



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA UFOP
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



EMERSON DA SILVA LEÃO

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL COM ANGIOTENSINA-(1-7) ASSOCIADA
AO TREINAMENTO FÍSICO DOMICILIAR SOBRE AS FUNÇÕES
FISIOLÓGICAS E METABÓLICAS EM IDOSOS**

OURO PRETO

2026

EMERSON DA SILVA LEÃO

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO ORAL COM ANGIOTENSINA-(1-7) ASSOCIADA
AO TREINAMENTO FÍSICO DOMICILIAR SOBRE AS FUNÇÕES
FISIOLÓGICAS E METABÓLICAS EM IDOSOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Seminário de Trabalho de Conclusão de Curso (EFD356), do curso de Educação Física – Bacharelado, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientadora: Prof^a. M.Sc. Cristina Maria de Oliveira Trindade

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Lenice Kappes Becker

OURO PRETO

2026

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

L437e Leao, Emerson da Silva.

Efeito da suplementação oral com angiotensina-(1-7) associada ao treinamento físico domiciliar sobre as funções fisiológicas e metabólicas em idosos. [manuscrito] / Emerson da Silva Leao. - 2026.

60 f.: il.: tab.. + Fluxograma. + Delineamento Experimental.

Orientadora: Ma. Cristina Maria de Oliveira Trindade.

Coorientadora: Profa. Dra. Lenice Kappes Becker Oliveira.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Educação Física. Graduação em Educação Física .

1. Sarcopenia. 2. Angiotensina-(1-7). 3. Idosos. 4. Pressão Arterial. 5. Metabolismo Glicêmico. 6. Exercício. I. Trindade, Cristina Maria de Oliveira. II. Oliveira, Lenice Kappes Becker. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 796.015

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE EDUCACAO FISICA
DEPARTAMENTO DE EDUCACAO FISICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Emerson da Silva Leão

Efeito da Suplementação Oral com Angiotensina-(1-7) associada ao Treinamento Físico Domiciliar sobre as funções Fisiológicas e Metabólicas em Idosos.

Monografia apresentada ao Curso de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física

Aprovada em 26 de junho de 2026

Membros da banca

Mestre - Cristina Maria de Oliveira Trindade - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutora - Lenice Kappes Becker - Coorientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Mestre - Vinícius Camael Mapa Silva - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutor - Paulo Ernesto Antonelli - Universidade Federal de Ouro Preto

Cristina Maria de Oliveira Trindade - Orientadora e Lenice Kappes Becker - Coorientadora do trabalho aprovaram a versão final e autorizaram seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 20/07/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Lenice Kappes Becker Oliveira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/07/2026, às 20:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1143360** e o código CRC **6AF09E4B**.

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo àqueles que vieram antes de mim, que, mesmo antes de eu saber, já trilhavam caminhos e construíam possibilidades para que eu pudesse chegar até aqui. Um salve à ancestralidade, aos orixás e às entidades que me fortalecem e me acompanham nessa caminhada.

Agradeço aos meus pais, Rosemary e Darli, que, diante de tantos desafios, criaram a mim e aos meus irmãos com coragem, transmitindo valores imensuráveis como caráter, respeito e honestidade. Amo vocês e sou profundamente grato por tudo. Se hoje cheguei até aqui, foi também por pensar em vocês em muitos momentos e buscar caminhos para transformar, de alguma maneira, a minha e a nossa realidade.

Agradeço às minhas irmãs e aos meus irmãos, Ana Caroliny, Pâmela, Darli J e Welbert, por serem apoio e presença nessa trajetória. Amo vocês, e o mesmo sucesso que desejo para mim, desejo para cada um de vocês.

Agradeço aos meus amigos de vida, que foram alicerce, acolhimento e força nos momentos difíceis. Vocês foram essenciais para que eu permanecesse firme nessa caminhada: Paloma, Bruna, Thayane, Nayara, Michael, Thayanne C, Carolina, Breno, Hyago, Lizandra, Niddy, Taynara L e Stefane. Um agradecimento especial à Roberta, que, em um momento delicado, com uma atitude simples e de coração, tornou possível que eu continuasse até aqui. E um agradecimento ao Studio BW, Bruno e Ana Luíza por me incentivarem e acreditarem no meu trabalho, vocês são profissionais de referência.

Agradeço ao período da Educação Física 21.1. Vocês são pessoas pelas quais tenho muito carinho, admiração e certeza de que são profissionais incríveis. Em especial, Ana Vitória, Cínthia, Daniel, Maria Cecília, Malu, Lucas Batista, João Lacerda, Lucas Barbosa, Sechel, Paulo e Emerson.

Agradeço imensamente ao Laboratório de Fisiologia do Exercício, especialmente à professora Dra. Lenice, por me ajudar a encontrar uma linha de atuação dentro da Educação Física com a qual me identifico e sou apaixonado. Agradeço aos demais professores que fizeram parte dessa jornada e contribuíram para minha formação, aos professores Emerson Cruz e Kelerson Mauro em especial pela contribuição nessa caminhada. À minha orientadora Cristina, agradeço a parceria, paciência, aprendizado e por me acompanhar nesta etapa final, assim como à Raiane por também fazer parte desse processo.

Agradeço à Universidade Federal de Ouro Preto pelo ensino público, gratuito e de qualidade.

Hoje, um homem negro, gay, cotista e periférico conclui sua formação em uma importante e renomada universidade federal, carregando consigo não apenas uma conquista individual, mas também a história daqueles que vieram antes de mim e daqueles que caminham comigo.

*“Povoada. Quem falou que eu ando só
Nessa terra, nesse chão de meu Deus,
Sou uma, mas não sou só...”*

– Sued Nunes

RESUMO

A sarcopenia é uma condição caracterizada pela perda progressiva de massa, força e função musculares associada ao envelhecimento, estando relacionada a acometimentos danosos aos indivíduos, capaz de gerar impacto em fatores envolvidos na qualidade de vida. Nesse contexto, o exercício físico tem sido considerado uma das principais estratégias não farmacológicas para sua prevenção e tratamento. Evidências recentes sugerem que a Angiotensina-(1-7) (Ang-1-7), peptídeo pertencente ao eixo contra regulatório clássico do sistema renina-angiotensina, pode exercer efeitos benéficos sobre o músculo esquelético, parâmetros fisiológicos e metabólicos. O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da suplementação oral com (Ang-1-7), associada ao treinamento físico domiciliar, sobre as funções fisiológicas e metabólicas em idosos, como a pressão arterial, glicemia capilar e glicose em jejum. Trata-se de um ensaio clínico randomizado, *crossover*, duplo cego e realizado com 14 idosos ($80,14 \pm 6,69$ anos). A intervenção foi precedida por um período de familiarização com os exercícios e realização do teste de 10 repetições máximas (10RM) para determinação das cargas de treinamento. Os participantes realizaram duas condições experimentais de 15 dias cada, separadas por um período de *washout* de sete dias, durante os quais receberam suplementação com angiotensina-(1-7) ou placebo associada a um programa de exercícios físicos domiciliares. Foram avaliados parâmetros fisiológicos relacionados à pressão arterial, e metabólicos avaliando glicemia capilar e glicose em jejum após cada período de intervenção. Os resultados demonstram ausência de diferenças estatisticamente significativas entre as condições basal, placebo e (Ang-1-7) para todos os parâmetros avaliados. Conclui-se que a suplementação oral com (Ang-1-7), associada ao exercício físico domiciliar não promoveu alterações significativas nos parâmetros cardiovasculares e glicêmicos avaliados em idosos. Entretanto, os resultados contribuem para o entendimento dos efeitos fisiológicos e metabólicos desse peptídeo nessa população e reforçam a necessidade de estudos com maior duração e tamanho amostral.

Palavras-chaves: Sarcopenia; Angiotensina-(1-7); Exercício físico domiciliar; Idosos; Metabolismo glicêmico; Pressão arterial.

ABSTRACT

Sarcopenia is a condition characterized by the progressive loss of muscle mass, strength, and function associated with aging, and is related to harmful effects on individuals, capable of impacting factors involved in quality of life. In this context, physical exercise has been considered one of the main non-pharmacological strategies for its prevention and treatment. Recent evidence suggests that Angiotensin-(1-7) (Ang-1-7), a peptide belonging to the classic counter-regulatory axis of the renin-angiotensin system, may exert beneficial effects on skeletal muscle, physiological and metabolic parameters. This study aimed to analyze the effects of oral supplementation with (Ang-1-7), associated with home-based physical training, on physiological and metabolic functions in elderly individuals, such as blood pressure, capillary blood glucose, and fasting glucose. This is a randomized, crossover, double-blind clinical trial conducted with 14 elderly individuals (80.14 ± 6.69 years). The intervention was preceded by a period of familiarization with the exercises and performance of the 10-repetition maximum (10RM) test to determine training loads. Participants underwent two experimental conditions of 15 days each, separated by a seven-day washout period, during which they received supplementation with angiotensin-(1-7) or placebo associated with a home-based physical exercise program. Physiological parameters related to blood pressure and metabolic parameters, evaluating capillary blood glucose and fasting glucose, were assessed after each intervention period. The results demonstrate no statistically significant differences between the baseline, placebo, and (Ang-1-7) conditions for all parameters evaluated. It is concluded that oral supplementation with (Ang-1-7), associated with home-based physical exercise, did not promote significant changes in the cardiovascular and glycemic parameters evaluated in elderly individuals. However, the results contribute to the understanding of the physiological and metabolic effects of this peptide in this population and reinforce the need for studies with longer duration and larger sample sizes.

Keywords: Sarcopenia; Angiotensin-(1-7); Home exercise; Elderly; Glucose metabolism; Blood pressure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Fluxograma do delineamento experimental	26
Figura 2 - Delineamento do estudo crossover: avaliação nos diferentes períodos experimentais	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização da amostra	33
Tabela 2 - Indicadores utilizados para a classificação da sarcopenia provável, segundo os critérios do EWGSOP2.....	33
Tabela 3 - Pressão arterial sistólica e diastólica nas condições experimentais	34
Tabela 4 - Frequência cardíaca de repouso nas condições experimentais	35
Tabela 5 - Glicemia capilar nas condições experimentais	35
Tabela 6 - Glicose em jejum nas condições experimentais	35

LISTA DE ABREVIATURAS DE SIGLAS

ANG-(1-7)	Angiotensina-(1-7)
AT1R	Receptor de Angiotensina II tipo 1
AT2R	Receptor de Angiotensina II tipo 2
BIA	Balança de Bioimpedância
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CC	Circunferência Panturrilha
DEXA	Absorciometria por Dupla Emissão de Raios X
DM2	Diabete Mellitus tipo 2
ECA	Enzima Conversora de Angiotensina
ECA2	Enzima Conversora de Angiotensina 2
EWGSOP2	Grupos de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Pessoas Idosas 2
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HP β -CD	Hidroxipropil- β -Ciclodextrina
ICAD	Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda Descompensada
LABFE	Laboratório de Fisiologia do Exercício
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PCR	Parada Cardiorrespiratória
ReBEC	Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos
RM	Repetições Máximas
SARC-F	Questionário de Triagem
SPPB	Bateria Curta de Desempenho Físico
SRA	Sistema Renina Angiotensina Aldosterona
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TUG	Timed Up and Go
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Sarcopenia: definição, impacto e critérios de diagnóstico.....	17
2.2	Identificação Sarcopenia.....	18
2.3	Alterações fisiológicas e metabólicas na sarcopenia	19
2.4	Exercício como intervenção da sarcopenia	20
2.5	Sistema renina-angiotensina e o papel da angiotensina-(1-7) no músculo esquelético	22
2.6	Papel da angiotensina-(1-7) na pressão arterial e glicose	22
3	OBJETIVOS	25
3.1	Objetivo geral.....	25
3.2	Objetivos específicos	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1	Desenho do estudo.....	26
4.2	Amostra	26
4.3	Critérios de inclusão	27
4.4	Critérios de exclusão	27
4.5	Suplementação	27
4.6	Procedimentos experimentais.....	28
4.7	Avaliações.....	28
4.7.1	Bioimpedância	28
4.7.2	Identificação da sarcopenia	28
4.7.3	Força de preensão palmar.....	29
4.7.4	Teste de Sentar e Levantar	29
4.7.5	<i>Timed Up and Go</i> (TUG)	29
4.7.6	Aferição da pressão arterial.....	30

4.7.7 Aferição da frequência cardíaca	30
4.7.8 Medida de glicemia capilar	30
4.7.9 Coleta de sangue	30
4.8 Protocolo de Treinamento	31
4.8.1 Familiarização e 10RM	31
4.8.2 Treinamento	31
4.8.3 Intervenção	31
4.9 Análise estatística	32
5 RESULTADOS	33
5.1 Caracterização da amostra	33
5.2 Caracterização da sarcopenia	33
5.3 Pressão arterial	34
5.4 Frequência cardíaca	34
5.5 Glicose capilar	35
5.6 Glicose de jejum	35
6 DISCUSSÃO	37
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
7.1 Limitações	40
7.2 Perspectivas futuras	40
7.3 Relatório de atividades desenvolvidas	40
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	46
APÊNDICE B – ANAMNESE	49
APÊNDICE C – CARTILHA DE EXERCÍCIOS DOMICILIAR	51
ANEXO A - QUESTIONÁRIO SARC-F + CC	59

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento humano é um processo biológico complexo e multifatorial, caracterizado pelo acúmulo progressivo de alterações celulares e moleculares que comprometem a capacidade dos sistemas fisiológicos de manter a homeostase e responder aos desafios do organismo (López-Otín *et al.*, 2023).

A sarcopenia, de acordo com o Grupo de Trabalho Europeu sobre Sarcopenia em Pessoas Idosas 2 (EWGSOP2), é caracterizada como um distúrbio progressivo e generalizado do músculo esquelético, associado ao aumento do risco de quedas, fraturas, incapacidade funcional e mortalidade (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019). Além disso, a sarcopenia, como uma doença crônica não transmissível, apresenta impacto significativo sobre os sistemas de saúde em decorrência do aumento da demanda assistencial, hospitalizações e custos relacionados aos cuidados a longo prazo (Moreira *et al.*, 2017; Sayer *et al.*, 2024). Moreira e colaboradores (2017) enfatizaram que no Brasil, a sarcopenia também pode afetar diversas áreas sociais e gerar custos significativos para o Sistema de Saúde, e que indivíduos idosos, não treinados, com doenças crônicas não transmissíveis, elevam as despesas em casos de internações (Moreira *et al.*, 2017).

O tratamento da sarcopenia é multifatorial (Papadopoulou *et al.*, 2021) e vem sendo amplamente recomendadas abordagens terapêuticas não medicamentosas no seu tratamento, destacando-se duas abordagens comprovadamente eficientes que são a prática regular de exercícios físicos e a suplementação alimentar (Costa *et al.*, 2021; Papadopoulou *et al.*, 2021). O treinamento resistido tem sido apontado como uma das principais estratégias não farmacológicas para prevenção e tratamento da sarcopenia, contribuindo para melhora da força muscular, desempenho funcional e aspectos relacionados à qualidade de vida de idosos (Sayer *et al.*, 2024). Dentre essas estratégias, o exercício físico destaca-se por também promover adaptações positivas no sistema cardiovascular e no metabolismo energético, com efeitos diretos na diminuição dos níveis de pressão arterial em idosos hipertensos, sendo também favorável na redução de outros fatores de riscos associados a doenças (Kazeminia, 2020). No controle glicêmico, aumenta a captação de glicose pelo músculo esquelético, especialmente por meio da regulação do transportador GLUT4, contribuindo para a melhora da regulação glicêmica (Kazeminia, 2020; Kemerich, 2022; Mcgee; Hargreaves, 2024; Saedi, 2022;).

A população idosa pode ser amplamente beneficiada pelos efeitos promovidos pela prática regular de exercício físico, especialmente no que se refere à manutenção da

funcionalidade e autonomia. Nesse contexto, o exercício físico domiciliar tem se destacado como uma estratégia acessível e viável para idosos, favorecendo maior adesão à prática regular, sobretudo em indivíduos com limitações de deslocamento ou menor acesso a centros especializados. Além de contribuir para o controle e prevenção de doenças crônicas, essa abordagem apresenta efeitos positivos sobre aspectos físicos, funcionais e sociais relacionados ao envelhecimento saudável (Solis-Navarro *et al.*, 2022; Trindade *et al.*, 2026). Durante o período de isolamento social imposto pela pandemia da COVID-19, o treinamento físico domiciliar ganhou ainda mais relevância, sendo amplamente utilizado como alternativa para minimizar os efeitos do sedentarismo e da redução do convívio social sobre a saúde física e mental da população idosa (Júnior *et al.*, 2022). Além disso, Trindade e colaboradores (2026) destacaram que protocolos domiciliares de exercício físico podem representar uma estratégia segura e potencialmente eficaz para idosos com comprometimento funcional, especialmente quando associados a intervenções complementares voltadas à melhora do desempenho muscular e metabólico.

O sistema renina-angiotensina possui efeitos sobre o músculo esquelético, e tem sido discutido na literatura científica suas ações a partir da distinção entre o eixo clássico (ECA/Ang II/AT1R) e o eixo contra regulatório (ECA2/Ang-(1-7)/Mas) (Santos *et al.*, 2017). Nesse contexto, a Ang-(1-7), principal peptídeo do eixo contra regulatório, tem sido associada a efeitos benéficos sobre o músculo esquelético, incluindo melhora da regeneração muscular, redução da fibrose, preservação da massa muscular e atenuação da atrofia esquelética (Cabello-Verrugio *et al.*, 2015; Valero-Breton *et al.*, 2023).

Embora estudos prévios tenham demonstrado efeitos benéficos do exercício físico domiciliar em idosos com sarcopenia, assim como potenciais efeitos da Ang-(1-7) sobre o músculo esquelético e parâmetros metabólicos, ainda são limitadas as investigações clínicas que associam a suplementação oral com Ang-(1-7) a protocolos de treinamento físico domiciliar nessa população. Dessa forma, torna-se relevante investigar estratégias terapêuticas acessíveis e seguras que possam contribuir para melhora funcional, muscular e fisiológica de indivíduos idosos.

O presente estudo investigou os efeitos da suplementação oral com angiotensina-(1-7), associada ao exercício físico domiciliar, sobre parâmetros fisiológicos, pressão arterial e frequência cardíaca, e metabólica glicemia capilar e glicose em jejum em idosos. Além de avaliar possíveis alterações cardiovasculares e metabólicas, buscou-se compreender o potencial

dessa intervenção, considerando a relevância de estratégias terapêuticas acessíveis e seguras para o envelhecimento humano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sarcopenia: definição, impacto e critérios de diagnóstico

O envelhecimento populacional tem sido associado a importantes alterações fisiológicas, especialmente no sistema musculoesquelético. Nesse contexto, Rosenberg (1997) em uma observação da saúde da população idosa, propôs o termo sarcopenia a partir das palavras gregas *sarx* = carne e *penia* = perda, descrevendo a redução progressiva da massa muscular relacionada ao envelhecimento (Rosenberg, 1997). A partir das observações iniciais propostas por Rosenberg (1997), a sarcopenia passou a ser amplamente relacionada à redução progressiva da massa muscular associada ao envelhecimento. Nesse contexto, Pícoli, Figueiredo e Patrizzi (2011) também destacaram a perda da massa muscular como um dos principais fatores envolvidos no desenvolvimento da sarcopenia, associando essa redução ao comprometimento da função muscular, incluindo força, potência e resistência.

Entretanto, as evidências mais recentes demonstram que a redução da força muscular apresenta maior relevância clínica do que a perda isolada de massa muscular, sendo atualmente considerada o principal parâmetro para identificação da sarcopenia (Cruz-Jentoft *et al.* 2019). De maneira semelhante ao EWGSOP2, consensos internacionais mais recentes reforçam que a força muscular e o desempenho físico apresentam maior relevância funcional e prognóstica para o diagnóstico da sarcopenia do que a massa muscular isoladamente (Cruz-Jentoft *et al.* 2019; Huang *et al.*, 2025; Kirk *et al.*, 2024; Sayer *et al.*, 2024).

Para triagem e avaliação clínica, o consenso EWGSOP2 recomenda inicialmente testes de força muscular, como a força de preensão palmar por dinamometria e o teste de sentar e levantar da cadeira. A confirmação diagnóstica ocorre por meio da identificação de baixa quantidade ou qualidade muscular, enquanto o baixo desempenho físico, frequentemente avaliado por testes funcionais como o *Timed Up and Go* (TUG), caracteriza a sarcopenia grave (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019).

Além das alterações musculares, a sarcopenia está relacionada a impactos deletérios aos idosos, como o aumento do risco de quedas, fraturas, incapacidade funcional, hospitalização e mortalidade (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019; Sayer *et al.*, 2024; Yeung *et al.*, 2019). Essas alterações comprometem diretamente a autonomia e aspectos relacionados à qualidade de vida da população idosa, tornando a sarcopenia em relevante problema de saúde pública associado ao envelhecimento.

Outro aspecto relevante se refere à qualidade muscular, atualmente considerada componente importante da função muscular e do processo sarcopênico. Segundo Cruz-Jentoft e colaboradores (2019) a qualidade muscular envolve aspectos micro e macroscópicos da arquitetura e composição muscular, influenciando diretamente a capacidade funcional e o desempenho físico em idosos. Dessa forma, massa muscular, qualidade muscular e força apresentam relação direta com a funcionalidade do músculo esquelético.

Desse modo, observa-se que o diagnóstico da sarcopenia passou por importante evolução nos últimos anos, deixando de considerar exclusivamente a redução da massa muscular e incorporando parâmetros relacionados à força e ao desempenho físico. Nesse contexto, testes como a força de preensão palmar, os testes de sentar e levantar e TUGT Test tem sido amplamente utilizados na prática clínica e em pesquisas científicas por apresentarem importante relação com a funcionalidade, mobilidade e risco de incapacidade em idosos.

2.2 Identificação Sarcopenia

O rastreio para identificação de sarcopenia utiliza métodos validados e amplamente empregados tanto na prática clínica quanto em pesquisas científicas. Entre os métodos disponíveis, alguns apresentam maior custo e dificuldade de acesso, enquanto outros se destacam pela praticidade, aplicabilidade clínica e boa confiabilidade. Nesse contexto, a força de preensão palmar avaliada por dinamômetro Jamar® tem sido amplamente utilizada, sendo considerado “padrão-ouro” quanto a avaliação de força muscular em idosos.

De acordo com o EWGSOP2 (2019), o questionário SARC-F pode ser utilizado como ferramenta inicial de rastreio para identificação de indivíduos com provável sarcopenia. Após essa triagem inicial, o consenso recomenda a utilização de testes de força muscular, principalmente teste de força de preensão palmar ou teste de sentar e levantar da cadeira, como principais métodos para identificação da provável sarcopenia. A confirmação ocorre por meio da avaliação da quantidade ou qualidade muscular, utilizando métodos como a BIA, absorciometria por dupla emissão de raios X (DEXA), tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassonografia muscular (Cruz-Jentoft et al., 2019). Além disso, medidas de desempenho físico, como velocidade de marcha, *Short Physical Performance Battery* (SPPB), TUG e teste de caminhada de 400 metros auxiliam na classificação da gravidade da condição e na identificação de maior risco funcional nessa população (Cruz-Jentoft et al., 2019; Kirk et al., 2024).

Beaudart e colaboradores (2019) também recomendam a utilização de testes aplicáveis à população idosa para avaliação da função muscular e do desempenho físico, destacando principalmente os testes de força muscular e funcionalidade. Entre os métodos sugeridos pelos autores, estes se destacam devido à sua confiabilidade, facilidade de aplicação e baixo custo operacional, a força de preensão manual por dinamometria com pontos de cortes inferiores a 27 kg para homens e 16 kg para mulheres, o teste de sentar e levantar da cadeira em tempo superior a 15 segundos, a velocidade de marcha em quatro metros com ponto de corte $\leq 0,8$ m/s, o SPPB com escore ≤ 8 pontos e TUG teste com valores ≥ 20 segundos (Beaudart *et al.*, 2019; Cruz-Jentoft *et al.*, 2019; Park and Shin, 2024). Os autores ainda destacam que alterações identificadas nesses testes devem ser complementadas por avaliações relacionadas à quantidade e qualidade muscular, contribuindo para melhor identificação e classificação da sarcopenia.

Heymsfield e colaboradores (2015) ressaltam que além da utilização e progresso na quantificação da massa muscular esquelética, a qualidade muscular também vem sendo considerada um importante componente na compreensão da relação entre massa muscular e função física em indivíduos com risco de desenvolver sarcopenia. Entre os métodos mais utilizados, a DEXA é considerada uma das principais referências para avaliação da massa muscular, enquanto a bioimpedância elétrica (BIA) apresenta ampla aplicabilidade clínica e científica por ser um método acessível, rápido e não invasivo para estimativa da composição corporal, massa muscular esquelética e qualidade da massa muscular (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019; Heymsfield *et al.*, 2015; Hortobágyi *et al.*, 2023; Nassar *et al.*, 2024).

2.3 Alterações fisiológicas e metabólicas na sarcopenia

Alterações decorrentes do envelhecimento da musculatura esquelética podem comprometer diferentes processos fisiológicos e metabólicos do organismo. Essas modificações afetam a capacidade de manutenção da homeostase e podem contribuir para o surgimento de diversas condições associadas ao envelhecimento.

Pierine, Nicola e Oliveira (2009) destacam que o desenvolvimento da sarcopenia está relacionado ao desequilíbrio entre processos anabólicos e catabólicos do músculo esquelético. Esse cenário favorece o aumento de mediadores inflamatórios que contribuem para a perda progressiva de massa e função muscular.

Shou, Chen e Xiao (2020) descrevem que diversas alterações associadas ao envelhecimento muscular contribuem para o desenvolvimento da resistência à insulina. Sua

relação está associada à deficiência na função mitocondrial, acúmulos e aumento de substâncias nocivas ao metabolismo, impacto negativo na função muscular, aumento de ativação do sistema renina-angiotensina (SRA), sarcopenia, dentre outros.

Corroborando esses achados, Liu e Zhu (2023) descrevem a relação entre sarcopenia e resistência a insulina como um processo multifatorial e complexo, envolvendo a interação entre diferentes vias moleculares, fatores genéticos e condições ambientais. Os autores ressaltam que fatores como idade, sexo e nível de atividade física influenciam diretamente essa interação, não sendo possível atribuir sua origem a um único mecanismo isolado.

Em um estudo de meta análise sobre a correlação de sarcopenia e doenças cardiovasculares (DCV) associadas, Zuo e colaboradores (2023) identificaram alta correlação da sarcopenia com insuficiência cardíaca crônica e aguda descompensada (ICAD), parada cardiorrespiratória (PCR) e insuficiência cardíaca congestiva, quando comparados com a população geral. Os autores destacam que ambas as condições compartilham mecanismos fisiopatológicos semelhantes, como inflamação crônica de baixo grau, estresse oxidativo, resistência à insulina e redução na capacidade funcional. Além disso, reforçam a prática regular de exercício físico como estratégia importante para minimizar os impactos clínicos dessas doenças. Ressaltam ainda o aumento do envelhecimento mundial ser um fato importante para identificar os riscos e agir como forma de prevenção das doenças, que impactam além da saúde aspectos sociais e econômicos.

2.4 Exercício como intervenção da sarcopenia

Dentre as estratégias propostas para a prevenção e tratamento da sarcopenia, o exercício físico tem sido amplamente reconhecido como uma das intervenções mais eficazes. Seus benefícios vão além da preservação da massa e da função muscular, contribuindo também para a manutenção da saúde cardiovascular e metabólica, aspectos frequentemente comprometidos durante o envelhecimento.

Em uma meta-análise, Lu e colaboradores (2021), observaram que diferentes modalidades de exercício físico, especialmente o treinamento resistido, promovem melhorias significativas em desfechos relacionados à sarcopenia quando comparadas a grupo controle. Parâmetros como força de preensão manual, e teste de desempenho físico, *Timed Up and Go* (TUG) também apresentou melhoras nos resultados após intervenção. Revisão recente conduzida por Nasso e colaboradores (2024) reforça que o exercício físico permanece como a

principal estratégia terapêutica para o manejo da sarcopenia, sobretudo diante da ausência de tratamentos farmacológicos específicos com eficácia consolidada. De forma semelhante, Hurtse e colaboradores (2022) demonstraram que programas de treinamento resistido, quando adequadamente prescritos e supervisionados, promovem ganhos consistentes de força, funcionalidade e desempenho físico em idosos.

O exercício físico domiciliar já apresentou em estudos anteriores benefícios para a população idosa, demonstrando melhora nos testes de força de preensão manual, teste de sentar e levantar e TUGT (Júnior *et al.*, 2022; Trindade *et al.*, 2026), melhoras na marcha, equilíbrio, força e mobilidade (Costa; Ferreira; Bento, 2023). Seus benefícios são apresentados em diferentes contextos, como na melhora de condições associadas à idade, melhora da qualidade do sono, estilo de vida, doenças como sarcopenia, fragilidade, incapacidade, hospitalização e doenças crônicas (Júnior *et al.*, 2022; Trindade *et al.*, 2026).

Além dos benefícios funcionais, o exercício físico desencadeia uma série de adaptações celulares e moleculares. Evidências demonstram que a prática regular de exercício físico, induz a redução de níveis de pressão arterial de indivíduos hipertensos (Kazeminia *et al.*, 2020; Kemerich; Neto, 2022; Trindade *et al.*, 2022). Segundo Kemerich e Neto (2022) a hipertensão arterial sistêmica (HAS) associada a indivíduos idosos, está presente em 34% dos indivíduos com idade acima de 60 anos. Ainda correlaciona, que a partir do avanço da idade estar relacionado a alterações estruturais e funcionais do sistema cardiovascular. E recomenda o exercício físico como meio de possibilitar modificações nas características do diâmetro das paredes arteriais e gerar impacto na pressão durante e após a prática de exercício físico. A contração muscular estimula diferentes vias de sinalização intracelular, promovendo alterações metabólicas capazes de favorecer a manutenção da massa muscular, a síntese proteica e a homeostase energética. Entre essas adaptações destaca-se a maior translocação do transportador de glicose GLUT-4 para a membrana celular. Esse mecanismo favorece a captação de glicose pelo músculo esquelético independentemente da ação da insulina, contribuindo para o controle glicêmico e para a redução da resistência insulínica (McGee; Hargreaves, 2024).

Apesar dos benefícios amplamente reconhecidos, a adesão ao exercício físico ainda representa um desafio para muitos idosos. Barreiras como dificuldades de deslocamento, limitações financeiras, dependência de terceiros e acesso restrito a centros especializados podem dificultar a participação em programas presenciais. Nesse cenário, o exercício físico domiciliar surge como uma alternativa viável, acessível e potencialmente eficaz para ampliar a adesão e favorecer a manutenção de um estilo de vida fisicamente ativo (Trindade *et al.*, 2026).

2.5 Sistema renina-angiotensina e o papel da angiotensina-(1-7) no músculo esquelético

O sistema renina-angiotensina (SRA) é atualmente compreendido a partir da interação entre dois eixos fisiologicamente distintos e funcionalmente complementares: o eixo clássico e o eixo alternativo ou contra regulatório. O equilíbrio entre essas vias é fundamental para a manutenção da homeostase tecidual, uma vez que os efeitos biológicos observados dependem da predominância da ativação de cada eixo. Por um lado, o eixo clássico possui via envolvendo, renina, ECA, angiotensina I, angiotensina II, aldosterona e seus receptores, está relacionada com a atividade de ação final eventos que induzem atividade fibrótica. O eixo alternativo, além da angiotensina-(1-7), alamandina, e seus receptores AT2R e MAS, tendo a Ang-(1-7) como principal efetor da via, esta via tem ações importantes como a atividade contra regulatória do eixo clássico, age em atividade para mitigar e prevenir fibrose. Dessa forma, o desequilíbrio entre esses dois eixos, caracterizado pela predominância do eixo clássico sobre o eixo protetor ACE2/Ang-(1-7)/Mas, tem sido associado ao desenvolvimento e progressão de diversas doenças cardiovasculares, metabólicas e musculoesqueléticas (Al-Qudah; Hale; Czubryt, 2020).

Em revisão realizada por Valeri-Breton e colaboradores (2023), foram descritos efeitos benéficos da Ang-(1-7) sobre a regeneração muscular. Os autores observaram melhora da atividade de células envolvidas no reparo tecidual, além de aumento do número e do tamanho das fibras musculares em modelos experimentais submetidos à lesão muscular e tratados com o peptídeo. Esses achados reforçam a participação da Ang-(1-7) nos mecanismos de manutenção, recuperação e regeneração do músculo esquelético.

A prática regular e orientada de exercícios físicos induz micro danos musculares, que são expressos a partir de agentes envolvidos neste fenômeno de rompimento da fibra, ocasionando em uma sucessão de atividades para o reparo deste estado. Nesse contexto, Becker e colaboradores (2018) demonstram que a administração oral de Ang-(1-7) foi capaz de atenuar os efeitos decorrentes do dano muscular induzido por exercício excêntrico. Além disso, os participantes apresentaram menor percepção de dor muscular após a sessão de treinamento, sugerindo potencial efeito protetor e modulador do processo de recuperação muscular.

2.6 Papel da angiotensina-(1-7) na pressão arterial e glicose

A angiotensina-(1-7), como principal peptídeo do eixo ACE2/Ang-(1-7)/Mas, exerce importantes efeitos protetores em diferentes tecidos e sistemas como já demonstrado e seus efeitos se estendem também sobre a pressão arterial e melhora do metabolismo glicêmico. Por meio do seu receptor Mas, a Ang-(1-7) apresenta papel promissor no controle e regulação dos eventos associados à pressão arterial. Sua expressão é encontrada em diversos sistemas do corpo humano, como coração, rins, cérebro e sistema cardiovascular. Em situações caracterizadas pela hiperativação do eixo clássico ACE/Ang II/AT1R, a Ang-(1-7) atua de forma contra regulatória, favorecendo a vasodilatação e contribuindo para a atenuação dos efeitos deletérios associados ao excesso de angiotensina II. Apesar de limitados os estudos sobre sua ação com humanos, há fortes evidências de seus efeitos em estudos realizados em animais (Medina; Arnold, 2019).

Corroborando esses achados, Santos e colaboradores (2017) descrevem o eixo ACE2/Ang-(1-7)/Mas como um importante sistema regulador da fisiologia humana, participando do equilíbrio entre processos associados à saúde e ao desenvolvimento de doenças. Exaltando sua atribuição terapêutica capaz de atuar em diferentes papéis neste sistema, tendo forte influência sobre sua relação doença x saúde.

Além dos efeitos cardiovasculares, a Ang-(1-7) tem sido amplamente investigada em condições relacionadas às alterações metabólicas. Em um estudo realizado com ratos alimentados com frutose, Marcus e colaboradores (2013) observou a ação no metabolismo daqueles tratados com Ang-(1-7), onde apresentaram menor peso corporal, menores níveis de glicose e triglicerídeos em jejum, menor nível de renina e aldosterona. Neste estudo também foi demonstrado que animais tratados com Ang-(1-7) apresentaram menores valores em teste de tolerância à glicose, quando comparados ao grupo controle, além de também apresentarem valores abaixo nos marcadores de inflamação após tratamento, sugerindo possível potencial do uso da Ang-(1-7) como meio de enfrentar a síndrome metabólica. De forma semelhante, Santos e Andrade (2014) destacam que os benefícios metabólicos da Ang-(1-7) podem estender à prevenção e ao tratamento de alterações relacionadas ao metabolismo glicídico e lipídico.

Cao e colaboradores (2014) apresentaram em um estudo, no qual o eixo enzima conversora de angiotensina 2 (ECA2)/Ang-(1-7)/Mas em maior ativação possui efeito favorável ao metabolismo da glicose, levantando que este peptídeo ocasiona indução de ativos de compatibilidade há glicose, apresentado melhora na resistência à insulina no fígado de ratos e possui papel contrapondo o estresse oxidativo. Em um estudo realizado com ratos diabéticos (Santos *et al.*, 2013) demonstrou que a administração oral com Ang-(1-7) foi capaz de melhorar componentes envolvidos no desenvolvimento de diabetes tipo 2, como o aumento da captação

e atenuação de glicose no sangue de ratos, induzindo melhor sinalização do receptor de insulina. Maior quantidade de Ang-(1-7) no sangue está relacionada com melhor restabelecimento dos níveis normais de glicose gerando menor hiperativação glicêmica e favorecimento da redução dos níveis de insulina em ratos com DM2.

Resultados semelhantes foram observados por Santos e colaboradores (2010) ao avaliar animais não doentes, encontrou resultados promissores na relação de ações a partir de maior nível circulante de Ang-(1-7), compactuando com estudos anteriores apresentou melhores valores nos níveis de tolerância a glicose e sensibilidade à insulina, redução nos níveis de lipídio e substâncias do tecido adiposo no sangue.

Em conjunto, as evidências disponíveis indicam que a angiotensina-(1-7) exerce importante participação na regulação cardiovascular, metabólica e muscular. Embora a maior parte dos estudos ainda seja proveniente de modelos experimentais, os resultados observados reforçam o potencial terapêutico desse peptídeo em condições associadas ao envelhecimento, às doenças cardiovasculares e às alterações metabólicas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar os efeitos da suplementação oral com angiotensina-(1-7), associada ao exercício físico domiciliar, sobre parâmetros fisiológicos e metabólicos em idosos.

3.2 Objetivos específicos

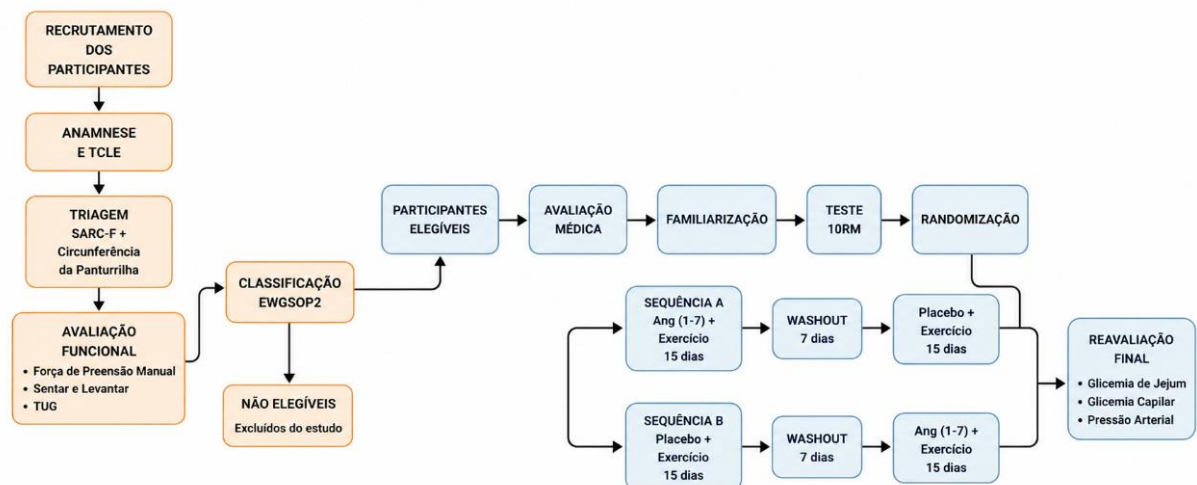
- Avaliar o efeito da suplementação com angiotensina-(1-7) associada ao exercício físico domiciliar, nas diferentes condições, em relação à pressão arterial em idosos.
- Avaliar o efeito da suplementação com angiotensina-(1-7) associada ao exercício físico domiciliar, nas diferentes condições, em relação aos níveis de glicemia capilar em idosos.
- Avaliar o efeito da suplementação com angiotensina-(1-7) associada ao exercício físico domiciliar, nas diferentes condições, em relação à glicose em jejum em idosos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, com delineamento crossover. A randomização foi realizada por meio de sequência aleatória simples, definindo a ordem de recebimento das intervenções (Ang-(1-7) ou placebo). Os indivíduos classificados com provável sarcopenia foram encaminhados para avaliação médica, familiarização dos exercícios e teste de 10 repetições máximas (10RM), sendo posteriormente submetidos às intervenções propostas. O delineamento experimental do estudo está apresentado na Figura 1.

Figura 1- Fluxograma do delineamento experimental



Legenda: Após anamnese e triagem para provável sarcopenia, os participantes elegíveis foram submetidos à avaliação funcional, avaliação médica, familiarização e teste de 10RM. Em seguida, realizaram duas fases de intervenção de 15 dias (Angiotensina-(1-7) ou placebo, associados ao exercício físico domiciliar), separadas por um período de washout de 7 dias, em delineamento crossover. As variáveis de desfecho avaliadas foram, pressão arterial, glicemia capilar e glicose em jejum.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

4.2 Amostra

A amostra foi composta por 14 idosos com idade igual ou superior a 65 anos residentes no município de Ouro Preto/MG. Todos os participantes foram previamente esclarecidos sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido –

TCLE (APÊNDICE A). A pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 70721523.60000.5150. O ensaio clínico encontra-se registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob o número RBR-5ky68sc.

4.3 Critérios de inclusão

Foram incluídos indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos, residentes no município de Ouro Preto/MG, classificados com provável sarcopenia conforme os critérios estabelecidos pelo EWGSOP2, capazes de realizar exercícios físicos de forma segura e independente, sem limitações físicas que impedissem a execução do protocolo proposto. Os participantes deveriam apresentar condições clínicas estáveis, sem diagnóstico de doenças cardiovasculares graves, e não serem portadores de marca-passo ou outras doenças que pudessem interferir na realização das avaliações e da intervenção.

4.4 Critérios de exclusão

Foram considerados critérios de exclusão a utilização, durante o período dos protocolos, de medicamentos anti-inflamatórios ou de outros fármacos com potencial para interferir nos resultados da pesquisa, bem como a não adesão ao protocolo de suplementação ou ao programa de exercícios físicos domiciliares.

4.5 Suplementação

A suplementação consistiu na administração oral de uma cápsula contendo angiotensina-1-7 na forma de complexo de inclusão com hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP β -CD-Ang-(1-7)), na dosagem de 1 mg, ou placebo (HP β -CD-Placebo). As cápsulas de Ang-(1-7) e placebo apresentavam características semelhantes quanto à cor, odor e aparência, garantindo o mascaramento das intervenções durante o estudo.

4.6 Procedimentos experimentais

No contato inicial, os participantes foram esclarecidos quanto aos objetivos e procedimentos da pesquisa e assinaram o TCLE. Em seguida, realizaram um exame eletrocardiográfico para rastreamento e exclusão de doenças cardíacas graves. Após a confirmação da elegibilidade, foi realizada uma anamnese (APÊNDICE B) para obtenção de informações clínicas e do estado geral de saúde dos participantes. Em seguida, foi aplicado o questionário SARC-F + CC (ANEXO A), incluindo a mensuração da circunferência da panturrilha com fita métrica. Nesta ocasião, foram aferidas pressão arterial e frequência cardíaca em repouso. Em seguida foram realizadas algumas avaliações.

4.7 Avaliações

Os participantes foram submetidos a avaliações de composição corporal, identificação de provável sarcopenia e medidas fisiológicas. Os procedimentos utilizados encontram-se descritos nos tópicos a seguir.

4.7.1 Bioimpedância

A composição corporal foi avaliada por meio de análise de bioimpedância elétrica (BIA), utilizando o equipamento InBody® 720. Os participantes foram agendados para avaliação no período da manhã e orientados a evitar o consumo de bebidas ou alimentos contendo cafeína, bem como realizar esvaziamento da bexiga antes do teste. Durante a avaliação, os participantes permaneceram descalços e posicionados em pé sobre a plataforma do equipamento, mantendo contato com os eletrodos plantares e palmares durante toda a avaliação.

4.7.2 Identificação da sarcopenia

A classificação da sarcopenia foi realizada considerando os critérios propostos pelo EWGSOP2. Para avaliação de força muscular foram considerados os pontos de corte para força de preensão palmar <27 kgf para homens e <16 kgf para mulheres. Teste Sentar e Levantar cinco vezes, considerando valores >15 segundos. Para avaliação da capacidade funcional foi

utilizado o *Timed Up and Go Test* (TUG), sendo considerado indicativo de severidade valores ≥ 20 segundos.

4.7.3 Força de preensão palmar

A força de preensão palmar foi avaliada por meio de um dinamômetro JAMAR®. Os participantes permaneceram sentados em uma cadeira, com os pés apoiados no solo e as costas apoiadas no encosto. Os participantes seguraram o dinamômetro com a mão dominante com o cotovelo flexionado a 90°. Após comando verbal do avaliador, os participantes realizaram a máxima contração voluntária durante cinco segundos. O processo foi repetido por três vezes, com intervalo de um minuto entre elas, sendo considerado para análise o maior valor obtido. O membro contralateral permaneceu em posição neutra apoiado sobre a coxa.

4.7.4 Teste de Sentar e Levantar

Para realização do teste, o voluntário foi orientado a ficar sentado em uma cadeira apoiada na parede, com os pés todos no chão e costas encostadas sobre o encosto da mesma, com os braços cruzados sobre o tórax. Ao sinal do avaliador, o participante levantava-se e sentava-se da cadeira cinco vezes seguidas, mantendo as posições iniciais e finais a cada movimento, enquanto o avaliador registra o tempo necessário para a execução do teste utilizando um cronômetro digital.

4.7.5 *Timed Up and Go* (TUG)

Para medição da capacidade funcional, foi utilizado o *Timed Up and Go Test* (TUG). Os participantes foram orientados a levantar-se da cadeira, com posição inicial como a do teste da cadeira, percorrer uma distância de 3 metros, virar, retornar e sentar-se novamente na cadeira como na posição inicial. O teste foi realizado uma única vez e o tempo foi cronometrado pelo avaliador.

4.7.6 Aferição da pressão arterial

A pressão arterial foi aferida por meio de esfigmomanômetro manual, com o indivíduo em repouso, sentado, com braço direito sobre uma superfície firme e posicionado na altura do coração, com a palma da mão voltada para cima, pernas descruzadas, pés apoiados no solo e costas apoiadas no encosto da cadeira. As avaliações foram realizadas na condição basal e ao final de cada período de intervenção, antes da sessão de exercícios físicos.

4.7.7 Aferição da frequência cardíaca

A frequência cardíaca foi aferida por meio de um relógio Polar Unite, colocado no pulso direito do indivíduo em repouso, sentado, com braço sobre as pernas. A avaliação foi realizada após o período de 3 minutos com ele sobre o pulso. A avaliação foi realizada na condição basal e ao final de cada período de intervenção, antes da sessão de exercícios físicos.

4.7.8 Medida de glicemia capilar

A glicemia capilar foi avaliada por meio de punção digital utilizando caneta lancetadora. Uma gota de sangue foi aplicada em uma fita reagente acoplada a um monitor de glicose para determinação dos níveis glicêmicos. As avaliações foram realizadas na condição basal e ao final de cada período de intervenção, antes da sessão de exercícios físicos.

4.7.9 Coleta de sangue

A coleta de sangue foi realizada por um profissional de saúde experiente em flebotomia, no período da manhã, com os voluntários em jejum de 8 horas. Para a realização da coleta sanguínea domiciliar, os materiais utilizados para punção venosa e acondicionamento das amostras foram previamente organizados e transportados em recipiente térmico contendo placas refrigeradas, a fim de manter a estabilidade e integridade biológica das amostras durante o transporte. Após a coleta, o material foi encaminhado ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (LABFE) da Universidade Federal de Ouro Preto, sendo mantido sob refrigeração até posterior processamento e análise. As coletas foram realizadas na condição basal e ao final de cada período de intervenção.

4.8 Protocolo de Treinamento

4.8.1 Familiarização e 10RM

Os voluntários realizaram a familiarização dos exercícios físicos domiciliares, no período de 14 dias, 2 semanas, foram realizadas 3 intervenções na semana. Após a familiarização, os voluntários realizaram teste de 10 repetições máximas (10RM) nos exercícios de extensão unilateral de joelho e rosca direta unilateral. A intensidade destes exercícios foi definida a partir do teste de 10 RM, considerando carga de 80% do teste de 10 RM.

4.8.2 Treinamento

O protocolo de treinamento consistiu na realização do total de 6 exercícios. Sendo realizados três vezes por semana, sendo 3 séries de 10 a 12 repetições cada exercício, com intervalos de 1 minuto entre eles. O treinamento incluiu os exercícios de agachamento livre ou sobre apoio de superfície devida limitação, flexão na parede, extensão superior de elástico à frente, extensão inferior de elástico posterior, extensão de joelho unilateral, rosca direta unilateral.

4.8.3 Intervenção

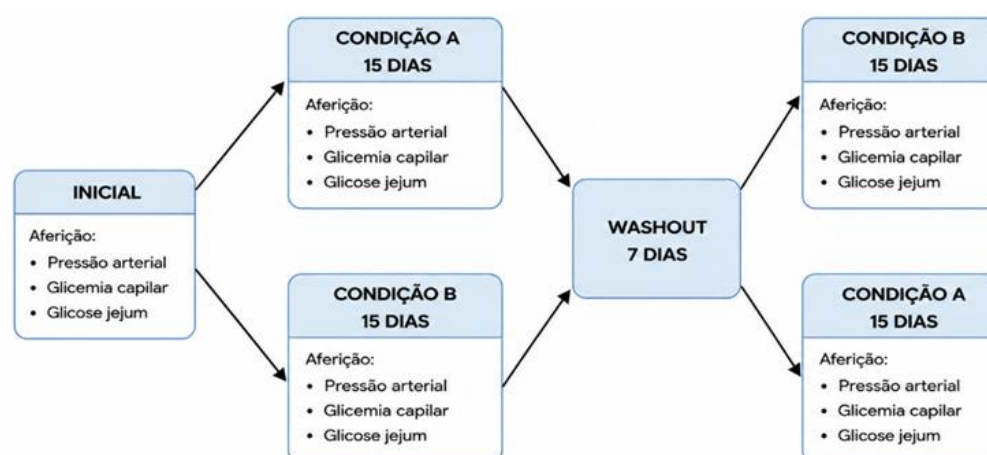
O protocolo foi realizado em dois períodos de intervenção de 15 dias, separados por um período *washout* de sete dias. Os participantes receberam recipientes contendo 15 cápsulas [HP β -CD-Ang-(1-7) ou placebo]. Datada a administração da primeira cápsula, iniciou também a intervenção de 15 dias de exercícios, totalizando três treinos por semana e ingestão oral diária. Os treinos foram realizados em dois dias na presença do pesquisador. Foi entregue uma cartilha dos exercícios impressa para os voluntários (APÊNDICE C), com imagens representativas dos exercícios realizados no dia do treino desacompanhado.

Após a realização de 15 dias de exercício e ingestão das cápsulas, foi aferida a pressão arterial e frequência cardíaca em repouso, e coleta de glicemia capilar. A partir do 15º dia foi estabelecido prazo de 48 horas para realizar a coleta de sangue em jejum no domicílio da primeira condição.

Após a primeira quinzena de intervenção houve uma semana *washout* com duração de 7 dias, nesta semana os voluntários não faziam uso de cápsula, mas mantiveram a realização dos exercícios nos mesmos protocolos. Após a semana *washout* iniciou a sequência da segunda etapa, entrega dos recipientes contendo 15 cápsulas [HP β -CD-Ang-(1-7) ou placebo] e mais 15 dias de exercícios. A segunda etapa manteve-se a intervenção de 15 dias de exercícios, totalizando três treinos por semana e ingestão das cápsulas diariamente. Os treinos foram realizados em dois dias na presença do pesquisador. Mantendo o uso da cartilha dos exercícios impressos para realização no dia desacompanhado.

Após a realização de mais 15 dias de exercício e ingestão das cápsulas, foi aferida a pressão arterial e frequência cardíaca em repouso, e coleta de glicemia capilar. A partir do 15º dia foi estabelecido prazo de 48 horas para realizar coleta de sangue em jejum no domicílio na segunda condição (FIGURA 2).

Figura 2 - Delineamento do estudo crossover: avaliação nos diferentes períodos experimentais



Legenda: Delineamento crossover do estudo e momentos de avaliação dos desfechos. Os participantes foram submetidos a duas condições experimentais de 15 dias, separadas por um período de *washout* de sete dias. As avaliações de pressão arterial, glicemia capilar e glicose em jejum foram realizadas no momento inicial e ao final de cada condição experimental.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

4.9 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Jamovi® versão 2.6 (The Jamovi Project, 2024). Os resultados foram expressos em média $\pm$ desvio-padrão (DP). A normalidade dos dados foi avaliada previamente e os testes estatísticos foram aplicados conforme a distribuição das variáveis. Para todas as análises, adotou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

Participaram do estudo 14 idosos, sendo 13 mulheres (92,2%) e um homem (7,1%). Entre os participantes, observou-se uso frequente de medicamentos anti-hipertensivos, hipolipemiantes e hipoglicemiantes, compatível com o perfil clínico da população idosa avaliada. As características antropométricas da amostra estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização da amostra

Variável	Média ± DP
Idade (anos)	80,14 ± 6,69
Estatura (m)	1,53 ± 0,04
Massa Corporal (kg)	67,82 ± 14,41
MME	19,40 ± 3,31
IMC	28,64 ± 6,56
Circunferência Panturrilha (cm)	33,44 ± 4,29

Legenda: Dados apresentados em média ± desvio-padrão (DP). M = metros; Kg = quilograma; MME = massa muscular esquelética; IMC = índice de massa corporal; cm= circunferência panturrilha.

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

5.2 Caracterização da sarcopenia

A caracterização da sarcopenia foi realizada com base nos critérios propostos pelo EWGSOP2, considerando parâmetros relacionados a força muscular, massa muscular e desempenho físico. Os resultados obtidos para a amostra estudada encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Indicadores utilizados para a classificação da sarcopenia provável, segundo os critérios do EWGSOP2

Variável	Média ± DP	Ponto de corte (EWGSOP2)	Interpretação
FPM (kgf)	13,8 ± 3,3	<16 kg (mulheres) <27 kg (homens)	Baixa força muscular
SL (s)	15,0 ± 2,7	>15 s	Desempenho físico reduzido
TUG (s)	11,3 ± 3,3	≥20 s	Sem comprometimento grave
MME (kg)	19,1 ± 3,4	—	—
IMME (kg/m ²)	8,1 ± 1,5	<5,5 kg/m ² (mulheres) <7,0 kg/m ² (homens)	Massa muscular preservada*

Legenda: Dados apresentados em média ± desvio-padrão (n = 14). FPM = força de preensão manual; SL = teste de sentar e levantar cinco vezes; TUG = Timed Up and Go; MME = massa muscular esquelética; IMME = índice de massa muscular esquelética.

*A média da amostra permaneceu acima dos pontos de corte para baixa massa muscular, embora a classificação individual dos participantes tenha sido utilizada para o diagnóstico de provável sarcopenia/sarcopenia.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado pelo autor (2026).

5.3 Pressão arterial

Os resultados da pressão arterial sistólica e diastólica, obtidos em 12 participantes, estão apresentados na Tabela 3. Não foram observadas diferenças significativas entre as condições basal, placebo e Ang-(1-7). Para pressão arterial sistólica a comparação entre os momentos basal e placebo ($p = 0,208$). Entre basal e angiotensina ($p = 0,110$), e entre as condições placebo e angiotensina ($p = 1,000$) não apresentaram diferença significativa. Para pressão arterial diastólica a comparação entre os momentos basal e placebo ($p = 1,000$). Entre basal e angiotensina ($p = 0,345$), e entre as condições placebo e angiotensina ($p = 0,339$) não apresentaram diferença significativa.

Tabela 3 - Pressão arterial sistólica e diastólica nas condições experimentais

Variável	Basal (mmHg)	Placebo (mmHg)	Ang-(1-7) (mmHg)	p
PAS (Basal × Placebo)	130 ± 11,3	125 ± 11,5	–	0,208
PAS (Basal × Ang-(1-7))	130 ± 11,3	–	126 ± 9,0	0,110 ¹
PAS (Placebo × Ang-(1-7))	–	125 ± 11,5	126 ± 9,0	1,000 ¹
PAD (Basal × Placebo)	77,5 ± 8,7	77,5 ± 7,5	–	1,000
PAD (Basal × Ang-(1-7))	77,5 ± 8,7	–	75,0 ± 6,7	0,345 ¹
PAD (Placebo × Ang-(1-7))	–	77,5 ± 7,5	75,0 ± 6,7	0,339

Legenda: Dados apresentados em média ± desvio-padrão ($n = 12$). PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; mmHg = milímetros de mercúrio; Ang-(1-7) = angiotensina-(1-7). Considerou-se significância estatística para $p < 0,05$. ¹Teste de Wilcoxon.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

5.4 Frequência cardíaca

Os resultados da frequência cardíaca, obtidos em 11 participantes, estão apresentados na Tabela 4. Não foram observadas diferenças significativas entre as condições basal, placebo e Ang-(1-7). A comparação entre os momentos basal e placebo ($p = 0,357$), entre as condições basal e Ang-(1-7) ($p = 0,690$), e entre as condições placebo e Ang-(1-7) ($p = 0,656$) não apresentaram diferença significativa.

Tabela 4 - Frequência cardíaca de repouso nas condições experimentais

Grupo	Basal (bpm)	Placebo (bpm)	Ang-(1-7) (bpm)	p
Basal vs. Placebo	65,5 ± 10,1	67,5 ± 7,7	–	0,357
Basal vs. Ang-(1-7)	65,5 ± 10,1	–	64,5 ± 7,7	0,690
Placebo vs. Ang-(1-7)	–	67,5 ± 7,7	64,5 ± 7,7	0,656

Legenda: Dados apresentados em média ± desvio-padrão (n = 11). BPM = batimento por minuto; ANG-(1-7) = angiotensina-1-7. Considerou-se significância estatística para $p < 0,05$. Valores de p obtidos pelo test t de Student.

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

5.5 Glicose capilar

Os resultados referentes aos níveis de glicemia capilar de 11 participantes, estão apresentados na Tabela 5. Não foram observadas diferenças significativas entre as condições basal, placebo e Ang-(1-7). A comparação entre os momentos basal e placebo ($p = 0,602$), entre as condições basal e Ang-(1-7) ($p = 0,614$), e entre as condições placebo e Ang-(1-7) ($p = 0,839$).

Tabela 5 - Glicemia capilar nas condições experimentais

Condição	Basal (mg/dL)	Placebo (mg/dL)	Ang-(1-7) (mg/dL)	p
Basal vs. Placebo	135 ± 52,3	143 ± 64,1	–	0,602
Basal vs. Ang-(1-7)	135 ± 52,3	–	140 ± 53,2	0,614
Placebo vs. Ang-(1-7)	–	143 ± 64,1	140 ± 53,2	0,839

Legenda: Dados apresentados em média ± desvio-padrão (n = 11). mg/dL = miligramas por decilitro; Ang-(1-7) = angiotensina-(1-7). Valores de $p > 0,05$ indicam ausência de diferença estatisticamente significativa entre as condições analisadas (teste t pareado de Student).

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

5.6 Glicose de jejum

Os resultados referentes aos níveis plasmáticos de glicose em jejum de 13 participantes, estão apresentados na Tabela 6. Não foram observadas diferenças significativas entre as condições basal, placebo e Ang-(1-7). A comparação entre os momentos basal e placebo (0,099), entre as condições basal e Ang-(1-7) ($p = 0,138$), e entre as condições placebo e Ang-(1-7) ($p = 0,722$).

Tabela 6 - Glicose em jejum nas condições experimentais

Condição	Basal (mg/dL)	Placebo (mg/dL)	Ang-(1-7) (mg/dL)	p
Basal vs. Placebo	101,8 ± 29,4	90,1 ± 16,0	–	0,099
Basal vs. Ang-(1-7)	101,8 ± 29,4	–	88,0 ± 14,6	0,138
Placebo vs. Ang-(1-7)	–	90,1 ± 16,0	88,0 ± 14,6	0,722

Legenda: Dados apresentados em média $\pm$ desvio-padrão (n = 13). mg/dL = miligramas por decilitro; Ang-(1-7) = angiotensina-(1-7). Valores de $p > 0,05$ indicam ausência de diferença estatisticamente significativa entre as condições analisadas (teste t pareado de Student).

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da suplementação oral com angiotensina-(1-7), associada ao exercício físico domiciliar, sobre parâmetros fisiológicos e metabólicos em idosos com provável sarcopenia segundo os critérios do EWGSOP2, caracterizada pela baixa força muscular. Os principais achados demonstram que o protocolo de exercício físico domiciliar associado à suplementação de Ang-(1-7) na dose de 1 mg durante 15 dias, não promoveu alterações estatisticamente significativas na pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca em repouso, bem como nos níveis de glicemia capilar e glicose em jejum. Adicionalmente, os resultados indicam que a intervenção foi bem tolerada pelos participantes, sem evidências de alterações fisiológicas relevantes nos parâmetros avaliados ao longo do período experimental.

Seguindo as considerações do EWGSOP2, os participantes foram classificados com provável sarcopenia, ao ser detectado valores abaixo do ponto de corte da classificação de baixa força muscular <16 kg (mulheres); <27 kg (homens). Diagnosticado pelo teste de força de preensão manual, utilizando dinamômetro Jamar.

Aos parâmetros cardiovasculares, os resultados demonstraram manutenção da frequência cardíaca e dos níveis pressóricos ao longo das diferentes condições experimentais. Embora não tenham sido observadas reduções significativas na pressão arterial, a estabilidade desses parâmetros sugere que a suplementação com Ang-(1-7) associada ao exercício físico domiciliar não promoveu alterações hemodinâmicas adversas durante o período de intervenção.

Esses resultados diferem parcialmente das evidências experimentais que demonstram importante participação do eixo ECA2/Ang-(1-7)/MAS na regulação cardiovascular. De acordo com Medina e Arnold (2019), a ativação desse eixo não clássico está associada à indução de vasodilatação e ao controle de pressão arterial, especialmente em situações caracterizadas pela hiperativação do eixo clássico do sistema renina-angiotensina. De forma semelhante, Santos e colaboradores (2017) descrevem o eixo ECA2/Ang-(1-7)/MAS como um importante mecanismo fisiológico de proteção cardiovascular, atuando na manutenção da homeostase. Entretanto, a maior parte dessas evidências é proveniente de estudos experimentais, sendo ainda limitado o número de investigações realizadas em seres humanos. Além disso, os participantes do presente estudo faziam uso frequente de medicamentos anti-hipertensivos, e apresentavam valores pressóricos controlados na condição basal.

Em relação ao metabolismo glicêmico, não foram observadas diferenças significativas nos valores de glicemia capilar e glicose em jejum após suplementação com Ang-(1-7). Estudos experimentais demonstram que a Ang-(1-7) pode melhorar a homeostase glicêmica por meio do aumento da sensibilidade à insulina, da captação periférica de glicose e da modulação de vias intracelulares relacionadas ao metabolismo energético. Santos e colaboradores (2013) observaram que a ativação do receptor MAS promoveu melhora na sinalização da insulina e aumento da captação de glicose em modelos experimentais de diabetes. De forma semelhante, Cao e colaboradores (2014) verificaram melhora da resistência a insulina hepática associada a maior ativação da via PI3K/Akt, enquanto Marcus e colaboradores (2013) relataram redução da glicemia de jejum e melhora da tolerância à glicose após tratamento com Ang-(1-7)). Entretanto, esses efeitos foram observados em modelos animais com alterações metabólicas pré-existent, o que pode explicar a divergência em relação aos resultados encontrados no presente estudo.

Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas nos níveis de glicose em jejum, verificou-se redução dos valores médios após ambas as intervenções quando comparadas ao momento basal. Os participantes apresentaram glicemia média de 101,8 mg/dL na condição basal, reduzindo para 90,1 mg/dL após condição placebo e para 88,0 mg/dL após suplementação com Ang-(1-7). Contudo, essas diferenças não atingiram significância estatística. Além disso, os participantes apresentavam valores glicêmicos próximos da faixa de normalidade no início do estudo, o que pode ter limitado a magnitude das adaptações metabólicas observáveis após intervenção.

Em relação à glicemia capilar, observou-se elevada variabilidade entre os participantes, evidenciadas pelos altos valores de desvio-padrão encontrados nas análises. Essa variabilidade pode estar relacionada às características heterogêneas da população estudada, uma vez que fatores como estado metabólico, uso de medicamentos e presença de comorbidades podem influenciar os níveis glicêmicos em idosos.

Antes de começar a discussão do exercício físico, um desfecho para os achados correlacionados a sarcopenia:

Nesse contexto, estudos epidemiológicos têm demonstrado que a sarcopenia está frequentemente associada a diferentes condições clínicas e funcionais. Uma revisão sistemática e meta-análise conduzida por Gao e colaboradores (2021) identificou que dificuldade na realização das atividades de vida diária, diabetes mellitus e doenças cardiovasculares estão entre os fatores associados a uma maior probabilidade de sarcopenia em idosos da comunidade. De

forma semelhante, Yuan e Larsson (2023) destacam que condições crônicas como diabetes e hipertensão, além de doenças cardiovasculares, frequentemente coexistem com sarcopenia, contribuindo para maior heterogeneidade clínica e funcional nessa população. Dessa forma, a presença desses fatores pode ter contribuído para a variabilidade observada nos parâmetros glicêmicos avaliados no presente estudo.

Um aspecto importante a ser considerado na interpretação dos resultados refere-se ao papel do exercício físico realizado durante o período experimental. O exercício físico é reconhecido por promover adaptações benéficas (Júnior *et al.*, 2022), sobre parâmetros cardiovasculares e metabólicos, incluindo redução na pressão arterial (Kazemia *et al.*, 2020; Kemerich; Neto, 2022), melhora da sensibilidade à insulina e controle glicêmico (Mc Gee; Hargreaves, 2024). No entanto, no presente estudo, o exercício físico domiciliar foi realizado em ambas as condições experimentais, placebo e Ang-(1-7). Dessa forma, o objetivo principal não foi avaliar os efeitos isolados do exercício físico, mas verificar se a suplementação com Ang-(1-7) seria capaz de promover benefícios adicionais aos proporcionados pelo treinamento.

De tal maneira, embora os resultados do presente estudo não tenham demonstrado alterações significativas nos parâmetros cardiovasculares e glicêmicos analisados, eles contribuem para ampliar o conhecimento sobre a utilização da Ang-(1-7) em idosos com provável sarcopenia. Estudos futuros com maior número de participantes, períodos prolongados de suplementação e avaliação de outros marcadores metabólicos poderão contribuir para esclarecer os potenciais efeitos desse peptídeo nessa população.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a suplementação com angiotensina-(1-7) associada ao exercício físico domiciliar não promoveu alterações significativas na pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca em repouso, glicemia capilar ou glicose em jejum de indivíduos idosos com provável sarcopenia. Embora não tenham sido observados efeitos significativos nos parâmetros avaliados, os resultados fornecem evidências iniciais sobre a utilização de Ang-(1-7) nessa população, contribuindo para a ampliação do conhecimento acerca de seus potenciais efeitos fisiológicos e metabólicos.

7.1 Limitações

Entre as limitações do presente estudo destacam-se o reduzido tamanho amostral e o curto período de intervenção, fatores que podem ter limitado a detecção de alterações significativas nos parâmetros fisiológicos e metabólicos avaliados. Adicionalmente, por se tratar de um protocolo realizado em ambiente domiciliar, não foi possível monitorar diretamente todas as etapas da intervenção, incluindo a adesão ao uso das cápsulas, a realização dos exercícios físicos e o cumprimento do jejum prévio às avaliações, embora estratégias de acompanhamento tenham sido adotadas para minimizar essas interferências.

7.2 Perspectivas futuras

Como perspectiva futura, estudos com maior número de participantes, períodos mais prolongados de intervenção e inclusão de marcadores metabólicos adicionais poderão contribuir para uma melhor compreensão dos potenciais efeitos da angiotensina-(1-7) em idosos com provável sarcopenia. Além disso, investigações envolvendo diferentes doses e protocolos de suplementação poderão auxiliar no esclarecimento do papel desse peptídeo nas alterações fisiológicas e metabólicas associadas ao envelhecimento.

7.3 Relatório de atividades desenvolvidas

O presente estudo fez parte de um projeto de Iniciação Científica, intitulada: Avaliação do efeito da Angiotensina-(1-7) em parâmetros envolvidos na recuperação muscular de idosos

sarcopênicos (2025), e Potencial efeito da suplementação oral com Angiotensina-(1-7) associada ao exercício físico, nos níveis plasmáticos de glicose e citocinas pró e anti-inflamatórias (2026). Os resultados parciais da pesquisa foram apresentados em eventos científicos, incluindo o II Congresso Mineiro de Fisiologia do Exercício (2025), o IV Simpósio Internacional de Fisiologia do Exercício e Saúde (2025) e o Encontro de Saberes da Universidade Federal de Ouro Preto (2025). Destaca-se que o trabalho foi reconhecido entre os sete melhores estudos apresentados no II Congresso Mineiro de Fisiologia do Exercício.

Agradecimentos

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Universidade Federal de Ouro Preto (PROPPI/UFOP) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Nanobiofarmacêutica (INCT-Nanobiofar) pelo apoio financeiro e institucional que possibilitou a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AL-QUDAH, Mohammad; HALE, Trevor M.; CZUBRYT, Mark P. Targeting the renin-angiotensin-aldosterone system in fibrosis. **Matrix Biology**, v. 91-92, p. 92-108, 2020. DOI: 10.1016/j.matbio.2020.04.005.
- BECKER, L. K. et al. Eccentric overload muscle damage is attenuated by a novel angiotensin-(1-7) treatment. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 10, p. 743-748, 2018. DOI: 10.1055/a-0633-8892.
- BEAUDART, C. *et al.* Assessment of Muscle Function and Physical Performance in Daily Clinical Practice. **Calcified Tissue International**, v. 105, p. 1 – 14, Apr 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00223-019-00545-w>.
- CABELLO-VERRUGIO, C. *et al.* Renin-Angiotensin System: An Old Player with Novel Functions in Skeletal Muscle. **Med. Res. Rev**, v. 35, n. 3, p. 437-463, Mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/med.21343>.
- CAO, X. *et al.* The ACE2/Ang-(1-7)/MAS axis can inhibit hepatic insulin resistance. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 5, n. 393, Aug 2014. DOI: 10.1016/j.mce.2014.05.024 .
- COSTA, N. S. *et al.* Exercício físico auxiliando no tratamento da hipertensão arterial. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n. 2, p. 19627 - 19632, feb 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-552>.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 4, p. 16 - 31, Jan 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afz046>.
- GAO, Q. *et al.* Associated factors of sarcopenia in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 4291, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13124291>.
- HEYMSFIELD, S. B. Skeletal muscle mass and quality: evolution of modern measurement concepts in the context of sarcopenia. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 74, n. 4, p. 355 – 366, Apr 2015. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0029665115000129>.
- HORTOBÁGYI, T. *et al.* Effects of Exercise Training on Muscle Quality in Older Individual: A Systematic Scoping Review with Meta-Analyses. **Sports Medicine – Open**, v. 9, n. 41, Jun 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00585-5>.
- HUANG, W. *et al.* Definition and diagnosis of sarcopenia: Asia-Pacific perspectives. **Osteoporosis and Sarcopenia**, v. 11, n. 2, p. 2 – 10, June 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afos.2025.05.004>.
- HURST, Christopher *et al.* Resistance exercise as a treatment for sarcopenia: prescription and delivery. **Age and Ageing**, v. 51, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afac003>.

JUNIOR, F. L. *et al.* Efeitos de um programa de exercícios remoto em ambiente domiciliar na capacidade funcional e a percepção da solidão em idosos socialmente isolados durante a covid-19. **Rev. bras. geriatr. gerontol**, v. 25, n. 6, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-22562022025.220073.pt>.

KAZEMINIA, M. *et al.* The Effect of Exercise on the Older Adult's Blood Pressure Suffering Hypertension: Systematic Review and Meta-Analysis on Clinical Trial Studies. **International Journal of Hypertension**, 2020. DOI: 10.1155/2020/2786120.

KEMERICH, J. A.; NETO, F. S. Efeitos do exercício físico resistido sobre os níveis pressóricos em idosos hipertensos: uma revisão integrativa. **Rev. Saúde.Com**, v.18, n. 4, p. 2930 - 2940, Dez. 2022. DOI: 10.22481/rsc.v18i4.9109.

KIRK, B. *et al.* The Conceptual Definition of Sarcopenia: Delphi Consensus from the Global Leadership Initiative in Sarcopenia (GLIS). **Age and Ageing**, v. 53, n. 3, March 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afae052>.

LIU, Zi-Jian; ZHU, Cui-Feng. Causal relationship between insulin resistance and sarcopenia. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 15, n. 45, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13098-023-01022-z>.

LÓPEZ-OTÍN, Carlos *et al.* Hallmarks of aging: An expanding universe. **Cell**. v. 186, n. 2, p. 243-278, 2023. DOI:10.1016/j.cell.2022.11.001

LU, Linqian *et al.* Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. **BMC Geriatrics**, v. 21, n. 708, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02642-8>.

MARCUS, Y. *et al.* Angiotensin 1-7 as Means to Prevent the Metabolic Syndrome: Lessons From the Fructose-Fed Rat Model. **Diabetes**, n. 62, v. 4, p. 1121 - 1130, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2337/db12-0792> .

MEDINA, D; ARNOLD, A. C. Angiotensin-(1-7): Translational Avenues in Cardiovascular Control. **American Journal of Hypertension**, v. 6, n. 32, p. 1133 - 1142, Sep 2019. DOI: 10.1093/ajh/hpz146 .

MCGEE, S. L.; HARGREAVES, M. Exercise performance and health: Role of GLUT4. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 24, n. 1, p. 479 - 483, Nov 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2024.09.004>.

MOREIRA, M. M. *et al.* Impacto da inatividade física nos custos de internações hospitalares para doenças crônicas no Sistema Único de Saúde. **Arquivos de Ciências do Esporte**, Uberaba, v. 5, n. 1, p. 16 - 19, 2017.

NASSAR, B. *et al.* Comparisons between dual-energy X-ray absorptiometry and bioimpedance devices for appendicular lean mass and muscle quality in Hispanic adults. **British Journal of Nutrition**, v. 131, n. 12, p. 2031 – 2038, Apr 2024. DOI: <https://doi.org/10.1017/S000711452400076X>.

NASSO, Rosarita *et al.* Dietary protein and physical exercise for sarcopenia treatment. **Clinics and Practice**, v. 14, n. 4, p. 1451-1467, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/clinpract14040117>.

PAPADOPOULOU, S. K. *et al.* Exercise and Nutrition Impact on Osteoporosis and Sarcopenia - The Incidence of Osteosarcopenia: A Narrative Review. **Nutrition, Frailty and Sarcopenia Prevention**, v. 13, n. 12, Dec. 2021. DOI: 10.3390/nu13124499.

PARK, T. S.; SHIN, M. Comprehensive Assessment of Lower Limb Function and Muscle Strength in Sarcopenia: Insights from the Sit-to-Stand Test. **Annals of Geriatric Medicine and Research**, v. 28, n. 1, p. 1 – 8, Feb 2024. DOI: <https://doi.org/10.4235/agmr.23.0205>.

PÍCOLI, T. S; FIGUEIREDO, L. L; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia e envelhecimento. **Fisioterapia em movimento**, v. 24, n. 3, Set 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300010>.

PIERINE, Damiana Trindade; NICOLA, Marina; OLIVEIRA, Érick Prado de. Sarcopenia: alterações metabólicas e consequências no envelhecimento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 17, n. 3, p. 96-103, 2009. DOI: <https://doi.org/10.18511/rbcm.v17i3.999>.

R CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing* (Version 4.4) [software]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://cran.r-project.org>. Acesso em: 5 jun. 2026.

ROSENBERG, Irwin H. Sarcopenia: Origens e Relevância clínica. **O Jornal de Nutrição**, v. 127, n. 5, Maio 1997. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/127.5.990S>.

SAEDI, A. A. *et al.* Lipid metabolism in sarcopenia. **Bone**, v. 164, Nov. 2022. DOI: 10.1016/j.bone.2022.116539.

SANTOS, R. A. *et al.* The ACE2/angiotensin-(1–7)/MAS axis of the renin-angiotensin system: focus on angiotensin-(1–7). **Physiological reviews**, v. 98, n. 1, p. 505 - 553, Dec. 2017. DOI: 10.1152/physrev.00023.2016 .

SANTOS, Robson Augusto Souza; ANDRADE, Juliana Moraes. Angiotensin-(1-7): a peptide for preventing and treating metabolic syndrome. **Peptides**, v. 59, p. 34-41, 2014. DOI: 10.1016/j.peptides.2014.07.002.

SANTOS, S. H. *et al.* Oral administration of angiotensin-(1-7) ameliorates type 2 diabetes in rats. **Journal of Molecular Medicine**, v. 92, n. 27, p. 255 - 265, Oct 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00109-013-1087-0> .

SAYER, A. A. Sarcopenia. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 10, n. 68, Sep. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41572-024-00550-w>.

SHOU, Jian; CHEN, Pei-Jie; XIAO, Wei-Hua. Mechanism of increased risk of insulin resistance in aging skeletal muscle. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 12, n. 14, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13098-020-0523-x>.

SOLIS-NAVARRO, L *et al.* Effectiveness of home-based exercise delivered by digital health in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Age and Ageing**, v. 51, n. 11, Nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/afac243>.

THE JAMOVİ PROJECT. *jamovi* (Version 2.6) [software]. Sydney: The Jamovi Project, 2024. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 5 jun. 2026.

TRINDADE, C. O *et al.* Effects of aquatic exercise in post-exercise hypotension: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, v. 13, p. 834812, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.834812>.

TRINDADE, C. O *et al.* GABA supplementation combined with home-based exercise improves subjective sleep quality and body composition in elderly women: A randomized trial. **The Journal of Nutritional Physiology**, v. 6, Jul. 2026.

VALERO-BRETON, M. *et al.* Angiotensin-(1-7) improves skeletal muscle regeneration. **European Journal of Translational Myology**, v. 33, n. 4, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4081/ejtm.2023.12037>.

YEUNG, S. *et al.* Sarcopenia and its association with falls and fractures in older adults: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 10, n. 3, p. 485 – 500, Apr 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12411>.

YUAN, S; LARSSON, S. C. Epidemiology of sarcopenia: prevalence, risk factors, and consequences. **Metabolism**, v. 144, p. 155533, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2023.155533>.

ZUO, X. *et al.* Sarcopenia and cardiovascular diseases: A systematic review and meta-analysis. **J Cachexia Sarcopenia Muscle**, v. 14, n. 3, p. 1183 – 1198, 2023. DOI: [10.1002/jcsm.13221](https://doi.org/10.1002/jcsm.13221).

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DE ACORDO COM O ITEM IV DA RESOLUÇÃO 196/96 DO CNS)

Através do TCLE gostaria de CONVIDÁ-LO a participar do projeto de pesquisa Angiotensina-(1-7): suas aplicações no manejo da perda de massa magra e recuperação muscular o mesmo tem objetivo de avaliar o efeito exercício físico associado a suplementação com HPβCD-Angiotensina-(1-7) nos músculos e parâmetros sanguíneos.

PROCEDIMENTOS

As pessoas que se interessarem em participar da pesquisa de forma voluntária devem ser submetidos a uma avaliação médica prévia, realizada pelo médico da família colaborador do projeto, para avaliar se o mesmo está apto a participar do estudo proposto. Em seguida será agendado uma data eletiva para a pesquisadora ir à residência ou para você vir ao laboratório de fisiologia do exercício da UFOP. Esses testes serão o Mini Avaliação Nutricional (MAN-SF), um instrumento de triagem para identificação do risco nutricional específico para idosos. Força de Preensão Palmar (FPP) em Kgf por meio do Dinamômetro. Índice de Massa Corporal, conforme sugerido pelo Consenso Europeu de Definição e Diagnóstico da Sarcopenia - EWGSOP2 (CRUZ-JENTOFT et al. 2019). Gostaria de reforçar que todas as despesas relacionadas com a pesquisa serão de responsabilidades do pesquisador com verba do auxílio pesquisador Propp/UFOP.

Você, como voluntário convidado deverá ficar ciente de que o estudo durará 16 semanas e você poderá estar incluindo em um dos dois grupos do projeto. Sendo o Grupo de Suplementação (GS) e o Grupo Controle (GC). Os voluntários designados para o GS receberão suplementação com cápsula HPβCD-Angiotensina-(1-7) (1mg) todos os dias e realizarão exercícios físicos domiciliares, 3 vezes por semana Os voluntários designados para o GC receberão uma cápsula com amido (1mg) e realizarão exercícios físicos domiciliares, 3 vezes por semana. A inclusão em qualquer um dos grupos será feita de forma randomizada, ou seja, de forma sorteada pelo computador sem interferência da pesquisadora. O exercício físico será realizado por meio de exercício de preensão palmar e extensão de joelho o voluntário deverá realizar 4 vezes a contração por 2 minutos alternando os membros.

CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS

As informações obtidas durante o teste serão tratadas de forma restrita e confidencial. Os dados da pesquisa serão armazenados pelo coordenador da pesquisa (Professora Dr. Lenice Kappes Becker) em computadores do Laboratório de Fisiologia do Exercício (Sala 24) da Escola de Educação Física da UFOP, os dados não serão liberados ou revelados para mais nenhuma pessoa a não ser para os responsáveis pela análise e escrita dos resultados. As informações obtidas serão publicadas por meio de defesa pública de dissertação de mestrado e posteriormente publicadas em revistas científicas da

área da saúde. Você pode estar certo de que sua privacidade e anonimato serão garantidos. Os dados e a identidade dos voluntários serão mantidos sob sigilo.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão serão idosos com 60 anos ou mais, residentes nas cidades de Mariana e/ou Ouro Preto. Os voluntários devem se comprometer a receber a profissional de educação física designada a fazer os treinos em suas residências e e ou no laboratório de fisiologia do exercício da UFOP.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Serão excluídos os voluntários que não se encontrarem na situação descrita nos critérios de inclusão e que se recusarem a assinar o TCLE, não responder completamente o instrumento de pesquisa e não apresentar o interesse em participar da intervenção.

COLETA SANGUÍNEA

Alíquotas de sangue serão retiradas por um profissional flebotomista capacitado, através de punção venosa padrão técnica a partir da veia antecubital. Aproximadamente 12 ml de amostras de sangue serão colhidas em tubos vacutainers contendo heparina, soro ou EDTA. Todos os procedimentos de coleta acontecerão em domicílio ou no laboratório de fisiologia do exercício em local apropriado para coleta: mesa com apoio para o braço, os pesquisadores irão realizar a assepsia do local e todo o material será recolhido em caixas específicas de coleta de resíduo biológico.

RISCOS

Os riscos são médios e inerentes a qualquer programa de exercício físico, como a não realização adequada dos exercícios provocando possíveis lesões. Para reduzir os riscos e passá-los a mínimos, os voluntários passarão por um período de adaptação sob a orientação de uma profissional qualificada.

Mais uma vez reforço que a participação será voluntária e livre de qualquer intimidação, e a qualquer momento, se os voluntários sentirem algum tipo de desconforto ou constrangimento, podem solicitar o seu desligamento da pesquisa, mantendo o direito a assistência e/ou indenização nos casos em que prejuízos forem comprovados.

BENEFÍCIOS

Os benefícios aos voluntários ocorrerão de forma direta, pois todos receberão informação sobre seu nível de sarcopenia e estado nutricional, bem como será confeccionado cartilhas de recomendações para prática de exercícios físicos e ingestão alimentar. Serão orientados e supervisionados gratuitamente por profissionais.

REMUNERAÇÃO AO VOLUNTÁRIO

Não está prevista qualquer forma de remuneração ou pagamento os voluntários participantes da pesquisa.

DÚVIDAS E POSSÍVEIS QUESTIONAMENTOS

Todas as despesas especificamente relacionadas com o estudo são de responsabilidade dos pesquisadores deste estudo. Eventuais danos morais serão de inteira responsabilidade dos pesquisadores os quais serão obviamente evitados ao máximo pelos pesquisadores do presente projeto. A qualquer momento, se os voluntários sentirem algum tipo de desconforto ou constrangimento, podem solicitar o seu desligamento da pesquisa, mantendo o direito a assistência e/ou indenização nos casos em que prejuízos forem comprovados. Todos os voluntários serão acompanhados permanentemente pelos profissionais responsáveis pela pesquisa. Em casos especiais será realizado contato telefônico com o SAMU para encaminhamento do tratamento. O voluntário tem total liberdade para esclarecer questões que possam surgir durante o andamento da pesquisa. Qualquer dúvida entrar em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo: Lenice Kappes Becker, tel.: (31) 9 8897-6327

CRITÉRIOS DE SUSPENSÃO OU ENCERRAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa será suspensa e ou encerrada a qualquer momento quando você solicitar. Não haverá ônus ou qualquer outro transtorno caso ocorra desistência. Você poderá recusar-se a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar.

Deve-se ressaltar que o bem-estar do voluntário estará sempre em primeiro lugar e, em hipótese alguma, isso será transgredido em benefício desse estudo. A pesquisa deverá ser interrompida a qualquer momento que o voluntário optar por abandonar, além disso, cabe também aos pesquisadores interromper caso a coleta seja comprometida, sobre as quais os voluntários serão devidamente informados.

CONTATO COM O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Segue também o contato do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Ouro preto: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto, Campus Universitário Morro do Cruzeiro, na Pró-reitora de Pesquisa e Pós- Graduação, ICEB - Ouro Preto (MG), ou pelo telefone (31) 3559-1368, e-mail: cep.propp@ufop.edu.br sempre que desejar sanar dúvidas éticas. Uma cópia desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

LIVRE CONSENTIMENTO

Concordo com todo o que foi exposto acima e, voluntariamente, aceito participar deste estudo, que será realizado pelo Programa Pós-graduação em Saúde e Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

Ouro Preto _____ de _____, 2025

Assinatura do Voluntário

Pesquisador

APÊNDICE B – ANAMNESE

FOLHA CONTROLE - DATA: ____ / ____ / ____.

NOME: _____ CONTATO: _____

INDIVÍDUO Nº (____) PRIMEIRA CÁPSULA ____ SEGUNDA CÁPSULA ____.

IDADE: _____ PESO: _____ ESTATURA: _____ PA: _____

ENDEREÇO: _____.

PA SEQUINTE: (inserir datas de aferição) R= repouso / PE= pós exercício

R	PE	R	PE	R	PE	R	PE	R	PE

FREQUÊNCIA CARDÍACA

R	PE	R	PE	R	PE	R	PE	R	PE

SARCOPENIA IDENTIFICAÇÃO

SARC-CalF (Ref ≥ 11 pontos)

--

GLICEMIA CAPILAR (anotar condição) padronizar após 4h da última refeição

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DINAMÔMETRO (INTERVALO 1 MINUTO ENTRE SÉRIES) (Ref: H < 27kg / M < 16kg)

PRÉ INTERV		PÓS 15 DIAS		PÓS 37 DIAS	
1 X 5s		1 X 5s		1 X 5s	
2 X 5s		2 X 5s		2 X 5s	
3 X 5s		3 X 5s		3 X 5s	

TESTE SENTAR LEVANTAR (5 repetições - 1 realização) (Ref: > 15 segundos)

PRÉ INTERV		PÓS 15 DIAS		PÓS 37 DIAS	
tempo		tempo		tempo	

TESTE BALANÇA TETRAPOLAR

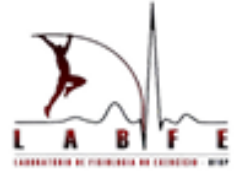
Gordura (%)		Peso Gordura (KG)	
TMB		Peso Massa Magra (KG)	
Resistência		Reatância	
Total Água Corpo (L)		Total Água (%)	
IMC		M.M	
Gordura Alvo		Peso Alvo	

TUGT - TIMED UP AND GO TEST (levantar da cadeira caminhar 3M - 1X) (Ref: >= 20seg)

PRÉ INTERV		PÓS 15 DIAS		PÓS 37 DIAS	
tempo		tempo		tempo	

MEDICAÇÃO

MEDICAÇÃO	VEZES AO DIA	QUANTIDADE	PARA QUE SERVE

APÊNDICE C – CARTILHA DE EXERCÍCIOS DOMICILIAR

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
LABORATÓRIO DE FISIOLOGIA DO
EXERCÍCIO
2024**

Cartilha de exercícios domiciliar



OBJETIVO

Esta cartilha tem como objetivo, auxiliar a pratica de exercícios em casa, com atividades adaptadas e planejadas de acordo com as demandas de cada participantes.

METODOS

Serão realizados 6 exercícios que buscam trabalhar as musculaturas do membros superiores e inferiores do corpo.

Esses exercícios deverão ser feitos 3 vezes na semana, no horário desejado pelos participantes.

Cada exercício devera ser feito 2 seres de 12 repetições.

MATERIAS UTILIZADOS:

Caneleiras de _____kg

Halteres de _____kg

Elástico ou mangote

Cadeira sem o apoio para os braços

Exercício 1: Agachamento livre



• FAZER 12 VEZES

**• DESCANSA E FAZ
MAIS 12**



Exercício 2: Flexão de braço na parede



• FAZER 12 VEZES

**• DESCANSA E FAZ
MAIS 12**



Exercício 3: Costas com elástico



• FAZER 12 VEZES

**• DESCANSA E FAZ
MAIS 12**



Exercício 4: Extensão de joelhos



• FAZER 12 VEZES

**• DESCANSA E FAZ
MAIS 12**



Exercício 5: Tríceps com elástico



• FAZER 12 VEZES

**• DESCANSA E FAZ
MAIS 12**



Exercício 6: Rosca Direta

• **FAZER 12 VEZES**



• **DESCANSA E FAZ
MAIS 12**



ANEXO A - QUESTIONÁRIO SARC-F + CC

Componente	Pergunta	Pontuação
Força	O quanto de dificuldade você tem para levantar e carregar 5kg?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita, ou não consegue = 2
Ajuda para caminhar	O quanto de dificuldade você tem para atravessar um cômodo?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita, usa apoios, ou incapaz = 2
Levantar da cadeira	O quanto de dificuldade você tem para levantar de uma cama ou cadeira?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita, ou não consegue sem ajuda = 2
Subir escadas	O quanto de dificuldade você tem para subir um lance de escadas de 10 degraus?	Nenhuma = 0 Alguma = 1 Muita, ou não consegue = 2
Quedas	Quantas vezes você caiu no último ano?	Nenhuma = 0 1-3 quedas = 1 4 ou mais quedas = 2
Panturrilha	Meça a circunferência da panturrilha direita exposta do(a) paciente em pé, com as pernas relaxadas e com os pés afastados 20cm um do outro	Mulheres: > 33cm = 0 ≤ 33cm = 10 Homens: > 34cm = 0 ≤ 34cm = 10
Somatório (0-20 pontos)		
0-10: sem sinais sugestivos de sarcopenia no momento (cogitar reavaliação periódica)		
11-20: sugestivo de sarcopenia (prosseguir com investigação diagnóstica completa)		

Anotações: