRANDE, A.J.; MILTON, K.; FOSTER, C.; ALEXANDRE, M.C.M.; UGGIONI, M.L.R.; DA ROSA, M.I. **Effects of whey protein supplement in the elderly submitted to resistance training: Systematic review and meta-analysis.** *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2017, 68, 257–264. [CrossRef] [PubMed]

CRESCER, A. J.; ISCHIROPOULOS, H. J.; *J. Célula. Physiol* 2001. v.187, p.: 277.

CUFF, Darcy J. et al. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 26, n. 11, p. 2977-2982, 2003.

DE MORAES, Camila et al. Exercise training improves relaxation response and SOD-1 expression in aortic and mesenteric rings from high caloric diet-fed rats. **BMC physiology**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2008.

DEVRIES, Michaela e PHILLIPS, Stuart M. **Supplemental protein in support of muscle mass and health: Advantage whey.** *J. Food Sci.* 2015, 80 (Suppl. 1), A8–A15. [CrossRef] [PubMed]

DIETETICS KANG, Lin et al. Effects of whey protein nutritional supplement on muscle function among community-dwelling frail older people: A multicenter study in China. **Gerontology and Geriatrics**, 2019.

DONGES, C.; DUFFIELD, R.; DRINKWATER, E. Effect of Resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 2, p. 304-313, 2010.

FRANCESCHI, Claudio et al. Inflamm-aging: an evolutionary perspective on immunosenescence. **Annals of the new York Academy of Sciences**, v. 908, n. 1, p. 244-254, 2000.

FUKAMI, K.; YAMAGISHI, S.; IIDA, S.; MATSUOKA, H.; OKUDA, S.; Involvement of Iron-Evoked Oxidative Stress in Smoking-Related Endothelial Dysfunction in Healthy Young Men. **PLoS One**. 2014;9(2):e89433. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0089433>. PMID:24586777.

GERAGE, A. M. et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. **International journal of sports medicine**, v. 34, n. 09, p. 806-813, 2013.

GORDON, Claire C. et al. Stature, recumbent length, and weight. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: **Human kinetics Books**, p. 3-8, 1988.

GRANDJEAN, P. W.; CROUSE, S. F. e ROHACK, J. J. Influence of cholesterol status on blood lipid and lipoprotein enzyme responses to aerobic exercise. **J Appl Physiol**. 2000; v.89: p.:472-80.

GUERRA, E. J. I. **Anales Medicina Interna**. 2001, v.18, p.:326.

GUTTERIDGE, J. M. C. **Res. Radicais Livres**. Com. **1993** , v.19 , p.:141.

HAFFNER, S.M. Insulin resistance, inflammation and the prediabetic state. **Am J Cardiol** 2003;92:18-26J.

HALLIWELL, B.; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage *in vivo* and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **Br J Pharmacol**. 2004; 142(2): 231-55 p.

HALLIWELL, B.; MÚRCIA, MA; CHIRICO, S.; ARUOMA, OI; Crítico. **Rev. Food Sci. Nutr**. 1995, v. 35,p.: 7.

HALLIWELL, Barry; GUTTERIDGE, John MC. **Free radicals in biology and medicine**. Oxford university press, USA, 2015.

HANASAND, Marita et al. Improved detection of advanced oxidation protein products in plasma. **Clinica chimica acta**, v. 413, n. 9-10, p. 901-906, 2012.

HARRIS, Tamara B. et al. Associations of elevated interleukin-6 and C-reactive protein levels with mortality in the elderly. **The American journal of medicine**, v. 106, n. 5, p. 506-512, 1999.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M.; ROEMMICH, J. N. **Composição corporal e atletas**: avaliação da composição corporal aplicada. 2000. p.159-71.

HIGASHI, Yukihiro; YOSHIZUMI, Masao. Exercise and endothelial function: role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. **Pharmacology & therapeutics**, v. 102, n. 1, p. 87-96, 2004.

HOLTEN, Mads K. et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 53, n. 2, p. 294-305, 2004.

KOJDA, Georg; HAMBRECHT, Rainer. Molecular mechanisms of vascular adaptations to exercise. Physical activity as an effective antioxidant therapy?. **Cardiovascular research**, v. 67, n. 2, p. 187-197, 2005.

KUWABARA, M.; KUWABARA, R.; HISATOME, I.; NIWA, K.; RONCAL-JIMENEZ, C. A.; BJORNSTAD P., et al. "Metabolically Healthy" obesity and hyperuricemia increase risk for hypertension and diabetes: 5-year Japanese Cohort Study. **Obesity (Silver Spring)**. 2017; v.25(11):1997-2008 p.

LEE, Joo; KOO, Nan; MIN, David B. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 3, n. 1, p. 21-33, 2004.

LEE, R., NIEMAN, D.; RAVAL, R.; BLANKENSHIP, J.; LEE, J. The effects of acute moderate exercise on serum lipids and lipoproteins in mildly obese women. **Int J Sports Med**. 1991; v.12. p.:537-42.

LEITE, C. F; AMARAL, M.G; HARTLEBEN, C. P; HAX, C. B; ROMBALDI, A. J. Efeitos do treinamento moderado contínuo sobre parâmetros imunológico e metabólico de ratos suplementados com maltodextrina. **Rev Bras Educ Fís Esporte** 2012;26:7-16.

LEITE, Heitor Pons; SARNI, Roseli Saccardo. Radicais livres, antioxidantes e nutrição. **Rev Bras Nutr Clin**, v. 18, n. 2, p. 87-94, 2003.

LIN C-C et al., Effects of adequate dietary protein with whey protein, leucine, and vitamin D supplementation on sarcopenia in older adults: An open-label, parallel-group study, **Clinical Nutrition**, <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.08.017>.

LUIKING, Yvette C. et. al. Protein type and caloric density of protein supplements modulate postprandial amino acid profile through changes in gastrointestinal behaviour: A randomized trial. **Clinical Nutrition and Metabolism**, 2015.

MAIORANA, Andrew et al. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on vascular function in type 2 diabetes. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 38, n. 3, p. 860-866, 2001.

MARKLUND, S.; MARKLUND, G. Involvement of the Superoxide Anion Radical in the 6 Autoxidation of Pyrogallol and a Convenient Assay for Superoxide Dismutase. **European Journal of Biochemistry**, v. 47, n. 3, p. 469–474, 1974.

MATTHEWS, D.R.; HOSKER, J. P.; OSKER, J. P.; RUDENSKI, A. S.; NAYLOR, B. A.; AYLOR, B. A.; TREACHER, D. F.; TURNER, R. C. Homeostasis model assessment: insulin resistance and B-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**. 1985;28:412-9.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Sistema endócrino: organização e respostas agudas e crônicas ao exercício. **McArdle WD, Katch FI, Katch VL, organizadores. Fisiologia do exercício-energia, nutrição e desempenho humano. 6a Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, p. 419-64, 2008.**

MORTON, R.W.; MURPHY, K.T.; MCKELLAR, S.R.; SCHOENFELD, B.J.; HENSELMANS, M.; HELMS, E.; ARAGON, A.A.; DEVRIES, M.C.; BANFIELD, L.; KRIEGER, J.W.; 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. **2017**. [CrossRef] [PubMed]

NABUCO, Hellen C. G. 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.

NASCIMENTO, Vanderson Cunha do Et al. Effect of resistance training on physical performance and functional respiratory capacity of elderly women. **Journal of Physical Education** [online]. 2018, v. 29 [Accessed 19 April 2022] , e2943. Available from: <<https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2943>>. Epub 04 Oct 2018. ISSN 2448-2455. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2943>

NAVARRO-GONZALVEZ, Jose A.; GARCÍA-BENAYAS, Cristina; ARENAS, Joaquin. Semiautomated measurement of nitrate in biological fluids. **Clinical chemistry**, v. 44, n. 3, p. 679-681, 1998.

NIE, Qian et al. Impacto da Concentração de Ácido Úrico Sérico no Risco de Doença Cardiovascular: Um Estudo Coorte Realizado no Norte da China. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia** [online]. 2021, v. 117, n. 4 [Acessado 19 Abril 2022] , pp. 666-675. Disponível em: <<https://doi.org/10.36660/abc.20200378>>. Epub 16 Jul 2021. ISSN 1678-4170. <https://doi.org/10.36660/abc.20200378>.

NICCOLI, Sarah, Anton Kolobov, Trevor Bon, Seda Rafilovich, Heather Munro, Kim Tanner, Trina Pearson & Simon J. Lees (2017). **Whey Protein Supplementation Improves Rehabilitation Outcomes in Hospitalized Geriatric Patients: A Double Blinded, Randomized Controlled Trial**, Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics, 36:4, 149-165, DOI: 10.1080/21551197.2017.1391732

NISHIDA, Y.; IVADOMI, M.; HIGAKI, Y.; TANAKA, H.; HARA, M.; TANAKA, K. Influence of physical activity intensity and aerobic fitness on the anthropometric index and serum uric acid concentration in people with obesity. **Intern Med**. 2011;50:2121-8.

NOUROOZ-ZADEH, Jaffar; TAJADDINI-SARMADI, Javad; WOLFF, Simon P. Measurement of hydroperoxides in edible oils using the ferrous oxidation in xylenol orange assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 1, p. 17-21, 1995.

NUNES, Paulo Ricardo Prado et al. Efeito do volume de treinamento contrarresistência (musculação) sobre a composição corporal, desempenho físico e parâmetro bioquímico, hormonal e inflamatório em mulheres na pós-menopausa pré-sarcopênicas. 2014.

OLIVEIRA, Donizete Cícero Xavier; FRISSELLI, Ariobaldo; DEMINICE, Rafael. A sessão de treino de futebol aumenta a creatina quinase, mas não prejudica o desempenho. **Motriz: rev. educ. fi.**, Rio Claro, v. 25, n. 3, e101961, 2019. Disponível em <http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-65742019000300316&lng=en&nrm=iso>. acesso em 17 de maio de 2022. Epub 04 de novembro de 2019. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201900030010>

OLIVEIRA, Karla de Jesus Fernandes de.; KOURY, Josely Correa e DONANGELO, Carmen Marino. Micronutrientes e capacidade antioxidante em adolescentes sedentários e corredores. **Revista de Nutrição** [online]. 2007, v. 20, n. 2 [Acessado 16 Maio 2022], pp. 171-179. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-52732007000200006>>. Epub 05 Jun 2007. ISSN 1678-9865. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732007000200006>.

PADILHA, Camila de Souza et al. Effect of resistance training and detraining on the oxidative stress in obese older women. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 17, p. 517-526, 2015.

PAULA, Carolina Cavalcante; CUNHA, Raphael Martins; TUFAMIN, Andréa Thomazine. Análise do Impacto do treinamento resistido no perfil lipídico de idosos. **Rev Bras Cienc e Mov**, v. 22, n. 1, p. 150-6, 2014.

PETERSON, Mark D. et al. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. **Ageing research reviews**, v. 9, n. 3, p. 226-237, 2010.

PHILLIPS, S. M. O impacto da qualidade da proteína na promoção de mudanças induzidas pelo exercício de resistência na massa muscular. **Nutr Metab** (Londres), 2016. 13: p. 64

POO, D. e SANTOS, J. S. D. (2012). Consumo de proteína por praticantes de musculação que objetivam hipertrofia muscular. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.18(1), 8-12 p. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922012000100001>

POON, R. T. Et al. Aminoácidos de cadeia ramificada oral de longa duração em pacientes submetidos a quimioembolização para carcinoma hepatocelular: um estudo randomizado. **Aliment Pharmacol Ther**, 2004. 19(7): p. 779-88.

POTENZA, Maria Assunta; ADDABBO, Francesco; MONTAGNANI, Monica. Vascular actions of insulin with implications for endothelial dysfunction. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 297, n. 3, p. E568-E577, 2009.

PRONK, N. P. Short term effects of exercise on plasma lipids and lipoproteins in humans. **Sports Med**. 1993; v.:16: p.:431-48.

PUCCI, Gabrielle Cristine Moura Fernandes et al. Efeito do Treinamento Resistido e do Pilates na Qualidade de vida de Idosas: um ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia** [online]. 2020, v. 23, n. 5 [Acessado 19 Abril 2022] , e200283. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-22562020023.200283>>. Epub 19 Maio 2021. ISSN 1981-2256. <https://doi.org/10.1590/1981-22562020023.200283>

QUEIROZ, Andréia Cristiane Carrenho; KANEGUSUKU, Hélcio; FORJAZ, Cláudia Lúcia de Moraes. Effects of resistance training on blood pressure in the elderly. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, p. 135-140, 2010.

REPETTO, Marisa et al. Oxidative stress in blood of HIV infected patients. **Clinica chimica acta**, v. 255, n. 2, p. 107-117, 1996.

RIBEIRO, Alex S. et al. Analysis of the training load during a hypertrophy-type resistance training programme in men and women. **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 4, p. 256-264, 2015a.

RIBEIRO, Alex S. et al. Effect of resistance training systems on oxidative stress in older women. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 27, n. 5, p. 439-447, 2017.

RIBEIRO, Alex S. et al. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: A randomized crossover study. **Experimental Gerontology**, v. 79, p. 8-15, 2016.

ROMBALDI, A. J; SAMPEDRO, R. M. F. Fatores a considerar na suplementação com soluções carboidratadas. **Rev Bras Ativ Fís Saúde** 2001;6:54-61.

RONDANELLI , Mariangela et. al. Whey protein, amino acids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. **American Society for Nutrition**, 2016.

RUFFO, A. M. **Efeitos da suplementação de diferentes concentrações de maltodextrina em ratos submetidos a exercício contínuo e prolongado**. Curitiba: Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná; 2004.

SAINI, Vandana. Molecular mechanisms of insulin resistance in type 2 diabetes mellitus. **World journal of diabetes**, v. 1, n. 3, p. 68, 2010.

SANTOS, Gilberto Monteiro dos et al. Undulatory physical resistance training program increases maximal strength in elderly type 2 diabetics. **Einstein** (São Paulo) [online]. 2014, v. 12, n. 4 [Accessed 19 April 2022] , pp. 425-432. Available from: <<https://doi.org/10.1590/S1679-45082014AO3162>>. ISSN 2317-6385. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082014AO3162>

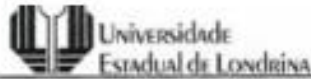
SANTOS, Nelma Scheyla José dos† (in memorian); DRAIBE, Sérgio Antônio; KAMIMURA, Maria Ayako; CUPPARI, Lilian. Albumina sérica como marcador nutricional de pacientes em hemodiálise Serum albumin as nutritional marker of hemodialysis patients. **Rev. Nutr.**, Campinas. 2004. v17(3):339-349 p.

- SCHAFFER, F. Q; BUETTNER, G. R. **Biol Radical Livre**. Med 2001. v. 30,p.: 1191.
- SCHIAVONI, Durcelina et al. Effect of traditional resistance training on blood pressure in normotensive elderly persons: a systematic review of randomized controlled trials and meta-analyses. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia** [online]. 2017, v. 20, n. 04 [Accessed 19 April 2022] , pp. 571-581. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1981-22562017020.160181>>. ISSN 1981-2256. <https://doi.org/10.1590/1981-22562017020.160181>
- SOUZA, M. F. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 27, n. 11, p. 1308-1316, 2017.
- SOUZA, VIEIRA; MARQUES, LÚCIO Et al. Short-term HIIT does not promote oxidative stress or muscle damage. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** [online]. 2021, v. 27, n. 2 [Accessed 16 May 2022] , pp. 138-141. Available from: <https://doi.org/10.1590/1517-8692202127022019_0018>. Epub 14 June 2021. ISSN 1806-9940. https://doi.org/10.1590/1517-8692202127022019_0018
- SUN, D.; LI, S.; ZHANG, X; FERNANDEZ, C.; CHEN, W.;SRINIVASAN, S.R., et al. Uric acid is associated with metabolic syndrome in children and adults in a community: the Bogalusa Heart Study. **PLoS One**. 2014;9:e89696.
- THOMPSON, P. D.; YURGALEVITCH, S. M.; FLYNN, M. M. et al. Effect of prolonged exercise training without weight loss on high-density lipoprotein metabolism in overweight men. **Metabolism**. 1997; v. 46: p.:217-23.
- TOMELERI, Crisieli M. et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. **Experimental gerontology**, v. 84, p. 80-87, 2016.
- TOMELERI, Crisieli M. et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: a randomized controlled trial: **Journal of diabetes**, v. 10, n. 4, p. 328-337, 2018.
- VENTURINI, Danielle et al. Evaluation of oxidative stress in overweight subjects with or without metabolic syndrome. **Obesity**, v. 20, n. 12, p. 2361-2366, 2012.
- VIDAL FILHO, José Carlos de Britto. Efeitos de diferentes intervalos de recuperação entre séries de exercícios isocinéticos nas respostas metabólicas e neuromusculares na performance muscular em crianças e adolescentes. 2009.
- VIÑA, J.; SASTRE, J.; PALLARDÓ, F. V.; GAMBINI, J. e BORRÁS, C. Role of mitochondrial oxidative stress to explain the different longevity between genders: protective effect of estrogens. **Free Radic Res**. 2006;40(12):1359-65 p.
- VISICH, P. S.; GOSS, F. L. e GORDON, P. M. et al. Effects of exercise with varying energy expenditure on high-density lipoprotein-cholesterol. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**. 1996; v.:72: p.:242-8.

- VON, DUVILLARD S. P. Symposium: lipids and lipoproteins in diet and exercise. **Med Sci Sports Exerc** 1997; v.29: p.:1414-5.
- WILLIAMS, P. Relationship of distance run per week to coronary heart disease risk factors in 8283 male runners the national runners' health study. **Arch Intern Med.** 1997;157:191-8.
- WITKO-SARSAT, Véronique et al. Advanced oxidation protein products as a novel marker of oxidative stress in uremia. **Kidney international**, v. 49, n. 5, p. 1304-1313, 1996.
- WOOD, Robert H. et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 33, n. 10, p. 1751-1758, 2001.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity: Preventing and managing the global epidemic** – Report of a WHO consultation on obesity. Geneva: WHO, 1998.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Envelhecimento ativo: uma política de saúde / **World Health Organization**; tradução Suzana Gontijo. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. 60p.: il. – p39.
- ZMUDA, J. M.; YURGALEVITCH, S. M.; FLYNN, M. M. et al. Exercise training has little effect on HDL levels and metabolism in men with initially low HDL cholesterol. **Atherosclerosis**. 1998; v. 137: p.:215-21.

ANEXO A

Carta de aprovação do projeto pelo comitê de ética



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS
 Universidade Estadual de Londrina
 Registro CONEP 5231

Parecer CEP/UEL:	048/2012
CAAE:	01893712.5.0000.5231
Processo:	10656/2012
Pesquisador(a):	Edilson Serpeloni Cyrino
Unidade/Órgão:	CEFE – Departamento de Educação Física

Prezado(a) Senhor(a):

O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:

"IMPACTO DE DIFERENTES FREQUÊNCIAS SEMANAIS AO TREINAMENTO COM PESOS EM MULHERES IDOSAS"

Situação do Projeto: **Aprovado**

Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.

Londrina, 23 de agosto de 2012.


Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
 Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
 Universidade Estadual de Londrina