



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FABIO JOSÉ ANTONIO DA SILVA

**COMPARAÇÃO ENTRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE  
MULHERES IDOSAS NORMOTENSAS E HIPERTENSAS  
SUBMETIDAS A 12 SEMANAS DE UM PROGRAMA DE  
TREINAMENTO RESISTIDO**

---

Londrina  
2022

FABIO JOSÉ ANTONIO DA SILVA

**COMPARAÇÃO ENTRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE  
MULHERES IDOSAS NORMOTENSAS E HIPERTENSAS  
SUBMETIDAS A 12 SEMANAS DE UM PROGRAMA DE  
TREINAMENTO RESISTIDO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina  
2022

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

Silva, Fabio José Antonio.

COMPARAÇÃO ENTRE A FORÇA MUSCULAR, COMPOSIÇÃO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE MULHERES IDOSAS NORMOTENSAS E HIPERTENSAS SUBMETIDAS A 12 SEMANAS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO / Fabio José Antonio Silva. - Londrina, 2022.  
93 f. : il.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2022.

Inclui bibliografia.

1. treinamento de força - Tese. 2. pressão arterial - Tese. 3. hipertrofia muscular - Tese. 4. envelhecimento - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDU 796

FABIO JOSÉ ANTONIO DA SILVA

**COMPARAÇÃO ENTRE A FORÇA MUSCULAR,  
COMPOSIÇÃO CORPORAL E CAPACIDADE FUNCIONAL DE  
MULHERES IDOSAS NORMOTENSAS E HIPERTENSAS  
SUBMETIDAS A 12 SEMANAS DE UM PROGRAMA DE  
TREINAMENTO RESISTIDO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Edilson Serpeloni Cyrino  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Crivaldo Gomes Cardoso Júnior  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

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

---

Prof. Dr. Denilson de Castro Teixeira  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Diego G. Destro Christofaro  
Universidade Estadual Paulista – FCT

Londrina, 2 de fevereiro de 2022.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha família. A minha esposa Adriana que incansavelmente esteve ao meu lado. A minha filha Iris que entendeu os meus inúmeros momentos de ausência, ao GEPEMENE que abriu as portas para que eu pudesse trilhar novos caminhos profissionais e às idosas do Projeto Envelhecimento Ativo que incansavelmente me mostraram que sorrir é o melhor remédio.*

## AGRADECIMENTOS

Sentir gratidão é revelar a bondade que vive no nosso coração, é espalhar o melhor de nós, e ter sabedoria para entender que na vida há sempre um motivo para sorrir. Por isso sou grato a várias pessoas que contribuíram para que fosse possível finalizar esta etapa de minha vida.

À Deus, por todos os obstáculos que coloca em meu caminho. Nos momentos de dificuldades posso não compreender, mas quando chego ao topo da montanha, reconheço na paisagem a lição que Ele me deu.

À minha família, Adriana e Iris, que souberam, ao longo desse tempo, apoiar-me e entender a minha ausência em diversos momentos. A família é como uma árvore com galhos que crescem em diferentes direções, mas que têm a mesma raiz. Amo vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, pelo exemplo de profissional e por ter apostado no meu potencial. Obrigado pela confiança, amizade, paciência e por me permitir fazer parte do seu grupo. Acho que fiz tudo do melhor jeito, meio torto, talvez, mas realizei da maneira mais bonita que sei.

Aos professores Dr. Denilson de Castro Teixeira, Dr. Décio Sabbatini Barbosa, Dr. Crivaldo Gomes Cardoso e Dr. Diego Giulliano Destro Christofaro, por aceitarem o convite para a avaliação deste trabalho, pelas contribuições e pela disposição em ajudar sempre.

À Ivone, secretária do programa, pelo excelente atendimento prestado sempre que precisei sanar dúvidas, sempre pronta a atender-me.

A todas as idosas participantes que aceitaram participar desse projeto, e não mediram esforços para estarem presentes durante todo período e, mesmo em dias frios e com chuva, não desistiram. Muito obrigado pelo carinho e lição de vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação Araucária e ao Ministério da Educação pelo apoio financeiro ao projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de mestrado e doutorado para os participantes do meu projeto.

A todos os integrantes do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE/UEL), amigos e companheiros, João Pedro, Gabriel,

Paolo, Melissa, Edilaine, Dani, Júnior, Rodrigo, Letícia, Marcelo, Pamela e Witalo enfim, a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído. Obrigado pelo comprometimento com meu crescimento e aprendizado. Foi um prazer estar entre colegas e amigos tão competentes. Aprendi muito durante os momentos em que estivemos juntos.

Por fim, todos aqueles que acreditaram no meu potencial e me ajudaram com um sorriso, um abraço, uma palavra de incentivo, uma mão estendida!

A grandeza vem não quando as coisas sempre vão bem para você, mas a grandeza vem quando você é realmente testado, quando você sofre alguns golpes, algumas decepções, quando a tristeza chega. Porque apenas se você esteve nos mais profundos vales você poderá um dia saber o quão magnífico é se estar no topo da mais alta montanha.

Muito obrigado a todos!!

DA SILVA, Fábio José Antonio. **Comparação entre a força muscular, composição corporal e capacidade funcional de mulheres idosas normotensas e hipertensas submetidas a 12 semanas de um programa de treinamento resistido.** 2022. 93 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

## RESUMO

**Introdução:** A hipertensão arterial é uma doença crônico-degenerativa que está associada a uma série de outras comorbidades que afetam direta e indiretamente a qualidade e expectativa de vida, sobretudo, de idosos. Por outro lado, o treinamento resistido (TR) é uma estratégia não medicamentosa amplamente recomendada para idosos e que pode promover importantes benefícios para hipertensos. Apesar disso, pouco se sabe se as respostas adaptativas ao TR se diferem ou não entre idosos normotensos e hipertensos. **Objetivo:** Comparar o efeito de 12 semanas de TR sobre a força muscular, composição corporal e aptidão funcional em mulheres idosas normotensas e hipertensas. **Materiais e método:** Cento e dezoito mulheres (> 60 anos), fisicamente independentes, foram divididas em dois grupos: normotensas (NT, n = 58) e hipertensas (HAS, n = 60). Ambos os grupos foram submetidos a 12 semanas de TR para os diferentes segmentos corporais (oito exercícios, três séries de 8 a 12 repetições, três sessões semanais e de intensidade de leve a moderada). Medidas de PA (método oscilométrico), força muscular (testes de uma repetição máxima, 1-RM), composição corporal (absortometria radiológica de dupla energia e impedância bioelétrica), aptidão funcional (testes motores) e biomarcadores metabólicos (coleta de sangue) foram obtidas na linha de base e após o período de intervenção. Os hábitos alimentares foram monitorados nas primeiras duas e nas últimas duas semanas de treinamento. **Resultados:** Não houve diferenças significantes nos hábitos alimentares entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Uma redução significativa na ordem de 5 mmHg foi encontrada na PAS do grupo HAS, com diferença significativa do grupo NT ( $P < 0,05$ ). Aumentos significantes de força muscular ( $P < 0,05$ ) foram revelados em ambos os grupos (NT = 11,5% vs. HAS = 14,8%), sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). Ganhos de massa muscular (NT = 5,1% vs. HAS = 4,5%) e redução da massa gorda (NT = -2,6% vs. HAS = -1,8%), com aumento no ângulo de fase (NT = 5,6% vs. HAS = 3,9%), foram identificados para NT e HAS ( $P < 0,05$ ), sem diferenças entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Não foram encontradas diferenças para a DMO ( $P > 0,05$ ). Aumentos significantes ( $P < 0,05$ ) foram revelados em ambos os grupos para velocidade de marcha (NT = -5,1% vs. HAS = -1,8%) e distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (NT = 7,1% vs. HAS = 8,3%), sem diferenças eles ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, melhoria no desempenho no teste sentar e levantar foi identificada somente no grupo HAS (8,1%;  $P < 0,05$ ). Nenhuma mudança significativa na agilidade foi identificada nos grupos NT e HAS ( $P > 0,05$ ). Uma redução significativa ( $P < 0,05$ ) para glicose (2,3%) e LDL-c (4,1%) foi revelada somente no grupo HAS. Nenhuma alteração significativa foi encontrada para triglicerídeos, colesterol total, HDL-c e proteína C-reativa ( $P > 0,05$ ). **Conclusão:** Os resultados do presente estudo sugerem que 12 semanas de TR podem promover melhoria da aptidão funcional, aumento da força, massa muscular e do ângulo de fase, bem como redução da gordura corporal, de forma similar, em mulheres idosas normotensas e hipertensas.

**Palavras-chave:** treinamento de força; pressão arterial; hipertrofia muscular; gordura corporal; densidade óssea; envelhecimento.



DA SILVA, Fabio José Antonio. **Comparison between muscle strength, body composition, and functional capacity of normotensive and hypertensive older women submitted to a 12-week resistance training program.** 2022. 93 p. Dissertation (Doctoral in Physical Education) - State University of Londrina, Londrina, 2022.

## ABSTRACT

**Introduction:** Hypertension is a chronic degenerative disease associated with other comorbidities that directly and indirectly affect the quality and life expectancy, especially in older adults. On the other hand, resistance training (RT) is a non-pharmacological strategy widely recommended for older adults, promoting important benefits for hypertensive individuals. Nevertheless, little is known whether or not the adaptive responses to RT differ between normotensive and hypertensive older adults. **Objective:** To compare the effect of 12 weeks of RT on muscular strength, body composition, and functional fitness in normotensive and hypertensive older women. **Materials and methods:** One hundred and eighteen physically independent women (> 60 years) were divided into two groups: normotensive (NT, n = 58) and hypertensive (HAS, n = 60). Both groups underwent 12 weeks of TR for the different body segments (eight exercises, three sets of 8 to 12 repetitions, three weekly sessions, light and moderate intensity). Measurements of blood pressure (oscillometric method), muscular strength (one-repetition maximum, 1-RM tests), body composition (dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance), functional fitness (motor tests), and metabolic biomarkers (blood collection) were obtained at baseline and after the intervention period. Eating habits were monitored in the first two and last two weeks of training. **Results:** There were no significant differences in eating habits between the groups ( $P > 0.05$ ). A significant reduction on the order of 5 mmHg was found in systolic blood pressure in the HAS group, with a significant difference from the NT group ( $P > 0.05$ ). Significant increases in muscular strength ( $P > 0.05$ ) were revealed in both groups (NT = 11.5% vs. HAS = 14.8%), with no differences between them ( $P > 0.05$ ). Gains in muscle mass (NT = 5.1% vs. HAS = 4.5%) and reductions in fat mass (NT = -2.6% vs. HAS = -1.8%), with increases in phase angle (NOR = 5.6% vs. HAS = 3.9%), were identified for NT and HAS ( $P < 0.05$ ), with no differences between groups ( $P > 0.05$ ). No differences were found for bone mineral density ( $P > 0.05$ ). Significant increases ( $P < 0.05$ ) were revealed in both groups for walking velocity (NT = -5.1% vs. HAS = -1.8%) and in the 6-minute walk test (NT = 7.1% vs. HAS = 8.3%), with no differences between them ( $P > 0.05$ ). In contrast, an improvement in performance on the sit and stand test was identified only in the HAS group (8.1%;  $P < 0.05$ ). No significant change in agility was identified in the NT and HAS groups ( $P > 0.05$ ). A significant reduction ( $P < 0.05$ ) for glucose (2.3%) and LDL-c (4.1%) was revealed only in the HAS group. No significant change was found for triglycerides, total cholesterol, HDL-c, and C-reactive protein ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** The results of the present study suggest that 12 weeks of RT can promote improvement in functional fitness, increased muscular strength, muscle mass, and phase angle, as well as reduced body fat, similarly in normotensive and hypertensive older women.

**Key words:** strength training; blood pressure; hipertropy; body fat; bone mineral density; aging.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> -	Características gerais das participantes no momento inicial do estudo (n = 118) .....	50
<b>Tabela 2</b> -	Ingestão energética e de macronutrientes nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção (n = 118) .....	51
<b>Tabela 3</b> -	Pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).....	52
<b>Tabela 4</b> -	Força muscular em testes de uma repetição máxima (1-RM), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).....	53
<b>Tabela 5</b> -	Componentes da composição corporal, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).....	54
<b>Tabela 6</b> -	Parâmetros de bioimpedância e hidratação celular e corporal, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).....	55
<b>Tabela 7</b> -	Aptidão funcional antes e após 12 semanas de treinamento resistido em idosas normotensas e hipertensas (n = 118) .....	56
<b>Tabela 8</b> -	Biomarcadores de risco cardiometabólico, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas .....	57

## LISTA DE SIGLAS

1-RM	Uma repetição máxima
CMO	Conteúdo mineral ósseo
CT	Colesterol total
DCV	Doenças cardiovasculares
DMO	Densidade mineral óssea
DXA	Absortometria radiológica de dupla energia
EPM	Erro padrão de medida
HDL-c	Lipoproteínas de alta densidade colesterol
ICC	Coeficiente intra-classe
IMC	Índice de massa corporal
LDL-c	Lipoproteínas de baixa densidade colesterol
MIGO	Massa isenta de gordura e osso
MME	Massa muscular esquelética
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica
R	Resistência
TC6min	Teste de caminhada de seis minutos
TR	Treinamento resistido
Xc	Reatância

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
2.1	ENVELHECIMENTO.....	16
2.1.1	Força Muscular.....	19
2.1.2	Composição Corporal.....	21
2.1.3	Aptidão Funcional.....	27
2.1.4	Comportamento Metabólico.....	29
2.2	TREINAMENTO RESISTIDO EM IDOSOS.....	33
2.3	TREINAMENTO RESISTIDO E PRESSÃO ARTERIAL .....	36
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	39
3.1	OBJETIVO GERAL .....	39
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	39
<b>4</b>	<b>HIPÓTESES</b> .....	40
<b>5</b>	<b>MATERIAS E MÉTODO</b> .....	41
5.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	41
5.2	PARTICIPANTES.....	41
5.3	ANTROPOMETRIA .....	42
5.4	COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	42
5.5	FORÇA MUSCULAR.....	44
5.6	PRESSÃO ARTERIAL .....	45
5.7	BIOQUÍMICA SANGUÍNEA.....	46
5.8	APTIDÃO FUNCIONAL.....	47
5.9	HÁBITOS NUTRICIONAIS.....	47
5.10	PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO .....	48
5.11	TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	49
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	50

<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>89</b>
	Apêndice A: Termo de consentimento .....	<b>89</b>
	Apêndice B: Recordatório Alimentar .....	<b>90</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>91</b>
	Anexo A: Comitê de Ética .....	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A hipertensão é considerada um dos principais fatores de risco à saúde na sociedade contemporânea, sobretudo, entre adultos de meia idade e idosos, afetando aproximadamente 1/3 da população mundial (NCD RISK FACTOR COLLABORATION, 2021). A elevação da pressão arterial (PA) com o avançar da idade é um fenômeno que resulta no aumento progressivo nas taxas de prevalência de hipertensão, tanto em homens quanto em mulheres, atingindo valores > 60% em pessoas com mais de 60 anos (CHOW et al., 2013). Essa elevada taxa de prevalência torna a hipertensão o principal fator de risco para doença renal crônica, acidente vascular cerebral, doenças cardíacas isquêmicas e outras doenças vasculares, sendo responsável por aproximadamente 8.500.000/ano de mortes em pacientes portadores dessas doenças (NCD RISK FACTOR COLLABORATION, 2021). Portanto, a hipertensão é um problema de saúde pública cuja prevenção e tratamento merecem muita atenção.

Embora o uso de recursos farmacológicos (drogas anti-hipertensivas) seja efetivo para o controle da hipertensão na maioria dos casos (MANCIA et al., 2013), muitos pacientes apresentam certa resistência ao uso de medicamentos para doenças assintomáticas ou que resultem em efeitos colaterais secundários. Assim, independentemente do uso ou não de drogas anti-hipertensivas, a estratégia global que vem sendo recomendada para prevenção e tratamento da hipertensão é baseada em terapias comportamentais que promovam alterações no estilo de vida e que favoreçam a perda de peso, incluindo mudanças nos hábitos alimentares (SACKS; CAMPOS, 2010) e aumento da atividade física habitual (DICKINSON et al., 2006).

Considerando que as estratégias que incluem mudanças nos hábitos alimentares são difíceis de serem mantidas ao longo do tempo (GAO et al., 2009), tem crescido o interesse pela análise do impacto de diferentes tipos de exercícios físicos para a redução da PA. Nesse sentido, três modelos de exercícios físicos têm sido os mais investigados, ou seja, o exercício aeróbico (contínuo de intensidade moderada ou intervalado de alta intensidade), o treinamento resistido (TR) dinâmico e o treinamento isométrico com a utilização de dinamometria de preensão manual (*handgrip*). Apesar do exercício aeróbico contínuo ser o modelo mais investigado ao longo dos últimos 50 anos e sua eficácia ser comprovada, programas de exercício aeróbico de longa duração possuem baixa aderência entre idosos (RIVIERA-TORRES et al., 2019).

Portanto, embora os modelos de exercício citados anteriormente sejam os recomendados para o controle da PA, a relação custo-benefício, sobretudo, em idosos merece ser analisada mais criteriosamente, uma vez que o processo de envelhecimento resulta em um conjunto de modificações morfológicas, neuromusculares, metabólicas, fisiológicas, cognitivas e comportamentais que não devem ser desprezadas no momento da tomada de decisão com relação a escolha do tipo de exercício físico a ser praticado.

Muitas dessas mudanças acarretam agregação de fatores de risco para o desenvolvimento de diversas doenças e declínio da autonomia funcional, tais como redução da força, potência e massa muscular esquelética (MME); aumento da gordura visceral e intramuscular; diminuição da densidade mineral óssea; redução da velocidade de caminhada; dislipidemia; entre outras. Desse modo, a prática do TR tem sido amplamente recomendada para a população idosa pelos inúmeros benefícios que podem ser alcançados com esse modelo de exercício físico, mesmo com frequência reduzida (NASCIMENTO et al., 2019; PINA et al., 2019) e baixo volume (CUNHA et al., 2019; CUNHA et al., 2020).

Entre os principais benefícios associados a prática do TR em idosos podemos destacar o aumento da força muscular (CUNHA et al., 2018), melhoria da aptidão funcional (SANTOS et al., 2017), ganhos de MME (RIBEIRO et al., 2017), redução da gordura corporal (CAVALCANTE et al., 2018; CUNHA et al., 2021a), aumento do conteúdo mineral ósseo (CMO) e da densidade mineral óssea (DMO) (KELLEY; KELLEY, 2001), melhoria do perfil lipídico (TOMELERI et al., 2016; CUNHA et al., 2019) e diminuição dos fatores de risco de síndrome metabólica (TOMELERI et al., 2018), redução da PA (GERAGE et al., 2013; TOMELERI et al., 2020), diminuição da resistência à insulina (MAVROS et al., 2014), melhoria da saúde mental (MAVROS et al., 2017; CUNHA et al., 2021b), entre outros.

Entretanto, os efeitos do TR sobre a PA, ainda, não estão totalmente esclarecidos, uma vez que os estudos publicados até o momento, além de serem em menor número quando comparados aos que utilizaram como modelo de investigação o exercício aeróbico, têm demonstrado resultados inconclusivos e, até mesmo, conflitantes (CORNELISSEN; FAGARD, 2005; MacDonald et al., 2016; HERROD et al., 2018; ASHTON et al., 2020). Uma possível explicação para esse fato parece estar associada, pelo menos em parte, às diferentes características das amostras utilizadas, por exemplos normotensos ou hipertensos, bem como às diferenças na estruturação

dos protocolos de treinamento adotados pelos diferentes pesquisadores. No que diz respeito ao efeito crônico do TR sobre a PA de repouso, as pesquisas apontam desde reduções expressivas até nenhum tipo de modificação.

Vale destacar que a prescrição de programas de TR para idosos possibilita uma série de vantagens em comparação a outros modelos de exercício físico, uma vez que pode ser realizada de maneira individual, de acordo com os objetivos e as necessidades específicas de cada praticante. Além disso, os exercícios que compõem os programas de TR podem ser executados em posições confortáveis (sentado, deitado ou inclinado), sem haver necessidade de grandes deslocamentos; os movimentos podem ser realizados de maneira cadenciada, em diferentes velocidades, sem movimentos bruscos e respeitando-se as limitações articulares; a progressão das cargas pode ser realizada de forma gradativa, acompanhando os avanços alcançados ao longo das sessões de treinamento e as consequentes respostas adaptativas atingidas.

Embora a prática do TR seja reconhecida como uma estratégia coadjuvante bastante interessante para a prevenção e tratamento da hipertensão arterial (MacDONALD et al., 2016; HERROD et al., 2018), o impacto do TR para outros desfechos relacionados a saúde em idosos hipertensos tem sido pouco explorado pela literatura. A maioria dos estudos relacionando o comportamento da PA ao TR nessa população tem se limitado a analisar o efeito agudo ou subagudos de uma única sessão de treinamento (FARINATTI et al., 2021) ou, ainda, o efeito crônico induzido por um micro ou macrociclo de TR, predominantemente, sobre os níveis pressóricos (HERROD et al., 2018). Adicionalmente, alguns estudos têm procurado investigar possíveis mecanismos envolvidos nas respostas encontradas, contudo, sem maior preocupação com outros desfechos importantes para a saúde, qualidade de vida, autonomia e expectativa de vida da população idosa.

Assim, de acordo com o nosso conhecimento, nenhum estudo até o presente momento procurou investigar as adaptações na força muscular, composição corporal e aptidão funcional, contrastando idosos hipertensos e normotensos. Tais informações são particularmente importantes para mulheres idosas, cujas taxas de prevalência de hipertensão (CHOW et al., 2013) e obesidade (NCD RISK FACTOR COLLABORATION, 2017) são elevadas e os declínios na força, MME e aptidão funcional tendem a ser bastante acentuados (FERNANDES et al., 2021). Vale ressaltar que as diferenças sexuais entre homens e mulheres desde o início da idade adulta



(COURTRIGHT et al., 2013) tornam as mulheres mais suscetíveis ao desenvolvimento, de forma isolada ou combinada, de sarcopenia, dinapenia, obesidade, osteoporose, entre outras disfunções e doenças que acompanham o processo natural de envelhecimento.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Envelhecimento

O envelhecimento é um fenômeno progressivo e gradual, que apresenta grande variabilidade interindividual (BUFFA et al., 2011), sendo produto do acúmulo de diversos danos celulares e moleculares ao longo dos anos. Entretanto, não se trata de um processo linear nem consistente, além do que apresenta uma baixa associação com a idade cronológica (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). A variabilidade deste processo é determinada em grande parte pelo ambiente, cultura, características genéticas, assim como a presença ou ausência de doenças (BUFFA et al., 2011). Portanto, o envelhecimento humano não constitui uma doença, mas sim um processo complexo, natural, multifatorial e individual, que combina interações e alterações do indivíduo com o ambiente onde vive.

Várias teorias biológicas têm sido propostas na tentativa de compreender o processo do envelhecimento, a partir de um conjunto de conceitos e indicadores que visam proporcionar compreensão de fenômenos que expliquem a longevidade ou fragilidade do ser humano (LIPSKY; KING, 2015). Cada teoria biológica do envelhecimento examina o assunto sob a ótica da degeneração da função e estrutura dos sistemas orgânicos e das células. Tais teorias podem ser classificadas em duas grandes categorias, ou seja, as de natureza genético-desenvolvimentista, que entendem o envelhecimento no contexto de um *continuum*, controlado geneticamente, e as de natureza estocástica, que trabalham com a hipótese de que o processo dependeria, principalmente, do acúmulo de agressões ambientais (FARINATTI, 2008).

Adicionalmente, muitas outras teorias estão descritas na literatura, dentre as quais destacam-se a teoria genética, a teoria imunológica, a teoria do acúmulo de danos, a teoria das mutações, a teoria do uso e desgaste e a teoria dos radicais livres. Embora a teoria dos radicais livres seja reconhecidamente uma das mais aceitas até o presente momento, visto que sustenta a ideia de que o envelhecimento celular normal seja desencadeado e acelerado pelas moléculas instáveis e reativas, capazes de reagir com os diferentes compostos orgânicos em busca de uma maior estabilidade (FRIES; PEREIRA, 2011), uma teoria unificada e plenamente satisfatória ainda não foi encontrada, tendo em vista que o conhecimento científico, até o presente momento, sobre as possíveis causas do envelhecimento é inconclusivo (LIPSKY; KING, 2015).

A preocupação com o envelhecimento populacional tem aumentado nas últimas décadas, em particular, pela estimativa de crescimento da população idosa, entre os anos de 2015-2050, passará de 12% para 22% (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021). No Brasil, estima-se que atualmente a população idosa seja de aproximadamente 25 milhões, sendo formada por cerca de 56% de mulheres. Adicionalmente, a taxa de crescimento da população idosa feminina brasileira tem sido bastante superior ao da população masculina (FIGUEIREDO; TYRRELL, 2005), de modo que em 2050, existe a previsão de se alcançar uma relação de duas mulheres para cada homem (DE CARVALHO; RODRÍGUEZ-WONG, 2008). A previsão é que a população idosa se aproxime de 75 milhões em 2060, passando a representar aproximadamente 34% da população total do país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017). Vale destacar que a expectativa de vida é atualmente, em média, 20 anos maior do que há cinco ou seis décadas atrás (JONES et al., 2019). Desse modo, o Brasil figura entre os 10 países no mundo com maior população acima de 60 anos, com um contingente superior a trinta milhões de habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Esse aumento na expectativa de vida se deve, principalmente, pela redução das causas de morte por doenças, em virtude dos avanços da medicina, ciência e tecnologia (BLOOM, 2011). Entretanto, o crescimento da população idosa certamente acarretará impacto substancial nos sistemas de saúde, com grande repercussão sobre a sociedade (SANTOS; TURRA; NORONHA, 2018), visto que se por um lado o aumento da longevidade pode representar mais oportunidades, assim como um maior tempo dedicado ao desempenho de funções dentro de seu núcleo familiar e para a sociedade em geral, por outro lado, com o avanço da idade, os indivíduos tornam-se mais vulneráveis a declínios funcionais (VISSER; SCHAAP, 2011; BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014; MILJKOVIC et al., 2015), quedas e fraturas (VISSER; SCHAAP, 2011; ENSRUD, 2013), dependência, hospitalização, institucionalização (MCPHAIL, 2016; VAN EENOO et al., 2016) e aumento do risco de mortalidade (VISSER; SCHAAP, 2011; LIU; LI, 2015; URA; KOZAK, 2016).

Além disso, importantes modificações no perfil epidemiológico, tanto de morbidade como de mortalidade, devem ocorrer na população idosa com um aumento acentuado da incidência de doenças crônico-degenerativas. Assim, é necessário estratégias que favoreçam a autonomia, proporcionem melhoria da autoestima e reduzam, sobremaneira, o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas. Vale

destacar que a implementação de estratégias efetivas de promoção da saúde para a melhoria da qualidade de vida da população idosa pode prevenir agravos no sistema de saúde pública, uma vez que os gastos com hospitalização, internação e medicamentos tendem a ser muito maiores em idosos (MIRANDA; MENDES; DA SILVA, 2016), refletindo diretamente no aumento substancial dos gastos pelos sistemas públicos de saúde (SANTOS; TURRA; NORONHA, 2018).

Nos Estados Unidos estima-se que o envelhecimento populacional, entre 2010 e 2040, será responsável por aproximadamente 41% dos gastos com saúde, causados pelo aumento na incidência (26%), prevalência (47%) e mortalidade (57%) por doenças cardiovasculares (DCV) (ODDEN et al., 2011). Além disso, cerca de US\$ 18,5 bilhões são gastos anualmente em cuidados com saúde resultante da perda gradual de força e MME relacionada à idade (FORBES et al., 2012), sendo que os custos provenientes de quedas e fraturas na população idosa, estão entre os mais onerosos (FLORENCE et al., 2018).

Portanto, o processo de envelhecimento da população é um assunto que tem atraído a atenção de pesquisadores, gestores sociais e econômicos, políticos e profissionais da área da saúde, por todo o mundo, afinal esse fenômeno tem sido acompanhado por conquistas sociais importantes e necessárias (MIRANDA; MENDES; DA SILVA, 2016).

Nesse sentido, no final da década de 1990, a Organização Mundial de Saúde (OMS) passou a adotar o conceito de envelhecimento ativo, de modo que a promoção do envelhecimento saudável passou a ser uma das principais metas das políticas de saúde pública no Brasil, que tem entre os seus objetivos a manutenção ou a melhoria da capacidade funcional dos idosos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Apesar disso, estima-se que no Brasil mais de dois terços da população ainda não consegue atingir os padrões mínimos de atividade física recomendados para a preservação de uma condição favorável de saúde (GEIB, 2012). Logo, o grande desafio neste momento passa a ser promover um envelhecimento saudável, dentro das melhores condições possíveis, almejando uma boa qualidade de vida, a manutenção da autonomia e independência funcional (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

Dentre as diferentes estratégias para que o idoso possa alcançar um envelhecimento bem sucedido, a prática regular de programas de exercícios físicos de diferentes naturezas tem sido amplamente recomendada (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021), uma vez que existem fortes indicativos de que essa estratégia,

não-medicamentosa, possa atenuar, em grande parte, os efeitos deletérios do envelhecimento, proporcionando maior autonomia e qualidade de vida, em especial, nessa etapa da vida.

Com base nas informações apresentadas, procuraremos discutir, na sequência, algumas das principais modificações acarretadas pelo envelhecimento e as possíveis relações com a prática de programas de exercícios físicos, com destaque para o TR, um dos modelos mais recomendados, atualmente, por pesquisadores e especialistas das áreas de saúde para a população idosa (FRAGALA et al., 2019).

### **2.1.1 Força muscular**

Entre os sistemas orgânicos que são mais diretamente afetados pelo processo de envelhecimento destaca-se o sistema neuromuscular, em virtude do declínio gradual da capacidade de geração de força muscular (VIANNA et al., 2007; AAGAARD et al., 2010). A força muscular é maximizada entre a segunda e terceira década de vida (HURLEY, 1995) e se mantém relativamente estável ou diminui gradativamente ao longo dos próximos 20 anos, de modo que uma redução na ordem de 20 a 45% pode ser observada entre os 25 e 65 anos de idade, com um declínio de 2% a 4% ao ano a partir da sexta década de vida (HUGHES et al., 2001). Essa redução é, ainda, mais acentuada a partir da oitava década de vida (MITCHELL et al., 2012).

A força muscular é um componente fundamental da aptidão física para a manutenção da saúde, funcionalidade e qualidade de vida, visto que níveis reduzidos de força muscular estão relacionados a baixa velocidade de caminhada, aumento do risco de quedas, hospitalizações, institucionalizações e comprometimentos funcionais que favorecem desequilíbrios, quedas e fraturas (GOODPASTER et al., 2006; CLARK; MANINI, 2008; MILJKOVIC et al., 2015). Além disso, o declínio da força muscular é considerado um fator de risco independente para incapacidade física e mortalidade por todas as causas (CHARLTON et al., 2015).

Em contrapartida, a manutenção ou aumento da força muscular contribui para a prevenção da instabilidade articular e osteoporose (UUSI-RASI, 2001), além de melhorar a capacidade para realização de tarefas da vida diária (INABA et al., 2008). A capacidade de produzir força é essencial para o indivíduo idoso, visto que está diretamente relacionada com mudanças rápidas de direção e aceleração, por meio da geração de potência muscular, servindo como fator de proteção contra quedas e fraturas (AAGAARD et al., 2010).

Embora a redução da MME com o avançar a idade seja historicamente apontada como a principal causa para a diminuição da força muscular (CLARK; MANINI, 2008), parece que a MME pode explicar apenas parte da diminuição observada na força muscular (HUGHES et al., 2001). Hughes et al. (2001) ao acompanharem 120 adultos (46–78 anos) por aproximadamente 10 anos, relataram que das reduções encontradas na força muscular, menos do que 5% poderiam ser atribuídas a diminuição da MME.

Assim, parece que o declínio da força muscular, tanto em homens quanto em mulheres idosos, acontece mais rapidamente do que a redução da MME (GOODPASTER et al., 2006). Uma vez que o declínio da MME, de forma isolada, não é capaz de explicar completamente o processo que leva à redução da força muscular, outros mecanismos têm sido associados a diminuição da força, tais como: (1) redução do número de fibras e unidades motoras; (2) modificações no tamanho e número de fibras musculares, particularmente, do tipo II; (3) alterações hormonais; (4) menor síntese de proteínas; (5) aumento de citocinas pró-inflamatórias circulantes; (6) infiltração de gordura no tecido muscular; (7) alterações no sistema nervoso central; (8) disfunção do nervo periférico; (9) alterações na estrutura e função da junção neuromuscular; e (10) modificações celulares e moleculares relacionadas as fibras musculares (GOODPASTER et al., 2006; CLARK; MANINI, 2008; KELLER; ENGELHARDT, 2014; MILJKOVIC et al., 2015).

Embora o declínio progressivo da força muscular seja maior nos homens do que nas mulheres, são as mulheres que parecem ser mais afetadas pelo envelhecimento, visto que a grande maioria delas apresenta menores valores de força muscular do que os homens em todas as faixas etárias, a partir da fase adulta (JANSSEN et al., 2000) e, sobretudo, após a menopausa (KELLER; ENGELHARDT, 2014). Vale destacar que esse fenômeno começa a ser observado mais precocemente nos homens do que nas mulheres (VIANNA et al., 2007).

A redução da força muscular pode, também, comprometer o volume e área de secção transversa do músculo esquelético (MILJKOVIC et al., 2015). Assim, pesquisadores têm defendido a importância da prática regular de exercícios físicos para a população idosa, considerando que diversas limitações funcionais decorrentes do processo de envelhecimento, em muitos casos, poderiam ser atenuadas ou até mesmo prevenidas, simplesmente pelo envolvimento de indivíduos idosos com a prática regular de exercícios de força (FRAGALA et al., 2019).

Considerando que a redução da força pode ser de duas a cinco vezes superior à redução da MME (MITCHELL et al., 2012), o declínio de força muscular apresenta um risco relativo à saúde duas vezes maior do que a redução da MME, de modo que a redução da força muscular, e não o declínio da MME, parece ser o principal determinante para o desenvolvimento de incapacidade física e morbimortalidade na população idosa (MANINI; CLARK, 2012).

A seguir serão discutidas as principais modificações da composição corporal atreladas ao processo de envelhecimento.

### **2.1.2 Composição corporal**

O envelhecimento é acompanhado por um conjunto de mudanças nos componentes da composição corporal. Entre as principais modificações destacam-se a redução de MME (VISSER; SCHAAP, 2011; BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014; MILJKOVIC et al., 2015) e desidratação celular (MARCOS et al., 2014); aumento da gordura corporal, especialmente, a gordura visceral e intramuscular (BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014; JURA; KOZAK, 2016); redução do CMO e da DMO (ENSRUD, 2013; NOVOTNY; WARREN; HAMRICK, 2015). Tais modificações podem comprometer a saúde, autonomia funcional e qualidade de vida, sobretudo, em idosos.

O músculo esquelético é um tecido metabolicamente ativo que contribui para a taxa metabólica basal e o metabolismo pós-prandial da glicose e dos lipídeos, além de ser determinante para saúde física e funcional, independentemente da idade (MAZZULLA et al., 2015). Acredita-se que a MME atinja o seu pico de desenvolvimento entre 20 e 24 anos de idade e sofra progressivo e modesto declínio na ordem de 0,6% a 0,8% ao ano (BREEN; PHILLIPS, 2011; GALVAN et al., 2016). Entretanto, a taxa de redução da MME se torna mais acelerada após os 65 anos, atingindo valores próximos a 1,5% ao ano (GALVAN et al., 2016), podendo chegar a 2,5% ao ano em idosos com idades superiores a 75 anos (KOOPMAN; VAN LOON, 2009), alcançando, portanto, um decréscimo na ordem de 40% em idosos (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009), afetando principalmente as fibras de contração rápida (EVANS, 2010).

Nesse sentido, Janssen et al. (2000), ao avaliarem 468 sujeitos de 18 a 88 anos por meio de ressonância magnética e tomografia computadorizada, encontraram declínio significativo da MME por volta da quinta década de vida. O estudo revelou declínios na ordem de 1,9 kg e 1,1 kg de MME por década para homens e mulheres, respectivamente.

Vale destacar que a taxa de redução da MME não é homogênea, na comparação entre membros superiores e inferiores, tanto em homens quanto em mulheres, com o maior declínio sendo revelado em membros inferiores (JANSSEN et al., 2000). Considerando que essa redução da MME é acompanhada por um declínio da força muscular, ambos os fenômenos, de forma combinada, resultam em dificuldade de mobilidade e equilíbrio, aumentando o risco de quedas e fraturas (BREEN; PHILLIPS, 2011).

Diversos fatores podem contribuir para a redução da MME, tais como: menor ingestão de proteínas, menor capacidade de sintetizar proteínas, redução de moto neurônios, deterioração de funcionalidade muscular, diminuição em número e função das células satélites, maior apoptose celular, além da redução de importantes hormônios anabólicos como testosterona, fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e hormônio do crescimento (GH), em indivíduos de ambos os sexos (MILJKOVIC et al., 2015). A menor capacidade de manutenção da MME se deve tanto a redução da taxa de síntese muscular proteica quanto ao aumento da taxa de degradação muscular proteica ou, ainda, a combinação de ambos os processos, resultando em balanço proteico negativo (BREEN; PHILLIPS, 2011). Nesse sentido, a menopausa, agrava ainda mais a taxa de declínio da MME e DMO nas mulheres (MESSIER et al., 2011).

Considerando que a musculatura esquelética está relacionada com a mobilidade e função do sistema locomotor de idosos (CLARK; MANINI, 2008), a redução da MME pode comprometer a autonomia da ação, a capacidade de locomoção e sustentação de objetos, a manutenção de equilíbrio e o nível de atividade física habitual (EVANS, 2010; BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014), dificultando a realização de tarefas da vida diária (CLARK; MANINI, 2008).

Adicionalmente, o declínio da MME pode resultar em maior redução da força muscular (VISSER; SCHAAP, 2011; MILJKOVIC et al., 2015), taxa metabólica de repouso (STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2011) e capacidade de oxidação lipídica, com concomitante aumento da gordura abdominal e intramuscular (STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2011; MILJKOVIC et al., 2015). Portanto, a redução da MME gera um efeito catastrófico, tanto nos homens quanto nas mulheres, contribuindo para a instalação da síndrome da fragilidade (CRUZ-JENTOFT et al., 2019), redução da mobilidade articular (BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014; CRUZ-JENTOFT et al., 2019), aumento do risco de quedas e fraturas (VISSER; SCHAAP, 2011; BRADY; STRAIGHT;



EVANS, 2014; CRUZ-JENTOFT et al., 2019), redução da independência funcional (CRUZ-JENTOFT et al., 2019), além de aumentar o risco para o desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares (STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2011), podendo resultar em morte precoce (STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2011; CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

É importante considerar que a redução da MME, também, está associada a uma diminuição dos fluídos corporais, sobretudo, no compartimento intracelular (BUFFA et al., 2011). Embora a quantidade de água corporal total seja gradativamente reduzida em idosos, a proporção entre os compartimentos tende a se manter relativamente estável (FERRY, 2005; BUFFA et al., 2011). Vale ressaltar que a redução na água corporal total em mulheres torna-se mais intensa a partir dos 70 anos, com uma perda aproximada de 0,7 kg/ano (BUFFA et al., 2011). Dois fatores estão comumente envolvidos na desidratação em idosos, diminuição da ingestão e aumento da perda de líquidos. Algumas dificuldades podem limitar o acesso ou a retenção dos líquidos nessa população, em específico, tais como diminuição do estado funcional, com redução na mobilidade; problemas visuais; confusão ou outra alteração cognitiva que aumente a dificuldade de comunicação; uso de medicamentos que aumentam o risco de desidratação como diuréticos, laxantes e sedativos; e patologias agudas que provocam febre, que causem dificuldades para deglutição ou que provoquem diarreias e/ou vômitos (FERRY, 2005).

Algumas perturbações hidroeletrólíticas podem provocar, ainda, desidratação intracelular e/ou extracelular (BUFFA et al., 2011). Na primeira há a perda de água do interior da célula para o componente hipertônico extracelular, podendo provocar hipertermia e hiperosmolaridade. As principais causas para este fenômeno incluem baixa ingestão hídrica, problemas renais ou perdas renais extras. Já a segunda condição está associada com a perda de sódio, acompanhada pela perda proporcional da água. A hiponatremia é responsável pelo aumento na morbidade e mortalidade a partir deste tipo de desidratação (FERRY, 2005).

Por outro lado, acredita-se que o aumento da hidratação possa auxiliar o aumento de células satélites e facilitar sua fusão estimulando a hipertrofia miofibrilar (DANGOTT; SCHULTZ; MOZDZIAK, 2000). De acordo com essa informação, todo o estímulo que possa favorecer o aumento da hidratação intracelular passa a ser um importante fator a ser considerado para a hipertrofia muscular, o que pode ser

importante, particularmente, em mulheres idosas, uma vez que poderia auxiliar na atenuação da perda de MME associada ao avanço da idade.

Apesar do método de diluição de isótopos ser considerado padrão-ouro para a medida de hidratação corporal, a impedância bioelétrica tem se mostrado uma alternativa bastante útil para monitorar esse componente da composição corporal. As principais informações produzidas pelo método de impedância bioelétrica são a resistência (R) que reflete a oposição do condutor biológico à corrente elétrica alternada e, portanto, indica o estado de hidratação celular e a reatância ( $X_c$ ), ou seja, a resistência capacitiva das membranas celulares e interfaces de tecidos indicando a integridade da membrana celular (NORMAN et al., 2012).

A partir da avaliação por impedância bioelétrica é possível determinar, ainda, o ângulo de fase, um importante indicador do estado de saúde celular, hidratação, estado nutricional, sarcopenia, capacidade funcional e risco de mortalidade (KYLE et al., 2012; NORMAN et al., 2012; FUKUDA et al., 2016). O ângulo de fase reflete a relação entre a R e  $X_c$ , sendo calculado por meio da seguinte equação: arco da tangente da  $X_c/R \times 180^\circ/\pi$  (NORMAN et al., 2012). O ângulo de fase tende a sofrer uma redução com a progressão da idade, sendo sensível as mudanças na MME (NORMAN et al., 2012).

Estudos ao longo da última década revelaram que os valores de R,  $X_c$  e ângulo de fase são dependentes da idade, sexo, estatura, massa livre de gordura, estado nutricional, índice de massa corporal (IMC) e nível de atividade física (NORMAN et al., 2012; FUKUDA et al., 2016). O ângulo de fase também tem sido associado com alterações em importantes biomarcadores sanguíneos, tais como albumina, creatinina, proteína C-reativa e ureia (STOBAUS et al., 2012).

Uma outra consequência negativa do envelhecimento é o aumento dos depósitos de gordura, sobretudo, visceral (KOOPMAN; VAN LOON, 2009), um fenômeno que ocorre, pelo menos em parte, devido ao declínio da MME e, conseqüentemente, redução da taxa metabólica em repouso (PIERS et al., 1998). Adicionalmente, as fibras musculares perdidas são subsequentemente substituídas pela infiltração de gordura levando também a um acúmulo de gordura intramuscular o que é mais pronunciado nas mulheres (STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2011).

O excesso de gordura corporal visceral é um fator de risco para o desenvolvimento de diabetes, hipertensão arterial, doença coronariana, doença renal, osteoartrite, dislipidemias, doenças pulmonares, diversos tipos de câncer e problemas psicológicos (KOOPMAN; VAN LOON, 2009). Além disso, o tecido adiposo possui

propriedades endócrinas (STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2011) e é responsável pela liberação de citocinas pró-inflamatórias que aumentam a resistência à insulina (OHKAWARA, et al., 2007). Nesse sentido, idosos que apresentam obesidade são cerca de 60% mais susceptíveis a declínios em sua capacidade funcional (SHAAP; KOSTER; VISSER, 2013). Desse modo, a combinação entre envelhecimento e obesidade pode aumentar ainda mais as limitações físicas e funcionais, sendo a massa gorda um forte determinante de condição física, tanto percebida quanto mensurada (JANKOWSKI et al., 2008).

Por fim, modificações na composição corporal com o envelhecimento, também, acometem o tecido ósseo, um depósito de minerais vitais para o funcionamento normal de outros órgãos. Esse tecido está envolvido na hematopoiese e na regulação fisiológica dos órgãos endócrinos e quando não se apresenta de forma saudável pode levar à disfunção e fraturas, resultando em perda de independência e, até mesmo, morte prematura (XU et al., 2016).

Tanto a osteopenia (perda de massa óssea) quanto osteoporose, uma doença caracterizada por uma baixa massa óssea, deterioração do tecido ósseo e perturbação da arquitetura, com a resistência comprometida e aumento do risco de fraturas, são frequentemente identificadas em idosos (TARANTINO et al., 2015). Entretanto, mulheres possuem maior predisposição para o desenvolvimento de osteoporose, principalmente após a menopausa, em virtude do desequilíbrio entre formação e reabsorção óssea, bem como em razão dos níveis diminuídos de estrogênio, importante hormônio relacionado à estimulação das atividades osteoblásticas (LANE; RUSSELL; KHAN, 2000). A redução de massa óssea associada à idade é de aproximadamente 1-2% ao ano, sendo que em mulheres após a menopausa a taxa de redução aumenta para 3-5% por ano (ILICH et al., 2014). Desse modo, é estimado que cerca de 30% das mulheres com 50 anos ou mais desenvolvam osteoporose (TARANTINO et al., 2015).

Em indivíduos com osteoporose, a desorganização estrutural do osso é acompanhada por uma redução do módulo de elasticidade, resistência, tenacidade do osso cortical e do osso trabecular (TARANTINO et al., 2015). Vale destacar que os tecidos ósseos e muscular estão interconectados. Portanto, quando o processo de envelhecimento afeta um destes dois tecidos, a funcionalidade do outro pode ficar comprometida, representando um sério problema para os idosos, devido ao aumento da propensão a quedas e fraturas (NOVOTNY; WARREN; HAMRICK, 2015; TARANTINO et al., 2015).

De acordo com dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) publicados pelo *National Center for Health Statistics of Centers for Disease Control and Prevention* (NCHS-CDC), houve um crescimento na taxa de prevalência de osteopenia e osteoporose na coluna lombar ou no colo do fêmur na população dos Estados Unidos com 65 anos ou mais, no período de 2005 a 2010, de modo que as taxas de prevalência de osteopenia e osteoporose em mulheres nessa faixa etária foram na ordem de 52,3% e 25,1%, respectivamente (WRIGHT et al., 2014). No Brasil, as taxas de prevalência de osteopenia e osteoporose são de aproximadamente 33% e 22%, respectivamente, em mulheres pós-menopausadas (RODRIGUES et al., 2016).

Portanto, a osteoporose é considerada um grande problema de saúde pública devido a sua alta taxa de prevalência e, principalmente, aos efeitos devastadores causados sobre a saúde física e psicossocial, podendo resultar em invalidez e incapacidade (SANCHEZ-RIERA et al., 2010). Considerando as modificações na força muscular e nos componentes da composição corporal com o envelhecimento, resta saber o impacto dessas mudanças sobre a aptidão funcional. Assim, essa importante temática será abordada na sequência. Na sequência serão discutidas informações associadas as modificações na aptidão funcional atreladas ao processo de envelhecimento.

### **2.1.3. Aptidão Funcional**

Com o avanço da idade existe uma deterioração estrutural e funcional de diversos sistemas biológicos, mesmo na ausência de doenças. Tais modificações de forma acumulativa podem resultar em um declínio funcional importante, dificultando a realização de atividades cotidianas e colocando em risco a autonomia e a qualidade de vida (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009).

Com o envelhecimento os ossos se tornam mais frágeis, as cartilagens perdem vitalidade e espessura, os músculos perdem força e vitalidade, os tendões se tornam mais frágeis e as cápsulas articulares ficam mais rígidas (SANTARÉM, 2012). Esses fatores contribuem para o aumento da instabilidade articular, tanto estática quanto dinâmica, aumentando o risco de desequilíbrios, quedas, lesões e fraturas. Adicionalmente, muitos idosos desenvolvem artrose, discopatia, tendionopatia e meniscopatia, limitando a execução de muitos movimentos exigidos em diversas tarefas da vida diária, bem como a prática de alguns tipos de exercício físico (SANTARÉM,

2012). Dessa forma, o nível de atividade física habitual tende a ser reduzido com o avançar da idade (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009).

A redução do nível de atividade física habitual compromete uma série de capacidades físicas como a aptidão cardiorrespiratória, força, resistência muscular, potência, flexibilidade, agilidade, velocidade e coordenação (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; FRAGALA et al., 2019). Conforme abordado anteriormente, tanto a redução da força muscular quanto o declínio da MME acarretam aumento da probabilidade de fragilidade e diminuição da aptidão funcional, com repercussões negativas para a realização de atividades da vida diária (ZUNZUNEGUI et al., 2006). Desse modo, o declínio da aptidão funcional pode ser considerado uma importante consequência do envelhecimento, uma vez que a fragilidade que pode ser desenvolvida muitas vezes resulta no aumento da necessidade de cuidados de longa permanência, geralmente com elevados custos financeiros (RAMOS, 2003; GUIMARÃES et al., 2004).

O conceito de aptidão funcional envolve a capacidade de uma pessoa de preservar diferentes tipos de competência, habilidades físicas e mentais para um viver independente e autônomo. A promoção e a manutenção da aptidão funcional em idosos resultam em melhor qualidade de vida e em um envelhecimento bem-sucedido (OLIVEIRA, 2005). Por outro lado, déficits na capacidade de execução das atividades da vida diária geralmente estão associados à fragilidade, institucionalização, perda de autonomia, bem como um maior risco para quedas, morbidade e mortalidade (GUIMARÃES et al., 2004).

As atividades da vida diária envolvem tarefas cotidianas, tais como: vestir-se, ir ao banheiro, andar, comer, sentar e levantar em uma cadeira, mover-se na cama. Além dessas, atividades instrumentais da vida diária também são importantes no contexto da autonomia funcional e representam as habilidades que os idosos possuem para administrar o ambiente em que vivem e incluem diversas ações como: preparar refeições, fazer tarefas domésticas, lavar roupas, manusear dinheiro, usar o telefone, tomar medicações, fazer compras e utilizar os meios de transporte (COSTA; PORTO; SOARES, 2001). Portanto, as atividades cotidianas ou instrumentais da vida diária têm sido reconhecidas como as principais medidas de declínio da aptidão funcional em idosos (PARAHYBA; VERAS; MELZER, 2005).

Portanto, a avaliação da aptidão funcional é, atualmente, indispensável para o diagnóstico clínico, ocupando papel de destaque para prevenção e promoção da saúde do idoso. Esse tipo de avaliação possibilita identificar, cuidar, reabilitar e combater

complicações secundárias relacionadas às doenças crônico-degenerativas (GUIMARÃES et al., 2004). As informações geradas por essa avaliação permitem conhecer o perfil dos idosos, usando-se de ferramentas simples e úteis, que podem auxiliar na definição de estratégias de promoção de saúde, visando retardar ou prevenir suas incapacidades (LEE, 2000).

Considerando que a atuação nas atividades diárias é determinada pela combinação de várias capacidades e habilidades físicas, um conjunto de testes motores tem sido empregado para estabelecer o perfil funcional de idosos. Tais testes possibilitam o prognóstico de possíveis alterações longitudinais da capacidade funcional e podem ser aplicados para a avaliação do efeito de intervenções baseadas em programas de exercícios (SHUBERT et al., 2006). Nesse sentido, devido à complexidade das ações diárias e da heterogeneidade da população idosa, a literatura apresenta algumas propostas com relação aos testes a serem aplicados (CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

De uma maneira geral, a aptidão funcional pode ser entendida numa abordagem global, como uma busca para acessar várias particularidades a partir de testes que envolvem caminhada ou mobilidade. Por outro lado, por meio de investigações mais específicas, pode-se conhecer dados mais detalhados da aptidão funcional, que procuram prescrever com mais rigor a influência de uma ou outra característica da função física na expressão da funcionalidade cotidiana, como o padrão da marcha, o equilíbrio (estático e dinâmico) e o nível de força muscular (STEFFEN; HACKER; MOLLINGER, 2002).

Considerando que a aptidão funcional guarda estreita relação com a piora do quadro clínico de idosos, na sequência serão abordadas modificações no comportamento metabólico com o avançar da idade.

#### **2.1.4 Comportamento cardiometabólico**

Entre as principais mudanças deletérias associadas ao envelhecimento destaca-se o acúmulo progressivo de danos moleculares e celulares com redução da função e estrutura da musculatura esquelética. Tais danos, associados ao acúmulo de tecido adiposo, podem conduzir à incapacidade física e a uma possível condição de desordem metabólica (MARKOFSKI et al., 2015).

Na tentativa de entender as mudanças nos complexos processos metabólicos afetados pelo avanço da idade, diversos estudos com humanos têm procurado analisar

o comportamento de biomarcadores relacionados aos desfechos em saúde. Embora não haja consenso com relação a sua definição, biomarcadores podem ser entendidos como características objetivamente medidas e avaliadas que servem como indicadores de processos biológicos normais, patogênicos ou respostas farmacológicas à uma intervenção terapêutica (BIOMARKERS DEFINITIONS WORKING GROUP, 2001).

O processo de envelhecimento guarda estreita relação com os fatores de risco à saúde, tais como aumento da resistência à insulina, intolerância à glicose, dislipidemia e inflamação crônica (DONATO et al., 2015), alterações metabólicas que acabam predispondo o indivíduo idoso a um maior risco para o desenvolvimento, sobretudo, de DCV, consideradas a principal causa de morbidade e mortalidade em idosos (ZASLAVSKY; GUS, 2002). Em relação ao perfil lipídico, este inclui a medida da quantidade dos principais lipídeos circulantes no plasma, como triacilglicéris, colesterol total (CT) e suas frações, conhecidas como lipoproteínas, que incluem a lipoproteína de alta densidade (HDL-c) e de baixa densidade (LDL-c).

Desse modo, o envelhecimento pode provocar importantes alterações em variáveis cardiometabólicas, tais como: aumento nas concentrações de glicose em jejum, triacilglicéris, CT e de LDL-c, bem como redução de HDL-c (BECHLIOULIS et al., 2009; TALEB-BELKADI et al., 2016). Adicionalmente, ocorre um aumento de alguns biomarcadores com ação pró-inflamatória na circulação, como a proteína C-reativa (STANCEL et al., 2016). Tais modificações podem aumentar o risco para o desenvolvimento de DCV e, até mesmo, de mortalidade (BEZERRA et al., 2013). Vale destacar que o perfil lipídico possui um maior impacto no risco de desenvolvimento de DCV em mulheres comparativamente aos homens (TAN; GAST; VAN DER SCHOUW, 2010).

Nesse sentido, o CT é um biomarcador metabólico bastante utilizado em análises clínicas. Indivíduos com taxas de CT elevadas (> 200 mg/dL) possuem um risco duas vezes maior para o desenvolvimento de DCV do que aqueles que possuem valores considerados desejáveis (<180 mg/dL) (ALIQUE et al., 2015), principalmente as mulheres, devido às alterações hormonais, sobretudo, a redução do estrogênio (TALEB-BELKADI et al., 2016). Entretanto, o CT é uma medida que inclui as frações LDL-c e HDL-c, as quais possuem diferentes funções no organismo humano (MANN; BEEDIE; JIMENEZ, 2014). Desse modo, a análise das concentrações de CT, de forma isolada, pode acarretar diagnóstico equivocado do quadro clínico do indivíduo, uma vez que o seu aumento pode estar associado à elevação de uma ou mais de suas frações,

entre elas a HDL-c que se caracteriza como um fator de proteção contra disfunções cardiovasculares. Portanto, uma análise integrada do CT e de suas frações é fundamental para o estabelecimento de um bom diagnóstico para hipercolesterolemia.

Com o avanço da idade, o CT tende a sofrer uma elevação, tanto nos homens (até por volta dos 50 anos) quanto nas mulheres (até por volta dos 70 anos) (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). De forma similar, a LDL-c, muitas vezes referida como o “mau” colesterol, também tem uma tendência de aumento em função da idade, apresentando estabilização nas mulheres somente por volta dos 60-70 anos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013). Concentrações elevadas de LDL-c têm sido associadas a um maior risco de mortalidade e ao desenvolvimento da aterosclerose, em especial, em indivíduos de meia-idade. Em contrapartida, uma redução nas concentrações de LDL-c na ordem de 3,85 mg/dL1 pode reduzir em até 20% o risco de eventos cardiovasculares (BAIGENT et al., 2010). Por outro lado, parece haver um pequeno aumento, ou mesmo, uma manutenção nas concentrações de HDL-c com o envelhecimento, em homens (WALTER, 2009), enquanto nas mulheres existe uma tendência de estabilidade ou, até mesmo, uma pequena redução causada pela menopausa (KREISBERG; KASIM, 1987).

Os triacilglicéris, por sua vez, tendem a apresentar elevação nas suas concentrações nos homens até por volta dos 50 anos, reduzindo discretamente com o avançar da idade, ao passo que as mulheres apresentam um aumento gradativo ao longo da vida (SCHUBERT et al., 2006). Concentrações elevadas de triacilglicéris, também, estão associadas com DCV e, conjuntamente, com valores elevados de LDL-c ou, ainda, baixas concentrações de HDL-c desencadeia as dislipidemias (FALUDI et al., 2017). As dislipidemias são consideradas importantes fatores de risco para o desenvolvimento de DCV, correspondendo a mais de 50% de todos os casos de doença arterial coronariana em todo o mundo (LIU; LI, 2015).

As dislipidemias, associadas ou não à obesidade, são frequentes na população idosa (ROCHA et al., 2013). Um dos possíveis mecanismos que explicam a associação entre dislipidemias e obesidade está relacionado à localização do tecido adiposo e a expressão e excreção das adipocinas, que em sua grande maioria, representam o elo entre adiposidade, aterosclerose e dislipidemias, entre outras DCV (WAJCHENBERG et al., 2000, FONSECA et al., 2006). Os diversos compartimentos do tecido adiposo apresentam diferentes valores de expressão e secreção de adipocinas (FONSECA et al., 2006). De modo geral, o tecido adiposo visceral e subcutâneo abdominal são



respectivamente os mais ativos, ou seja, mais sensíveis à lipólise além de secretar maiores concentrações de adipocinas ligadas a processos pró-inflamatórios, tais como resistina, angiotensina I, proteína C-reativa, interleucina-6, entre outras (WAJCHENBERG et al., 2000; FONSECA et al., 2006).

Estudos têm revelado um pior quadro de dislipidemias em mulheres, principalmente após a menopausa, sendo mais frequente a partir dos 65 anos (ROCHA et al., 2013). O dimorfismo sexual com relação ao comportamento dos níveis de lipídeos circulantes pode ser explicado, em grande parte, pelas diferenças hormonais existentes entre os gêneros. Nesse sentido, após a menopausa, a ausência de produção de estrógenos pelos ovários provoca elevação nas concentrações de CT, LDL-c e triacilglicéris, proporcionando maior risco para desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas (GRAVINA et al., 2010).

Por outro lado, o fator de risco se altera quando a análise é pautada nos valores de HDL-c, visto que valores elevados são considerados fatores de proteção contra DCV, ao contrário do que ocorre quando são encontrados valores elevados de LDL-c ou de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) (WALTER, 2009). Enquanto nos homens parece haver a manutenção ou, ainda, um pequeno aumento ou das concentrações de HDL-c com o avançar da idade, nas mulheres existe uma tendência de estabilidade ou uma pequena redução associada à menopausa (WALTER, 2009).

Portanto, a interpretação do quadro clínico de idosos é relativamente complexa, uma vez que parece não haver um padrão bem definido das alterações em alguns indicadores de saúde metabólica (GLEI et al., 2011). Nesse sentido, uma estratégia adicional que pode ser utilizada para analisar o risco aumentado para o desenvolvimento de DCV na comparação entre idosos de ambos os sexos é a avaliação do comportamento dos índices de Castelli (IC) I e II, os quais podem ser determinados pela simples razão entre as concentrações de CT e HDL-c (IC I) e entre LDL-c e HDL-c (IC II) (CASTELLI; ABBOTT; MCNAMARA, 1983).

Vale destacar que as mulheres na pós-menopausa apresentam um maior risco para desenvolvimento de DCV, devido à redução do estrogênio, um hormônio protetor para a saúde da mulher, bem como um potente estimulador da óxido nítrico sintetase, do fator de crescimento endotelial vascular e da atividade do receptor de LDL-c (BECHLIOULIS et al., 2009; PAL; ELLIS, 2011). Adicionalmente, a redução do estrogênio promove uma redistribuição da gordura corporal para região abdominal (BEN ALI et al., 2016). Assim, um perfil lipídico mais aterogênico tem sido observado em

mulheres pós-menopausadas, com aumento do CT e da LDL-c, diminuição do HDL-c, aumento da PA e da resistência à insulina (PAL; ELLIS, 2011; TALEB-BELKADI et al., 2016).

Embora os mecanismos para explicar a piora do perfil lipídico em idosos não estejam totalmente elucidados, uma das possíveis explicações parece ser o aumento do tecido adiposo visceral, visto que os adipócitos dessa região são mais sensíveis aos estímulos lipolíticos, aumentando a liberação de ácidos graxos livres na circulação, o que implicaria no aumento da resistência à insulina e intolerância à glicose, processos que podem causar danos a tecidos e órgãos (HIROSE et al., 2016).

Um outro biomarcador importante para a análise da saúde metabólica é a glicemia, analisada a partir das concentrações de glicose em jejum, sendo um indicador do comportamento do metabolismo dos carboidratos, utilizado frequentemente para o diagnóstico e controle do diabetes (MANKOWSKI; ANTON; AUBERTIN-LEHEUDRE, 2015). Assim, altas concentrações de glicose no sangue podem contribuir para a aumento expressão de moléculas de adesão solúveis, aumentando o risco de aterosclerose, tanto coronariana quanto cerebral (FALUDI et al., 2017).

A glicemia parece aumentar de maneira linear com o avanço da idade, tanto em indivíduos diabéticos quanto não-diabéticos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013). Além de ser considerada um indicador de diabetes, concentrações elevadas de glicose podem contribuir para o desenvolvimento de DCV e síndrome metabólica (GORDON et al., 2009).

No que diz respeito a DCV, especial atenção tem sido dispensada a análise do papel da inflamação, uma vez que tanto o envelhecimento quanto o sedentarismo estão associados a produção endógena de citocinas pró-inflamatórias (PEAKE et al., 2010), um fenômeno considerado fator de risco independente para o desenvolvimento de DCV (SOARES; DE SOUSA, 2013). Nesse sentido, outro importante fator de risco cardiometabólico, em particular, para idosos, é a elevação das concentrações de proteína-C reativa ultrasensível (PCR-us), uma proteína de fase aguda que tem sido utilizada como um biomarcador de inflamação sistêmica aumentada (STANCEL et al., 2016) e predição de DCV e metabólicas (PEAKE et al., 2010; SOARES; DE SOUSA, 2013). A alta concentração da proteína C-reativa está associada com obesidade, diabetes tipo 2, DCV, má alimentação, redução da capacidade funcional, adiposidade abdominal, declínio da força e MME (CORLEY et al., 2015) e, conseqüentemente, mortalidade (ZAKYNTHINOS; PAPPA, 2009).

Considerando que grande parte das modificações na força muscular, composição corporal, capacidade funcional e em parâmetros metabólicos podem ser atenuadas ou revertidas com a prática de exercícios físico, apresentaremos na sequência informações relevantes sobre a prática do TR em idosos.

## **2.2 Treinamento resistido em idosos**

A prática regular de exercícios físicos tem sido considerada uma estratégia não-medicamentosa bastante interessante para a saúde de idosos (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; FRAGALA et al., 2019). Brown et al. (2012) encontraram uma associação inversa entre atividade física e a mortalidade por todas as causas em homens e mulheres idosos. Além disso, os autores revelaram uma diminuição de risco de 30-50% maior nas mulheres do que nos homens, para qualquer prática de atividade física, independente da intensidade.

Assim, muitos pesquisadores e profissionais da área de saúde recomendam a incorporação de uma rotina de exercícios físicos para o desenvolvimento e manutenção da aptidão musculoesquelética nessa população (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; GARBER et al., 2011; FRAGALA et al., 2019). Nesse sentido, uma especial atenção tem sido dispensada ao papel do TR, em virtude dos inúmeros benefícios que este tipo de exercício pode proporcionar, em particular, para a saúde de idosos, especialmente no que diz respeito a atenuação de efeitos deletérios do envelhecimento (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; FRAGALA et al., 2019).

O TR tem sido uma estratégia amplamente empregada, em virtude da sua comprovada efetividade para a melhoria de componentes da composição corporal e do sistema neuromuscular, fato que tem contribuído sobremaneira para o aumento da adesão e aderência a esse tipo de treinamento em diferentes populações (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; FRAGALA et al., 2019). Além disso, o TR é uma prática segura no que tange ao risco cardiovascular; permite a utilização de sobrecargas individuais, de acordo com os níveis de aptidão física dos praticantes, que podem ser gradativamente aumentadas ao longo do tempo de treinamento; favorece a realização de movimentos com velocidade controlada, sem deslocamentos ou freadas bruscas, proporcionando uma maior estabilidade dinâmica, o que reduz acentuadamente o risco de quedas e fraturas (SANTARÉM, 2012).

Conceitualmente, o TR é uma denominação comumente utilizada na área médica para caracterizar o treinamento de força, treinamento com pesos ou musculação, denominações mais frequentemente utilizadas na área de Educação Física que se aplicam ao treinamento contra resistência oferecida, em particular, pela própria massa corporal, por pesos livres ou por outros utensílios, como aparelhos de musculação, elásticos ou resistência manual, que permitem o uso de resistência dinâmica variável ou invariável, a partir da realização de ações musculares concêntricas e excêntricas (FLECK; KRAEMER, 2017).

A melhoria da função muscular é o desfecho principal resultante da prática regular de TR, com repercussões sobre o equilíbrio, tanto estático, quanto dinâmico (CADORE et al., 2014). Tais modificações estão relacionadas à melhoria da capacidade funcional e autonomia, refletindo diretamente na melhoria da capacidade de realizar atividades básicas da vida diária, como caminhar, sentar, levantar, subir escadas, tomar banho, entre outras (PAPA; DONG; HASSAN, 2017). Tais modificações resultam em aumento da autoconfiança ao caminhar e redução da percepção de risco de quedas, além da percepção melhorada em relação à qualidade de vida e às relações sociais e afetivas (WESTCOTT, 2012).

Um dos primeiros estudos a destacar os benefícios crônicos do TR em idosos foi conduzido por Fiatarone et al. (1990). Nessa investigação foram encontrados incrementos médios de 174% na força máxima, 9% na MME e melhora de 48% na velocidade de caminhada, com importantes variações interindividuais. Posteriormente, diversos estudos revelaram incrementos de força e MME (CADORE et al., 2014; PADILHA et al., 2015; RIBEIRO et al., 2015b; DOS SANTOS et al., 2017; RIBEIRO et al., 2017b; DOS SANTOS et al., 2018; RIBEIRO et al., 2018a; NASCIMENTO et al., 2019; PINA et al., 2019, CUNHA et al., 2020; TOMELERI et al., 2020; NUNES et al., 2021); aumento de potência e resistência muscular (BOTERO et al., 2013); manutenção ou aumento da flexibilidade (CARNEIRO et al., 2015); melhoria da aptidão funcional (LIU; LATHAM, 2009; DOS SANTOS et al., 2017; DIB et al., 2020); melhoria na estabilidade dinâmica e redução na incidência de quedas (KALAPHTHAROS et al., 2004; KRIST et al., 2013); melhoria do perfil metabólico e diminuição da PA (CONCEIÇÃO et al., 2013; GERAGE et al., 2013; RIBEIRO et al., 2015a; RIBEIRO et al., 2016; TOMELERI et al., 2016; TOMELERI et al., 2017; CUNHA et al., 2019; RIBEIRO et al., 2020a; DOS SANTOS et al., 2020a; CUNHA et al., 2021); redução do estresse oxidativo (RIBEIRO et al., 2017a); diminuição da gordura corporal, sobretudo,

intramuscular e visceral (BOTERO et al., 2013; CONCEIÇÃO et al., 2013; CAVALCANTE et al. 2018; CUNHA et al., 2021), melhoria da qualidade muscular (FRAGALA et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016; CUNHA et al., 2018; PINA et al., 2019; CUNHA et al., 2020); aumento do CMO e da DMO (GOING; LAUDERMILK, 2009), bem como a hidratação e da saúde celular (DOS SANTOS et al., 2016; FUKUDA et al., 2016; SOUZA et al., 2017; RIBEIRO et al., 2017c; CUNHA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2018b; NUNES et al., 2019; DOS SANTOS et al., 2020b; RIBEIRO et al., 2020b), entre outros. O TR também tem sido sugerido como uma das principais estratégias não-medicamentosa para redução do risco de doenças crônicas não-degenerativas (WESTCOTT, 2012; TOMELERI et al., 2018; FRAGALA et al., 2019). Portanto, os benefícios da prática de TR podem ser extrapolados para diversas variáveis relacionadas à saúde do idoso.

Vale destacar que grande parte dos benefícios gerados pelo TR são dependentes da manipulação adequada das variáveis de intensidade (carga, intervalo de recuperação e velocidade de execução ou tempo sob tensão) e volume (número de exercícios, número de séries, número de repetições e frequência semanal) (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FRAGALA et al., 2019).

Assim, as recomendações vigentes acerca do exercício resistido para a população idosa para a melhoria da força e hipertrofia muscular devem contemplar um programa de treinamento composto por oito a 10 exercícios, realizados com pesos livres ou máquinas, de 1-3 séries por exercício, com intensidades entre 60-80% de 1-RM, em uma zona de repetições variável de 8-15 repetições, com velocidade de execução lenta a moderada, com intervalos de recuperação entre as séries de 1-3 min e com uma frequência de duas a três sessões semanais (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FRAGALA et al., 2019).

Resumindo, o importante papel desempenhado pelo TR, tanto para redução da morbidade quanto para atenuação de fatores de risco para o desenvolvimento de diversas comorbidades, tem sido defendido por especialistas que acreditam no potencial desse tipo de exercício para redução do risco de mortalidade precoce, sobretudo, na população idosa (WESTCOTT, 2012). Nesse sentido, o impacto do TR sobre a PA será abordado a seguir.

### **2.3 Efeito crônico do treinamento resistido sobre a pressão arterial**

Décadas atrás, alguns estudos relataram a existência de uma relação inversa entre a incidência de hipertensão arterial e a prática regular de atividade física (PAFFENBARGER et al., 1983; REAVEN; BARR-CONNOR; EDELSTEIN, 1991). A partir daí, alguns estudos confirmaram a hipótese de que o exercício aeróbico, realizado regularmente, poderia auxiliar na redução dos valores de PA de repouso (IZDEBSKA et al., 2004), fato que motivou o Colégio Americano de Medicina do Esporte (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1993) a produzir um posicionamento recomendando a prática regular de exercícios aeróbicos para indivíduos hipertensos.

Por outro lado, durante muito tempo, acreditou-se que o TR pudesse provocar elevação crônica na PA, em virtude dos elevados valores encontrados durante a realização desse tipo de exercício. Adicionalmente, uma possível hipertrofia do músculo liso vascular e um possível aumento da resistência vascular periférica total induzido por esse tipo de treinamento seriam outros fatores que poderiam contraindicar a prática desse tipo de exercício físico, em hipertensos (CORNELISSEN; FAGARD, 2005). Considerando o número crescente de investigações na área do TR, ao longo das últimas décadas, que tem demonstrado os diversos benefícios desse modelo de treinamento em diferentes variáveis associadas à saúde, as recomendações para a prática de exercícios físicos por portadores de hipertensão, passaram a incluir a prática de TR como uma atividade complementar ao treinamento aeróbico para o controle não medicamentoso da PA (PESCATELLO et al., 2004; WILLIAMS et al., 2007).

Cornelissen e Fagard (2005) conduziram um interessante estudo de meta-análise e, com base em nove estudos publicados, relataram uma redução na ordem de 3,2 e 3,5 mmHg, para a PA sistólica (PAS) e para a PA diastólica (PAD) de repouso, respectivamente, decorrente da prática do TR. Vale destacar que a maior parte dos estudos analisados investigou apenas indivíduos normotensos, além do que 61% do total de sujeitos eram do sexo masculino.

MacDonald e colaboradores (2016), por sua vez, realizaram uma meta-análise com 71 estudos envolvendo TR somente com hipertensos controlados com fármacos. O TR, realizado com uma frequência média de três sessões semanais por aproximadamente 15 semanas em média, reduziu a PAS em torno de 3 mmHg e a PAD em 2 mmHg, com tamanhos de efeito considerados de pequena a moderada magnitude. As maiores reduções da PA ocorreram nos participantes com maiores valores na linha de base.

Mais recentemente, Ashton et al. (2020) conduziram uma revisão sistemática com meta-análise para analisar o efeito de curto, médio e longo prazo do TR sobre a saúde cardiometabólica em adultos. Com base nos 173 estudos incluídos, os autores reportaram uma redução média na ordem de 4 a 5 mmHg na PAS e de 1,7 a 4,9 mmHg na PAD, em intervenções de média (7-23 semanas) e longa duração ( $\geq 24$  semanas), com presença de grupo controle. A melhoria nos fatores de risco cardiometabólico foram mais pronunciadas em indivíduos com elevado risco cardiometabólico ou doença quando comparado com adultos saudáveis mais jovens. Os maiores benefícios do TR, como esperado, foram encontrados nos idosos. Entretanto, a qualidade da evidência encontrada foi considerada baixa ou muito baixa para todos os desfechos analisados. Portanto, apesar das inúmeras informações produzidas até o momento os resultados são, ainda, bastante controversos.

Com base nos estudos disponíveis na literatura é possível encontrar redução (CARTER et al., 2003; GERAGE et al., 2007; GERAGE et al., 2013; TOMELERI et al., 2017; RIBEIRO et al., 2020a), manutenção (VINCENT et al., 2003; MIYACHI et al., 2004; CORTEZ-COOPER et al. 2005; YOSHIZAWA et al., 2009) ou aumento da PA (RAKOBOWCHUK et al., 2005) após diferentes períodos de TR. Vale destacar que a intensidade e o volume do programa de TR recomendados para fins de controle da PA, muitas vezes não são exatamente aqueles recomendados para ganhos de força ou MME (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; FRAGALA et al., 2019). No entanto, alguns estudos que adotaram um programa de treinamento mais voltado à hipertrofia muscular (CARTER et al., 2003; GERAGE et al., 2007; GERAGE et al., 2013; TOMELERI et al., 2017; RIBEIRO et al., 2020a), também encontraram reduções expressivas na PA de repouso.

Alguns fatores, tais como diferenças nas características das amostras estudadas (faixa etária, sexo, valores iniciais de PA), tempo de duração da intervenção, bem como a manipulação isolada ou combinada de diversas variáveis que compõem os programas de treinamento utilizados (volume e intensidade de esforço, intervalos de recuperação entre exercícios e séries, número de exercícios, grupamentos musculares exercitados, forma de execução, uso de exercícios mono ou multi-articulares, entre outros), podem influenciar, pelo menos em parte, as respostas encontradas nos estudos disponíveis na literatura. Adicionalmente, alguns dos estudos mencionados apresentam importantes limitações metodológicas que não devem ser desprezadas na interpretação dos

resultados, como a não aleatorização da amostra, ausência de informações alimentares, entre outras.

Embora os mecanismos responsáveis pelas possíveis respostas hipotensoras crônicas induzidas pelo TR não estejam totalmente estabelecidos, existem indicativos de que reduções no débito cardíaco e na resistência vascular periférica total poderiam explicar, pelo menos em parte, tais modificações (QUEIROZ; KANEGUSUKU; FORJAZ, 2010). Especula-se que os incrementos verificados na PA durante as repetidas sessões de TR possam servir de estímulo para a redução da PA de repouso, em longo prazo, em virtude das alterações na sensibilidade baroreflexa que modificariam a resistência periférica total, em um processo mediado pela redução da atividade nervosa simpática (WILEY et al., 1992).

Entretanto, alguns estudos têm refutado essa hipótese, devido à ausência de alterações no tônus simpático após diferentes períodos de TR, até mesmo com redução da PA (CARTER et al., 2003), ou pela ausência de modificações nas concentrações de norepinefrina e epinefrina plasmática em repouso após um programa de TR (CONONIE et al., 1991). Cornelissen e Fagard (2005) também acreditam que as reduções na PA não estejam relacionadas com mudanças no tônus simpático, sobretudo, pelo fato de não terem sido verificadas modificações significativas na FC de repouso nos estudos analisados.

Vincent et al. (2003), por sua vez, ao encontrarem reduções na PAM após seis meses de TR apenas no grupo submetido a uma intensidade de treinamento mais elevada, sugerem que a elevação na PA, de forma aguda, durante as repetidas sessões de TR, poderia alterar a sensibilidade baroreflexa que, conjuntamente com o aumento da atividade parassimpática induzido pelo treinamento, diminuiriam a PA de repouso.



### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Comparar os efeitos de 12 semanas de TR sobre a força muscular, composição corporal e aptidão funcional em mulheres idosas normotensas (NT) e hipertensas (HAS).

#### 3.2 Objetivos específicos

Comparar as respostas adaptativas ao TR sobre:

- a) A PAS, PAD e PAM;
- b) O desempenho motor em testes de 1-RM nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*;
- c) A massa isenta de gordura e osso (MIGO), MME, gordura corporal e densidade mineral óssea;
- d) A resistência, reatância ( $X_c$ ), ângulo de fase, água corporal total e suas frações intra e extracelular;
- e) O desempenho em testes motores utilizados como indicadores de velocidade da caminhada, agilidade, potência de membros inferiores e aptidão cardiorrespiratória;
- f) O comportamento metabólico em jejum das concentrações de glicose, triglicerídeos, CT, LDL-c, HDL-c e proteína C-reativa.

## 4 HIPÓTESES

Indivíduos com hipertensão tendem a experimentar efeitos deletérios sobre a MME o que pode afetar, também a força e aptidão funcional, visto que a hiperatividade do sistema renina-angiotensina tem um papel relevante na fisiopatologia da hipertensão arterial (RIBEIRO et al., 2000). Estudos tem demonstrado que este sistema está envolvido com a estrutura e função da MME (DI BARI et al., 2004; CABELLO-VERRUGIO et al., 2015) e que a sua alta ativação pode trazer prejuízos não somente ao sistema cardiovascular, mas também a MME, uma vez que este sistema tem sido associado ao aumento da resistência à insulina, atrofia e fibrose muscular (CABELLO-VERRUGIO et al., 2015).

Além disso, indivíduos hipertensos que fazem uso de medicações para o controle da hipertensão arterial podem sofrer alguns efeitos colaterais como: alteração de paladar e boca seca (GOMES; PAZ JÚNIOR; LIMA, 2009), o que pode comprometer o consumo alimentar, afetando negativamente a síntese proteica muscular, essencial para a manutenção da MME. Somado a tais efeitos adversos, algumas interações entre os medicamentos utilizados para o controle da hipertensão e o consumo alimentar podem causar reações desfavoráveis e assim, gerar alterações no padrão alimentar de hipertensos, comprometendo o aporte energético e a MME (AJEIGBE et al., 2020).

Desse modo, a nossa principal hipótese é a de que o grupo HAS apresentará respostas adaptativas ao TR de menor magnitude do que o grupo NT. Adicionalmente, a utilização de polifármacos, muito comum na população idosa, pode afetar a ingestão nutricional, em particular, do grupo HAS, atenuando as respostas adaptativas ao TR no que tange aos componentes da composição corporal.

## 5 MATERIAIS E MÉTODO

### 5.1 Delineamento experimental

O presente estudo faz parte do projeto de pesquisa denominado *Active Aging Longitudinal Study*, iniciado em 2012, cujos propósitos incluem a análise da eficácia e eficiência de programas de TR supervisionados, estruturados e progressivos sobre desfechos neuromusculares, morfológicos, fisiológicos, metabólicos, cognitivos e comportamentais em mulheres idosas. A amostra do presente estudo foi constituída por participantes incluídos nas coortes dos anos de 2018-2019 desse projeto. Este estudo é um ensaio clínico randomizado aleatorizado sem presença de grupo controle.

A presente investigação foi realizada ao longo de 18 semanas. Blocos de três semanas consecutivas (1–3 e 16–18) foram utilizados para medidas, testes e avaliações. A intervenção com TR ocorreu ao longo de 12 semanas, da semana 4 a semana 15.

### 5.2 Participantes

O recrutamento foi realizado por meio de anúncios em mídias sociais (*Whatsapp*, Facebook e Instagram). Uma anamnese foi realizada, inicialmente, para conhecimento do histórico de saúde das voluntárias. Somente foram admitidas no estudo as voluntárias que atendessem aos seguintes critérios de inclusão: idade > 60 anos; ser do sexo feminino; ser fisicamente independente; não ter disfunção cardíaca, ortopédica ou musculoesquelética que pudesse impedir a realização de exercícios físicos; não ser portadora de *diabetes mellitus* ou hipertensão não-controlada; não estar recebendo terapia de reposição hormonal; e estar afastada há pelo menos três meses da prática regular de exercícios físicos. Posteriormente, as participantes selecionadas foram avaliadas por um médico cardiologista, sendo liberadas sem restrições para a prática do TR (anamnese clínica, eletrocardiograma de 12 derivações em repouso, ecocardiograma e teste de esforço em esteira, quando necessário). Todas as participantes receberam informações sobre a finalidade e os procedimentos do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A). Este estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (ANEXO A).

O cálculo de tamanho amostral a priori foi realizado no software GPower 3.1.9.4 adotando a ANOVA de duas vias com medidas repetidas. De acordo com as

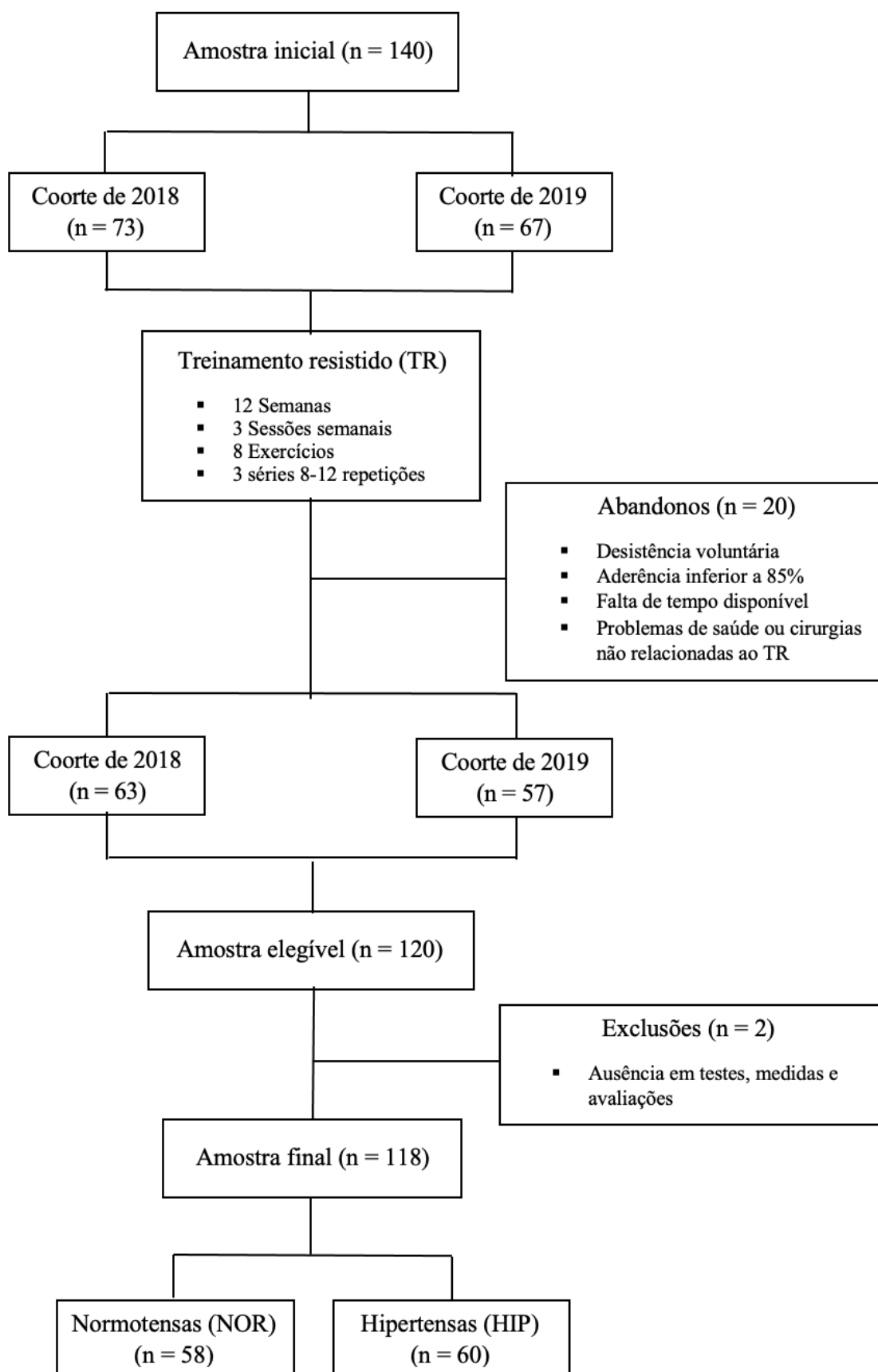
informações disponíveis na literatura para mulheres idosas submetidas a programas de TR, estabelecemos um poder estatístico de 97%,  $\alpha$  de 0,05, sendo adotada como variável critério a força muscular, com um tamanho de efeito  $f$  de 0,14 (KASSIANO et al., 2021). Dessa forma, uma amostra total de no mínimo 104 participantes (52 para cada grupo experimental) foi indicada como necessária para atender o delineamento experimental adotado. O fluxograma do estudo é apresentado na Figura 1.

### 5.3 Antropometria

A massa corporal foi mensurada em uma balança de leitura digital (Balmak Indústria e Comércio Ltda, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil), com escala de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada por meio de um estadiômetro acoplado à mesma, com escala de 0,1 cm, com selo do INMETRO, de acordo com os procedimentos descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A partir dessas medidas, foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

### 5.4 Composição corporal

Exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), com escaneamento de corpo inteiro, foram realizados em um equipamento Lunar, modelo NRL 419900 (GE Lunar, Madison, WI, USA), para determinação da MIGO, MIGO apendicular, gordura corporal, CMO e DMO. A massa muscular esquelética (MME) foi estimada pela seguinte equação (KIM; LEE; KIM, 2004):  $MME (kg) = [(MIGO-AP * 1,18) - (idade * 0,03) - 0,14]$ , sendo a idade em anos. Para tanto, as participantes foram instruídas a remover todos os objetos móveis contendo metal, antes de serem avaliadas. Durante o exame as participantes foram posicionadas na mesa do equipamento em decúbito dorsal. Os pés foram fixados paralelamente para imobilizar as pernas por meio de uma fita de velcro, enquanto as mãos foram mantidas na posição pronada dentro da região de varredura. A calibração do equipamento seguiu as recomendações do fabricante. Um software específico gerou linhas padrão que separaram membros, tronco e cabeça, utilizando pontos anatômicos específicos determinados pelo fabricante. Um técnico de laboratório com experiência nesse tipo de exame realizou calibrações do equipamento, ajustes das linhas e as análises.



**Figura 1.** Fluxograma do estudo.

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

Um analisador de impedância bioelétrica espectral (Xitron Hydra, modelo 4200, Xitron Technologies, San Diego, CA, USA) foi usado para estimar água corporal total e suas frações intra e extracelular, resistência (R) e reactância (Xc). Posteriormente, o ângulo de fase (PhA) foi calculado a partir da seguinte equação:  $PhA = \arctan(Xc/R) \times 180^\circ/\pi$  (NORMAN et al., 2012). Todas as medidas de impedância bioelétrica espectral foram realizadas das 6h00min às 9h00min. Antes da medida, as participantes removeram todos os objetos contendo metal de seus corpos. As medidas foram realizadas sob uma maca isolada de condutores elétricos. As participantes permaneceram deitadas ao longo do eixo longitudinal da maca, com as pernas abduzidas em um ângulo de  $45^\circ$  em relação à linha média do corpo e mãos pronadas. Após a limpeza da pele com álcool, dois eletrodos foram colocados na superfície da mão direita e dois no pé direito de acordo com procedimentos descritos anteriormente (SARDINHA et al., 1998). As participantes ficaram deitadas em decúbito dorsal por 10 min antes das medidas. As participantes foram instruídas a urinar cerca de 30 min antes do exame, abster-se alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar exercícios físicos extenuantes por pelo menos 24 h, abster-se do consumo de bebidas alcoólicas e com cafeína por pelo menos 48 h antes do exame. O analisador de impedância bioelétrica espectral foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante. Todas as medidas foram executadas por um único avaliador com experiência nesse tipo de exame.

### **5.5 Força muscular**

A força dinâmica máxima foi avaliada por meio de testes de 1-RM executados nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, respectivamente. Uma sessão de familiarização e três sessões de testes de 1-RM foram realizadas pela manhã, separadas por 48-72 h (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). Para a sessão de familiarização, as participantes realizaram 2-3 séries de 10-15 repetições em cada exercício com uma carga leve. Três pesquisadores experientes supervisionaram todas as sessões para a segurança e integridade das participantes. A técnica de execução de cada exercício foi padronizada e continuamente monitorada para garantir a confiabilidade das medidas. Para cada sessão de teste, as participantes realizaram um aquecimento específico (6-10 repetições), em cada exercício, com

aproximadamente 50% da carga estimada para a primeira tentativa. No primeiro dia de testes, a carga selecionada foi baseada na experiência dos pesquisadores, na carga utilizada individualmente na familiarização e na percepção da dificuldade (esforço) em que os sujeitos realizaram o aquecimento. Durante os testes de 1-RM, as participantes foram incentivadas a tentar executar duas repetições com a carga selecionada. Incentivo verbal, acompanhado de palmas, foi fornecido as participantes pelos avaliadores em todas as tentativas, nos diferentes exercícios (NUNES et al., 2020). Nas situações cujas tentativas foram executadas com sucesso, a carga foi aumentada para a próxima tentativa na ordem de 3-10%. Por outro lado, nas situações cujas tentativas não foram executadas com sucesso, a carga foi reduzida na mesma proporção. O período de descanso foi de três a cinco minutos entre cada tentativa e cinco minutos entre os exercícios. A carga para a primeira tentativa, na segunda e terceira sessão de testes foi a carga máxima obtida individualmente em cada exercício na sessão anterior. O valor de 1-RM em cada exercício foi registrado como a carga mais alta levantada em uma única ação voluntária máxima concêntrica e excêntrica nas três sessões de testes (AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2013). A carga total levantada (CTL) na somatória das cargas máximas levantadas nos três exercícios foi utilizada como indicador de força muscular geral. Os valores de erro padrão de medida (EPM) e o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) obtidos da atual amostra foram satisfatórios para o supino vertical (EPM = 1,7 kg; CCI = 0,98), cadeira extensora (EPM = 2,0 kg; CCI = 0,97) e rosca *scott* (EPM = 0,4 kg; CCI = 0,99).

## 5.6 Pressão arterial

Para a determinação da PA de repouso empregou-se o método oscilométrico, por meio de um equipamento Omron, modelo HEM-742INT (Omron Corporation, Kyoto, Kansai, Japão). Para tanto, as participantes permaneceram sentadas em uma cadeira, em repouso, durante 10 min. Em cada um dos momentos deste estudo três medidas foram realizadas com intervalo de cinco minutos entre elas, em três dias não consecutivos, em horário semelhante do dia, no período da manhã. O manguito foi colocado no braço direito, elevado até a altura do ponto médio do esterno e apoiado sobre uma mesa. O valor médio entre as medidas obtidas nos diferentes dias foi registrado como valor de referência em cada momento do estudo. A reprodutibilidade entre as medidas realizadas foi elevada, tanto para a PAS (CCI = 0,991) quanto para PAD (CCI = 0,987), com baixo EPM para PAS (1,33 mmHg) and PAD (1,11 mmHg).

Todas as medidas foram obtidas em com temperatura controlada ente 20 e 24°C. As participantes foram orientadas previamente para que não realizassem nenhum tipo de atividade física vigorosa e nem ingerissem bebidas alcoólicas e cafeinadas nas 24 h anteriores aos dias de coleta. Além disso, foi solicitado para que não estivessem em continência urinária no momento da realização das medidas de PA.

### **5.7 Bioquímica sanguínea**

Coletas de sangue venoso (14 mL) foram realizadas na porção antecubital, no período matutino, após jejum de 12 h, por um experiente técnico de laboratório, em sala adaptada para este fim, para a determinação dos seguintes biomarcadores: glicose, HDL-c, LDL-c, triacilglicéris, CT, proteína C-reativa ultrasensível. As dosagens foram realizadas em laboratório especializado no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina. Para a coleta de sangue, as participantes permaneceram sentadas em uma cadeira, com o antebraço apoiado sobre um suporte, localizado aproximadamente na altura dos ombros. Após o braço ser garroteado no ponto médio do úmero foi realizada a assepsia com algodão embebido em álcool 70%. A punção foi realizada com agulha descartável de 25 X 8 mm no referido local.

O sangue venoso foi aspirado em quatro tubos de coleta a vácuo (dois tubos com gel separador, um tubo com fluoreto e um tubo com EDTA como anticoagulantes e conservantes). As agulhas foram descartadas, seguindo o disposto nos procedimentos operacionais padrão do laboratório clínico, assim como todos os outros materiais descartáveis contaminados, tanto no procedimento de coleta, quanto nas análises sanguíneas. As amostras e centrifugadas por 10 min a 3.000 rpm para separação do soro e/ou plasma. Imediatamente após a coleta, foram determinadas as concentrações de triacilglicéris, CT e sua fração HDL-c, proteína PCR-us e glicose em um autoanalisador bioquímico Dimension RxL Max (Siemens Healthcare Diagnostics, Malvern, PA, USA) de acordo com métodos consagrados na literatura especializada, seguindo os protocolos recomendados pelos fabricantes, utilizando-se kits Siemens. Para a determinação de LDL-c foi utilizada a seguinte equação (FRIEDEWALD; LEVY; FREDRICKSON, 1972):  $LDL-c = CT - HDL-c + (triglicerídeos/5)$ . Para as demais análises, o soro foi liquotado e armazenado em freezer a -80°C (Indrel®) até a realização do doseamento.



## 5.8 Aptidão funcional

O teste de caminhada de seis minutos (TC6min) foi utilizado como indicador de aptidão cardiorrespiratória. Cada participante percorreu a maior distância possível, sem correr, em torno de um trajeto retangular (4,6 x 18,4 m, perímetro total: 46,0 m) demarcado com fitas e cones no chão. Um avaliador cronometrou o tempo de duração do teste e calculou a distância total percorrida, com precisão de um metro (RIKLI; JONES, 2013).

Para avaliação da aptidão funcional foram adotados mais três testes motores: teste de caminhada de 4,6 m (GURALNIK et al., 1994), teste de agilidade de caminhada e teste sentar e levantar da cadeira por 30 s (RIKLI; JONES, 2013). Para o teste de caminhada de 4,6 m, três avaliadores utilizaram cronômetros para medir o tempo gasto pelas participantes para percorrer um trajeto de 4,6 m na velocidade normal de caminhada. Fitas adesivas no chão demarcaram essa distância com remendos adicionais de 2 m antes e depois do remendo principal de 4,6 m. As participantes caminharam 8,6 m completos, mas apenas o tempo gasto para caminhar 4,6 m do meio foi cronometrado com aproximação de 0,01 s. As participantes completaram três tentativas, sendo registrado o valor médio entre as tentativas. Para o teste de agilidade, as participantes foram sentadas em uma cadeira apoiada em uma parede, com as costas em contato com o encosto, os pés totalmente apoiados no chão e as mãos apoiadas nas coxas. As participantes foram solicitadas a levantar-se, caminhar ao redor de um cone a uma distância de 2,44 m em frente à cadeira, retornar à cadeira e sentar-se. As participantes foram instruídas a completar o trajeto no menor tempo possível, sem correr. O tempo foi registrado com precisão de 0,01 s com um cronômetro do movimento inicial para se levantar da cadeira até o retorno para sentar-se, novamente. As participantes completaram três tentativas, sendo registrada a melhor tentativa. Para o teste sentar e levantar da cadeira de 30 s, as participantes foram posicionadas sentadas em uma cadeira apoiada em uma parede, com as costas em contato com o encosto, os pés totalmente apoiados no chão e as mãos cruzadas para repousar sobre os ombros opostos. As participantes realizaram o máximo de repetições possíveis em 30 s.

## 5.9 Hábitos alimentares

A ingestão alimentar foi estimada a partir de recordatórios de 24 h, nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de cada etapa do estudo. As entrevistas foram

realizadas em dois dias diferentes, sendo um dia de semana e outro do fim de semana (APÊNDICE B). Para auxiliar as entrevistas, foi utilizado um registro fotográfico padronizado contendo fotos dos alimentos e porções. O valor energético total e a quantidade de macronutrientes ingeridos foram calculados por meio do programa de análise nutricional Virtual Nutri Plus (Keeple, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Todos os alimentos que não fossem encontrados no banco de dados do programa foram adicionados nas tabelas de alimentos. O programa estatístico do método de fontes múltiplas foi utilizado para reduzir erros na estimativa do consumo alimentar habitual (<https://msm.dife.de>). Esse programa gera informações sobre a ingestão habitual estimada, a partir da combinação das probabilidades, usando repetições de recordatórios alimentares de 24 h (HAUBROCK et al., 2011).

### **5.10 Programa de treinamento resistido**

O programa de treinamento foi estruturado com a finalidade de proporcionar melhoria da força e da MME em idosos (FRAGALA et al., 2019). Todas as participantes foram supervisionadas individualmente por profissionais e estudantes de Educação Física com experiência em TR (dois por exercício), na tentativa de manter a qualidade de execução dos exercícios e garantir a segurança das participantes. O programa de TR foi executado em máquinas e pesos livres (Ipiranga Fitness, Presidente Prudente, SP, Brasil) e incluiu oito exercícios para os diferentes segmentos corporais (braços, pernas e tronco) que foram executados em três séries de 8-12 repetições, valendo-se de uma intensidade variável de leve a moderada. As participantes foram instruídas a manterem a velocidade de execução dos movimentos na razão de 1:2 (ação muscular concêntrica e excêntrica, respectivamente). O intervalo de descanso entre as séries foi de um a dois minutos, ao passo que o intervalo de transição entre os exercícios foi de dois a três minutos. Durante todo o período de treinamento, as cargas foram ajustadas individualmente em cada exercício sempre que o limite superior de repetições da zona-alvo estabelecida fosse atingido (12 repetições) por duas sessões consecutivas, nas três séries. Os aumentos de carga foram na ordem de 2% a 5% para os exercícios de membros superiores e 5% a 10% para os exercícios de membros inferiores, conforme as recomendações da literatura (ACSM, 2009).

### 5.11 Tratamento estatístico

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para análise da distribuição dos dados. As características gerais das participantes foram comparadas por meio ANOVA *one-way* e qui-quadrado, para variáveis contínuas e categóricas, respectivamente. Análise de covariância (ANCOVA) da diferença bruta entre as medidas pré e pós-intervenção foi empregada para comparar as mudanças dentro e entre os grupos, com os valores de linha de base usados como covariável. A interpretação dos dados foi baseada no intervalo de confiança de 95% (IC95%) da diferença média ajustada, ou seja, quando o valor do delta bruto não se sobrepôs a 0, a diferença foi considerada significativa estatisticamente. Diferenças estatisticamente significantes entre os grupos ao longo do tempo foram identificadas pelo teste *post-hoc* de Bonferroni. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de 5%. Os dados foram analisados pelo software Statistica para Windows, versão 10.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA).

## 6 RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as características gerais dos participantes na linha de base, de acordo com o grupo experimental. Nenhuma diferença entre os grupos NT e HAS foi encontrada ( $P > 0,05$ ) para as variáveis idade, massa corporal, estatura, IMC, PAD e PAS e PAD. Por outro lado, o grupo HAS apresentou maiores valores de PAM e maior proporção de dislipidemias ( $P < 0,05$ ). Embora uma maior quantidade de portadoras de diabetes foi encontrada no grupo HAS, enquanto uma maior quantidade de portadoras de hipertireoidismo foi revelada no grupo NT, contudo, sem diferenças estaticamente significante entre os grupos ( $P > 0,05$ ). O conjunto de fármacos mais utilizados para o controle da hipertensão arterial foram inibidores da enzima conversora da angiotensina e antagonistas do receptor da angiotensina II, antagonistas dos canais de cálcio, betabloqueadores e diuréticos, respectivamente.

**Tabela 1.** Características gerais das participantes no momento inicial do estudo (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
Idade (anos)	68,2 ± 5,9	68,2 ± 4,5	0,80
Massa corporal (kg)	66,3 ± 9,7	68,6 ± 12,7	0,27
Estatura (cm)	155,5 ± 5,1	155,0 ± 6,6	0,69
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,3 ± 3,6	28,4 ± 4,5	0,17
PAS (mmHg)	118,9 ± 13,5	124,2 ± 12,9	0,08
PAD (mmHg)	65,2 ± 8,0	68,3 ± 9,8	0,07
PAM (mmHg)	82,6 ± 7,5	86,5 ± 9,1	0,02
Histórico médico‡			
Hipertensão, n (%)	0 (0)	60 (100)	< 0,001
Diabetes, n (%)	5 (9)	10 (17)	0,19
Dislipidemia, n (%)	9 (16)	39 (65)	< 0,001
Hipotireoidismo, n (%)	27,58 (59)	10 (17)	0,17

**Nota.** NT = normotensas, HAS = hipertensas, IMC = índice de massa corporal, PAS = pressão arterial sistólica, PAD = pressão arterial diastólica e PAM = pressão arterial média. Dados apresentados em média e desvio padrão. ‡Dados absolutos e relativos analisados por meio do teste qui-quadrado.

Os valores médios de ingestão relativa à massa corporal, tanto de energia quanto de macronutrientes, obtidos nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção são apresentados na Tabela 2. O consumo de carboidratos foi aumentado na ordem de 5,5%, somente no grupo NT ( $P < 0,05$ ). Entretanto, nenhuma diferença foi encontrada nas comparações entre os grupos ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 2.** Ingestão energética e de macronutrientes nas duas primeiras e nas duas últimas semanas de intervenção (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
Energia (kcal/g/d)			
Pré	26,7 ± 4,7 (25,4; 27,9)	24,6 ± 5,5 (23,2; 26,0)	
Pós	27,3 ± 5,6 (25,8; 28,8)	24,6 ± 5,5 (23,2; 26,1)	
Dif. Média ajustada	0,38 (-0,51; 1,27)	-0,36 (-1,22; 0,49)	0,240
Carboidratos (kcal/g/d)			
Pré	3,61 ± 0,72 (3,42; 3,79)	3,21 ± 0,81 (3,00; 3,41)	
Pós	3,81 ± 1,05 (3,53; 4,10)	3,29 ± 0,77 (3,09; 3,49)	
Dif. Média ajustada	0,20 (0,01; 0,39) *	-0,00 (-1,90; 0,18)	0,148
Proteínas (kcal/g/d)			
Pré	1,06 ± 0,25 (1,00; 1,13)	1,03 ± 0,27 (0,96; 1,10)	
Pós	1,09 ± 0,25 (1,02; 1,16)	1,01 ± 0,27 (0,94; 1,08)	
Dif. Média ajustada	0,01 (-0,03; 0,06)	-0,02 (-0,08; 0,02)	0,228
Lipídios (kcal/g/d)			
Pré	0,89 ± 0,22 (0,83; 0,95)	0,85 ± 0,24 (0,79; 0,91)	
Pós	0,86 ± 0,23 (0,80; 0,92)	0,83 ± 0,26 (0,76; 0,90)	
Dif. Média ajustada	-0,04 (-0,08; 0,01)	-0,04 (-0,08; 0,01)	0,973

**Nota.** NT = normotensas e HAS = hipertensas. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%), diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA. \* $P < 0,05$  vs. pré. ANCOVA controlada pelos valores de linha de base da variável dependente.

O comportamento da PA antes e após 12 semanas de TR é apresentado na Tabela 3, de acordo com os grupos NT e HAS. Diferença estatisticamente significativa entre os grupos foi verificada apenas para a PAS com uma redução significativa no grupo HAS (NT = 1 mmHg vs. HAS = 5 mmHg;  $P < 0,05$ ). O grupo HAS teve ainda uma redução significativa ( $P < 0,05$ ) na ordem de 2 mmHg na PAD, contudo, sem diferença

entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Nenhuma diferença intra e intergrupos foi identificada para PAM ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 3.** Pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
PAS (mmHg)			
Pré	118,9 ± 13,5 (115,4; 122,5)	124,2 ± 12,9 (120,8; 127,6)	
Pós	119,8 ± 14,8 (115,6; 124,0)	119,7 ± 13,1 (116,1; 123,2)	
Dif. média ajustada	0,2 (-2,4; 2,8)	-3,6 (-6,2; -1,1) *†	0,04
PAD (mmHg)			
Pré	65,2 ± 8,0 (63,2; 67,3)	68,3 ± 9,8 (65,8; 70,8)	
Pós	65,6 ± 8,5 (63,2; 68,0)	66,3 ± 8,7 (64,0; 68,6)	
Dif. média ajustada	-0,5 (-1,9; 0,8)	-1,7 (-3,0; -0,3) *	0,25
PAM (mmHg)			
Pré	82,6 ± 7,5 (80,5; 84,6)	86,5 ± 9,1 (84,2; 88,9)	
Pós	84,8 ± 8,8 (82,3; 87,3)	85,1 ± 8,9 (82,6; 87,6)	
Dif. média ajustada	1,7 (-0,2; 3,7)	-0,4 (-2,3; 1,5)	0,14

**Nota.** NT = normotensas e HAS = hipertensas. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%), diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA. \* $P < 0,05$  vs. pré. ANCOVA controlada pelos valores de linha de base da variável dependente. † $P < 0,05$  vs. NT.

Informações sobre o comportamento da força muscular em testes de 1-RM, nos exercícios supino vertical, cadeira extensora e rosca *scott*, estão presentes na Tabela 4. Aumentos significantes de força dinâmica máxima ( $P < 0,05$ ) foram encontrados nos três exercícios, bem como na somatória da CTL, em ambos os grupos (NT e HAS), sem diferenças estatisticamente significantes entre eles ( $P > 0,05$ ). No geral, os incrementos de força foram na ordem de 11,5% e 14,8% para os Grupos NT e HAS, respectivamente.

**Tabela 4.** Força muscular em testes de uma repetição máxima (1-RM), antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
Supino vertical (kg)			
Pré	51,7 ± 13,4 (48,2; 55,3)	50,3 ± 12,3 (47,0; 53,5)	
Pós	61,4 ± 12,8 (57,9; 64,9)	60,6 ± 9,6 (58,0; 63,1)	
Dif. média ajustada	9,9 (7,5; 12,4) *	10,1 (7,6; 12,5) *	0,94
Cadeira extensora (kg)			
Pré	59,2 ± 15,3 (55,1; 63,3)	56,2 ± 14,3 (52,4; 59,9)	
Pós	61,9 ± 14,2 (58,0; 65,8)	62,8 ± 16,6 (58,4; 67,2)	
Dif. média ajustada	3,6 (1,0; 6,2) *	6,1 (3,5; 8,6) *	0,18
Rosca scott (kg)			
Pré	26,8 ± 4,2 (25,7; 28,0)	26,3 ± 4,2 (25,2; 27,4)	
Pós	30,1 ± 4,3 (29,0; 31,3)	28,7 ± 4,7 (27,4; 29,9)	
Dif. média ajustada	3,2 (2,5; 4,0) *	2,2 (1,5; 3,0) *	0,07
CTL (kg)			
Pré	137,8 ± 29,7 (129,9; 145,8)	132,8 ± 27,7 (125,6; 140,0)	
Pós	153,6 ± 27,4 (146,1; 161,0)	152,5 ± 26,5 (145,3; 159,7)	
Dif. média ajustada	16,7 (12,3; 21,0) *	18,5 (14,2; 22,8) *	0,55

**Nota.** NT = normotensas, HAS = hipertensas e CTL = carga total livre. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%), diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA. \* $P < 0,05$  vs. pré. ANCOVA controlada pelos valores de linha de base da variável dependente.

Na Tabela 5 são encontrados os resultados da composição corporal produzidos a partir do DXA. Aumentos significantes ( $P < 0,05$ ) foram verificados após 12 semanas de TR para MIGO total, MIGO apendicular e MME em ambos os grupos, sem diferenças entre eles ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, ambos os grupos reduziram a massa gorda ( $P < 0,05$ ) e mantiveram o CMO e a DMO, de forma similar ( $P > 0,05$ ).

Os resultados obtidos a partir do método de BIA são apresentados na Tabela 6. Uma interação grupo vs. tempo foi encontrada para as variáveis R, Xc e ângulo de fase com maiores aumentos no grupo NT ( $P < 0,05$ ). Um incremento significativo na ACT, AEC e AIC foi revelado somente no grupo NT.

**Tabela 5.** Componentes da composição corporal, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
MIGO total (kg)			
Pré	37,9 ± 4,4 (36,0; 38,4)	37,9 ± 5,0 (36,6; 39,2)	
Pós	38,4 ± 4,2 (37,2; 39,5)	38,4 ± 5,0 (37,5; 40,2)	
Dif. média ajustada	1,01 (0,64; 1,38) *	0,71 (0,35; 1,06) *	0,23
MIGO apendicular (kg)			
Pré	16,1 ± 2,2 (15,5; 16,7)	16,3 ± 3,0 (15,6; 17,0)	
Pós	16,9 ± 2,1 (16,3; 17,5)	16,8 ± 2,7 (16,1; 17,4)	
Dif. média ajustada	0,61 (0,41; 0,82) *	0,56 (0,37; 0,74) *	0,67
MME (kg)			
Pré	17,8 ± 2,5 (17,2; 18,5)	17,9 ± 3,0 (17,1; 18,7)	
Pós	18,7 ± 2,4 (18,0; 19,4)	18,7 ± 3,0 (17,9; 19,5)	
Dif. média ajustada	0,69 (0,46; 0,93) *	0,69 (0,47; 0,92) *	0,99
Massa gorda (kg)			
Pré	26,6 ± 6,9 (24,8; 28,5)	27,8 ± 8,4 (25,6; 30,0)	
Pós	25,9 ± 7,5 (23,9; 28,0)	27,3 ± 8,6 (25,0; 29,6)	
Dif. média ajustada	-0,70 (-1,10; -0,30) *	-0,41 (-0,79; -0,03) *	0,31
CMO (kg)			
Pré	2,17 ± 0,34 (2,08; 2,26)	2,11 ± 0,38 (2,01; 2,21)	
Pós	2,16 ± 0,38 (2,05; 2,26)	2,16 ± 0,38 (2,06; 2,26)	
Dif. média ajustada	-0,02 (-0,06; 0,02)	0,01 (-0,03; 0,05)	0,21
DMO (g/cm <sup>2</sup> )			
Pré	1,04 ± 0,08 (1,01; 1,06)	1,04 ± 0,08 (1,02; 1,06)	
Pós	1,04 ± 0,09 (1,02; 1,07)	1,05 ± 0,08 (1,03; 1,07)	
Dif. média ajustada	0,00 (-0,01; 0,01)	0,00 (-0,01; 0,01)	0,93

**Nota.** NT = normotensas e HAS = hipertensas, MIGO = massa isenta de gordura e osso, MME = massa muscular esquelética, CMO = conteúdo mineral ósseo e DMO = densidade mineral óssea. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%), diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA. \**P* < 0,05 vs. pré. ANCOVA controlada pelos valores de linha de base da variável dependente.



**Tabela 6.** Parâmetros de bioimpedância e hidratação celular e corporal, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
Resistência ( $\Omega$ )			
Pré	567,9 $\pm$ 58,6 (552,5; 583,2)	566,0 $\pm$ 72,0 (549,6; 582,4)	
Pós	580,9 $\pm$ 60,0 (564,6; 597,2)	567,3 $\pm$ 57,7 (553,0; 581,6)	
Dif. média ajustada	11,6 (2,9; 20,3) *	-3,6 (-11,5; 4,34) †	0,01
Reatância ( $\Omega$ )			
Pré	53,1 $\pm$ 7,9 (51,0; 55,2)	50,6 $\pm$ 9,9 (48,6; 52,7)	
Pós	57,2 $\pm$ 8,9 (54,8; 59,7)	53,1 $\pm$ 8,3 (51,0; 55,2)	
Dif. média ajustada	4,2 (2,7; 5,6) *	0,8 (-0,5; 2,1) †	<0,001
Ângulo de fase ( $^{\circ}$ )			
Pré	5,3 $\pm$ 0,5 (5,1; 5,4)	5,1 $\pm$ 0,6 (4,9; 5,2)	
Pós	5,6 $\pm$ 0,7 (5,4; 5,8)	5,3 $\pm$ 0,7 (5,1; 5,5)	
Dif. média ajustada	0,3 (0,1; 0,4) *	0,1 (0,0; 0,2) †	0,02
ACT (L)			
Pré	29,8 $\pm$ 3,0 (28,9; 30,6)	30,2 $\pm$ 3,8 (29,2; 31,3)	
Pós	30,3 $\pm$ 3,1 (29,5; 31,2)	30,5 $\pm$ 4,4 (29,4; 31,6)	
Dif. média ajustada	0,48 (0,12; 0,83) *	0,01 (-0,34; 0,36)	0,06
AEC (L)			
Pré	12,1 $\pm$ 1,6 (11,7; 12,6)	12,4 $\pm$ 2,0 (11,9; 12,9)	
Pós	12,4 $\pm$ 1,6 (12,0; 12,8)	12,5 $\pm$ 2,3 (11,9; 13,1)	
Dif. média ajustada	0,21 (0,04; 0,38) *	0,01 (-0,15; 0,18)	0,06
AIC (L)			
Pré	17,6 $\pm$ 1,4 (17,2; 18,0)	17,8 $\pm$ 1,7 (17,3; 18,3)	
Pós	17,9 $\pm$ 1,4 (17,5; 18,3)	17,9 $\pm$ 2,1 (17,4; 18,5)	
Dif. média ajustada	0,26 (0,08; 0,45) *	0,01 (-0,17; 0,19)	0,06

**Nota.** NT = normotensas e HAS = hipertensas, ACT = água corporal total, AEC = água extracelular e AIC = água intracelular. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%), diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA. \* $P < 0,05$  vs. pré. ANCOVA controlada pelos valores de linha de base da variável dependente. † $P < 0,05$  vs. NT.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados de quatro testes utilizados como indicadores de aptidão funcional. Embora nenhuma diferença estatisticamente significativa tenha sido revelada nas comparações entre os grupos ( $P < 0,05$ ) uma melhoria significativa no desempenho motor foi encontrada, em ambos os grupos, nos testes velocidade da marcha e TC6min. Por outro lado, uma melhoria no desempenho no teste sentar e levantar foi identificada somente no grupo HAS ( $P < 0,05$ ). Nenhuma mudança significativa na agilidade foi identificada nos grupos NT e HAS ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 7.** Aptidão funcional antes e após 12 semanas de treinamento resistido em idosos normotensas e hipertensas (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
Velocidade marcha (s)			
Pré	3,34 ± 0,33 (3,26; 3,41)	3,43 ± 0,51 (3,33; 3,54)	
Pós	3,16 ± 0,37 (3,06; 3,24)	3,22 ± 0,44 (3,10; 3,28)	
Dif. média ajustada	-0,15 (-0,23; -0,06) *	-0,13 (-0,21; -0,04) *	0,78
Agilidade (s)			
Pré	6,16 ± 0,83 (5,93; 6,39)	6,45 ± 1,06 (6,18; 6,71)	
Pós	6,11 ± 0,99 (5,85; 6,37)	6,15 ± 1,04 (5,87; 6,43)	
Dif. média ajustada	-0,01 (-0,21; 0,19)	-0,15 (-0,34; 0,05)	0,34
Sentar e levantar (rep)			
Pré	13,5 ± 2,3 (12,9; 14,2)	13,5 ± 2,8 (12,6; 14,2)	
Pós	13,8 ± 2,8 (13,0; 14,5)	14,6 ± 3,3 (13,7; 15,5)	
Dif. média ajustada	0,25 (-0,51; 1,01)	1,05 (0,30; 1,79) *	0,14
Caminhada 6 min (m)			
Pré	496,9 ± 62,9 (480,6; 513,1)	476,5 ± 71,9 (458,3; 494,7)	
Pós	532,3 ± 66,7 (513,8; 550,8)	516,1 ± 62,3 (499,3; 532,9)	
Dif. média ajustada	37,9 (22,7; 53,0) *	29,8 (15,2; 44,3) *	0,45

**Nota.** NT = normotensas e HAS = hipertensas. ados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%), diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA. \* $P < 0,05$  vs. pré. ANCOVA controlada pelos valores de linha de base da variável dependente.

Uma redução significativa ( $P < 0,05$ ) para glicose e LDL-c foi revelada somente no grupo HAS (Tabela 8). Nenhuma alteração significativa foi encontrada nos demais parâmetros metabólicos analisados ( $P > 0,05$ ), em ambos os grupos.

**Tabela 8.** Biomarcadores de risco cardiometabólico, antes e após 12 semanas de treinamento resistido, em idosas normotensas e hipertensas (n = 118).

Variáveis	NT (n = 58)	HAS (n = 60)	P
Glicose (mg/dL)			
Pré	103,2 ± 18,3 (98,2; 108,2)	109,9 ± 26,7 (102,9; 116,9)	
Pós	100,8 ± 19,1 (95,6; 106,0)	107,4 ± 23,4 (101,1; 113,7)	
Dif. média ajustada	-2,48 (-5,05; 0,09)	-3,00 (-5,59; -0,51) *	0,78
Triglicérides (mg/dL)			
Pré	108,1 ± 50,0 (94,5; 121,7)	123,8 ± 55,2 (108,9; 138,6)	
Pós	100,9 ± 37,8 (90,6; 111,2)	117,6 ± 74,9 (98,0; 137,2)	
Dif. média ajustada	-5,01 (-17,33; 7,31)	-6,50 (-18,44; 5,43)	0,87
CT (mg/dL)			
Pré	205,2 ± 38,6 (194,7; 215,7)	202,2 ± 41,4 (191,3; 213,1)	
Pós	202,3 ± 35,5 (192,6; 211,9)	194,3 ± 39,8 (183,6; 205,0)	
Dif. média ajustada	-0,45 (-7,07; 6,17)	-4,05 (-10,4; 2,37)	0,44
LDL-c (mg/dL)			
Pré	119,4 ± 31,9 (110,7; 128,1)	118,0 ± 34,0 (109,1; 126,9)	
Pós	116,2 ± 30,9 (107,8; 124,6)	113,2 ± 35,4 (103,6; 122,9)	
Dif. média ajustada	-1,21 (-3,72; 1,31)	-3,32 (-5,75; -0,88) *	0,29
HDL-c (mg/dL)			
Pré	64,4 ± 16,6 (59,9; 68,9)	56,3 ± 14,1 (52,5; 60,1)	
Pós	65,6 ± 17,9 (60,7; 70,4)	60,6 ± 14,5 (56,8; 64,4)	
Dif. média ajustada	0,96 (-5,63; 7,55)	1,36 (-5,03; 7,75)	0,93
PCR (mg/dL)			
Pré	2,87 ± 1,76 (2,37; 3,36)	2,89 ± 1,78 (2,42; 3,37)	
Pós	2,73 ± 2,11 (2,16; 3,30)	2,66 ± 1,84 (2,17; 3,16)	
Dif. média ajustada	-0,40 (-0,82; 0,01)	-0,27 (-0,67; 0,13)	0,65

**Nota.** NT = normotensas, HAS = hipertensas, CT = colesterol total, LDL-c = lipoproteínas de baixa densidade colesterol, HDL-c = lipoproteínas de baixa densidade colesterol e PCR = proteína C-reativa. Dados apresentados em média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC95%), diferença média e IC95% ajustados por ANCOVA. \* $P <$

0,05 vs. pré. ANCOVA controlada pelos valores de linha de base da variável dependente.

## 7 DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que o TR promoveu respostas adaptativas positivas e similares em mulheres idosas normotensas e hipertensas. Os ganhos de força e MME, a redução da gordura corporal, o aumento do ângulo de fase e a melhoria da aptidão funcional foram acompanhados de redução da PAS, diminuição das concentrações de glicose e LDL-c no grupo HAS e melhoria da hidratação, em especial intracelular, no grupo NT. Nossos resultados confirmam a importância do TR não somente para o tratamento da hipertensão, mas também para a atenuação ou reversão de efeitos deletérios que acompanham o processo de envelhecimento, proporcionando melhores condições de saúde e autonomia, em particular, para mulheres idosas. Os efeitos adicionais encontrados em diversos desfechos analisados apontam o TR como um modelo de exercício físico bastante atraente para essa população, agregando benefícios que não são atingidos com a prática isolada de outros tipos de exercício físico, tais como o aeróbico ou isométrico (SUCHOMEL et al., 2018; FRAGALA et al., 2019).

A nossa hipótese principal de que o grupo HAS alcançaria benefícios inferiores ao grupo NT foi refutada. Uma possível justificativa pode ter sido a composição do grupo HAS. Aproximadamente 70% da amostra utilizava inibidores da enzima conversora da angiotensina e antagonistas do receptor da angiotensina II para o tratamento da hipertensão. Nesse sentido, um estudo conduzido por Di Bari et al. (2004), com uma amostra de idosos de 70-79 anos, revelou que os participantes que utilizavam medicamentos inibidores de enzima conversora de angiotensina apresentaram mais MME em membros inferiores do que aqueles que utilizavam outras medicações anti-hipertensivas. Além disso, idosos que faziam uso dessa medicação há mais tempo apresentaram uma maior associação com a MME. Uma possível explicação é que essa classe de fármacos parece melhorar o fluxo sanguíneo, favorecendo os músculos em exercício, além de favorecer o aumento da captação de glicose e redução da secreção de citocinas inflamatórias. Desse modo, essa classe de medicamentos parece atenuar a redução da MME (DI BARI et al., 2004; ONDER et al., 2002). Em nosso estudo, os ganhos de MME foram na ordem de 0,9 kg e 0,8 kg para os grupos NT e HAS, respectivamente.

A redução da PA em mulheres idosas submetidas a 12 semanas de TR tem sido relatada em outros estudos do nosso laboratório (GERAGE et al., 2013; TOMELERI et al., 2017). A redução encontrada nesses estudos variou de 5-12 mmHg para PAS, 1-7

mmHg para PAD e 2-9 mmHg para PAM. Uma recente revisão sistemática com metanálise, que analisou o impacto do TR sobre a PA, revelou reduções na ordem de -5,46 (-8,61; -2,31) mmHg e de -2,02 (-3,31; -0,73) mmHg (HERROD et al., 2018), de forma relativamente similar aos resultados encontrados no grupo HAS neste estudo.

Nossos resultados corroboram informações anteriores de que programas de TR podem proporcionar maiores reduções na PA de indivíduos hipertensos do que de normotensos (PESCATELLO et al., 2004). De acordo com as informações disponíveis na literatura, uma redução de aproximadamente 5 mmHg, similar a encontrada na PAS no grupo HAS, pode reduzir em 40% o risco de acidentes vasculares cerebrais e em 15% o risco de infarto agudo do miocárdio nessa população (COLLINS et al., 1990),

Embora as alterações observadas na PA apresentem características multifatoriais, a redução crônica dos valores pressóricos associada ao TR tem sido frequentemente atribuída a redução do débito cardíaco, bem como da resistência vascular periférica (QUEIROZ; KANEGUSUKU; FORJAZ, 2010). Nesse sentido, a melhoria na resistência vascular periférica parece estar relacionada com o aumento na biodisponibilidade de substâncias vasodilatadoras, tais como o óxido nítrico (PALMER et al., 1987). O óxido nítrico é uma das substâncias mediadoras endógenas responsáveis pela vasodilatação dependente do endotélio, que é capaz de inibir a adesão e agregação plaquetária, contribuindo para reduzir a rigidez arterial (TRAN et al., 2016) e, conseqüentemente, a PA. Assim, a quantificação dos metabólitos de óxido nítrico em amostras biológicas fornece informação valiosa em relação à produção in vivo de óxido nítrico, a sua biodisponibilidade e o seu metabolismo (BRYAN; GRISHAM, 2007). Estudo anterior do nosso laboratório, com uma das coortes do projeto que deu origem ao presente estudo, revelou que a redução da PA após 12 semanas de TR ocorreu concomitantemente a elevação das concentrações plasmáticas de metabólitos do óxido nítrico (TOMELERI et al., 2017).

O TR pode acarretar importantes efeitos de transferência para tarefas motoras envolvendo membros inferiores, tais como aquelas que exigidas nos testes de velocidade de caminhada, agilidade, sentar e levantar e aptidão cardiorrespiratória, a partir de exercícios executados em máquinas e pesos livres (SUCHOMEL et al., 2018; FRAGALA et al., 2019). Embora não tenham sido encontradas diferenças entre os grupos NT e HAS, a magnitude das melhorias observadas nos testes analisados foi maior para o grupo HAS nos testes de agilidade e sentar e levantar, ao contrário do encontrado nos testes de velocidade de caminhada e TC6min cujos melhores

resultados foram alcançados pelo grupo NT. Os maiores ganhos relativos de força muscular, observados especificamente no teste de 1-RM para membros inferiores (cadeira extensora), podem explicar, pelo menos em parte, o melhor desempenho nos testes envolvendo as capacidades físicas agilidade e potência de membros inferiores verificados no grupo HAS. É possível que maiores mudanças fossem alcançadas caso o programa de treinamento incluísse tarefas motoras específicas exigidas nos testes funcionais aplicados (FRAGALA et al., 2019).

No presente estudo os hábitos alimentares não se diferiram entre os grupos ao longo do período experimental e a ingestão proteica média foi na ordem de 1,1 g/kg/dia, o que provavelmente tenha favorecido o acréscimo de MME e a melhoria da MIGO em ambos os grupos. A ingestão proteica superior a 1,0 g/kg/dia associada ao TR tem sido relacionada a ganhos de MME e força muscular em mulheres idosas não treinadas (NABUCO et al., 2019). Vale destacar que o declínio da MME e da força muscular em mulheres idosas é mais pronunciado em membros inferiores e o nosso protocolo de TR se mostrou eficaz não somente para a melhoria desses componentes, mas também para a melhoria da aptidão funcional em testes envolvendo esse segmento, cuja mobilidade e equilíbrio deficientes estão associados com maior risco de quedas, fragilidade e perda da autonomia (BREEN; PHILLIPS, 2011). Assim, nossos achados confirmam que a prática do TR pode ser uma estratégia bastante interessante para mulheres idosas na perspectiva de atenuar o risco de quedas e fraturas e, conseqüentemente, o custo com despesas em saúde.

O programa de TR adotado nesta investigação, também, contribuiu para a redução da gordura corporal e aumento do ângulo de fase, confirmando os achados reportados em estudos anteriores que empregaram delineamento semelhante (CAVALCANTE et al. 2018; NUNES et al., 2019; CUNHA et al., 2021). Embora os mecanismos responsáveis pela redução da gordura corporal com o TR ainda não tenham sido claramente elucidados, acredita-se que essa resposta adaptativa pode ser um produto do custo energético das sessões de exercícios, combinada ao aumento da taxa metabólica basal que é elevada após o treinamento. Nesse sentido, o aumento da taxa metabólica basal pode ser influenciado pelo incremento da MME, pelo aumento agudo da atividade simpática após o encerramento de cada sessão de treinamento, bem como pelo aumento da síntese proteica muscular, cuja contribuição para o maior gasto de energia perdura por até aproximadamente 48 h após o final do treino (HUNTER et al.,

2000). A realização de três sessões de TR, em dias alternados, pode ter favorecido esses processos, bem como a frequência elevada as sessões de treinamento (> 85%).

Um aumento significativo do ângulo de fase foi revelado nos grupos NT e HAS. Tal incremento reflete uma melhoria na saúde celular, integridade da membrana celular, e funcionalidade (NORMAN et al., 2012). O ângulo de fase tem sido sugerido como um indicador de estado nutricional e prognóstico de doenças, dois fatores fundamentais para o controle da saúde de idosos (KYLE et al., 2012; STOBAUS et al., 2012). Os valores encontrados neste estudo estão de acordo com os valores recomendados para idosos e revelados em estudos anteriores do nosso grupo, com mulheres idosas, após 8, 12 ou 24 semanas de TR (DOS SANTOS et al., 2016; SOUZA et al., 2017; RIBEIRO et al., 2017c; CUNHA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2018b; NUNES et al., 2019; DOS SANTOS et al., 2020b; RIBEIRO et al., 2020b). Cabe destacar uma maior hidratação celular no grupo NT em relação ao grupo HAS.

Nosso estudo apresenta diversos pontos positivos que merecem ser destacados. Primeiro, a utilização de duas coortes com as participantes sendo submetidas a protocolos de TR similares permitiu a formação de dois grandes grupos experimentais, o que permitiu uma análise mais consistente dos resultados, em virtude da potência estatística alcançada para as análises. Segundo, de acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo longitudinal com mulheres idosas que analisou o impacto do TR sobre diversos desfechos relacionados a saúde, contrastando as respostas adaptativas de NT e HAS. As informações obtidas são de grande relevância do ponto de vista clínico, uma vez que mulheres idosas hipertensas podem usufruir de benefícios semelhantes a idosas normotensas. Terceiro, todas as sessões de TR foram supervisionadas e o critério de exclusão adotado foi bastante rigoroso, de modo que foram analisadas somente as participantes que participaram de pelo menos 85% das sessões de treinamento, permitindo uma análise mais robusta dos efeitos específicos do TR. Diversos estudos analisados a partir de uma importante investigação com meta-análise sobre TR em idosos demonstraram que o treinamento supervisionado individualmente pode promover melhores respostas adaptativas do que o treinamento não-supervisionado (LACROIX et al., 2017). Quarto, os hábitos alimentares foram monitorados durante as duas primeiras e as duas últimas semanas de TR aumentando a validade ecológica das informações obtidas, apesar das limitações inerentes ao instrumento utilizado (recordatórios de 24 h). Quinto, o protocolo de treinamento incluiu



exercícios para membros inferiores, tronco e membros superiores, favorecendo o aumento da força e da MME nos diferentes segmentos corporais.

Em contrapartida, algumas limitações também não devem ser desprezadas. Os níveis de atividade física fora do ambiente de prática não foram controlados, bem como o tempo despendido em comportamentos sedentários. Desse modo, não foi possível analisar o nível de influência desses fatores sobre as respostas adaptativas encontradas. Além disso, embora o TR tenha se mostrado eficaz para melhorar os desfechos investigados, a ausência de um grupo controle limita a determinação da real magnitude dos efeitos obtidos ao longo do estudo. Além disso, as análises não levaram em consideração as diferenças étnicas entre as participantes, o que limita em parte as respostas, em especial, encontradas no grupo HAS, visto que pessoas negras hipertensas aparentemente podem ter uma melhor resposta da PA ao treinamento (MacDONALD et al., 2016). Por fim, algumas capacidades físicas importantes para idosos não foram analisadas a partir dos testes escolhidos para avaliação da aptidão funcional neste estudo, tais como o equilíbrio e a flexibilidade (GARBER et al., 2011).

Por fim, embora os benefícios da prática do exercício físico pela população idosa sejam amplamente conhecidos e divulgados, aproximadamente 2/3 dessa população não atende as recomendações apontadas pelos especialistas, em virtude da falta de interesse, falta de tempo ou por estarem com a saúde debilitada, principalmente, por apresentarem dores articulares frequentes ou doenças crônico-degenerativas (MOSCHNY et al., 2011). Nesses quadros clínicos, a eficácia do TR tem sido comprovada, sobretudo, em idosos (FRAGALA et al., 2019). Os nossos resultados suportam a recomendação do TR para mulheres idosas, tanto normotensas quanto hipertensas.

Tais achados servem de referência na tomada de decisão dos Profissionais de Educação Física no momento da prescrição de TR para a população do presente estudo.

## **8 CONCLUSÃO**

Os resultados do nosso estudo confirmaram que o TR é uma estratégia efetiva para combater os efeitos deletérios do envelhecimento. O programa de TR empregado promoveu melhoria da aptidão funcional, aumento de força, MME e do ângulo de fase, bem como redução da gordura corporal, além de permitir as participantes desfrutarem de um estilo de vida mais ativo, independentemente de serem ou não hipertensas. Adicionalmente, as hipertensas tiveram, ainda, uma importante redução, sobretudo, nos valores de PAS, bem como nas concentrações de glicose e LDL-c.

## REFERÊNCIAS

AAGAARD, P. et al. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 20, n. 1, p. 49-64, fev. 2010.

AJEIGBE, O. F. et al. Relieving the tension in hypertension: food-drug interactions and anti-hypertensive mechanisms of food bioactive compounds. **Journal of Food Biochemistry**, v. 45, n. 3, p. e13317, mar. 2021.

ALIQUE, M. et al. LDL biochemical modifications: a link between atherosclerosis and aging. **Food and Nutrition Research**, v. 59, n. 1, p. 1–8, dez. 2015.

AMARANTE DO NASCIMENTO, M. et al. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1636–1642, jun. 2013.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Physical activity, physical fitness, and hypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 10, p. i-x, out.1993.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

ASHTON, R. E. et al. Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 6, p. 341-348, mar. 2020.

BAIGENT, C. et al. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170,000 participants in 26 randomised trials. **Lancet**, v. 376, n. 9753, p. 1670-1681, nov. 2010.

BECHLIOULIS, A. et al. Menopause and hormone therapy: from vascular endothelial function to cardiovascular disease. **Hellenic Journal of Cardiology**, v. 50, n. 4, p. 303–315, jul-ago. 2009.

BEN ALI, S. et al. Postmenopausal hypertension, abdominal obesity, apolipoprotein and insulin resistance. **Clinical and Experimental Hypertension**, v. 38, n. 4, p. 370-374, maio. 2016.

BEZERRA, A. et al. Effects of aerobic and strength exercise on the lipid profile of its practitioners: a systematic review. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 18, n. 4, p. 399-411, 2013.

BIOMARKERS DEFINITIONS WORKING GROUP. Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. **Clinical Pharmacology and Therapeutics**, v. 69, n. 3, p. 89-95, mar. 2001.

BLOOM, D. E. 7 Billion and counting. **Science**, v. 333, n. 6042, p. 562–569, jul. 2011.

BOTERO, J. P. et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 53, n. 3, p. 289–294, jun. 2013.

BRADY, A. O.; STRAIGHT, C. R.; EVANS, E. M. Body composition, muscle capacity, and physical function in older adults: an integrated conceptual model. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 22, n. 3, p. 441–452, jul. 2014.

BREEN, L.; PHILLIPS, S. M. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. **Nutrition & Metabolism**, v. 8, p. 68, out. 2011.

BROWN, W. J. et al. Physical activity and all-cause mortality in older women and men. **British Journal of Sports Medicine**, v. 46, n. 9, p. 664-668, set. 2012.

BRYAN, N. S.; GRISHAM, M. B. Methods to detect nitric oxide and its metabolites in biological samples. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 43, n. 5, p. 645-657, abr. 2007.

BUFFA, R. et al. Body composition variations in ageing. **Collegium Antropologicum**, v. 35, n. 1, p. 259–265, mar. 2011.

CABELLO-VERRUGIO, C. et al. Renin-angiotensin system: an old player with novel functions in skeletal muscle. **Medicinal Research Reviews**, v. 35, n. 3, p. 437-463, maio. 2015.

CADORE, E. L. et al. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and Disease**, v. 5, n. 3, p. 183–195, jun. 2014.

CARNEIRO, N. H. et al. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 10, p. 531-538, mar. 2015.

CARTER, J. R. et al. Strength training reduces arterial blood pressure but not sympathetic neural activity in young normotensive subjects. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 6, p. 2212-2216, jun. 2003.

CASTELLI, W. P.; ABBOTT, R. D.; MCNAMARA, P. M. Summary estimates of cholesterol used to predict coronary heart disease. **Circulation**, v. 67, n. 4, p. 730-734, abr. 1983.

CAVALCANTE, E. F. et al. Effects of different resistance training frequencies on fat in overweight/obese older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 527-534, 2018.

CHARLTON, K. et al. Lean body mass associated with upper body strength in healthy older adults while higher body fat limits lower extremity performance and endurance. **Nutrients**, v. 7, n. 9, p. 7126-7142, set. 2015.

CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510–1530, jul. 2009.

CHOW, C. K. et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries. **The Journal of American Medical Association**, v. 310, n. 9, p. 959-968, set. 2013.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia  $\neq$  dynapenia. **The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 63, n. 8, p. 829-834, ago. 2008.

COLLINS, R. et al. Blood pressure, stroke, and coronary heart disease: part 2, Short-term reductions in blood pressure: overview of randomized drug trials in their epidemiological context. **The Lancet**, v. 335, n. 8693, p. 827-838, abr. 1990.

CONCEIÇÃO, M. et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 8, n. 1, p. 1221–1228, set. 2013.

CONONIE, C. C. et al. Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-year-old men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 23, n. 4, p. 505-511, abr. 1991.

CORLEY, J. et al. Dietary factors and biomarkers of systemic inflammation in older people: the Lothian Birth Cohort 1936. **British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 7, p. 1088-1098, out. 2015.

CORNELISSEN, V. A.; FAGARD, R. H. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Hypertension**, v. 23, n. 2, p. 251-259, fev. 2005.

CORTEZ-COOPER, M. Y. et al. Effects of high intensity resistance training on arterial stiffness and wave reflection in women. **American Journal of Hypertension**, v. 18, n. 7, p. 930-934, jul. 2005.

COSTA, E. F. A.; PORTO, C. C.; SOARES, A. T. Envelhecimento populacional brasileiro e o aprendizado de geriatria e gerontologia. **Revista UFGO**, v. 5, n. 2, p. 7-10, 2003.

COURTRIGHT, S. H. et al. A meta-analysis of sex differences in physical ability: revised estimates and strategies for reducing differences in selection contexts. **The Journal of Applied Psychology**, v. 98, n. 4, p. 623-641, jun. 2013.

CUNHA, P. M. et al. Comparison of low and high volume of resistance training on body fat and blood biomarkers in untrained older women: a randomized clinical trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 1, p. 1-8, 2021.

CUNHA, P. M. et al. Improvement of cellular health indicators and muscle quality in older women with different resistance training volumes. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 24, p. 2843-2848, dez. 2018.

CUNHA, P. M. et al. Resistance training performed with single and multiple sets induces similar improvements in muscular strength, muscle mass, muscle quality, and IGF-1 in older women: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 4, p. 1008-1016, abr. 2020.

CUNHA, P. M. et al. Resistance training performed with single-set is sufficient to reduce cardiovascular risk factors in untrained older women: The randomized clinical trial. Active Aging Longitudinal Study. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 81, p. 171-175, mar-abr. 2019.

DANGOTT, B.; SCHULTZ, E.; MOZDZIAK, P. E. Dietary creatine monohydrate supplementation increases satellite cell mitotic activity during compensatory hypertrophy. **International Journal of Sports Medicine**, v. 21, n.1, p. 13-16, 2000.

DE CARVALHO, J. A.; RODRÍGUEZ-WONG, L. L. The changing age distribution of the Brazilian population in the first half of the 21st century. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 3, p. 597-605, mar. 2008.

DI BARI, M. et al. Antihypertensive medications and differences in muscle mass in older persons: the Health, Aging and Body Composition Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 52, n.6, p. 961-966, jun. 2004.

DIB, M. M. et al. Effects of three resistance exercise orders on muscular function and body composition in older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 14, p. 1024-1031, dez. 2020.

DICKINSON, H. O. et al. Lifestyle interventions to reduce raised blood pressure: a systematic review of randomized controlled trials. **Journal of Hypertension**, v. 24, n. 2, p. 215-233, fev. 2006.

DONATO, A. J. et al. Cellular and molecular biology of aging endothelial cells **Journal of Molecular and Cellular Cardiology**, v. 89, n. Pt B, p. 122-135, dez. 2015.

DOS SANTOS, L. et al. Effects of modified pyramid system on muscular strength and hypertrophy in older women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 8, p. 613-618, jul. 2018.

DOS SANTOS, L. et al. Effects of pyramid resistance-training system with different repetition zones on cardiovascular risk factors in older women: a randomized controlled trial. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 17, p. 6115, ago. 2020.

DOS SANTOS, L. et al. Effects of resistance training with different pyramid systems on bioimpedance vector patterns, body composition, and cellular health in older women: A randomized controlled trial. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6658, ago. 2020b.



DOS SANTOS, L. et al. Changes in phase angle and body composition induced by resistance training in older women. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 12, p. 1408-1413, dez. 2016.

DOS SANTOS, L. et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 4, p. 488-494, maio. 2017.

ENSRUD, K. E. Epidemiology of fracture risk with advancing age. **The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 68, n. 10, p. 1236–1242, out. 2013.

EVANS, W. J. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 4, p. 1123S-1127S, abr. 2010.

FALUDI, A. A. et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 2 Supl 1, p. 1-76, jul. 2017.

FARINATTI, P. et al. Postexercise hypotension due to resistance exercise is not mediated by autonomic control: a systematic review and meta-analysis. **Autonomic Neuroscience: basic and clinical**, v. 234, p. 102825, mai. 2021.

FARINATTI, P. T. V. **Envelhecimento**: promoção da saúde e exercício. Barueri: Manole; 2008. 499 p.

FERNANDES, L. V. et al. Prevalence of sarcopenia according to EWGSOP1 and EWGSOP2 in older adults and their associations with unfavorable health outcomes: a systematic review. **Aging Clinical and Experimental Research**, ahead of print, ago. 2021.

FERRY, M. Strategies for ensuring good hydration in the elderly. **Nutrition Reviews**, v. 63, n. 6 pt 2, p. S22-S29, jun. 2005.

FIATARONE, M. A. et al. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. **JAMA**, v. 263, n. 22, p. 3029-3034, jun. 1990.

FIGUEIREDO, M. L.; TYRRELL, M. A. The (in)visible gender of third age in nursing knowledge. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 58, n. 2, p. 330-334, mai-jun. 2005.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 4.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2017. 472 p.

FLORENCE, C. S. et al. Medical Costs of Fatal and Nonfatal Falls in Older Adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 66, n. 4, p. 693-698, abr. 2018.

FONSECA, M. H. et al. The adipose tissue as a regulatory center of the metabolism. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 216-229, abr. 2006.

FORBES, S. C.; LITTLE, J. P.; CANDOW, D. G. Exercise and nutritional interventions for improving aging muscle health. **Endocrine**, v. 42, n. 1, p. 29-38, ago. 2012.

FRAGALA, M. S. et al. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. **Experimental Gerontology**, v. 53, n. 1, p. 1–6, mai. 2014.

FRAGALA, M. S. et al. Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019-2052, ago. 2019.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, n. 6, p. 499–502, jun. 1972.

FRIES, A. T.; PEREIRA, D. C. Teorias do envelhecimento humano. **Revista Coentexto e Saúde**, v. 10, n. 20, p. 507-514, jan. 2011.

FUKUDA, D. H. et al. Effects of resistance training on classic and specific bioelectrical impedance vector analysis in elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 74, p. 9-12, fev. 2016.

GALVAN, E.; ARENTSON-LANTZ, E.; LAMON, S. et al. Protecting skeletal muscle with protein and amino acid during periods of disuse. **Nutrients**, v. 8, n. 7, p. E404, jul. 2016.

GAO, S. K. et al. Suboptimal nutritional intake for hypertension control in 4 ethnic groups. **Archives of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, p. 702-707, abr. 2009.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, jul. 2011.

GEIB, L. T. Social determinants of health in the elderly. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 1, p. 123-133, jan. 2012.

GERAGE, A. M. et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 9, p. 806-813, set. 2013.

GERAGE, A. M. et al. Effect of 16-week weight training over blood pressure in normotensive and non-trained women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 6, p. 361-365, dez. 2007.

GLEI, D. A. et al. Age-related changes in biomarkers: longitudinal data from a population-based sample. **Research on Aging**, v. 33, n. 3, p. 312-326, maio. 2011.

GOMES, M. A. et al. Side effects reported by patients taking a coaptopril/hydrochlorothiazide association. **Revista da Sociedade de Cardiologia do**

**Estado do Rio de Janeiro**, v. 22, n. 5, p. 303-308, set-out. 2009.

GOODPASTER, B. H. et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 61, n. 10, p. 1059–1064, out. 2006.

GORDON, B. A. et al. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 83, n. 2, p. 157-175, fev. 2009.

GORDON, C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Ed). **Antropometric Standardization Reference Manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 3–8.

GUIMARÃES, L. H. C. T. et al. Avaliação da capacidade funcional de idosos em tratamento fisioterapêutico. **Revista Neurociências**, v. 12, n. 3, p. 130–133, set. 2004.

GURALNIK, J. M. et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. **Journal of Gerontology**, v. 2, n. 49, p. 85-94, mar. 1994.

HERROD, P. J. et al. Exercise and other nonpharmacological strategies to reduce blood pressure in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Society of Hypertension**, v. 12, n. 4, p. 248-267, fev. 2018.

HIROSE, H. et al. Effects of aging on visceral and subcutaneous fat areas and on homeostasis model assessment of insulin resistance and insulin secretion capacity in a comprehensive health checkup. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, v. 23, n. 2, p. 207-215, fev. 2016.

HUGHES, V. A. et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. **The Journals of Gerontology, Series**

**A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 56, n. 5, p. 209-217, maio. 2001.

HUNTER GR, et al. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3, p. 977-984, mar. 2000.

HURLEY, B. F. Age, gender, and muscular strength. **The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 50, n. *suppl*, p. 41–44, nov. 1995.

ILICH, J. Z. et al. Interrelationship among muscle, fat, and bone: connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. **Ageing Research Reviews**, v. 15, n. 1, p. 51-60, jan. 2014.

INABA, Y. et al. The long-term effects of progressive resistance training on health-related quality in older adults. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 27, n. 2, p. 57-61, mar. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeção da população do Brasil por sexo e idade: 2000-2060**. 2017. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao\\_da\\_populacao/2017/default\\_tab.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2017/default_tab.shtm)>. Acesso em: 16 fev. 2022.

IZDEBSKA, E. et al. Effects of moderate physical training on blood pressure variability and hemodynamic pattern in mildly hypertensive subjects. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 55, n. 4, p. 713-724, dez. 2004.

JANKOWSKI, C. M. et al. Relative contributions of adiposity and muscularity to physical function in community-dwelling older adults. **Obesity**, v. 16, n. 5, p. 1039-1044, maio. 2008.

JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 81-88, jul. 2000.

JONES, N. L. et al. Life course approaches to the causes of health disparities. **American Journal of Public Health**, v. 109, n. S1, p. S48-S55, jan. 2019.

JURA, M.; KOZAK, L. P. Obesity and related consequences to ageing. **Age**, v. 38, n. 1, p. 23-40, fev. 2016.

KASSIANO W, et al. Does resistance training promote enough strength increases to move weak older women to better strength categories? **Experimental Gerontology**, v. 149, p. 111322, jul. 2021.

KELLER, K.; ENGELHARDT, M. Strength and muscle mass loss with aging process. Age and strength loss. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v. 3, n. 4, p. 346–350, fev. 2014.

KIM, H. J.; LEE, J. S.; KIM, C. K. Effect of exercise training on muscle glucose transporter 4 protein and intramuscular lipid content in elderly men with impaired glucose tolerance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 3, p. 353-358, dez. 2004.

KOOPMAN, R.; VAN LOON, L. J. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 6, p. 2040-2048, jun. 2009.

KREISBERG, R. A.; KASIM, S. Cholesterol metabolism and aging. **American Journal of Medicine**, v. 82, n. 1B, p. 54-60, jan. 1987.

KYLE, U. G. et al. Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects. **Clinical Nutrition**, v. 31, n. 6, p. 875-881, dez. 2012.

LACROIX, A. et al. Effects of supervised vs. unsupervised training programs on balance and muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 11, p. 2341–2361, nov. 2017.

LANE, J. M.; RUSSELL, L.; KHAN, S. N. Osteoporosis. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 372, p. 139-150, mar. 2000.

LEE, Y. The predictive value of self assessed general, physical, and mental health on functional decline and mortality in older adults. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 54, n. 2, p. 123–129, fev. 2000.

LIPSKY, M. S.; KING, M. Biological theories of aging. **Disease a Month**, v. 61, n. 11, p. 460-466, nov. 2015.

LIU, C.; LATHAM, N. K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 8, n. 3, p. CD002759, jul. 2009.

LIU, H. H.; LI, J. J. Aging and dyslipidemia: a review of potential mechanisms. **Ageing Research Reviews**, v. 19, n. 1, p. 43–52, jan. 2015.

MacDONALD, H. V. et al. Dynamic resistance training as stand-alone antihypertensive lifestyle therapy: a meta-analysis. **Journal of American Heart Association**, v. 5, n. 10, p. e003231, set. 2016.

MANCIA, G. et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society. **Journal of Hypertension**, v. 23, n. 1, p. 2159–2219, jul. 2013.

MANINI, T. M.; CLARK, B. C. Dynapenia and aging: an update. **The Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 67, n. 1, p. 28–40, jan. 2012.

MANKOWSKI, R. T.; ANTON, S. D.; AUBERTIN-LEHEUDRE, M. The role of muscle mass, muscle quality, and body composition in risk for the metabolic syndrome and functional decline in older adults. **Current Translational Geriatrics & Experimental Gerontology Reports**, v. 4, p. 221-228, abr. 2015.

MANN, S.; BEEDIE, C.; JIMENEZ, A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. **Sports Medicine**, v. 44, n. 2, p. 211-221, fev. 2014.

MARCOS, A. et al. Physical activity, hydration and health. **Nutricion Hospitalaria**, v. 29, n. 6, p. 1224–1239, jun. 2014.

MARKOFSKI, M. M. et al. Effect of age on basal muscle protein synthesis and mTORC1 signaling in a large cohort of young and older men and women. **Experimental Gerontology**, v. 65, p. 1-7, maio. 2015.

MAZZULLA, M.; SAWAN, S. A.; PACKER, J. E. et al. A muscle-centric view of dietary protein quality. **Agro Food Industry Hi Tech**, v. 26, n. 2, p. 20-23, mar. 2015.

MCPHAIL, S. M. Multimorbidity in chronic disease: impact on health care resources and costs. **Risk Management and Healthcare Policy**, v. 9, n. 1, p. 143–156, jul. 2016.

MESSIER, V. et al. Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. **Maturitas**, v. 68, n. 4, p. 331–336, abr. 2011.

MILJKOVIC, N. et al. Aging of skeletal muscle fibers. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 39, n. 2, p. 155–62, abr. 2015.

MIRANDA, G. M.; MENDES, A. C.; DA SILVA, A. L. Population aging in Brazil: current and future social challenges and consequences. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, n. 3, p. 507-519, mai. 2016.

MITCHELL, W. K. et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. **Frontiers in Physiology**, v. 3, n. 1, p. 260-291, jul. 2012.



MIYACHI, M. et al. Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance. a randomized intervention study. **Circulation**, v. 110, n. 18, p. 2858-2863, nov. 2004.

MOSCHNY, A. et al. Barriers to physical activity in older adults in Germany: a cross-sectional study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 121, p. 1-10, nov. 2011.

NABUCO, H. C. et al. Effects of higher habitual protein intake on resistance-training-induced changes in body composition and muscular strength in untrained older women: A clinical trial study. **Nutrition and Health**, v. 25, n. 22, p. 103-112, jun. 2019.

NASCIMENTO, M. A. et al. Effect of resistance training with different frequencies and subsequent detraining on muscle mass and appendicular lean soft tissue, IGF-1, and testosterone in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 19, n. 2, p. 199-207, mar. 2019.

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. **The Lancet**, v. 390, n. 10113, p. 2627–2642, dez. 2017.

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. **The Lancet**, v. 398, n. 10304, p. 957–980, set. 2021.

NORMAN, K. et al. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. **Clinical Nutrition**, v. 31, n. 6, p. 854-861, dez. 2012.

NOVOTNY, S. A.; WARREN, G. L.; HAMRICK, M. W. Aging and the muscle-bone relationship. **Physiology**, v. 30, n. 1, p. 8–16, jan. 2015.

NUNES, J. P. et al. Improvements in phase angle are related with muscle quality index after resistance training in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 27, n. 4, p. 515-520, ago. 2019.

NUNES, J. P. et al. Responsiveness to muscle mass gain following 12 and 24 weeks of resistance training in older women. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 33, n. 4, p. 1071-1078, abr. 2021.

ODDEN, M. C. et al. The impact of the aging population on coronary heart disease in the United States. **The American Journal of Medicine**, v. 124, n. 9, p. 827-833.e5, set. 2011.

OHKAWARA, K. et al. A dose response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. **International Journal of Obesity**, v. 31, n. 12, p. 1786-1797, dez. 2007.

OLIVEIRA, B. H. D. Sobre a saúde e qualidade de vida no envelhecimento. **Textos sobre Envelhecimento**, v. 8, n. 1, p. 37-44, jun. 2005.

ONDER, G. et al. Relation between use of angiotensin-converting enzyme inhibitors and muscle strength and physical function in older women: an observational study. **The Lancet**, v. 359, n. 9310, p. 926-930, mar. 2002.

PADILHA, C. S. et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. **Age (Dordr)**, v. 37, n. 5, p. 104, out. 2015.

PAFFENBARGER, R. S. et al. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. **American Journal of Epidemiology**, v. 117, n. 3, p. 245-257, mar. 1983.

PAL, S.; ELLIS, V. Acute effects of whey protein isolate on blood pressure, vascular function and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. **British Journal of Nutrition**, v. 105, n. 10, p. 1512-1519, maio. 2011.

PALMER, R. M.; FERRIGE, A. G.; MONCADA, S. Nitric oxide release accounts for the biological activity of endothelium-derived relaxing factor. **Nature**, v. 327, n. 6122, p. 524-526, jun. 1987.

PAPA, E. V.; DONG, X.; HASSAN, M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. **Clinical Interventions in Aging**, v. 12, n. 1, p. 955–961, jun. 2017.

PARAHYBA, M. I.; VERAS, R.; MELZER, D. Disability among elderly women in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v.39, n.3, p. 383-391, jun. 2005.

PEAKE, J. et al. Aging and its effects on inflammation in skeletal muscle at rest and following exercise-induced muscle injury. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 298, n.6, p. R1485-R1495, jun. 2010.

PESCATELLO, L. S. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 3, p. 533-553, mar. 2004.

PIERS, L. S. et al. Is there evidence for an age-related reduction in metabolic rate? **Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 6, p. 2196-204, 1998.

PINA, F. L. et al. Similar effects of 24 weeks of resistance training performed with different frequencies on muscle strength, muscle mass, and muscle quality in older women. **International Journal of Exercise Science**, v. 12, n. 6, p. 623-636, mai. 2019.

QUEIROZ, A. C.; KANEGUSUKU, H.; FORJAZ, C. L. Effects of resistance training on blood pressure in the elderly. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n.1, p. 135-140, jul. 2010.

RAKOBOWCHUK, M. et al. Endothelial function of young healthy males following whole body resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 6, p. 2185-2190, jun. 2005.

RAMOS, L. R. Determinant factors for healthy aging among senior citizens in a large city: the Epidoso Project in São Paulo. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 3, p. 793–797, jun. 2003.

REAVEN, P. D.; BARR-CONNOR, E.; EDELSTEIN, S. Relation between leisure-time physical activity and blood pressure in older women. **Circulation**, v. 83, n. 2, p. 559-565, fev. 1991.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of different resistance training systems on muscular strength and hypertrophy in resistance-trained older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 2, p. 545-553, fev. 2018a.

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. **Age (Dordr)**, v. 37, n. 6, p. 109, dez. 2015a.

RIBEIRO, A. 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, out. 2017a.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of single set resistance training with different frequencies on a cellular health indicator in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 26, n. 4, p. 537-543, out. 2018b.

RIBEIRO, A. S. et al. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 7, p. 1888–1896, jul. 2017b.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training in older women: comparison of single vs.

multiple sets on muscle strength and body composition. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 53–60, jan. 2015b.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training prescription with different load-management methods improves phase angle in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 913–921, ago. 2017c.

RIBEIRO, A. 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, n. 1, p. 8–15, jun. 2016.

RIBEIRO, A. S. et al. Effect of resistance training intensity on blood pressure in older women. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 29, n. 2, p. 225-232, set. 2020a.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training improves a cellular health parameter in obese older women: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 10, p. 2996-3002, 2020b.

RIBEIRO, J. M.; FLORÊNCIO, L. P. Bloqueio farmacológico do sistema renina-angiotensina-aldosterona: inibição da enzima de conversão e antagonismo do receptor AT<sub>1</sub>. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 7, n. 3, p. 293-302, jul-set. 2000.

ROCHA, F. L. et al. Correlation between indicators of abdominal obesity and serum lipids in the elderly. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 59, n. 1, p. 48-55, fev. 2013.

RODRIGUES, I. G. et al. Osteoporosis self-reported in the elderly: a population-based survey in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 19, n. 2, p. 294–306, jun. 2016.

SACKS, F. M.; CAMPOS H. Dietary therapy in hypertension. **New England Journal of Medicine**, v. 362, n. 22, p. 2102-2112, jun. 2010.

SANTARÉM, J. M. **Musculação em todas as idades**. Barueri: Manole, 2012. 200 p.

SANTOS, L. et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 4, p. 488–494, jan. 2017.

SANTOS, S. L.; TURRA, C. M.; NORONHA, K. Population aging and health spending: an analysis of intergenerational and intragenerational transfers in the Brazilian private health care plans. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 35, n. 2 p. e0062, 2018.

SARDINHA, L. B. et al. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, n. 4, p. 786-793, out. 1998.

SCHUBERT, C. M. et al. Lipids, lipoproteins, lifestyle, adiposity and fat-free mass during middle age: the Fels Longitudinal Study. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 2, p. 251-260, fev. 2006.

SHAAP, L. A.; KOSTER, A.; VISSER, M. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. **Epidemiology Reviews**, v. 35, n. 1, p. 51-65, jan. 2013.

SHUBERT, T. E. et al. Are scores on balance screening tests associated with mobility in older adults? **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 29, n. 1, p. 35–39, fev. 2006.

SOARES, F. H.; DE SOUSA, M. B. Different types of physical activity on inflammatory biomarkers in women with or without metabolic disorders: a systematic review. **Women Health**, v. 53, n.3, p. 298-316, abr. 2013.

SOUZA, M. F. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: a randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in**

**Sports**, v. 27, n. 11, p. 1308-1316, nov. 2017.

STANCEL, N. et al. Reviews interplay between CRP , atherogenic LDL , and LOX-1 and its potential role in the pathogenesis of atherosclerosis. **Clinical Chemistry**, v. 62, n. 2, p. 320-327, fev. 2016.

STEFFEN, T. M.; HACKER, T. A.; MOLLINGER, L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, Berg balance scale, timed up & go test, and gait speeds. **Physical Therapy**, v. 82, n. 2, p. 128-137, fev. 2002.

STOBAUS, N. et al. Determinants of bioelectrical phase angle in disease. **British Journal of Nutrition**, v. 107, n. 8, p. 1217-1220, abr. 2012.

STRASSER, B.; SCHOBERSBERGER, W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. **Journal of Obesity**, v. 2011, p. 482564, ago. 2011.

TALEB-BELKADI, O. et al. Lipid profile, inflammation, and oxidative status in peri- and postmenopausal women. **Gynecological Endocrinology**, v. 32, n. 12, p. 982–985, dez. 2016.

TAN, Y.Y.; GAST, G. C.; VAN DER SCHOUW, Y. T. Gender differences in risk factors for coronary heart disease. **Maturitas**, v. 65, n. 2, p. 149-160, fev. 2010.

TARANTINO, U et al. Sarcopenia and fragility fractures: molecular and clinical evidence of the bone-muscle interaction. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 97, n. 5, p. 429-237, mar. 2015.

TOMELERI, C. M. et al. Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 290-299, fev. 2017.

TOMELERI, C. M. et al. Influence of resistance training exercise order on muscle strength, hypertrophy, and anabolic hormones in older women: a randomized

controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 11, p. 3103-3109, nov. 2020.

TOMELERI, C. 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, abr. 2018.

TOMELERI, C. M. et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: a randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 84, n. 1, p. 80–87, nov. 2016.

TRAN, J. et al. Activation of endothelial nitric oxide (eNOS) occurs through different membrane domains in endothelial cells. **PLoS One**, v. 11, n. 3, p. e0151556, mar. 2016.

UUSI-RASI, K. et al. Maintenance of body weight, physical activity and calcium intake helps preserve bone mass in elderly women. **Osteoporosis International**, v. 12, n. 5, p. 373-379, maio. 2001.

VAN EENOO, L. et al. Substantial between-country differences in organising community care for older people in Europe – a review. **The European Journal of Public Health**, v. 26, n. 2, p. 213–219, abr. 2016.

VIANNA, L. C., OLIVEIRA, R. B., ARAÚJO, C. G. Age-related decline in hand grip strength differs according to gender. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n.4, p. 1310-1314, abr. 2007.

VINCENT, K. R. et al. Strength training and hemodynamic responses to exercise. **The American Journal of Geriatric and Cardiology**, v. 12, n. 2, p. 97-106, mar-abr. 2003.

VISSER, M.; SCHAAP, L. A. Consequences of sarcopenia. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 27, n. 3, p. 387–399, ago. 2011.

WAJCHENBERG, B. L. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. **Endocrine Reviews**, v. 21, n. 6, p. 697-738, dez. 2000.



WALTER, M. Interrelationships among HDL metabolism, aging, and atherosclerosis. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, v. 29, n. 9, p. 1244-1250, set. 2009.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, jul-ago. 2012.

WILEY, R. L. et al. Isometric exercise training lowers resting blood pressure. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 7, p. 749-754, jul. 1992.

WILLIAMS, M. A. et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association council on clinical cardiology and council on nutrition, physical activity, and metabolism. **Circulation**, v. 116, n. 5, p. 572–584, jul. 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Ageing and health**. Genebra, 2015. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en/>>. Acesso em: 4 jan. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Ageing and health**. Genebra, 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

WRIGHT, N. C. et al. The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass in the United States based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine. **Journal of Bone Mineral Research**, v. 29, n. 11, p. 2520-2526, nov. 2014.

XU, J. et al. Effects of exercise on bone status in female subjects, from young girls to postmenopausal women: an overview of systematic reviews and meta-analyses. **Sports Medicine**, v. 46, n. 8, p. 1165-1182, ago. 2016.

YOSHIZAWA, M. et al. Effect of 12 weeks of moderate-intensity resistance training on arterial stiffness: a randomized controlled trial in women aged 32-59. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 8, p. 615-618, ago. 2009.

ZAKYNTHINOS, E.; PAPPA, N. Inflammatory biomarkers in coronary artery disease. **Journal of Cardiology**, v. 53, n. 3, p. 317–333, jun. 2009.

ZASLAVSKY, C.; GUS, I. The elderly. Heart disease and comorbidities. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 79, n. 6, p. 635-639, dez. 2002.

## APÊNDICES

### Apêndice A: Termo de consentimento

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

*"Efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido em mulheres idosas treinadas"*



Prezada Senhora,

Gostaríamos de convidá-la a participar da pesquisa **"Efeito de quatro ordens de execução dos exercícios em programa de treinamento resistido em mulheres idosas treinadas"** a ser realizada no município de Londrina/PR. O objetivo desta pesquisa será analisar o efeito de um programa de treinamento com pesos sobre parâmetros morfológicos, metabólicos, cognitivos e de desempenho de mulheres idosas.

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

(1) Programa de treinamento com pesos com duração de 50 semanas; (2) Preenchimento de questionários sobre prática de atividades físicas, hábitos alimentares e fumo; (3) Medidas de peso, estatura e pressão arterial/frequência cardíaca em repouso; (4) Avaliação da composição corporal pelos métodos de impedância bioelétrica (teste com duração de 30s: deitado em um colchonete, dois pequenos eletrodos serão colocados na mão e pé direito e transmitirão uma pequena corrente elétrica que indicará a quantidade de água [procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco]), DEXA (teste com duração de aproximadamente sete minutos: deitado em uma mesa no próprio equipamento, sem portar qualquer tipo de objeto metálico, vestindo apenas roupas). O equipamento fará um escaneamento do corpo todo para determinação da massa livre de gordura (procedimento indolor e sem qualquer tipo de risco); (5) Coleta de sangue venoso em jejum de 12 h feito por um técnico capacitado e habilitado para a avaliação de indicadores metabólicos; (7) Avaliação da aptidão neuromuscular pelos testes isométrico e isocinético (no dinamômetro Biodex), e de uma repetição máxima (teste realizado em três exercícios para os segmentos de membros superiores, inferiores e tronco, que consiste na realização de três tentativas com o objetivo de levantar a maior quantidade de peso possível em apenas uma repetição para determinação da força muscular máxima); (8) Avaliação de funções cognitivas. (9) Avaliação biomecânica da marcha. (10) Eletroencefalografia.

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

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

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode contatar o coordenador do grupo de pesquisa, Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino, no Laboratório de Metabolismo, Nutrição e Exercício, localizado no Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, pelo telefone (43) 3371-4772 / 99139-4509 ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, na Rodovia Celso Garcia Cid, km 380 – Campus Universitário, telefone (43) 3371-4000. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue a você.

  
 \_\_\_\_\_  
 Edilson Serpeloni Cyrino

Londrina, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Eu, \_\_\_\_\_ (nome por extenso do  
 sujeito de pesquisa), portadora do RG: \_\_\_\_\_ tendo sido devidamente  
 esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita  
 acima.  
 Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/2019

## Apêndice B: Recordatório Alimentar

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

## ANEXOS

## Anexo A: Comitê de ética

UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINAPARANÁ  
GOVERNO DO ESTADOHOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
DIRETORIA SUPERINTENDENTE  
PARECER Nº429  
PROCESSO 9544.2019.84

Ao Pesquisador

João Pedro Alves Nunes

Considerando o Projeto de Pesquisa com o título: **"EFEITO DE QUATRO ORDENS DE EXECUÇÃO DOS EXERCÍCIOS EM PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL, FORÇA MUSCULAR, CAPACIDADE FUNCIONAL, BIOMARCADORES SANGUÍNEOS E COGNIÇÃO EM MULHERES IDOSAS TREINADAS"** apresentado a esse Hospital Universitário, estando vinculado ao Programa de Pós-graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina;

Considerando o parecer favorável apresentado nas instâncias administrativas que envolvem a realização do estudo.

Informamos que o nosso **parecer é favorável** à realização do projeto acima nominado, resguardando-se o atendimento da legislação vigente.

Atendendo a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde o projeto deverá ser analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEL (CEP/UEL) para posterior operacionalização.

Conforme **Ofício Circular da Diretoria Superintendente do HU nº 214/2015**, a cópia do parecer de aprovação do CEP/UEL deverá ser apresentado à Chefia e/ou Gerente das unidades envolvidas antes do início da coleta de dados.

Solicitamos que, tão logo o Comitê de Ética emita parecer, essa Diretoria Superintendente seja notificada, para os procedimentos cabíveis relacionados à documentação da pesquisa.

Solicitamos também que, uma vez realizado o estudo, uma cópia seja apresentada a esta Diretoria, para ciência e divulgação.

Em 01/08/2019

  
Erfa. Ma. Vivian Blazon El Reda Feijó  
Diretora Superintendente

---

Comissão de Avaliação de Projetos de Pesquisa Científica (CAPPC) do HU  
Fone: (43)3371-2301