


UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E  
REABILITAÇÃO – PPGMHR



TREINAMENTO DE FORÇA COM PRÉ-ATIVAÇÃO MOTORA ANTAGONISTA  
MELHORA DESFECHOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM  
PESSOAS IDOSAS.

FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO

Anápolis, GO

2026

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E  
REABILITAÇÃO – PPGMHR

TREINAMENTO DE FORÇA COM PRÉ-ATIVAÇÃO MOTORA ANTAGONISTA  
MELHORA DESFECHOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM  
PESSOAS IDOSAS.

FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de  
Pós-graduação em Movimento Humano e  
Reabilitação da Universidade Evangélica de  
Goiás – UniEVANGÉLICA para a obtenção do  
título de Doutor.

Anápolis, GO

2026



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E REABILITAÇÃO.**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**TREINAMENTO DE FORÇA COM PRÉ-ATIVAÇÃO MOTORA ANTAGONISTA MELHORA DESFECHOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM PESSOAS IDOSAS**

**FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação da Universidade Evangélica de Goiás como requisito parcial à obtenção do grau de DOUTOR.

**APROVADO EM 20 DE MARÇO DE 2026.**

**LINHA DE PESQUISA: AVALIAÇÃO, PREVENÇÃO E INTERVENÇÃO TERAPÊUTICA NO SISTEMA NEURO-MUSCULOESQUELÉTICO.**

**BANCA EXAMINADORA**

O	Dr. Rodolfo de Paula Vieira	<i>Rodolfo de Paula Vieira</i>
EI	Dr. Rodrigo Franco de Oliveira	<i>Rodrigo Franco de Oliveira</i>
EI	Dra. Viviane Soares	<i>Viviane Soares</i>
EE	Dra. Lídia Acyole de Souza (ESTÁCIO GOIÁS)	<i>Lidia Acyole de Souza</i>
EE	Dr. Juracy da Silva Guimarães (UFG)	<i>Juracy da Silva Guimarães</i>

O: Orientador(Presidente); EI: Examinador Interno; EE: Examinador Externo;

C153

Caliman Filho, Francisco Ronaldo.

Treinamento de força com pré-ativação motora antagonista melhora desfechos neuromusculares e funcionais em pessoas idosas / Francisco Ronaldo Caliman Filho - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2026.

84 p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo de Paula Vieira

Tese (Doutorado) – Programa de Pósgraduação em Movimento Humano e Reabilitação – Universidade Evangélica de Goiás, 2026.

1. Envelhecimento 2. Treinamento de Força 3. Controle neuromuscular 4. Exercício Físico. I. Vieira, Rodolfo de Paula. II. Título

CDU 504

Catálogo na Fonte

Elaborado por Hellen Lisboa de Souza CRB1/1570

Anápolis, 20 de março de 2026.

TREINAMENTO DE FORÇA COM PRÉ-ATIVAÇÃO MOTORA ANTAGONISTA  
MELHORA DESFECHOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM  
PESSOAS IDOSAS.

FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em  
Movimento Humano e Reabilitação da Universidade Evangélica de Goiás –  
UniEVANGÉLICA para a obtenção do título de Doutor.

Banca Examinadora

Presidente: Prof. Dr. Rodolfo de Paula Vieira – Orientador – UniEVANGÉLICA

Membro interno: Prof. Dr. Rodrigo Franco de Oliveira – UniEVANGÉLICA

Membro Interno: Prof. Dra. Viviane Soares – UniEVANGÉLICA

Membro Externo: Prof. Dr. Juracy da Silva Guimarães – PPGEF – UFG

Membro Externo: Prof. Dra. Lídia Acyole de Souza – PPGNEH-DF

## AGRADECIMENTOS

A realização desta tese representa a culminação de um longo percurso de formação acadêmica, profissional e pessoal. Ao longo desse caminho, muitas pessoas contribuíram direta ou indiretamente para que este trabalho se tornasse possível.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, fonte de força, sabedoria e perseverança ao longo desta jornada. Em todos os momentos de desafios e conquistas, sua presença foi fundamental para que eu pudesse seguir em frente com determinação e esperança.

À minha família, expresso minha mais profunda gratidão pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e pela compreensão nos momentos em que a dedicação à vida acadêmica exigiu tempo, esforço e renúncias. Em especial, agradeço pelo amor, pela paciência e por acreditarem sempre no valor da educação e do conhecimento.

À minha esposa, pelo companheirismo, apoio e compreensão ao longo de todo o processo de construção desta tese. Sua presença foi essencial para que eu pudesse enfrentar os desafios dessa jornada com equilíbrio e motivação.

Às minhas filhas, que representam uma das maiores inspirações da minha vida. Vocês foram uma fonte constante de motivação para seguir em frente e concluir este ciclo com propósito e dedicação.

Ao meu orientador, expresso minha sincera gratidão pela confiança, orientação e apoio ao longo deste percurso. Suas contribuições acadêmicas, sugestões e reflexões foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para o amadurecimento da minha formação científica.

À Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, instituição que proporcionou o ambiente acadêmico, científico e estrutural necessário para o desenvolvimento desta pesquisa. De forma especial, agradeço aos colegas docentes, técnicos e colaboradores que contribuíram de diversas formas durante este processo.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta tese e para a construção deste importante momento da minha trajetória acadêmica.

## RESUMO

O envelhecimento está associado a alterações neuromusculares, redução da capacidade funcional e aumento do risco de quedas, comprometendo a autonomia e a qualidade de vida dos idosos. O treinamento de força tem sido amplamente recomendado como estratégia não farmacológica para minimizar esses efeitos; contudo, ainda existem lacunas quanto à otimização das variáveis de treinamento, especialmente no que se refere ao componente neural. Nesse contexto, a pré-ativação motora antagonista surge como uma abordagem potencial para melhorar a eficiência neuromuscular e o desempenho funcional. O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos do treinamento de força associado à pré-ativação motora antagonista sobre adaptações neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias em idosos não institucionalizados. Trata-se de um estudo observacional prospectivo, com delineamento longitudinal de 12 semanas, realizado entre março e outubro de 2024, com 102 participantes com idade igual ou superior a 60 anos, recrutados na comunidade das cidades de Ceres e Rialma, Goiás. Os participantes foram organizados em três grupos: treinamento de força convencional (TF1), treinamento de força com pré-ativação motora (TF2) e grupo controle. Foram avaliadas variáveis de força muscular (1RM e preensão manual), desempenho funcional (teste de sentar e levantar, Timed Up and Go e caminhada de seis minutos), composição corporal e capacidade cardiorrespiratória ( $VO_2$  máx estimado). Os dados foram analisados por meio de modelos estatísticos apropriados ao delineamento longitudinal, considerando efeitos de grupo, tempo e interação. Os resultados demonstraram que ambos os protocolos de treinamento promoveram melhorias significativas na força muscular, no desempenho funcional e na capacidade cardiorrespiratória. O grupo TF2 apresentou maior redução do percentual de gordura, maior ganho de força dinâmica e melhor desempenho no teste de sentar e levantar, enquanto o grupo TF1 apresentou tendência a maiores ganhos na capacidade cardiorrespiratória. Observou-se comportamento distinto no teste de mobilidade (TUG), no qual o grupo TF2 apresentou piora relativa na agilidade. Conclui-se que o treinamento de força é eficaz na promoção de adaptações fisiológicas relevantes em idosos, com efeitos sistêmicos sobre diferentes componentes da funcionalidade, e que a pré-ativação motora antagonista representa uma estratégia promissora para potencializar adaptações neuromusculares e funcionais, embora seus efeitos não sejam uniformes entre todos os desfechos.

**Palavras-chave:** Envelhecimento; Treinamento de força; Controle neuromuscular; Funcionalidade; Exercício físico.

## ABSTRACT

Aging is associated with neuromuscular decline, reduced functional capacity, and increased risk of falls, negatively impacting independence and quality of life in older adults. Resistance training is widely recommended as a non-pharmacological strategy to mitigate these effects; however, gaps remain regarding the optimization of training variables, particularly those related to neural mechanisms. In this context, antagonist motor pre-activation has emerged as a potential approach to enhance neuromuscular efficiency and functional performance. The aim of this study was to investigate the effects of resistance training combined with antagonist motor pre-activation on neuromuscular, functional, and cardiorespiratory adaptations in non-institutionalized older adults. This prospective observational study followed a 12-week longitudinal design and was conducted between March and October 2024, including 102 participants aged 60 years or older recruited from the community of Ceres and Rialma, Goiás, Brazil. Participants were allocated into three groups: conventional resistance training (TF1), resistance training with motor pre-activation (TF2), and a control group. Outcome measures included muscle strength (1RM and handgrip strength), functional performance (30-second sit-to-stand, Timed Up and Go, and six-minute walk test), body composition, and cardiorespiratory capacity (estimated  $VO_2$ max). Data were analyzed using statistical models appropriate for longitudinal designs, considering group, time, and group  $\times$  time interaction effects. The results demonstrated that both training protocols significantly improved muscle strength, functional performance, and cardiorespiratory capacity. The TF2 group showed greater reductions in body fat, higher gains in dynamic strength, and superior performance in the sit-to-stand test, whereas the TF1 group demonstrated a tendency toward greater improvements in cardiorespiratory capacity. A distinct pattern was observed in mobility performance (TUG), in which the TF2 group showed a relative decline in agility. In conclusion, resistance training is effective in promoting significant physiological adaptations in older adults, with systemic effects across multiple functional domains, and antagonist motor pre-activation appears to be a promising strategy to enhance neuromuscular and functional adaptations, although its effects are not uniform across all outcomes.

**Keywords:** Aging; Resistance training; Neuromuscular control; Functionality; Exercise.

## LISTA DE TABELAS, GRÁFICOS E QUADROS

<b>Tabela 1.</b> Caracterização dos grupos experimentais.	32
<b>Tabela 2.</b> Comparação dos grupos quanto à intervenção.	35
<b>Tabela 3.</b> Características antropométricas dos grupos.	38
<b>Tabela 4.</b> Valores pré e pós-intervenção, delta e diferenças entre os grupos.	39
<b>Gráfico 1.</b> Comparação do percentual de gordura nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	42
<b>Gráfico 3.</b> Comparação do TC6M nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	43
<b>Gráfico 4.</b> Comparação de Força 1RM nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	43
<b>Gráfico 5.</b> Comparação de Força Dinâmica nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	44
<b>Gráfico 6.</b> Comparação do TUG nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	44
<b>Gráfico 7.</b> Comparação da Aptidão Cardiorespiratória nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	45
<b>Gráfico 8.</b> Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do percentual de gordura nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	45
<b>Gráfico 9.</b> Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do teste Sentar e Levantar nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	46
<b>Gráfico 10.</b> Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do TC6M nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	46
<b>Gráfico 11.</b> Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos da Força 1RM nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	47
<b>Gráfico 12.</b> Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos de Força Dinâmica nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	47
<b>Gráfico 13.</b> Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do TUG nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	48
<b>Gráfico 14.</b> Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos da Aptidão Cardiorespiratória nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).	49

**Quadro 1. Síntese interpretativa do comparativo dos resultados**

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Envelhecimento Humano e Declínio Funcional	14
2.1.1 Aspectos Fisiológicos e Neuromusculares do Envelhecimento	14
2.1.2 Sarcopenia e Perda da Funcionalidade	15
2.1.3 Alterações na Ativação Motora e no Controle Neural	15
2.1.4 Impactos do Envelhecimento sobre a Autonomia e a Qualidade de Vida	16
2.2 Treinamento de Força em Idosos	17
2.2.1 Fundamentos e adaptações ao treinamento resistido	17
2.2.2 Efeitos sobre Força, Potência e Hipertrofia Muscular	18
2.2.3 Benefícios para a Função Motora e Prevenção de Quedas	18
2.2.4 Adaptações Neurais e Neuromusculares Induzidas pelo Treinamento	19
2.3 Pré-Ativação Motora e Controle Neuromuscular	20
2.3.1 Conceito e Fundamentos Fisiológicos da Pré-Ativação	20
2.3.2 Mecanismos Neurais e Recrutamento Motor	22
2.3.3 Aplicações Experimentais e Adaptações em Idosos	22
2.3.4 Implicações para Reabilitação e Desempenho Funcional	23
2.4 Evidências sobre Plasticidade Neuromuscular e Envelhecimento	23
2.5 Lacunas na Literatura e Direções Futuras	23
3 OBJETIVOS	25
6.1 Objetivo Geral	25
6.2 Objetivos Específicos	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 Delineamento do Estudo	26
4.2 Local e período do estudo	27
4.3 Procedimentos do estudo	28
4.3.1 Avaliação de Força dos Membros Inferiores – Teste de 1RM	29
4.3.2 Avaliação de força dos Membros Superiores – Força de Preensão Manual	30
4.3.3 Teste de Levantar e Sentar da Cadeira – 30 Segundos	30
4.3.4 Teste Timed Up and Go – TUG	32
4.3.5 Teste de Caminhada de 6 Minutos – TC6	32
4.3.6 Caracterização dos Grupos Experimentais	32
4.4 Desfechos e Avaliações	36
4.5 Intervenções	36
4.5.1 Estrutura Geral das Intervenções	37
4.5.2 Descrição dos Grupos de Intervenção	37
4.5.3 Tabela Comparativa dos Grupos	38
4.6 Análise Estatística	39
4.7 Cálculo Amostral	40
4.8 Procedimentos Éticos	41
5 RESULTADOS	41

5.1 Informações gerais da análise estatística	41
5.2 Caracterização da amostra	43
5.3 Desfecho primário	49
5.4 Comparação das variações entre os grupos ( $\Delta$ )	55
6 DISCUSSÃO	65
6.1 Interpretação geral dos resultados e relação com as hipóteses do estudo	65
6.2 Efeitos do treinamento sobre força muscular e adaptações neuromusculares	72
6.3 Impactos do treinamento sobre desempenho funcional e mobilidade	74
6.4 Efeitos das intervenções sobre composição corporal e capacidade cardiorrespiratória	78
6.5 Implicações práticas, limitações e perspectivas futuras	83
7 CONCLUSÕES	88
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
9 ANEXO A	95
10 APÊNDICES	102

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional constitui uma das transformações demográficas mais significativas das últimas décadas. O aumento da expectativa de vida, associado aos avanços nas condições sanitárias, tecnológicas e nos sistemas de saúde, tem ampliado de forma expressiva o número de indivíduos que alcançam idades avançadas. Contudo, embora viver mais represente uma conquista social relevante, a longevidade nem sempre está acompanhada da manutenção da autonomia funcional e da qualidade de vida. Nesse cenário, o envelhecimento populacional impõe desafios crescentes aos sistemas de saúde, especialmente no que se refere à prevenção de incapacidades e à promoção de um envelhecimento saudável (WHO, 2021).

Entre as alterações fisiológicas mais relevantes associadas ao envelhecimento destaca-se a sarcopenia, condição caracterizada pela perda progressiva de massa muscular, força e desempenho físico. Esse processo está diretamente relacionado ao aumento da vulnerabilidade funcional, à maior incidência de quedas e à redução da capacidade de realizar atividades da vida diária de forma independente (Cruz-Jentoft et al., 2020). Entretanto, as alterações observadas no envelhecimento não se restringem ao tecido muscular. Evidências recentes indicam que mudanças no sistema nervoso também desempenham papel fundamental nesse processo, incluindo alterações na excitabilidade neural, no recrutamento de unidades motoras e na coordenação intermuscular, fatores que influenciam diretamente a eficiência do controle motor e a estabilidade postural (Orssatto et al., 2023).

Diante dessas alterações, intervenções capazes de preservar ou restaurar a função neuromuscular tornam-se essenciais para promover um envelhecimento funcionalmente saudável. Nesse contexto, o treinamento de força tem sido amplamente reconhecido como uma das estratégias mais eficazes para minimizar os efeitos do envelhecimento sobre o sistema musculoesquelético e neuromotor. Programas estruturados de treinamento resistido são capazes de promover importantes adaptações fisiológicas, incluindo aumento da força muscular, melhora da coordenação motora e maior eficiência na execução de tarefas funcionais (Hortobágyi et al., 2021). Estudos

recentes demonstram que mesmo indivíduos em faixas etárias avançadas apresentam ganhos significativos de força, potência e desempenho funcional após intervenções baseadas em exercícios resistidos (James et al., 2021; Martins et al., 2022).

Apesar dos avanços no conhecimento sobre os efeitos do treinamento de força no envelhecimento, ainda persistem lacunas relevantes relacionadas à otimização das estratégias de prescrição do exercício. Variáveis como intensidade, volume, velocidade de execução e organização do recrutamento muscular podem influenciar de forma significativa as adaptações neuromusculares decorrentes do treinamento. Nesse sentido, estratégias que modulam o controle neural do movimento têm despertado crescente interesse na literatura científica, sobretudo no que se refere à sua capacidade de potencializar as respostas adaptativas ao exercício.

Entre essas estratégias destaca-se a pré-ativação motora antagonista, que consiste na ativação voluntária de músculos antagonistas imediatamente antes da execução do movimento principal. Essa técnica pode promover um tipo de pré-condicionamento neural capaz de influenciar o recrutamento de unidades motoras, melhorar a coordenação agonista-antagonista e aumentar a eficiência neuromuscular durante a execução do exercício (Materko et al., 2024). Evidências experimentais sugerem que essa abordagem pode contribuir para a redução de padrões de coativação excessiva e para a otimização do desempenho muscular.

Entretanto, a maior parte das investigações que exploram a pré-ativação motora foi conduzida em populações jovens ou atletas, frequentemente avaliando respostas agudas ao exercício ou protocolos de curta duração. Dessa forma, observa-se uma lacuna relevante na literatura científica no que se refere à investigação dos efeitos da pré-ativação motora associada a programas estruturados de treinamento de força em populações idosas. Além disso, poucos estudos têm analisado de forma integrada os impactos dessa estratégia sobre diferentes dimensões do desempenho físico, incluindo variáveis neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias.

Essa lacuna limita a compreensão dos mecanismos adaptativos envolvidos no treinamento de força em idosos e dificulta a elaboração de protocolos de intervenção mais eficazes para essa população. Considerando

que idosos não institucionalizados representam a maior parcela do contingente idoso no Brasil, torna-se particularmente relevante investigar estratégias de treinamento que possam contribuir para a manutenção da autonomia funcional e para a promoção de um envelhecimento saudável.

Nesse contexto, emerge a necessidade de investigar como diferentes estímulos neuromusculares podem influenciar o desempenho funcional e a eficiência fisiológica em idosos que vivem de forma independente. Assim, formula-se a seguinte questão norteadora desta pesquisa:

Como a aplicação de um protocolo de treinamento de força associado à pré-ativação motora antagonista influencia as adaptações neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias em idosos não institucionalizados?

Nesse sentido, torna-se necessário investigar intervenções que não apenas promovam ganhos de força, mas que também atuem sobre o controle neuromuscular e a funcionalidade global. A integração entre variáveis neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias é fundamental para compreender de forma mais abrangente os efeitos do treinamento em idosos.

Assim, o presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos do treinamento de força associado à pré-ativação motora antagonista sobre adaptações neuromusculares, desempenho funcional e capacidade cardiorrespiratória em idosos não institucionalizados. Parte-se da hipótese de que a pré-ativação motora potencializa as adaptações neuromusculares, resultando em maiores ganhos funcionais e melhora da eficiência motora, podendo também influenciar positivamente, ainda que de forma indireta, a capacidade cardiorrespiratória.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Envelhecimento Humano e Declínio Funcional

O processo de envelhecimento envolve alterações progressivas e interdependentes nos sistemas muscular, nervoso e cardiorrespiratório, com impacto direto na mobilidade, na estabilidade postural e na capacidade de desempenhar atividades de vida diária. Em termos populacionais, o aumento da longevidade tem sido acompanhado por maior prevalência de limitações funcionais, o que impõe desafios concretos à autonomia e à participação social (WHO, 2021).

Essa trajetória não é linear, pois o ritmo de declínio pode ser acelerado por inatividade física, multimorbidade, hospitalizações e fatores psicossociais, enquanto intervenções baseadas em exercício demonstram atenuar perdas e, em muitos casos, reverter trajetórias de fragilidade (Valenzuela *et al.*, 2023).

Do ponto de vista da fisiologia do movimento, a potência muscular tende a declinar mais rapidamente do que a força máxima com o avanço da idade, o que acarreta pior desempenho em tarefas que exigem velocidade e resposta neuro motora (Straight *et al.*, 2020). Em paralelo, evidências recentes apontam que o treinamento de força bem estruturado é capaz de induzir adaptações neuromusculares significativas mesmo em faixas etárias avançadas, com repercussões sobre marcha, equilíbrio e risco de quedas (James *et al.*, 2021; Martins *et al.*, 2022).

#### 2.1.1 Aspectos Fisiológicos e Neuromusculares do Envelhecimento

Em nível periférico, o envelhecimento associa-se à redução da secção transversal das fibras musculares do tipo II, à infiltração adiposa e a alterações no acoplamento excitação contração, o que resulta em menor capacidade de gerar força e potência (Straight *et al.*, 2020). Em nível neural, ocorrem remodelação das unidades motoras, redução da taxa de disparo, maior variabilidade do comando e reorganização de circuitos corticoespinais, fenômenos que impactam a coordenação neuromuscular e a eficiência mecânica

do movimento.

Estudos recentes sugerem que intervenções com treinamento de força aumentam a excitabilidade intrínseca de motoneurônios e melhoram a transmissão neuromuscular, com repercussões sobre controle motor e desempenho (Orssatto *et al.*, 2023). Em revisão crítica, Hortobágyi *et al.* (2021) ressaltam que as adaptações neurais induzidas pelo treinamento são relevantes, embora a relação causal com o desempenho funcional ainda exija melhores desenhos experimentais e medidas multimodais.

### 2.1.2 Sarcopenia e Perda da Funcionalidade

A sarcopenia, definida por baixa força, massa muscular e desempenho, é, hoje, reconhecida como condição musculoesquelética associada à idade, com implicações clínicas e prognósticas (Cruz-Jentoft *et al.*, 2020). Na prática, a redução de força e potência se manifesta como maior tempo em testes de sentar levantar, piora na velocidade de marcha e maior dependência para atividades básicas e instrumentais.

A literatura recente reforça que protocolos de exercício bem conduzidos, especialmente treinamento de força e treino orientado à potência, melhoram esses desfechos, com efeito considerado relevante em idosos (Martins *et al.*, 2022; Valenzuela *et al.*, 2023).

Importante destacar que o desfecho funcionalidade é multifatorial, e além da morfologia muscular, fatores neuro motores, como recrutamento, coativação e tempo de resposta, bem como fatores cardiorrespiratórios, influenciam o desempenho diário. Por isso, abordagens que integram medidas musculares, neuromusculares, capacidade de pressão manual e cardiorrespiratórias oferecem um quadro mais fiel da resposta ao treinamento em idosos.

### 2.1.3 Alterações na Ativação Motora e no Controle Neural

Com o envelhecimento, há uma redução na ativação dos músculos antagonistas, no controle voluntário máximo e na eficiência do comando motor, o que leva a movimentos menos econômicos e com menor capacidade de

resposta. Estudos recentes indicam que o treinamento de força pode aumentar a excitabilidade dos motoneurônios e ajustar os padrões de ativação muscular, diminuindo a coativação indesejada (Orssatto *et al.*, 2023).

Além disso, abordagens que priorizam a execução com velocidade máxima intencional durante a contração parecem intensificar o estímulo neuromuscular em comparação a movimentos mais lentos, apontando para uma estratégia promissora na manutenção da potência muscular e do tempo de reação (Tøien *et al.*, 2022).

Ainda assim, existe questionamento na literatura, pois embora seja amplamente reconhecido que o treinamento promove adaptações no sistema neural, a aplicação direta desses mecanismos para melhorias funcionais a longo prazo ainda requer investigações mais aprofundadas. Para isso, são necessários estudos que integrem eletromiografia, indicadores de excitabilidade neural e resultados clínicos relacionados à mobilidade, abrangendo populações variadas (Hortobágyi *et al.*, 2021).

#### 2.1.4 Impactos do Envelhecimento sobre a Autonomia e a Qualidade de Vida

O declínio de força, potência e controle motor repercute em autonomia reduzida, maior risco de quedas e uso de serviços de saúde, com impacto na qualidade de vida e nos custos sociais. Evidências de estudos recentes e meta-análises sugerem que programas de exercício, especialmente os que incluem força e componentes de potência, são eficazes para melhorar a função física e retardar a perda de independência funcional (Valenzuela *et al.*, 2023). Além do benefício individual, tais programas têm valor social, apoiam políticas de envelhecimento ativo, ampliam a capacidade funcional da população idosa e contribuem para a sustentabilidade dos sistemas de saúde.

O processo de envelhecimento também está associado a alterações fisiológicas que comprometem a funcionalidade e a capacidade de realização das atividades da vida diária. Entre essas alterações, destaca-se a sarcopenia, caracterizada pela redução progressiva da massa e da força muscular, condição que influencia diretamente a mobilidade, o equilíbrio e a capacidade funcional do

idoso. Essas alterações podem resultar em limitações na execução de tarefas cotidianas, aumentando o risco de dependência funcional e impactando negativamente a percepção de qualidade de vida (DE JESUS OLIVEIRA, 2021). Nesse contexto, a preservação da capacidade funcional torna-se um dos principais objetivos das estratégias de promoção da saúde voltadas à população idosa.

Além disso, intervenções terapêuticas e programas estruturados de exercício físico têm demonstrado papel fundamental na manutenção da autonomia e na prevenção de complicações associadas ao envelhecimento. A fisioterapia e os programas de reabilitação funcional, por exemplo, têm sido apontados como estratégias eficazes para promover melhorias na mobilidade, na força muscular e na independência funcional de idosos. Estudos recentes indicam que intervenções domiciliares e comunitárias podem contribuir significativamente para a manutenção da funcionalidade e para a prevenção de incapacidades, ampliando a autonomia e reduzindo a necessidade de cuidados assistenciais prolongados (LANGOWSKI et al., 2025).

Sob uma perspectiva mais ampla, a promoção da autonomia física e mental na população idosa envolve abordagens multidimensionais que integram aspectos fisiológicos, funcionais e psicossociais. Programas voltados ao fortalecimento da autonomia têm demonstrado efeitos positivos não apenas sobre a capacidade física, mas também sobre o bem-estar psicológico, a participação social e a percepção de qualidade de vida. Nesse sentido, estratégias baseadas em atividade física e treinamento funcional podem contribuir para a manutenção da independência e para o envelhecimento ativo, reforçando a importância de intervenções que favoreçam a funcionalidade e a autonomia ao longo do processo de envelhecimento (SÁNCHEZ et al., 2025).

## **2.2 Treinamento de Força em Idosos**

### **2.2.1 Fundamentos e adaptações ao treinamento resistido**

O treinamento de força é uma das estratégias mais eficazes para minimizar os efeitos do envelhecimento sobre a função muscular e neuro motora. Seus efeitos vão além do aumento da massa muscular, pois ele promove adaptações neurais, metabólicas e hormonais que ajudam a preservar a

capacidade funcional e a eficiência motora (Hortobágyi *et al.*, 2021).

Essas mudanças ocorrem em diferentes níveis. No tecido muscular, observa-se um aumento na síntese de proteínas, melhorias na estrutura das fibras musculares e diminuição de gordura corporal. No nível neural, o treinamento promove um recrutamento mais eficaz das unidades motoras, maior sincronização na ativação muscular e ajustes nos circuitos corticoespinhais (James *et al.*, 2021). Evidências recentes mostram que programas bem estruturados, com duração entre 8 e 24 semanas, já são capazes de gerar aumentos importantes de força e potência em idosos, sejam ativos ou sedentários (Martins *et al.*, 2022).

### 2.2.2 Efeitos sobre Força, Potência e Hipertrofia Muscular

A força e a potência muscular são determinantes fundamentais da autonomia funcional em idosos. Entretanto, a potência apresenta um declínio mais acentuado com o avanço da idade, o que compromete tarefas que exigem rapidez e controle motor, como levantar-se de uma cadeira, subir escadas ou reagir a um desequilíbrio. Evidências recentes indicam que treinamentos realizados em alta velocidade intencional potencializam a ativação neuromuscular e o recrutamento de fibras do tipo II, particularmente suscetíveis ao envelhecimento, contribuindo para preservar a capacidade funcional e reduzir o risco de quedas (Tøien *et al.*, 2022).

Além disso, revisões de metanálises (Liu *et al.*, 2024; Valenzuela *et al.*, 2023) evidenciam que tanto a força máxima quanto a massa magra aumentam de forma consistente após o treinamento resistido, independentemente do gênero ou da idade. Contudo, as respostas adaptativas dependem das variáveis do treinamento, como intensidade, potência, frequência e tipo de contração, seja concêntrica, excêntrica ou isométrica.

### 2.2.3 Benefícios para a Função Motora e Prevenção de Quedas

Os efeitos do treinamento resistido extrapolam o ganho de força. Ele contribui diretamente para o aprimoramento do equilíbrio, da coordenação

intermuscular e da estabilidade postural, aspectos fundamentais para a prevenção de quedas. Estudos longitudinais confirmam que idosos submetidos a programas regulares de força apresentam redução de até 40% no risco de quedas e melhora consistente em testes como *Timed Up and Go* e *Five Times Sit to Stand* (James *et al.*, 2021; Martins *et al.*, 2022).

Esses benefícios refletem não apenas a melhoria muscular, mas também as adaptações centrais do sistema nervoso, o que sugere que o exercício resistido atua como uma intervenção multifatorial, ao mesmo tempo motora, cognitiva e preventiva.

#### 2.2.4 Adaptações Neurais e Neuromusculares Induzidas pelo Treinamento

As adaptações neuromusculares, decorrentes do treinamento de força, resultam da interação entre mecanismos periféricos e centrais que modulam a capacidade de gerar força, potência e coordenação motora. Em nível neural, o exercício resistido promove aumento da excitabilidade corticomotora, aprimoramento do recrutamento das unidades motoras e maior sincronização dos potenciais de ação, o que dá uma neuroplasticidade funcional que persiste mesmo em idades avançadas (Orssatto *et al.*, 2023; Hortobágyi *et al.*, 2021).

Estudos recentes de Del Vecchio e Farina (2022) demonstram que as adaptações iniciais ao treinamento de força ocorrem predominantemente por vias neurais, com aumento da eficiência de recrutamento das unidades motoras e da taxa de desenvolvimento de força. Essa fase precede a hipertrofia estrutural, o que indica que o cérebro e o sistema nervoso periférico respondem de maneira rápida e sensível ao estímulo resistido.

De forma convergente, Walker e Häkkinen (2022) observaram que o efeito neuro adaptativo relativo ao treinamento se mantém ao longo do envelhecimento, ainda que em menor grau, reforçando a capacidade de plasticidade neural mesmo em populações idosas.

Outros estudos destacam o papel do treinamento excêntrico e pliométrico na reconfiguração do controle neuromuscular. Onambélé Pearson, Pearson e Stewart (2023) evidenciaram que protocolos que combinam contrações excêntricas e estímulos pliométricos promovem avanços importantes na

coordenação intermuscular e na força reativa, acompanhados por modificações morfológicas nas junções neuromusculares. Essa combinação se mostra especialmente eficaz em idosos, nos quais a deterioração do controle motor está entre as principais causas de perda funcional.

No âmbito das revisões sistemáticas, Csapo e Alegre (2021) analisaram os efeitos do treinamento resistido sobre o sistema neuromuscular de idosos e confirmaram que a maior parte dos ganhos de força observados nas primeiras semanas está associada a mecanismos neurais, e não puramente musculares. Os autores ressaltam a importância de integrar análises eletromiográficas e medidas de excitabilidade motora para compreender de forma completa as adaptações decorrentes do exercício.

De modo complementar, Borde, Hortobágyi e Granacher (2020) demonstraram em uma metanálise que existe relação entre intensidade, duração e amplitude das adaptações neuromusculares. Sessões com cargas entre 70 e 85% de 1RM e duração superior a oito semanas tendem a gerar avanços mais consistentes tanto em força quanto em controle motor.

Em síntese, o treinamento de força pode ser compreendido como um estímulo integrador, capaz de induzir modificações estruturais e funcionais simultâneas no sistema nervoso e no sistema muscular. Essas adaptações se refletem em melhor desempenho motor, aumento da autonomia e benefícios cognitivos e psicossociais, elementos importantes para a manutenção do envelhecimento ativo.

## **2.3 Pré-Ativação Motora e Controle Neuromuscular**

### **2.3.1 Conceito e Fundamentos Fisiológicos da Pré-Ativação**

A pré-ativação motora refere-se à ativação intencional de grupos musculares antes da execução de um movimento principal, com o objetivo de modular a resposta neuromuscular subsequente. Esse mecanismo envolve ajustes no controle neural responsáveis pela regulação da interação entre músculos agonistas e antagonistas, contribuindo para a organização do movimento e para a eficiência da produção de força (LATASH, 2022).

No contexto do treinamento de força, essa estratégia pode envolver a ativação prévia de músculos antagonistas imediatamente antes da contração dos músculos agonistas. Esse procedimento pode promover ajustes no recrutamento de unidades motoras e na coordenação intermuscular, influenciando diretamente a dinâmica da ativação muscular durante o movimento. Evidências experimentais indicam que o padrão ordenado de recrutamento das unidades motoras pode ser modificado quando um músculo atua como antagonista, o que sugere que a relação funcional entre esses grupos musculares exerce papel relevante na modulação da resposta neuromuscular (MAGNUSON; DALTON; MCNEIL, 2023).

É importante distinguir esse fenômeno de outras estratégias frequentemente descritas na literatura do treinamento físico, como o aquecimento tradicional e a potenciação pós-ativação. O aquecimento consiste em um conjunto de atividades destinadas a elevar a temperatura corporal e preparar o sistema musculoesquelético para o exercício. Já a potenciação pós-ativação refere-se a um aumento transitório na produção de força após uma contração prévia de alta intensidade, fenômeno associado a alterações momentâneas na excitabilidade neuromuscular e na sensibilidade das estruturas contráteis (ANTOHE; RAȚĂ; RAȚĂ, 2020).

A pré-ativação antagonista, por sua vez, caracteriza-se como uma estratégia de modulação neuromuscular voltada à regulação da relação agonista-antagonista durante a execução do movimento. Esse processo envolve mecanismos complexos de controle neural responsáveis por ajustar o nível de coativação muscular, garantindo maior estabilidade articular e precisão motora. Estudos que investigam a coordenação neuromuscular demonstram que a interação entre músculos agonistas e antagonistas desempenha papel fundamental na eficiência do controle motor e na organização do movimento voluntário (JIAN et al., 2020).

Do ponto de vista fisiológico, essa modulação envolve mecanismos relacionados ao recrutamento e à sincronização de unidades motoras, à regulação da coativação muscular e à integração das aferências proprioceptivas provenientes dos fusos musculares e dos órgãos tendinosos de Golgi. Essas adaptações podem favorecer uma resposta motora mais eficiente, com melhor controle da produção de força e maior estabilidade articular durante tarefas

funcionais (HORTOBÁGYI et al., 2021; DEL VECCHIO; FARINA, 2022).

Em populações idosas, essas adaptações assumem relevância particular, uma vez que o envelhecimento está associado à redução da velocidade de condução nervosa, diminuição da capacidade de recrutamento motor e aumento da coativação antagonista durante movimentos voluntários. Nesse contexto, estratégias que promovam ajustes no controle neuromuscular podem contribuir para melhorar a eficiência motora e reduzir limitações funcionais relacionadas ao envelhecimento (ORSSATTO et al., 2023).

Estudos recentes indicam que a ativação prévia de músculos antagonistas pode modificar padrões de ativação muscular e favorecer uma resposta motora mais estável durante tarefas funcionais. Cai et al. (2025), por exemplo, observaram que a modulação da ativação muscular durante atividades funcionais está associada a melhorias no controle postural e na eficiência do movimento em adultos mais velhos.

### 2.3.2 Mecanismos Neurais e Recrutamento Motor

A literatura recente destaca que a pré ativação interfere diretamente na excitabilidade dos motoneurônios e na eficiência das vias corticoespinhais. Romare *et al.* (2023) mostraram que programas de treinamento de força que incorporam estímulos neurais específicos são capazes de induzir respostas adaptativas ao longo do envelhecimento, favorecendo a plasticidade neural e o controle motor refinado.

De forma complementar, Rong *et al.* (2025) verificaram que o fortalecimento de conexões sinápticas e a melhora no padrão de disparo neuronal contribuem para a ampliação da força máxima e da taxa de desenvolvimento de torque, e esses efeitos são reforçados pela alternância agonista antagonista característica dos protocolos de pré ativação.

### 2.3.3 Aplicações Experimentais e Adaptações em Idosos

Os efeitos da pré ativação motora têm se mostrado promissores em populações idosas, com resultados consistentes sobre força, equilíbrio e

desempenho funcional. Ensaios controlados conduzidos por Ferrando *et al.* (2025) e Villalba *et al.* (2024) indicam que protocolos de resistência que integram a pré-ativação antagonista aumentam a força isométrica e dinâmica dos membros inferiores, reduzem o risco de quedas e melhoram o desempenho em testes de mobilidade, como o *Timed Up and Go* e a caminhada de seis minutos. Esses achados reforçam a hipótese de que a estimulação neuromuscular prévia pode potencializar os ganhos funcionais do treinamento de força tradicional em idosos.

Além disso, Baxter *et al.* (2024) destacam que a manipulação da frequência semanal e da ordem de execução dos exercícios influencia diretamente a amplitude das adaptações neuromusculares, enquanto Cai *et al.* (2025) demonstram que padrões de coativação adequados estão associados a maior estabilidade postural e menor tempo de resposta motora.

#### 2.3.4 Implicações para Reabilitação e Desempenho Funcional

A integração da pré-ativação motora em programas de treinamento voltados a idosos representa uma estratégia de baixo custo e alto impacto na funcionalidade e na prevenção de quedas. Os estudos de Rong *et al.* (2025) e Ferrando *et al.* (2025) sugerem que esse tipo de abordagem potencializa a força funcional e promove adaptações neuromusculares duradouras, atuando de forma preventiva contra a sarcopenia e a perda de equilíbrio. Assim, a aplicação sistemática dessa técnica pode contribuir, de maneira expressiva, para o envelhecimento ativo e autônomo, ampliando a capacidade funcional e a qualidade de vida dessa população.

### 2.4 Evidências sobre Plasticidade Neuromuscular e Envelhecimento

A neuroplasticidade é a base das adaptações ao treinamento resistido. Estudos mostram que o exercício físico induz alterações na excitabilidade cortical e na conectividade funcional, o que sugere uma reorganização das vias motoras mesmo em idades avançadas (Hortobágyi *et al.*, 2021). Esse processo é reforçado por adaptações periféricas, como aumento da densidade de receptores neuromusculares e melhora na sincronização das unidades motoras.

Recentemente, programas que integram estímulos excêntricos e cognitivos têm demonstrado ganhos superiores de força e estabilidade postural em idosos, além de melhorias cognitivas associadas (McDermott *et al.*, 2023; Valenzuela *et al.*, 2023). Desta feita, a integração desses estímulos reconhece que o treinamento neuromuscular não deve ser dissociado das funções cognitivas e proprioceptivas.

Ademais, estudos recentes reforçam que programas de exercício resistido, mesmo em baixa intensidade, promovem melhorias expressivas em parâmetros de força, função e ativação neural (Liu *et al.*, 2024; James *et al.*, 2021). Essas pesquisas consolidam o exercício de força como uma intervenção neuroprotetora e funcional, com efeitos sustentáveis sobre o envelhecimento saudável.

## **2.5 Lacunas na Literatura e Direções Futuras**

Apesar dos avanços, persistem lacunas importantes. Primeiramente, há escassez de estudos envolvendo idosos não institucionalizados, que representam a maioria da população idosa brasileira e mundial. Além disso, poucos estudos investigam simultaneamente variáveis neuromusculares, cardiorrespiratórias e cognitivas, o que limita a compreensão sistêmica do impacto da pré-ativação motora no envelhecimento.

Outro desafio está na padronização metodológica, pois há heterogeneidade nos protocolos de treinamento, na carga, na duração, nos instrumentos de mensuração e no uso de tecnologias como EMG e dinamometria digital. Futuras investigações devem adotar abordagens integradas, com acompanhamento longitudinal e métodos que combinem medidas de força,  $VO_2$ máx e desempenho funcional.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Investigar os efeitos do treinamento de força com pré-ativação motora antagonista sobre adaptações neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias em idosos.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- a) Avaliar o efeito do treinamento sobre a força muscular;
- b) Analisar o desempenho funcional dos participantes;
- c) Verificar alterações na capacidade cardiorrespiratória;
- d) Comparar os efeitos entre treinamento convencional e com pré-ativação.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Delineamento do Estudo**

Trata-se de um estudo observacional prospectivo, com delineamento longitudinal e duração de 12 semanas, conduzido com o objetivo de investigar a associação entre diferentes condições de treinamento de força e adaptações neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias em idosos não institucionalizados.

Devido à natureza observacional, não houve randomização dos participantes. A alocação nos grupos ocorreu de acordo com a exposição às diferentes modalidades de treinamento durante o período de acompanhamento. O estudo foi conduzido e reportado em conformidade com as recomendações do Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE), garantindo rigor metodológico e transparência na apresentação dos resultados

### **4.2 Local e período do estudo**

O estudo foi realizado na Academia Escola e no Laboratório de Avaliação Física da Universidade Evangélica de Goiás, Campus Ceres, com recrutamento de participantes provenientes dos municípios de Ceres e Rialma, no estado de Goiás, Brasil, no período de março a outubro de 2024.

Durante esse intervalo, foi conduzido o acompanhamento longitudinal de participantes inseridos em programas de treinamento físico supervisionado

#### **4.2.1 Participantes**

Inicialmente, 239 idosos foram recrutados por meio de serviços de saúde, programas comunitários, centros de reabilitação e divulgação em mídias locais. Após triagem e aplicação dos critérios de elegibilidade, 217 participantes foram considerados aptos para inclusão no estudo. Desses, 102 indivíduos participaram efetivamente do período de intervenção analisado entre março e outubro de 2024, sendo posteriormente distribuídos em três grupos de acompanhamento.

Ao final do estudo, 217 participantes completaram o protocolo, sendo

considerados para análise final aqueles com dados completos ao longo do acompanhamento.

Após o primeiro contato, os interessados passaram por uma etapa de triagem para verificação dos critérios de elegibilidade. Foram incluídos idosos com independência funcional para a realização das atividades de vida diária, capacidade cognitiva preservada para compreensão de comandos simples, liberação médica atual para prática de exercício físico e disponibilidade para comparecer às avaliações previstas no início e ao final do período de acompanhamento.

Além disso, os participantes foram caracterizados quanto ao nível habitual de atividade física, histórico recente de treinamento resistido, presença de comorbidades, uso de medicamentos e condição funcional basal. Essa caracterização foi utilizada para descrever a amostra e apoiar o controle analítico de possíveis fatores de confusão.

Foram excluídos indivíduos com doenças agudas, instabilidade clínica, doenças cardiovasculares descompensadas, distúrbios neurológicos progressivos ou limitações osteomioarticulares que impedissem a realização segura dos testes físicos. Também foram excluídos aqueles que não completaram o período mínimo de acompanhamento, apresentaram dados incompletos nas avaliações ou desenvolveram, ao longo do estudo, alguma condição clínica que inviabilizasse sua permanência na pesquisa com segurança.

Após a elegibilidade, os participantes foram classificados em três grupos de exposição, conforme a prática realizada durante o período de seguimento:

- Grupo TF1: treinamento de força convencional, sem pré-ativação motora antagonista;
- Grupo TF2: treinamento de força com pré-ativação motora antagonista;
- Grupo controle: não realizou atividades físicas estruturadas, participando apenas de oficinas quinzenais sobre o tema.

### **4.3 Procedimentos do estudo**

O estudo foi desenvolvido em cinco etapas principais: triagem dos participantes, avaliação basal, classificação dos participantes segundo a condição de exposição, acompanhamento longitudinal e reavaliação após o período de seguimento.

Na etapa de triagem, os idosos interessados receberam informações sobre os objetivos e os procedimentos da pesquisa. Aqueles que concordaram em participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Em seguida, foram avaliados quanto aos critérios de elegibilidade estabelecidos.

Os participantes considerados elegíveis foram submetidos à avaliação basal, que incluiu coleta de dados sociodemográficos, medidas antropométricas, composição corporal, testes de força muscular e avaliação do desempenho funcional. Essas medidas permitiram caracterizar a condição inicial da amostra e estabelecer parâmetros comparativos para análise das mudanças ao longo do período de acompanhamento.

O acompanhamento teve duração de 12 semanas, período considerado suficiente para observar alterações em variáveis neuromusculares e funcionais em populações idosas submetidas à prática regular de exercícios resistidos.

Ao término do período de acompanhamento, todos os participantes foram submetidos novamente às mesmas avaliações realizadas na etapa inicial. A comparação entre os resultados obtidos nas avaliações pré e pós acompanhamento permitiu examinar possíveis mudanças nos desfechos investigados.

As avaliações do estudo compreenderam variáveis antropométricas, neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias, obtidas por meio de instrumentos amplamente utilizados na literatura científica envolvendo população idosa.

A massa corporal foi medida em balança digital calibrada e a estatura foi obtida por meio de estadiômetro fixo. A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (IMC), expresso em quilogramas por metro quadrado.

A força muscular dos membros inferiores foi avaliada por meio do teste de uma repetição máxima (1RM) na máquina extensora de joelhos. Esse teste é amplamente utilizado para estimar a força dinâmica máxima em adultos e idosos e permite avaliar a capacidade de produção de força dos músculos extensores do joelho.

A força de membros superiores foi mensurada por meio da força de preensão manual, utilizando dinamômetro digital. Essa variável é reconhecida como indicador importante de saúde global, fragilidade, funcionalidade e risco de mortalidade em idosos.

O desempenho funcional foi avaliado por meio de três testes amplamente validados para a população idosa:

- Timed Up and Go (TUG) – utilizado para avaliar mobilidade funcional e risco de

quedas

- Teste de sentar e levantar em 30 segundos – utilizado para avaliar resistência muscular de membros inferiores
- Teste de caminhada de seis minutos – utilizado para estimar a capacidade funcional e a aptidão cardiorrespiratória

A partir do desempenho obtido no teste de caminhada de seis minutos foi realizada a estimativa do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  máx), utilizando equações específicas desenvolvidas para população idosa.

#### 4.3.1 Avaliação de Força dos Membros Inferiores – Teste de 1RM

A força muscular dos membros inferiores será mensurada pelo teste de uma repetição máxima na máquina extensora de joelhos, reconhecido como referência na avaliação da força dinâmica em adultos e idosos (ACSM, 2023; James et al., 2021). Antes do teste principal, será realizado um aquecimento padronizado conforme Brown e Weir (2001), incluindo: (1) três a cinco minutos de movimentos leves para ativação muscular geral; (2) alongamento leve dos músculos envolvidos durante um minuto; (3) uma série de oito repetições com carga equivalente a cinquenta por cento da carga percebida de uma repetição máxima; (4) uma série de três repetições com carga equivalente a setenta por cento da carga percebida de uma repetição máxima; e (5) um intervalo de cinco minutos de recuperação antes das tentativas máximas. Essa padronização visa garantir segurança, reduzir o risco de lesões e assegurar que os resultados reflitam com precisão a força real dos participantes.

O teste será iniciado após o aquecimento, seguindo uma sequência padronizada: (1) acréscimos progressivos de carga entre 0,5 e 5 kg entre as tentativas; (2) permissão de até cinco tentativas para cada participante; (3) registro da maior carga executada de maneira correta como valor final; (4) execução segundo padronização cinesiológica, com o participante sentado, costas apoiadas e pés paralelos; (5) fase excêntrica conduzida até aproximadamente 90° de flexão do joelho, seguida de extensão completa da articulação (Brown; Weir, 2001). Essa organização visa garantir segurança, precisão na avaliação da força e uniformidade na coleta de dados entre todos os participantes.

#### 4.3.2 Avaliação de força dos Membros Superiores – Força de Preensão Manual

A força muscular dos membros inferiores será mensurada pelo teste de uma repetição máxima na máquina extensora de joelhos, reconhecido como referência na avaliação da força dinâmica em adultos e idosos (ACSM, 2023; James et al., 2021). Antes do teste principal, será realizado um aquecimento padronizado, incluindo: 1) três a cinco minutos de movimentos leves; 2) alongamento leve por um minuto; 3) uma série de oito repetições a 50% da carga percebida de uma repetição máxima; 4) uma série de três repetições a 70% da carga percebida; e 5) intervalo de cinco minutos antes das tentativas máximas. O teste será iniciado com acréscimos progressivos de carga entre 0,5 e 5 kg, permitindo até cinco tentativas. A maior carga executada corretamente será registrada como valor final, seguindo padronização cinesiológica: participante sentado, costas apoiadas, pés paralelos, fase excêntrica conduzida até aproximadamente 90° de flexão e extensão completa do joelho (Brown; Weir, 2001).

A força dos membros superiores será avaliada por meio do teste de preensão manual utilizando dinamômetro digital, reconhecido como marcador de saúde global, autonomia funcional e risco de fragilidade em idosos (Bohannon, 2021). O participante será posicionado sentado, com ombro próximo ao tronco (ombro aduzido), cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra (sem rotação) e punho alinhado, podendo apresentar extensão de até 30°. Durante o teste, o avaliado realizará uma contração máxima de preensão por seis segundos. Serão efetuadas três tentativas, com intervalo de um minuto entre elas, sendo utilizado o valor médio para análise. Esse procedimento garante confiabilidade, segurança e reprodutibilidade na avaliação da força em idosos.

#### 4.3.3 Teste de Levantar e Sentar da Cadeira – 30 Segundos

O desempenho funcional dos membros inferiores será avaliado pelo teste de levantar e sentar na cadeira, proposto por Rikli e Jones (1999). O participante permanecerá sentado no terço anterior da cadeira, com os pés apoiados no solo na largura do quadril e os braços cruzados sobre o peito.

Ao comando de início, deverá levantar-se completamente e retornar à

posição sentada pelo maior número possível de vezes em trinta segundos. Somente serão contabilizadas as repetições executadas de maneira adequada. Caso o participante esteja no meio do movimento no momento em que o tempo se encerra, a repetição será computada (Rikli; Jones, 1999).

#### 4.3.4 Teste *Timed Up and Go* – TUG

A mobilidade funcional será avaliada pelo teste *Timed Up and Go*, amplamente utilizado para identificar risco de quedas (Podsiadlo; Richardson, 1991). O participante deverá levantar se de uma cadeira sem apoio dos braços, caminhar três metros, contornar um cone, retornar e sentar se novamente. O tempo será registrado em segundos. Será realizada uma tentativa de familiarização e, em seguida, uma tentativa definitiva.

#### 4.3.5 Teste de Caminhada de 6 Minutos – TC6

A capacidade cardiorrespiratória submáxima será avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos, seguindo o protocolo de Enright e Sherrill (1998). O percurso terá aproximadamente quarenta e cinco vírgula sete metros, marcado a cada quatro vírgula cinquenta e sete metros. O participante deverá caminhar continuamente durante seis minutos buscando percorrer a maior distância possível. O teste será interrompido em caso de tontura, náusea, dor torácica, falta de ar intensa ou fadiga incapacitante.

#### 4.3.6 Caracterização dos Grupos Experimentais

Após a conclusão das avaliações iniciais, os idosos serão randomizados para um dos três grupos experimentais. O primeiro grupo realizará treinamento de força sem pré ativação antagonista, o segundo realizará treinamento de força com pré ativação motora antagonista e o terceiro corresponderá ao grupo controle, que não realizará exercícios físicos e participará apenas de oficinas educativas. A randomização seguirá método aleatório simples com pareamento prévio por idade, massa corporal e estatura, conforme recomendações para

ensaios clínicos envolvendo intervenções neuromusculares (Hortobágyi *et al.*, 2021).

Os grupos TF1 e TF2 participarão de um programa estruturado de treinamento de força ao longo de doze semanas, com frequência de duas a três sessões semanais. Cada sessão terá duração aproximada de cinquenta a sessenta minutos e incluirá aquecimento, fase principal e desaquecimento. O conjunto de exercícios abrangerá movimentos multiarticulares e monoarticulares para membros inferiores e superiores, com intensidade prescrita entre sessenta e oitenta por cento de uma repetição máxima, seguindo princípios de progressão e sobrecarga recomendados para idosos (James *et al.*, 2021).

A diferença entre os protocolos consistirá na utilização da pré ativação motora antagonista no grupo TF2. Essa estratégia envolverá contrações isométricas breves entre três e cinco segundos dos músculos antagonistas imediatamente antes da execução da série principal. Pesquisas recentes sugerem que a pré ativação pode aprimorar a eficiência neural, melhorar a coordenação intermuscular e favorecer o desempenho motor (Villalba *et al.*, 2024; Rong *et al.*, 2025). O grupo TF1 realizará o mesmo treinamento, porém sem pré ativação prévia.

O grupo controle não realizará atividades físicas estruturadas, participando apenas de oficinas quinzenais voltadas a temas relacionados ao envelhecimento ativo, autocuidado e promoção da saúde, em consonância com orientações internacionais para estudos comparativos com idosos (WHO, 2021).

Ao término das doze semanas, todos os participantes serão reavaliados utilizando os mesmos procedimentos empregados na fase basal, o que permitirá comparar mudanças dentro de cada grupo e entre os grupos. As avaliações serão conduzidas por avaliadores cegos quanto à alocação dos voluntários, o que minimiza riscos de vieses de mensuração e aumenta a consistência metodológica do estudo (Valenzuela *et al.*, 2023). A Tabela 1 sintetiza o exposto.

**Tabela 1** – Caracterização dos grupos experimentais.

Variável	TF1 – Força sem pré-ativação	TF2 – Força com pré-ativação	GC – Controle
Tipo de intervenção	Treinamento resistido tradicional	Treinamento resistido com pré-ativação antagonista	Oficinas educativas (saúde e qualidade de vida)
Frequência	2–3x/semana	2–3x/semana	1x/semana

Variável	TF1 – Força sem pré-ativação	TF2 – Força com pré-ativação	GC – Controle
Duração	12 semanas	12 semanas	12 semanas
Exercícios	Extensora, flexora, cadeira abduutora/adutora, supino máquina, puxada atrás, abdominal solo e extensão de lombar.	Mesmos exercícios, porém com pré-ativação muscular antagonista na sequência: Flexora/extensora, cadeira abduutora/adutora, supino máquina/puxada atrás, abdominal solo/extensão de lombar.	Sem exercícios
Intensidade	50–80% de 1RM	50–80% de 1RM + pré-ativação	Não se aplica
Desfechos avaliados	Força, desempenho neuromuscular	Força, desempenho neuromuscular	Função física básica, qualidade de vida
Expectativa fisiológica	Aumento de força e funcionalidade	Maior eficiência neural, coordenação e resposta funcional	Manutenção

Fonte: Próprio autor, 2025.

#### 4.4 Desfechos e Avaliações

Os desfechos avaliados neste estudo envolvem indicadores funcionais, neuromusculares e força, selecionados conforme recomendações internacionais para pesquisas com populações idosas (ACSM, 2023). A escolha desses desfechos permite compreender não apenas a magnitude das adaptações induzidas pelo treinamento, mas também sua relevância clínica e funcional no cotidiano dos idosos.

- a) Desfechos primários:** A força muscular dos membros inferiores será avaliada pelo teste de uma repetição máxima na máquina extensora de joelhos. A força de preensão manual, utilizada para mensurar a força dos membros superiores, será aferida por meio de dinamômetro digital e é considerada indicador sensível de funcionalidade, saúde global e risco de fragilidade. Para a avaliação da capacidade funcional global, serão aplicados três testes amplamente reconhecidos pela literatura, que incluem o *Timed Up and Go*, empregado para análise da mobilidade e do risco de quedas conforme descrito por Podsiadlo e Richardson (1991), o teste de sentar e levantar em trinta segundos, utilizado para avaliar força e resistência funcional conforme Rikli e Jones (1999), e o teste de caminhada de seis minutos, destinado a mensurar a resistência aeróbia conforme Enright e Sherrill (1998).
- b) Desfechos antropométricos e clínicos:** IMC e percentual de gordura corporal, medidos por bioimpedância.

- c) **Avaliações:** Todos os desfechos serão mensurados em dois momentos: Avaliação inicial (pré-intervenção) e Reavaliação (pós-intervenção), após 12 semanas.

## 4.5 Intervenções

Os procedimentos de intervenção foram organizados para comparar os efeitos de dois modelos distintos de treinamento de força, com e sem pré-ativação motora antagonista, além de um grupo controle que receberá apenas ações educativas. A intervenção seguirá recomendações internacionais de prescrição de exercício para idosos apresentadas pelo ACSM e por James *et al.* (2021), garantindo que os protocolos adotados respeitem princípios de segurança, progressão e adequação ao público idoso.

### 4.5.1 Estrutura Geral das Intervenções

Cada sessão de treinamento dos grupos TF1 e TF2 terá duração média de quarenta a cinquenta minutos e será composta por três fases. O aquecimento inicial incluirá cinco a dez minutos de caminhada em esteira ou bicicleta estacionária, permitindo a preparação muscular e cardiorrespiratória para o esforço subsequente.

A fase principal corresponderá ao treinamento resistido, que será formado por seis a oito exercícios, realizados em duas ou três séries de oito a doze repetições, com intensidade situada entre cinquenta e oitenta por cento de uma repetição máxima e intervalos de sessenta a noventa segundos entre as séries.

Todas as sessões serão supervisionadas por professores de Educação Física com experiência em treinamento resistido para idosos, fisioterapeutas especializados em gerontologia e, quando necessário, estagiários de cursos da área da saúde, todos previamente treinados para garantir a execução técnica correta dos exercícios, identificar sinais de fadiga ou desconforto, e manter condições de segurança durante toda a intervenção.

### 4.5.2 Descrição dos Grupos de Intervenção

- a) **Grupo TF1 – Treinamento de força sem pré-ativação antagonista:** Este grupo realizará um treinamento resistido tradicional, seguindo modelos utilizados em programas de saúde para idosos (Martins *et al.*, 2022). Os exercícios serão: extensora de joelhos, flexora de joelhos,

cadeira abdução, cadeira adutora, supino máquina, puxada alta atrás, abdominal solo e extensão lombar. A progressão da carga será ajustada de acordo com a percepção de esforço e evolução.

- b) **Grupo TF2 – Treinamento de força com pré-ativação antagonista:** Este grupo seguirá o mesmo protocolo do TF1, porém com adição da pré-ativação motora antagonista, aplicada imediatamente antes de cada exercício principal. Essa técnica consiste em contrações isométricas breves (3–5 segundos) dos músculos antagonistas, recurso associado a maior eficiência neural, melhora do recrutamento motor e aumento do controle neuromuscular (Orssatto *et al.*, 2023; Villalba, 2024; Rong, 2025). A sequência dos pares agonista e antagonista será organizada da seguinte forma, com flexora seguida de extensora, abdução seguida de adutora, supino em máquina seguido de puxada alta e exercícios abdominais seguidos de extensão lombar. Esse modelo permitirá explorar a influência da pré-ativação sobre desempenho funcional, a plasticidade neuromuscular e a força.
- c) **Grupo GC – Controle:** O grupo controle não realizará exercícios físicos estruturados. Os participantes serão convidados a participar de oficinas educativas quinzenais, abordando temas de: saúde cardiovascular, prevenção de quedas, autocuidado, alimentação saudável, envelhecimento ativo (WHO, 2021).

#### 4.5.3 Tabela Comparativa dos Grupos

**Tabela 2 – Comparação dos grupos quanto à intervenção**

Variável	TF1 – Força sem pré-ativação	TF2 – Força com pré-ativação	GC – Controle
<b>Tipo de intervenção</b>	Treinamento resistido tradicional	Treinamento resistido com pré-ativação antagonista	Oficinas educativas
<b>Frequência</b>	2–3x/semana	2–3x/semana	1x/semana
<b>Duração</b>	12 semanas	12 semanas	12 semanas
<b>Exercícios</b>	Extensora, flexora, abdução, adutora, supino, puxada, abdominal, lombar	Mesmos exercícios + pré-ativação	Sem exercícios

<b>Intensidade</b>	50–80% de 1RM	50–80% de 1RM + pré-ativação	Não se aplica
<b>Repetições</b>	8–12 por exercício	8–12 por exercício	Não se aplica
<b>Intervalo</b>	60–90 s	60–90 s	Não se aplica
<b>Duração da sessão</b>	40–50 min	40–50 min	Não se aplica
<b>Aquecimento</b>	5–10 min	5–10 min	Não se aplica
<b>Alongamento</b>	5 min	5 min	Não se aplica

Fonte: Próprio autor, 2025.

#### 4.6 Análise Estatística

Os dados foram inicialmente avaliados quanto à completude, presença de valores extremos (outliers) e pressupostos de distribuição. A normalidade foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk, enquanto a homogeneidade das variâncias foi analisada utilizando o teste de Levene.

As variáveis contínuas foram apresentadas como média  $\pm$  desvio padrão para dados com distribuição normal e como mediana e intervalo interquartil para dados não normalmente distribuídos. As variáveis categóricas foram expressas em frequências absolutas e relativas.

Considerando o delineamento longitudinal do estudo, foi adotada uma abordagem de modelos mistos para examinar os efeitos do tempo (pré vs. pós-intervenção), do grupo (TF1, TF2 e controle) e da interação grupo  $\times$  tempo sobre todas as variáveis dependentes.

Para desfechos com distribuição normal, foi aplicada análise de variância de medidas repetidas em dois fatores (ANOVA). Quando os pressupostos de normalidade foram violados, utilizaram-se abordagens não paramétricas equivalentes, incluindo o teste de Kruskal-Wallis para comparações entre grupos e o teste de Wilcoxon para análises intra-grupos.

Quando identificados efeitos principais ou interações significativas, foram realizadas análises post hoc com ajuste de Bonferroni, a fim de localizar diferenças entre pares de grupos.

Os tamanhos de efeito foram calculados por meio do eta quadrado parcial ( $\eta^2$ ) para os modelos de ANOVA, sendo interpretados como pequenos ( $\geq 0,01$ ), moderados ( $\geq 0,06$ ) e grandes ( $\geq 0,14$ ). Para comparações pareadas, foi utilizado o d de Cohen, classificado como pequeno ( $\geq 0,2$ ), moderado ( $\geq 0,5$ ) e grande ( $\geq 0,8$ ).

Intervalos de confiança de 95% (IC 95%) foram calculados para os principais desfechos.

Adicionalmente, visando maior robustez das inferências longitudinais e considerando a variabilidade interindividual e possíveis dados ausentes, modelos lineares de efeitos mistos foram utilizados como análise complementar. Esses modelos incluíram efeitos fixos para grupo, tempo e sua interação, além de interceptos aleatórios para os participantes.

Todos os testes estatísticos foram bicaudais, adotando-se nível de significância de  $p < 0,05$ . As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS (versão 21.0; IBM Corp., Armonk, NY, EUA), com representações gráficas geradas por meio do Python (versão 3.10) e do Power BI Desktop.

#### **4.7 Cálculo Amostral**

O tamanho amostral foi estimado utilizando o software G\*Power versão 3.1.9.4, adotando o modelo estatístico F tests – MANOVA para medidas repetidas com interação entre fatores (within-between interaction). O cálculo foi realizado a priori, considerando um tamanho de efeito moderado ( $f(V) = 0,25$ ), nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) e poder estatístico de 80% ( $1-\beta = 0,80$ ).

Foram considerados três grupos de comparação e três momentos de avaliação, correspondentes às medidas repetidas ao longo do acompanhamento do estudo. A partir desses parâmetros, o modelo indicou um tamanho amostral total estimado de 239 participantes, distribuídos entre os três grupos analisados. O cálculo resultou em graus de liberdade de numerador igual a 4 e denominador igual a 190, com valor crítico de F igual a 2,419 e parâmetro de não centralidade ( $\lambda$ ) de 12,25, resultando em poder estatístico real estimado de 0,800, indicando adequação do tamanho amostral proposto para detectar diferenças entre grupos ao longo do tempo.

## 4.8 Procedimentos Éticos

A pesquisa foi iniciada somente após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Evangélica de Goiás, conforme o parecer registrado no protocolo CAAE 19508619.3.0000.5076.

Os voluntários foram convidados após a verificação dos critérios de inclusão e exclusão e formalizaram sua participação pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 1). O termo apresentou de forma detalhada os objetivos, os procedimentos e as características metodológicas do estudo, em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Além disso, foi utilizado o ChatGPT exclusivamente para auxiliar na estruturação de seções textuais, no aperfeiçoamento da redação científica e na revisão ortográfica e gramatical, mantendo-se a responsabilidade integral do autor pela interpretação dos resultados, pela fidelidade ao conteúdo original dos artigos e pela decisão final sobre inclusão ou exclusão dos estudos na revisão.

## 5 RESULTADOS

A análise comparativa entre os grupos evidenciou diferenças relevantes tanto nas condições basais quanto na magnitude das adaptações ao longo do período de intervenção

Na Tabela 3 são apresentadas as características antropométricas dos grupos TF1, TF2 e controle.

**Tabela 3.** Características antropométricas dos grupos

Grupo	N	Sexo (F/M)	Idade (anos)	Peso (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
TF1	34	32/2	63,7 ± 3,4	72,7 ± 16,6	29,9 ± 7,1
TF2	34	15/20	69,5 ± 5,5	75,0 ± 10,6	29,2 ± 4,5
Controle	34	34/0	64,6 ± 5,3	75,1 ± 11,4	30,3 ± 4,5

**Notas:** Letras diferentes na mesma linha (a, b) indicam diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos pelo teste *post hoc* de Mann-Whitney com correção de Bonferroni.

A análise das características iniciais da amostra revelou que os grupos eram homogêneos em relação ao Peso ( $p = 0,675$ ) e ao IMC ( $p = 0,895$ ). No entanto, observaram-se diferenças significativas na Idade ( $p < 0,001$ ) e na

Estatura ( $p = 0,007$ ).

O teste post hoc indicou que o grupo TF2 era significativamente mais velho ( $69,51 \pm 5,48$  anos) em comparação aos grupos TF1 ( $63,74 \pm 3,45$  anos) e Controle ( $64,65 \pm 5,26$  anos). Da mesma forma, o grupo TF2 apresentou uma estatura média superior à dos demais grupos. Essas diferenças iniciais reforçam a importância de utilizar o Delta ( $\Delta$ ) ou modelos de análise que considerem as variações individuais (como o Wilcoxon e Kruskal-Wallis sobre a mudança absoluta) para avaliar o efeito real das intervenções, independentemente das condições basais.

Na Tabela 4 são apresentadas as variáveis: percentual de gordura; teste de sentar e levantar; Teste de 6 minutos; Teste de 1RM; Teste de Força.

**Tabela 4.** Valores pré e pós intervenção, delta e diferenças entre os grupos

Variável	Grupo	Pré	Pós	$\Delta$ (Média)	p (Intra)	Sig. Intergrupo
%Gordura	TF1	$38,4 \pm 9,8$	$37,0 \pm 9,2$	-1,36	<0,001	a
	TF2	$33,1 \pm 5,7$	$30,9 \pm 5,5$	-2,23	<0,001	b
	Controle	$38,9 \pm 9,1$	$37,4 \pm 9,0$	-1,44	0,029	a
Sentar e Lev. (rep)	TF1	$7,6 \pm 1,6$	$9,4 \pm 1,4$	1,73	<0,001	a
	TF2	$8,0 \pm 1,5$	$11,4 \pm 2,7$	3,46	<0,001	b
	Controle	$9,8 \pm 1,6$	$9,8 \pm 1,6$	0,03	0,915	c
Teste de 6 min (m)	TF1	$384 \pm 62$	$483 \pm 59$	99,3	<0,001	a
	TF2	$418 \pm 119$	$499 \pm 105$	81,6	<0,001	a
	Controle	$562 \pm 145$	$627 \pm 161$	64,6	<0,001	b
Teste de 1RM (kg)	TF1	$36,9 \pm 17,7$	$50,1 \pm 18,2$	13,2	<0,001	a
	TF2	$34,8 \pm 15,7$	$52,9 \pm 19,9$	18,0	<0,001	a
	Controle	$31,6 \pm 21,9$	$37,5 \pm 24,4$	5,9	<0,001	b
Teste de Força (N)	TF1	$26,2 \pm 5,1$	$29,0 \pm 5,3$	2,72	<0,001	a
	TF2	$23,5 \pm 4,3$	$29,6 \pm 3,8$	6,15	<0,001	b
	Controle	$25,4 \pm 6,8$	$24,1 \pm 6,4$	-1,32	0,001	c
TUG (s)	TF1	$9,99 \pm 2,33$	$10,45 \pm 1,46$	+0,46	0,016	a
	TF2	$9,64 \pm 1,77$	$11,32 \pm 1,85$	+1,68	<0,001	B
	Controle	$9,38 \pm 1,48$	$10,27 \pm 2,06$	+0,89	<0,001	a
ACR (ml/kg/min)	TF1	$30,22 \pm 5,16$	$32,10 \pm 4,93$	+1,88	<0,001	a
	TF2	$25,77 \pm 4,75$	$27,26 \pm 4,96$	+1,49	<0,001	b
	Controle	$24,82 \pm 4,04$	$27,11 \pm 4,39$	+2,28	<0,001	a

**Legenda:** p (Intra): Significância da mudança dentro do próprio grupo (Wilcoxon/T-pareado). Sig. Intergrupo: Letras diferentes (a, b, c) na mesma variável indicam diferença estatística significativa entre os deltas dos grupos (Post-hoc de Bonferroni/Dunn,  $p < 0,05$ ).

Em relação à composição corporal, todos os grupos apresentaram uma redução estatisticamente significativa no percentual de gordura entre os momentos pré e pós-intervenção ( $p < 0,05$ ). No entanto, a magnitude dessa redução foi significativamente maior no grupo TF2 ( $\approx -2,2\%$ ) quando comparada às variações observadas nos grupos TF1 e Controle ( $p < 0,05$ ). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na variação do percentual de gordura entre o grupo TF1 e o grupo Controle, indicando um comportamento similar entre esses dois grupos para esta variável.

No que se refere à capacidade funcional, avaliada pelo teste de sentar e levantar, ambos os grupos de intervenção (TF1 e TF2) apresentaram um incremento estatisticamente significativo no número de repetições entre os momentos pré e pós-intervenção ( $p < 0,05$ ). Ao comparar a magnitude da melhora ( $\Delta$ ) entre as intervenções, o grupo TF2 demonstrou um ganho significativamente superior ao observado no grupo TF1 ( $p < 0,05$ ), evidenciando uma maior eficácia deste protocolo para o ganho de resistência muscular de membros inferiores.

No que concerne à capacidade aeróbica, avaliada pelo Teste de Caminhada de 6 minutos, todos os grupos — incluindo o Controle — apresentaram um aumento estatisticamente significativo na distância percorrida entre os momentos pré e pós-intervenção ( $p < 0,05$ ). Contudo, ao analisar a magnitude da evolução ( $\Delta$ ), observou-se que os incrementos nos grupos TF1 (+99,32 m) e TF2 (+81,66 m) foram significativamente superiores ao ganho observado no grupo Controle (+64,68 m) ( $p < 0,05$ ), não havendo diferença estatística entre as duas modalidades de treinamento funcional.

A força muscular, avaliada pelo teste de 1RM, apresentou comportamento similar ao observado na capacidade aeróbica. Todos os grupos, incluindo o Controle, exibiram um aumento estatisticamente significativo na carga levantada entre os momentos pré e pós-intervenção ( $p < 0,05$ ). Contudo, a análise revelou que os incrementos observados nos grupos TF1 (+13,24 kg) e TF2 (+18,03 kg) foram significativamente superiores ao ganho registrado no grupo Controle (+5,91 kg) ( $p < 0,05$ ). Entre as modalidades de intervenção (TF1 vs. TF2), não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, indicando que ambos os protocolos foram igualmente eficazes no aumento da força máxima.

No teste de agilidade e equilíbrio dinâmico (TUG), observou-se um

aumento estatisticamente significativo nos tempos de execução em todos os grupos entre os momentos pré e pós-intervenção ( $p < 0,05$ ). Ao analisar a magnitude da mudança ( $\Delta$ ), verificou-se que o grupo TF2 apresentou o maior incremento de tempo ( $\Delta = +1,68$  s), sendo este aumento significativamente superior aos observados nos grupos TF1 ( $\Delta = +0,46$  s) e Controle ( $\Delta = +0,89$ s) ( $p < 0,05$ ). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os deltas dos grupos TF1 e Controle para esta variável.

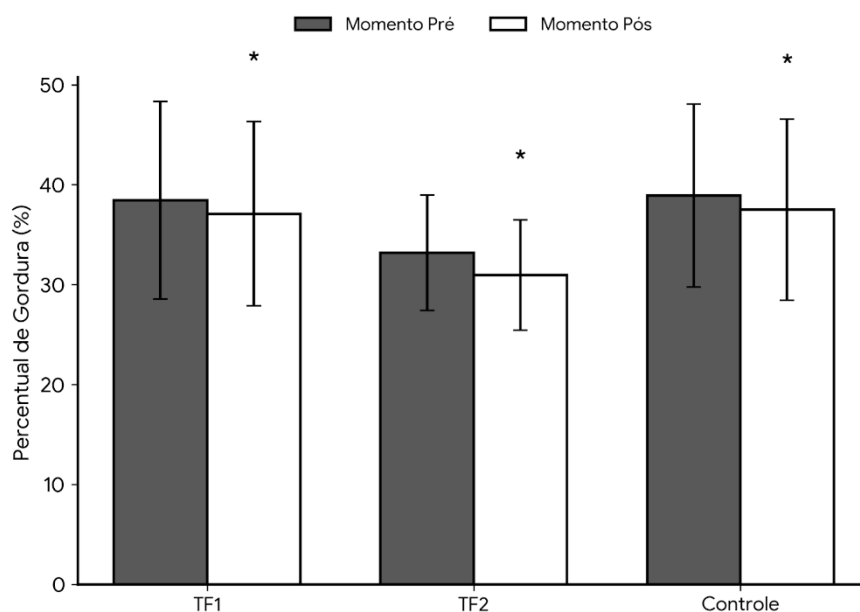
Para a Aptidão Cardiorrespiratória (ACR), todos os grupos apresentaram um aumento estatisticamente significativo entre os momentos pré e pós-intervenção ( $p < 0,05$ ). Ao comparar o ( $\Delta$ ) entre os grupos, observou-se que os grupos de intervenção TF1 (+2,28) e TF2 (+1,88) apresentaram incrementos significativamente superiores ao observado no grupo Controle (+1,49) ( $p < 0,05$ ). Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os deltas dos grupos TF1 e TF2, indicando que ambos os protocolos de treinamento funcional foram igualmente eficazes no incremento da aptidão cardiorrespiratória estimada.

O conjunto de figuras 1 e 2 representa visualmente os dados da Tabela 2.

No Conjunto 1, são apresentados os momentos pré e pós-intervenção separadamente por grupo (TF1, TF2 e Controle). Para o percentual de gordura, capacidade aeróbica, força muscular (teste de 1RM e Força Dinâmica) e o TUG, todos os grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa das médias entre os momentos pré e pós-intervenção ( $p < 0,05$ ). Isso resultou em diminuição do percentual de gordura, aumento da distância percorrida no Teste de 6 minutos, aumento da força muscular no teste de 1RM e aumento do tempo de execução no TUG. Contudo, especificamente para a força dinâmica absoluta, o valor médio do Grupo Controle apresentou redução significativa. Para a capacidade funcional (teste de sentar e levantar), ambos os grupos de intervenção (TF1 e TF2) apresentaram aumentos estatisticamente significativos no número de repetições entre os momentos pré e pós-intervenção, enquanto o Grupo Controle não apresentou diferença estatisticamente significativa.

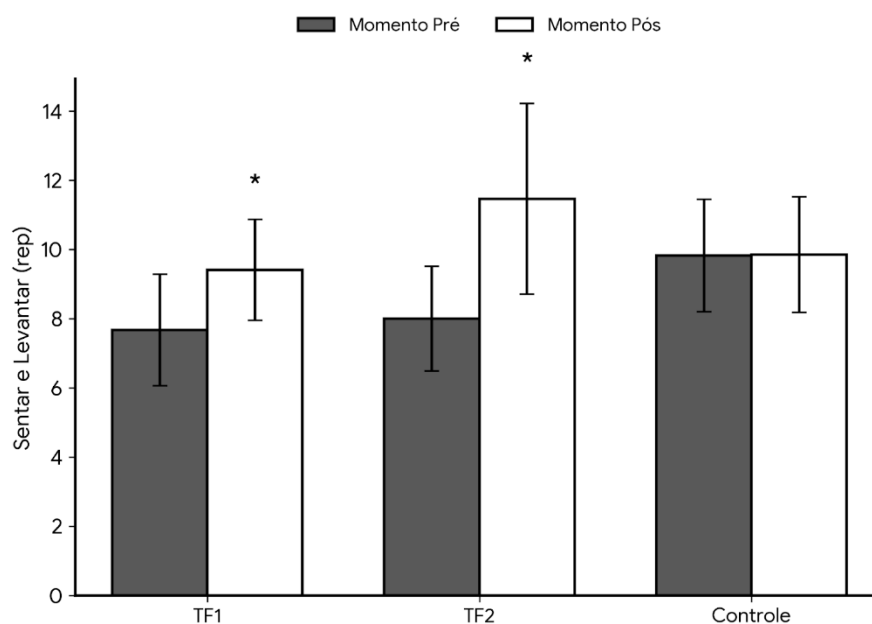
alteração fisiológica e funcional após a intervenção, com maior destaque para os grupos submetidos ao treinamento, especialmente em variáveis relacionadas à força muscular e ao desempenho funcional.

**Gráfico 1** – Comparação do percentual de gordura nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

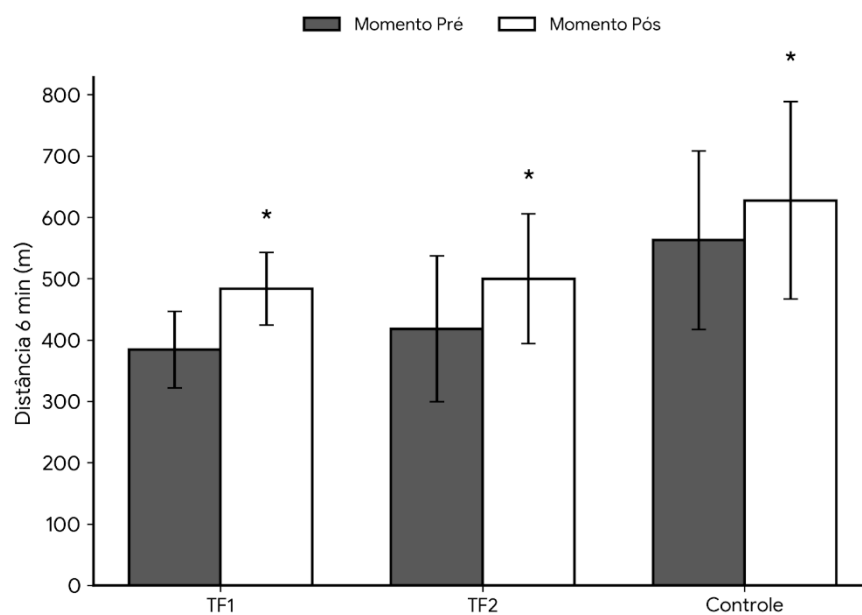
**Gráfico 2** – Comparação do teste Sentar e Levantar nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

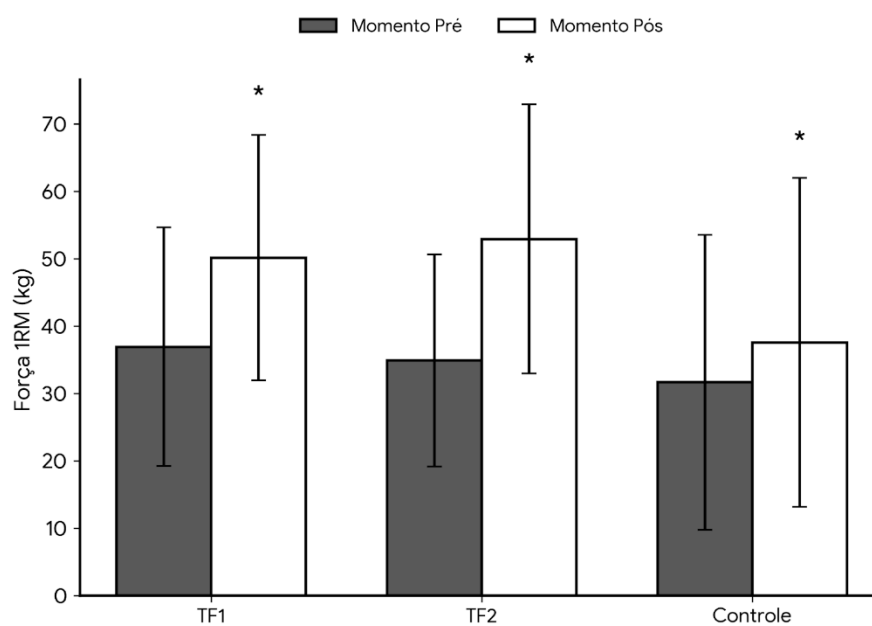
**Gráfico 3** – Comparação do TC6M nos momentos pré e pós-intervenção por grupo

(TF1, TF2 e Controle).



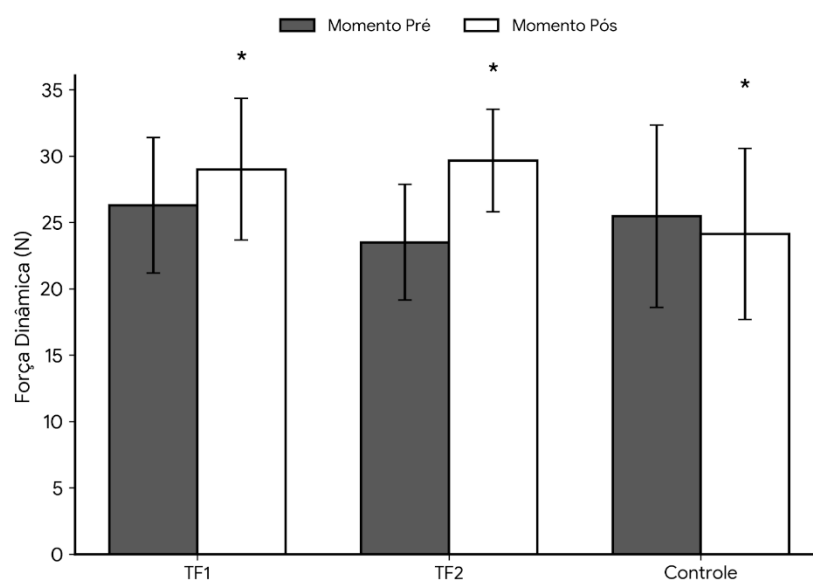
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 4** – Comparação de Força 1RM nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



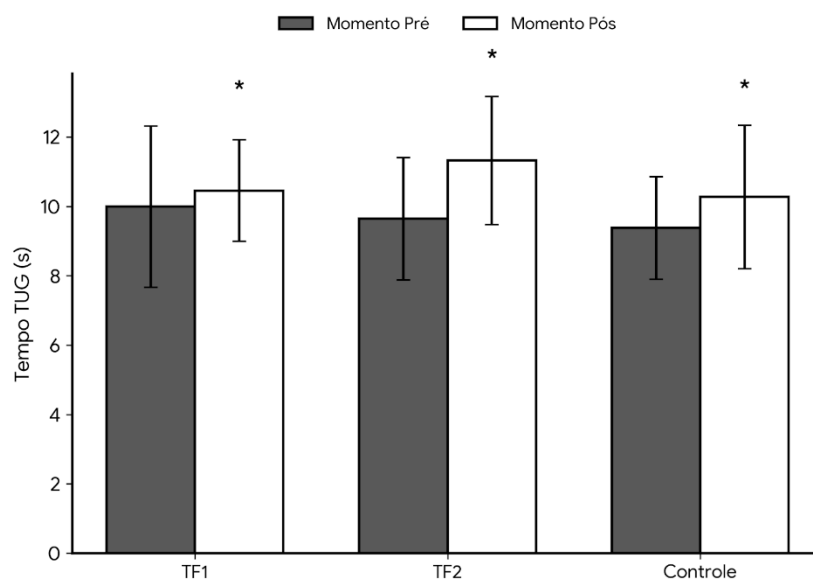
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 5** – Comparação de Força Dinâmica nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



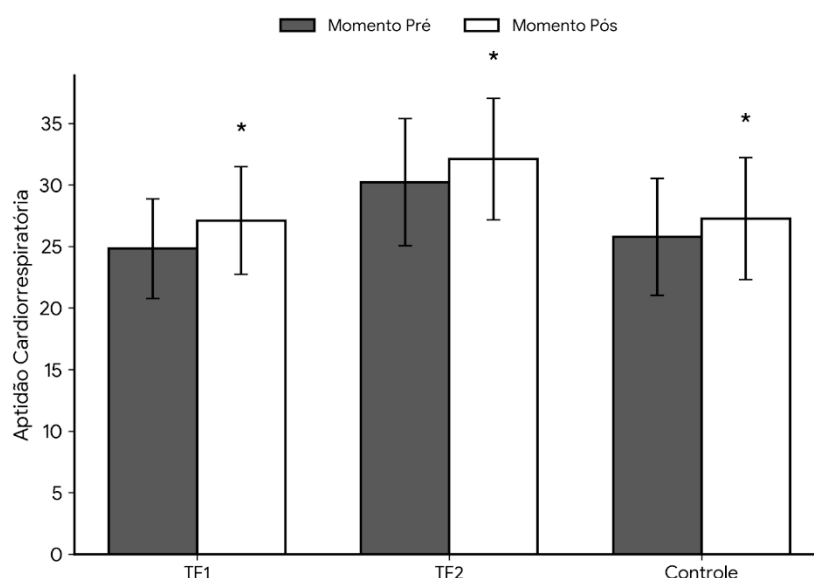
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 6** – Comparação do TUG nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

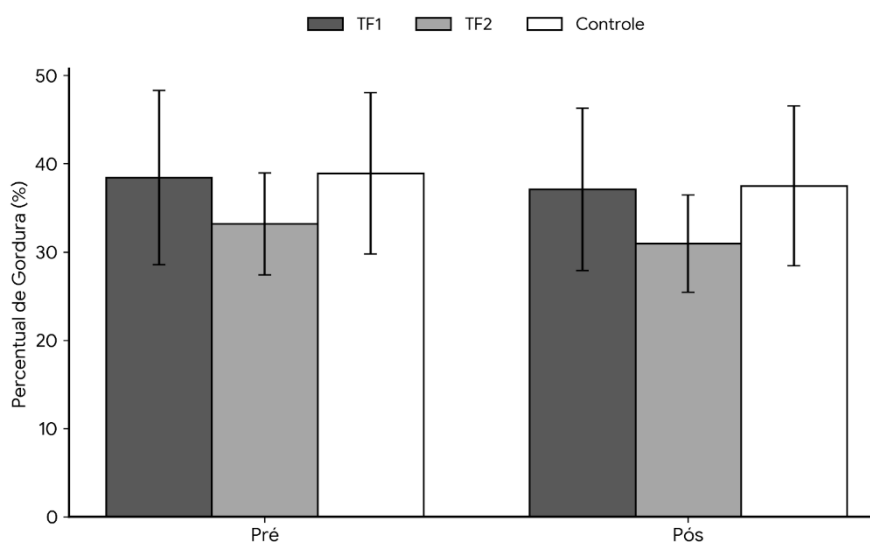
**Gráfico 7** – Comparação da Aptidão Cardiorespiratória nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

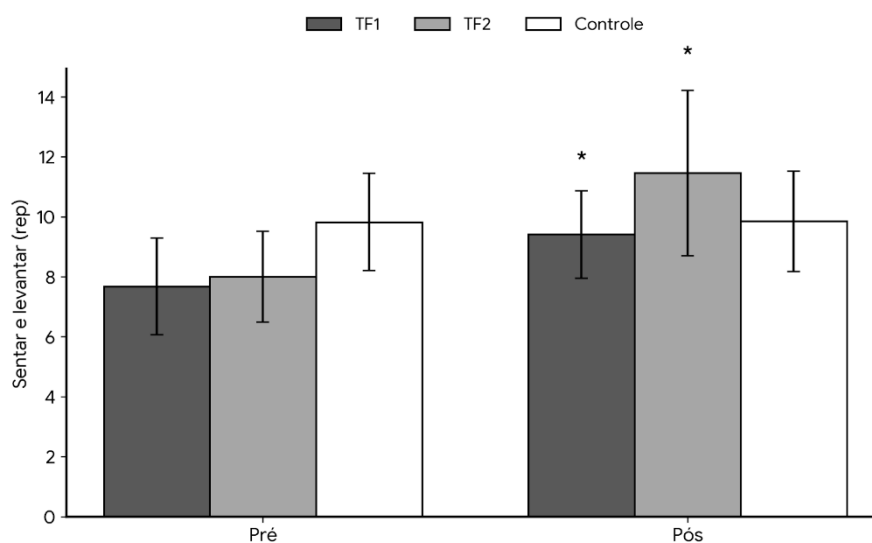
No Conjunto 2, os três grupos foram agrupados e comparados nos momentos pré e pós-intervenção. No momento pré, as variáveis de composição corporal, capacidade funcional e capacidade aeróbica apresentaram valores médios com diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (% Gordura: TF2 < Controle; Sentar e Levantar: Controle > TF1 e TF2; 6 min: Controle > TF1 e TF2). Devido a essa heterogeneidade inicial, optou-se por calcular o delta de diferença ( $\Delta = \text{pós} - \text{pré}$ ) e comparar as medidas de variação absoluta decorrentes das intervenções no momento pós.

**Gráfico 8** – Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do percentual de gordura nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



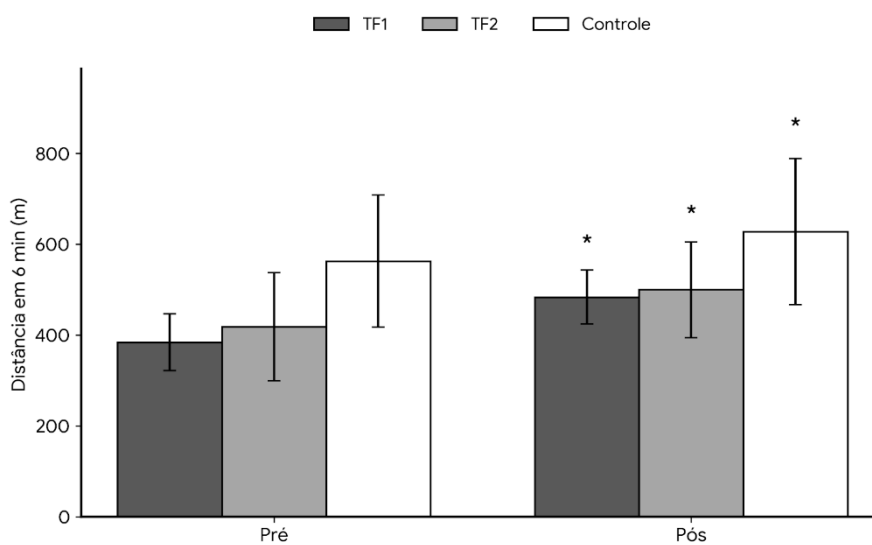
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 9** – Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do teste Sentar e Levantar nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



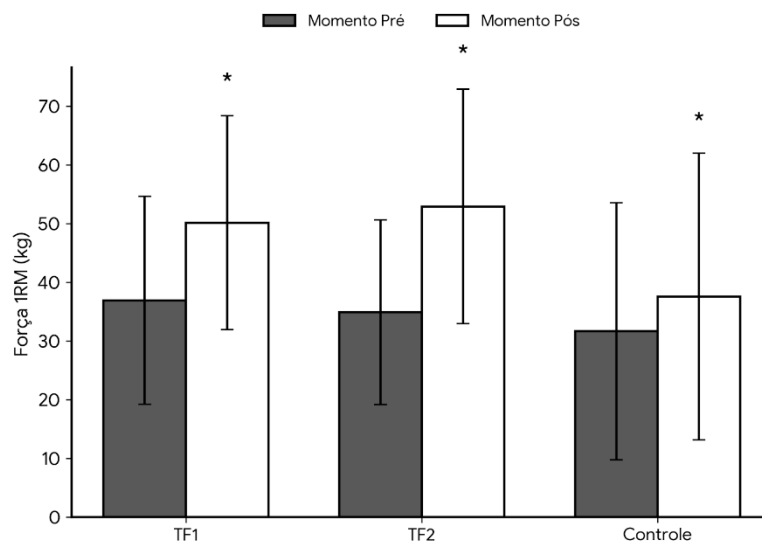
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 10** – Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do TC6M nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



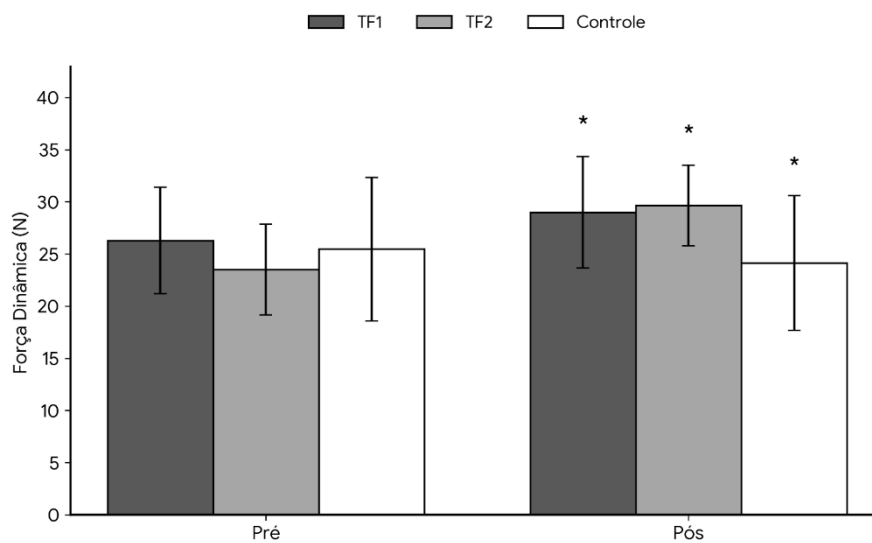
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 11** – Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos da Força 1RM nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



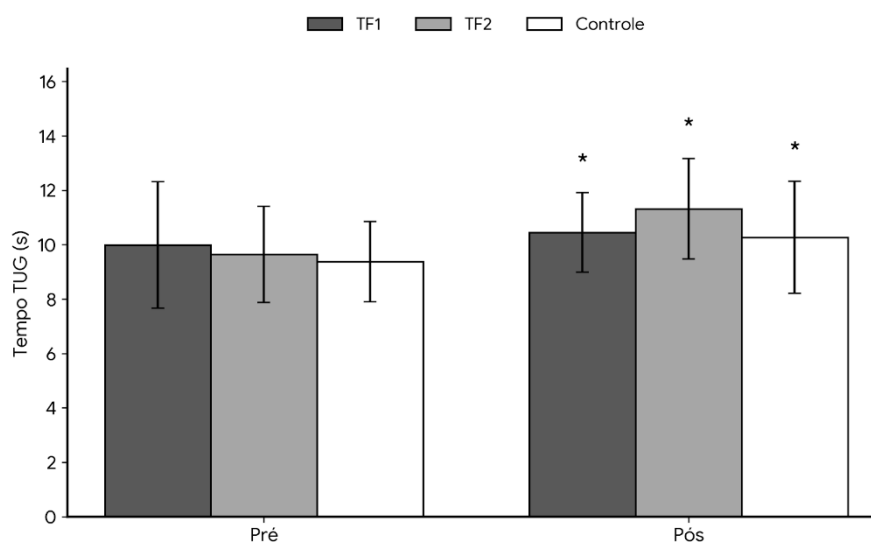
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 12** – Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos de Força Dinâmica nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



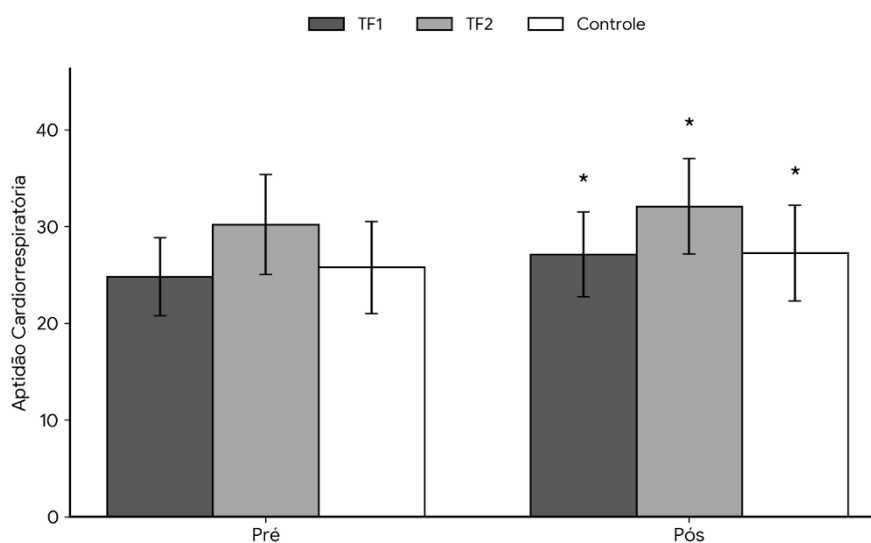
**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 13** – Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos do TUG nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

**Gráfico 14** – Comparação da evolução ( $\Delta$ ) intergrupos da Aptidão Cardiorrespiratória nos momentos pré e pós-intervenção por grupo (TF1, TF2 e Controle).



**Legenda:** (\*) para indicar a significância intragrupo ( $p < 0,05$ ).

Ao analisar a evolução ( $\Delta$ ) intergrupos, verificou-se que para o teste de força dinâmica absoluta e para a capacidade funcional (sentar e levantar), todos os grupos apresentaram variações médias significativamente diferentes entre si (TF2 > TF1 > Controle). No teste de 1RM e na Aptidão Cardiorrespiratória (ACR), os grupos TF1 e TF2 obtiveram incrementos estatisticamente superiores em relação ao Grupo Controle. No teste TUG, apenas o grupo TF2 apresentou uma variação estatisticamente diferente (maior aumento de tempo) em relação aos grupos TF1 e Controle, os quais não diferiram entre si. Para o Teste de 6 minutos, os grupos TF1 e TF2 não apresentaram diferenças estatísticas entre si na magnitude do delta; contudo, ambos demonstraram ganhos significativamente

superiores quando comparados ao Grupo Controle.

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que o treinamento de força promove adaptações significativas em diferentes desfechos em idosos, incluindo composição corporal, força muscular, desempenho funcional e capacidade cardiorrespiratória. Além disso, a inclusão da pré-ativação motora antagonista mostrou potencial para potencializar especialmente as respostas neuromusculares e funcionais, ainda que seus efeitos não tenham sido homogêneos entre todas as variáveis analisadas.

Em relação à composição corporal, a maior redução do percentual de gordura observada no grupo submetido à pré-ativação motora (TF2) sugere que essa estratégia pode favorecer adaptações metabólicas adicionais ao treinamento resistido. O treinamento de força já é amplamente reconhecido por sua capacidade de melhorar a composição corporal em idosos (VALENZUELA et al., 2023; LIU et al., 2024), entretanto, a maior magnitude de resposta observada no TF2 pode estar associada ao aumento da demanda neuromuscular e ao maior custo energético durante a execução dos exercícios. Estudos indicam que intervenções que aumentam a eficiência neuromuscular podem impactar o metabolismo energético, contribuindo para a redução da adiposidade corporal (ŠAGÁT et al., 2023).

No desempenho funcional, especialmente no teste de sentar e levantar, os maiores ganhos observados no grupo TF2 reforçam o papel das adaptações neurais no treinamento de força. Evidências apontam que os ganhos iniciais são predominantemente mediados por adaptações neurais, como melhora do recrutamento de unidades motoras e da coordenação intermuscular (DEL VECCHIO; FARINA, 2022; CSAPO; ALEGRE, 2021). Nesse contexto, a pré-ativação motora pode potencializar esses mecanismos ao modular a excitabilidade neural e reduzir a coativação antagonista, favorecendo maior eficiência funcional.

Os resultados do teste de caminhada de seis minutos indicam que ambos os protocolos de treinamento foram eficazes na melhora da capacidade funcional, superando o grupo controle. Esses achados corroboram a literatura, que demonstra que o treinamento resistido pode promover melhorias na capacidade cardiorrespiratória, mesmo na ausência de estímulos aeróbios

diretos (BORDE et al., 2020; MARTINS et al., 2022). Tal efeito pode ser explicado pela melhora da eficiência muscular e pela redução do custo energético durante o esforço.

Em relação à força muscular, os ganhos observados nos grupos TF1 e TF2 confirmam o papel do treinamento resistido como estratégia eficaz para aumento de força em idosos (ORSSATTO et al., 2023). A ausência de diferença significativa entre os grupos sugere que ambos os protocolos são eficazes, embora a tendência de maiores ganhos no TF2 indique possível influência da pré-ativação sobre a qualidade do recrutamento motor.

Um achado relevante refere-se ao desempenho no teste Timed Up and Go (TUG), no qual o grupo TF2 apresentou piora relativa na agilidade. Esse resultado diverge parcialmente da literatura, que associa o treinamento de força à melhora da mobilidade funcional (HORTOBÁGYI et al., 2021). Uma possível explicação está relacionada à especificidade do treinamento, uma vez que a pré-ativação pode alterar temporariamente o padrão motor ou aumentar a rigidez muscular, impactando tarefas que exigem velocidade e agilidade.

No que se refere à força dinâmica, o maior ganho observado no grupo TF2 reforça a hipótese de que a pré-ativação motora potencializa adaptações neuromusculares. Estudos sugerem que a ativação prévia pode melhorar a sincronização das unidades motoras e a eficiência do recrutamento muscular (VILLALBA et al., 2024; MATERKO et al., 2024).

Por fim, os resultados relacionados à aptidão cardiorrespiratória demonstram que ambos os grupos de treinamento apresentaram evolução superior ao grupo controle. Esse achado reforça que o treinamento de força possui efeitos sistêmicos, contribuindo para melhorias que vão além do sistema musculoesquelético (BORDE et al., 2020).

De forma integrada, os achados deste estudo indicam que o treinamento de força é uma estratégia eficaz e multifatorial para idosos, sendo capaz de promover melhorias relevantes na funcionalidade e na saúde geral. A pré-ativação motora antagonista emerge como uma estratégia promissora, especialmente na otimização das adaptações neuromusculares e funcionais, embora seus efeitos sobre variáveis específicas, como agilidade, ainda necessitem de investigação adicional.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a ausência de medidas diretas

da atividade neuromuscular, como eletromiografia, bem como o tempo de intervenção relativamente curto. Dessa forma, estudos futuros devem explorar mecanismos neurais de forma mais aprofundada, além de investigar combinações de protocolos que possam potencializar os efeitos observados.

Em síntese, a interpretação geral dos resultados permite concluir que as hipóteses do estudo foram majoritariamente sustentadas de forma parcial, e não absoluta. A H1 foi parcialmente confirmada pela superioridade do grupo experimental em força de preensão manual e pelo melhor valor final de 1RM; a H2 foi parcialmente confirmada pela melhor resposta do grupo experimental no sentar e levantar, mas relativizada pelo desempenho do grupo convencional no TC6 e pela cautela necessária com o TUG; e a H3 não foi plenamente confirmada, pois o maior incremento de  $VO_{2max}$  ocorreu no grupo convencional. Ainda assim, o conjunto dos resultados sustenta que a pré-ativação motora antagonista representa uma estratégia promissora para potencializar adaptações neuromusculares em idosos, ao passo que o treinamento convencional permanece altamente eficiente para promover ganhos funcionais e fisiológicos amplos. A partir dessa interpretação integradora, os tópicos seguintes aprofundam a discussão específica dos efeitos sobre força muscular, funcionalidade, composição corporal, capacidade cardiorrespiratória e implicações clínicas do estudo.

## **6.1 Efeitos do treinamento sobre força muscular e adaptações neuromusculares**

A força muscular constitui um dos principais determinantes da funcionalidade no envelhecimento, uma vez que sua preservação está diretamente relacionada à manutenção da autonomia, à execução das atividades de vida diária e à redução do risco de incapacidade física progressiva. Em idosos, a redução da força não decorre apenas da perda de massa muscular, mas também de alterações no sistema nervoso central e periférico, como diminuição do recrutamento motor, redução da taxa de disparo das unidades motoras e menor eficiência na coordenação intermuscular. Nesse sentido, a análise dos efeitos do treinamento resistido sobre a força deve ser compreendida em uma perspectiva integrada, na qual fatores musculares e neurais participam simultaneamente da resposta adaptativa, conforme discutem Cruz-jentoft et al. (2020), Hortobágyi et al. (2021) e James et al. (2021).

Os resultados do presente estudo demonstram que os protocolos de treinamento aplicados foram eficazes para promover ganhos de força em idosos

não institucionalizados, especialmente quando observadas as variáveis 1RM e força de prensão manual. Em ambos os casos, os grupos submetidos ao treinamento resistido apresentaram desempenho superior ao grupo controle, o que reforça o papel do exercício de força como intervenção central no enfrentamento da sarcopenia, da fragilidade e do declínio funcional associado ao envelhecimento. Esse comportamento converge com a literatura que reconhece o treinamento resistido como uma das estratégias mais consistentes para melhorar a capacidade neuromuscular em populações idosas, como evidenciado por Borde, Hortobágyi e Granacher (2020), James et al. (2021) e Martins et al. (2022).

Na avaliação da força máxima dinâmica de membros inferiores, mensurada pelo teste de 1RM, observou-se incremento significativo nos três grupos, mas com magnitudes distintas. Os grupos 1 e 2 apresentaram o mesmo delta ( $\Delta = -15,00$ ), enquanto o grupo controle exibiu variação menor ( $\Delta = -5,00$ ). Esse resultado mostra que o treinamento resistido, independentemente da estratégia de ativação empregada, foi superior à condição sem exercício estruturado na promoção de ganho de força máxima dinâmica. Em idosos, esse tipo de adaptação possui elevada relevância clínica, pois a força de membros inferiores está associada à capacidade de levantar-se, caminhar, subir escadas e responder a perturbações posturais, sendo um componente central da independência funcional, conforme ACSM (2023), Rikli e Jones (1999) e Valenzuela et al. (2023).

Apesar da equivalência do delta entre os grupos treinados no 1RM, a interpretação dos dados não deve limitar-se apenas à variação relativa. O grupo submetido à ativação neuroproprioceptiva atingiu maior valor mediano pós-intervenção (60,00 kg) do que o grupo de treinamento convencional (40,00 kg), o que sugere que esse protocolo favoreceu uma resposta final mais robusta em força máxima dinâmica. Em termos fisiológicos, isso pode indicar que a pré-ativação motora antagonista não apenas acompanhou os efeitos do treinamento convencional, mas também potencializou a capacidade de expressão da força em níveis mais elevados. Esse tipo de resposta é compatível com a interpretação de que estratégias que favorecem maior organização do controle motor podem ampliar a eficiência da produção de força, como proposto por Del Vecchio e Farina (2022), Orsatto et al. (2023) e Rong et al. (2025).

A leitura desses achados sugere que os ganhos de força observados no grupo 2 não podem ser atribuídos apenas ao aumento da carga de treino ou ao efeito inespecífico da repetição motora, mas possivelmente à interação entre o

treinamento resistido e mecanismos de adaptação neural. Estudos recentes mostram que, nas fases iniciais do treinamento de força, grande parte do ganho ocorre antes mesmo de alterações estruturais relevantes na musculatura, sendo explicada principalmente por aumento do recrutamento das unidades motoras, maior frequência de disparo, melhora da sincronização neural e redução da coativação ineficiente. Essa explicação é sustentada por Csapo e Alegre (2021), Del Vecchio e Farina (2022) e Hortobágyi et al. (2021), que apontam as adaptações neurais como eixo central da resposta ao treinamento resistido em idosos.

Na variável força de preensão manual, os resultados reforçam ainda mais a hipótese de vantagem do protocolo com pré-ativação neuroproprioceptiva sobre aspectos neuromusculares específicos. O grupo 2 apresentou a maior variação entre os grupos ( $\Delta = -6,86$ ), superando de forma expressiva o grupo 1 ( $\Delta = -2,04$ ) e o grupo controle ( $\Delta = 0,56$ ). Além disso, apenas os grupos treinados mostraram significância estatística robusta, enquanto o grupo controle não alcançou diferença significativa. Esse comportamento sugere que a intervenção experimental teve maior capacidade de produzir melhora da força isométrica de membros superiores, o que amplia a consistência dos efeitos positivos do protocolo para além do teste de 1RM.

A relevância da força de preensão manual ultrapassa o campo da força localizada, pois esse marcador é amplamente reconhecido como indicador de saúde global, reserva funcional e risco de fragilidade em idosos. Bohannon (2021) destaca que a preensão manual se associa a mortalidade, incapacidade, hospitalização e declínio funcional, sendo considerada um biomarcador indispensável no contexto do envelhecimento. Dessa forma, o fato de o grupo 2 ter apresentado a resposta mais pronunciada nesse desfecho sugere que a ativação neuroproprioceptiva não apenas favoreceu o desempenho muscular imediato, mas também pode ter contribuído para uma adaptação funcional de maior relevância clínica. Em termos interpretativos, isso fortalece a noção de que o protocolo experimental foi particularmente eficiente em variáveis sensíveis à qualidade do controle motor e à expressão neuromuscular da força.

No plano mecânico, os resultados observados podem ser compreendidos à luz da literatura sobre adaptações neuromusculares induzidas pelo treinamento resistido. Orsatto et al. (2023) demonstraram aumento da excitabilidade intrínseca dos motoneurônios após treinamento de força em idosos, indicando que o exercício é capaz de modificar a responsividade neural mesmo em idades avançadas. De forma convergente, Hortobágyi et al. (2021)

discutem a relevância funcional da neuroplasticidade induzida pelo treinamento, enquanto Del Vecchio e Farina (2022) ressaltam que a adaptação neural envolve maior eficiência no recrutamento das unidades motoras e melhor capacidade de gerar força rapidamente. Assim, os ganhos identificados no presente estudo, especialmente no grupo 2, são coerentes com a hipótese de que o treinamento resistido atuou não apenas sobre o músculo, mas sobre o sistema neuromotor como um todo.

Nesse contexto, a pré-ativação motora antagonista pode ter funcionado como um recurso facilitador da organização neuromuscular do movimento. Ao exigir ativação prévia e coordenada entre grupos musculares antagonistas e agonistas, esse protocolo tende a estimular maior controle da coativação, melhora do timing motor e refinamento do padrão de recrutamento durante a execução do exercício principal. Materko et al. (2024) observaram que a ativação antagonista pode alterar favoravelmente a atividade muscular agonista durante o treinamento de força, enquanto Villalba et al. (2024) relataram aumento da atividade muscular após treinamento com co-contração em idosos. Esses achados oferecem suporte teórico para interpretar por que o grupo 2 apresentou resposta particularmente expressiva na força de preensão manual e valor final superior em 1RM.

Além disso, os resultados do presente estudo dialogam diretamente com o trabalho de Caliman filho et al. (2023), que investigou treinamento de força com pré-ativação muscular antagonista em idosos e apontou potencial funcional dessa estratégia. A convergência entre os achados reforça a plausibilidade de que a pré-ativação represente uma modulação metodológica capaz de ampliar parte dos efeitos do treinamento resistido tradicional, especialmente em domínios fortemente dependentes de eficiência neuromotora. Não se trata, portanto, de substituir o treinamento convencional, mas de reconhecer que a introdução de uma fase preparatória antagonista pode modificar qualitativamente a resposta do sistema neuromuscular ao esforço.

Entretanto, a interpretação dos resultados exige reconhecer que o treinamento convencional também foi altamente eficaz. O grupo 1 apresentou ganho expressivo em 1RM, melhora significativa de preensão manual e resposta consistente em outras variáveis funcionais e cardiorrespiratórias. Isso significa que o presente estudo não demonstra a insuficiência do modelo tradicional, mas sim sugere que a ativação neuroproprioceptiva pode representar uma vantagem adicional em determinados componentes da força. Em outras palavras, os dados não sustentam uma oposição simplista entre os protocolos, mas a existência de

perfis adaptativos distintos: um mais amplamente eficaz e outro com possível superioridade em desfechos sensíveis à modulação neural. Essa leitura é coerente com Ahmadpoor e Bragazzi (2025), James et al. (2021) e Rong et al. (2025), que destacam a multiplicidade de respostas ao treinamento resistido em idosos.

Outro ponto importante é que a superioridade do grupo 2 em variáveis de força ocorreu mesmo diante de uma amostra que não era plenamente homogênea no momento basal, especialmente em idade e desempenho funcional. Esse detalhe reforça o peso interpretativo dos achados, uma vez que o grupo experimental não partiu, necessariamente, de uma condição inicial mais favorável em todos os domínios. Portanto, a melhora observada sugere que o protocolo com pré-ativação neuroproprioceptiva foi capaz de mobilizar respostas adaptativas consistentes mesmo em um cenário de heterogeneidade clínica própria da população idosa. Em tese, isso aumenta o valor aplicado do protocolo, sobretudo em contextos de reabilitação, treinamento supervisionado e programas voltados à preservação da funcionalidade.

Em síntese, os resultados desta subseção indicam que o treinamento resistido promoveu ganhos relevantes de força muscular em idosos, mas que a ativação neuroproprioceptiva parece ter potencializado de maneira mais consistente os desfechos ligados à expressão neuromuscular da força, particularmente na força de preensão manual e no valor final alcançado no 1RM. Esses achados sustentam a interpretação de que a resposta ao treinamento envolveu adaptações neurais importantes, como maior eficiência do recrutamento motor, melhor coordenação agonista-antagonista e maior capacidade de produção de força. Assim, o presente estudo reforça o papel do treinamento resistido como intervenção central no envelhecimento saudável e sugere que estratégias de pré-ativação motora podem ampliar parte de seus efeitos neuromusculares. A partir dessa base, o subtópico seguinte aprofunda a discussão dos impactos do treinamento sobre o desempenho funcional e a mobilidade dos idosos avaliados.

## **6.2 Impactos do treinamento sobre desempenho funcional e mobilidade**

O desempenho funcional e a mobilidade constituem dimensões centrais da saúde no envelhecimento, uma vez que expressam, de forma concreta, a

capacidade do idoso de realizar tarefas motoras necessárias à manutenção da autonomia e da participação social. Diferentemente de indicadores exclusivamente fisiológicos, as medidas funcionais integram componentes musculares, neurais, posturais e cardiorrespiratórios, refletindo a capacidade real de resposta do organismo diante das demandas cotidianas. Nesse sentido, a análise dos impactos do treinamento sobre tais desfechos é particularmente relevante, pois permite compreender em que medida os ganhos obtidos no ambiente de intervenção se transferem para tarefas com significado clínico e funcional.

No presente estudo, os resultados indicaram que o treinamento resistido promoveu alterações significativas em indicadores relevantes de funcionalidade, especialmente no teste de sentar e levantar em 30 segundos e no teste de caminhada de 6 minutos, enquanto o comportamento do Timed Up and Go exigiu interpretação mais cautelosa. De forma geral, os grupos submetidos aos protocolos de treinamento apresentaram respostas mais consistentes do que o grupo controle, sugerindo que o exercício estruturado produziu efeitos mais robustos sobre a capacidade funcional dos participantes. Essa interpretação encontra respaldo em Valenzuela et al. (2023), que destacam o exercício físico como uma das principais estratégias para preservar função física em idosos, bem como em Martins et al. (2022) e Liu et al. (2024), que enfatizam a relevância do treinamento resistido para a melhora do desempenho funcional.

O teste de sentar e levantar em 30 segundos mostrou-se particularmente sensível aos efeitos das intervenções. O grupo submetido à ativação neuroproprioceptiva apresentou a maior magnitude de variação, passando de 8,00 para 11,00 repetições, com  $\Delta = -3,00$  e  $p < 0,001$ . O grupo de treinamento convencional também apresentou melhora significativa, evoluindo de 8,00 para 9,00 repetições, com  $\Delta = -2,00$  e  $p < 0,001$ , enquanto o grupo controle apresentou incremento menor, de 9,00 para 9,50 repetições, com  $\Delta = -1,00$  e  $p = 0,002$ . A comparação intergrupos foi significativa ( $p < 0,001$ ), indicando que os protocolos produziram respostas distintas na força-resistência funcional de membros inferiores.

Esses resultados são particularmente importantes porque o teste de sentar e levantar representa um marcador funcional diretamente associado à autonomia do idoso, à capacidade de transição postural e à realização de

atividades básicas da vida diária. Rikli e Jones (1999) descrevem esse teste como uma medida prática da força funcional de membros inferiores em idosos residentes na comunidade, sendo amplamente utilizado na avaliação da aptidão funcional. Assim, o melhor desempenho observado, sobretudo no grupo 2, sugere que o treinamento com ativação neuroproprioceptiva promoveu adaptações com elevada transferibilidade para tarefas cotidianas, o que amplia a relevância aplicada do achado.

Do ponto de vista fisiológico, a melhora no sentar e levantar pode ser interpretada como resultado da interação entre aumento da força dos membros inferiores, maior eficiência na coordenação intermuscular e melhor controle do movimento em tarefas repetidas. O gesto de levantar-se de uma cadeira exige produção rápida e repetida de força, estabilização de tronco, organização postural e sincronização entre os segmentos corporais. Portanto, o melhor desempenho do grupo 2 sugere que a intervenção experimental favoreceu não apenas ganho de força isolada, mas também maior refinamento do controle motor em tarefa funcional. Essa leitura é coerente com Hortobágyi et al. (2021), Orssatto et al. (2023) e Del Vecchio e Farina (2022), que associam o treinamento resistido a adaptações neurais capazes de melhorar a eficiência do movimento.

Além disso, a superioridade do grupo 2 nesse teste pode estar relacionada ao papel da pré-ativação neuroproprioceptiva na preparação do sistema neuromuscular antes da execução do movimento principal. Estratégias dessa natureza podem facilitar o recrutamento motor, melhorar a organização agonista-antagonista e favorecer maior estabilidade durante tarefas que exigem repetição e controle postural. Nesse aspecto, os resultados observados dialogam com Materko et al. (2024), Villalba et al. (2024) e Cai et al. (2025), que ressaltam a importância da modulação da atividade muscular e do controle neuromotor para o desempenho funcional em idosos.

Na variável teste de caminhada de 6 minutos, também foram observadas melhoras significativas em todos os grupos, embora com magnitudes distintas. O grupo 1 apresentou o maior incremento absoluto, evoluindo de 369,00 m para 490,00 m, com  $\Delta = -92,00$  e  $p < 0,001$ . O grupo 2 aumentou de 402,00 m para 450,00 m, com  $\Delta = -86,00$  e  $p < 0,001$ , enquanto o grupo 3 passou de 488,50 m para 561,50 m, com  $\Delta = -53,00$  e  $p < 0,001$ . A significância intergrupos ( $p = 0,005$ ) indica que os protocolos promoveram efeitos distintos sobre a capacidade

funcional submáxima, ainda que todos tenham demonstrado evolução.

A interpretação desse achado sugere que o treinamento convencional exerceu impacto particularmente importante sobre a capacidade funcional global e a tolerância ao esforço. O teste de caminhada de 6 minutos integra múltiplos sistemas fisiológicos, incluindo força muscular, eficiência locomotora, coordenação, resistência periférica e capacidade cardiorrespiratória. Nesse contexto, o maior incremento do grupo 1 indica que esse protocolo pode ter proporcionado adaptação mais ampla sobre a sustentação do esforço submáximo, possivelmente por favorecer um padrão de resposta funcional sistêmica mais evidente. Tal interpretação é compatível com Šagát et al. (2023), Valenzuela et al. (2023) e Liu et al. (2024), que destacam a caminhada de 6 minutos como um marcador sensível da capacidade funcional em idosos.

Mesmo assim, o grupo 2 também apresentou resposta relevante no teste de caminhada, o que demonstra que a ativação neuroproprioceptiva não limitou a melhoria da função locomotora. A diferença, nesse caso, parece residir na ênfase da adaptação: enquanto o grupo experimental mostrou maior destaque em força funcional e força muscular, o grupo convencional apresentou incremento mais expressivo na capacidade de deslocamento sustentado. Isso sugere que os dois protocolos foram benéficos, porém com diferentes áreas de predominância adaptativa. Em termos de funcionalidade, essa distinção é relevante porque mostra que o desempenho funcional não é um fenômeno unitário, mas composto por diferentes subdomínios motores e fisiológicos.

Em relação ao Timed Up and Go (TUG), o estudo encontrou significância estatística nos três grupos, com  $p < 0,001$ . Contudo, a interpretação desse resultado requer cautela, pois os valores pós-intervenção foram numericamente superiores aos pré-intervenção em todos os grupos. O grupo 1 passou de 9,30 s para 10,40 s, o grupo 2 de 9,13 s para 10,41 s e o grupo 3 de 9,12 s para 9,56 s. Como o TUG é uma medida baseada em tempo, valores maiores tendem a corresponder, em princípio, a pior desempenho funcional. Assim, embora o teste tenha apontado alteração estatística, a direção clínica do resultado não permite afirmar de forma direta que houve melhora da mobilidade funcional nesse desfecho específico.

Essa discrepância entre significância estatística e direção numérica dos valores reforça a necessidade de interpretação crítica dos dados em estudos

clínicos. Em uma tese de doutorado, é metodologicamente mais adequado reconhecer a ambiguidade desse achado do que forçar uma leitura incompatível com a própria lógica do instrumento. O TUG, conforme descrito por Podsiadlo e Richardson (1991), é sensível à mobilidade funcional básica e ao risco de quedas, mas sua interpretação depende necessariamente da redução do tempo de execução. Portanto, no presente estudo, essa variável deve ser discutida como um resultado que não confirmou linearmente a melhora funcional, exigindo revisão da direção do delta, da dinâmica da coleta ou da forma de registro dos dados.

Ainda assim, a ausência de uma leitura direta de melhora no TUG não compromete a interpretação global de que o treinamento resistido produziu benefícios funcionais relevantes. Isso porque outros marcadores mais consistentes, como o teste de sentar e levantar e a caminhada de 6 minutos, mostraram evolução clara e biologicamente plausível. Além disso, a literatura sugere que diferentes testes funcionais captam dimensões distintas da mobilidade, e não necessariamente respondem com a mesma sensibilidade ou na mesma velocidade ao treinamento. Martins et al. (2022), Carlini et al. (2021) e Ahmadpoor e Bragazzi (2025) destacam que a resposta funcional ao exercício em idosos depende da especificidade do protocolo, do tipo de tarefa avaliada e do domínio físico mais fortemente estimulado.

Do ponto de vista clínico, os resultados desta subseção reforçam que o treinamento resistido se constitui como estratégia importante para preservar e ampliar a funcionalidade em idosos. A melhora no sentar e levantar sugere maior capacidade de transição postural e de realização de tarefas básicas. O aumento da distância percorrida no teste de caminhada aponta para melhor tolerância ao esforço e maior eficiência locomotora. Esses efeitos, em conjunto, representam avanços relevantes para a autonomia, para a independência funcional e para a prevenção do declínio físico associado ao envelhecimento, em consonância com WHO (2021), Valenzuela et al. (2023) e Cruz-jentoft et al. (2020).

### **6.3 Efeitos das intervenções sobre composição corporal e capacidade cardiorrespiratória**

As intervenções aplicadas no presente estudo também produziram efeitos relevantes sobre a composição corporal e a capacidade cardiorrespiratória dos

participantes, indicando que os benefícios do treinamento resistido não se restringiram aos componentes neuromusculares e funcionais previamente discutidos. Em idosos, alterações nessas dimensões possuem expressiva relevância clínica, pois o excesso de adiposidade associa-se a pior desempenho funcional, maior sobrecarga osteoarticular e aumento do risco cardiometabólico, enquanto a aptidão cardiorrespiratória constitui marcador importante de tolerância ao esforço, independência funcional e manutenção da mobilidade. Desse modo, a análise conjunta desses desfechos amplia a compreensão dos efeitos sistêmicos promovidos pelos protocolos investigados.

No que se refere à composição corporal, observou-se redução significativa do percentual de gordura corporal nos três grupos, porém com magnitudes distintas. O grupo 1 reduziu a mediana de 42,90% para 39,62%, com  $\Delta = 1,22$  e  $p < 0,001$ . O grupo 2 apresentou redução de 33,45% para 32,12%, com  $\Delta = 1,70$  e  $p < 0,001$ , enquanto o grupo 3 passou de 34,24% para 34,12%, com  $\Delta = 0,66$  e  $p = 0,030$ . A comparação intergrupos foi significativa ( $p < 0,001$ ), indicando que os protocolos não exerceram efeitos equivalentes sobre esse desfecho. Embora todos os grupos tenham apresentado redução, os grupos submetidos ao treinamento resistido exibiram alterações mais expressivas, especialmente o grupo com ativação neuroproprioceptiva.

Esse comportamento sugere que o treinamento resistido foi mais eficaz do que a condição controle na modulação do perfil adiposo, aspecto particularmente importante em uma amostra com valores iniciais compatíveis com sobrepeso e adiposidade elevada. Ainda que o treinamento de força seja classicamente relacionado ao aumento ou preservação da massa muscular, estudos recentes mostram que ele também pode promover ajustes favoráveis na composição corporal, sobretudo quando realizado com progressão de carga, frequência regular e supervisão técnica adequada. Borde, Hortobágyi e Granacher (2020) demonstram que o treinamento resistido em idosos apresenta relação dose-resposta com diferentes componentes da aptidão física, enquanto Beckwée et al. (2019) reforçam que intervenções com exercício são eficazes na prevenção e no manejo de alterações musculoesqueléticas e metabólicas associadas ao envelhecimento.

No domínio da capacidade cardiorrespiratória, também foram observadas respostas favoráveis. A distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos

aumentou significativamente em todos os grupos: o grupo 1 evoluiu de 369,00 m para 490,00 m ( $\Delta = -92,00$ ;  $p < 0,001$ ), o grupo 2 de 402,00 m para 450,00 m ( $\Delta = -86,00$ ;  $p < 0,001$ ) e o grupo 3 de 488,50 m para 561,50 m ( $\Delta = -53,00$ ;  $p < 0,001$ ), com diferença intergrupos significativa ( $p = 0,005$ ). De forma complementar, o  $VO_2$ máx estimado também aumentou nos três grupos, passando de 25,63 para 28,31 mL/kg/min no grupo 1 ( $\Delta = -2,11$ ;  $p < 0,001$ ), de 27,26 para 29,44 mL/kg/min no grupo 2 ( $\Delta = -1,98$ ;  $p < 0,001$ ) e de 27,98 para 29,64 mL/kg/min no grupo 3 ( $\Delta = -1,22$ ;  $p < 0,001$ ), com diferença intergrupos significativa ( $p = 0,004$ ).

Para sintetizar comparativamente esses achados, o Quadro 6 apresenta a distribuição interpretativa dos principais efeitos das intervenções sobre a composição corporal e a capacidade cardiorrespiratória, destacando o grupo com maior resposta em cada variável e a direção fisiológica predominante das adaptações observadas.

**Quadro 1** – Síntese interpretativa do comparativo dos resultados.

Variável	Diferenças no Pré-teste (Linha de Base)	Diferenças no $\Delta$ (Evolução Pós - Pré)	Resumo do Comportamento ( $\Delta$ )
% Gordura	TF2 < Controle	TF2 > (TF1 e Controle)	TF2 apresentou a maior redução de gordura.
Sentar e Levantar	Controle > (TF1 e TF2)	TF2 > TF1 > Controle	Todos melhoraram, mas o TF2 teve o maior ganho de resistência.
Caminhada 6 min	Controle > (TF1 e TF2)	(TF1 e TF2) > Controle	Ambos os treinos superaram a evolução do Controle.
1RM (Força Máxima)	Sem diferença estatística	(TF1 e TF2) > Controle	Ambos os treinos superaram a evolução do Controle.
TUG (Agilidade)	Sem diferença estatística	TF2 > (TF1 e Controle)	O grupo TF2 foi o que mais perdeu agilidade (maior aumento de tempo).
Força Dinâmica	Sem diferença estatística	TF2 > TF1 > Controle	TF2 teve o maior ganho de força; Controle perdeu força.
ACR (Aptidão)	Sem diferença estatística	(TF1 e TF2) > Controle	Ambos os treinos superaram a evolução do Controle.

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A leitura do quadro evidencia que os efeitos das intervenções não se distribuíram de forma homogênea entre os desfechos analisados. Na composição corporal, a maior redução do percentual de gordura concentrou-se no grupo 2, sugerindo que a ativação neuroproprioceptiva esteve associada a resposta mais expressiva nesse componente. Em contrapartida, os maiores ganhos nos indicadores cardiorrespiratórios e funcionais submáximos, representados pelo TC6 min e pelo  $VO_2$ máx estimado, foram observados no grupo 1, o que indica que o treinamento convencional promoveu resposta mais

acentuada nesse domínio específico.

Esse padrão reforça a interpretação de que os protocolos produziram especializações adaptativas relativas, e não superioridade absoluta de um mesmo modelo em todos os desfechos. O grupo 2 parece ter apresentado resposta mais favorável em aspectos ligados à modulação corporal e ao componente neuromuscular, enquanto o grupo 1 demonstrou maior impacto sobre a capacidade funcional aeróbia. Em idosos, esse achado possui relevância prática, pois sugere que diferentes estratégias de treinamento resistido podem ser selecionadas de acordo com o objetivo terapêutico predominante, seja ele mais voltado ao controle corporal, à força, à funcionalidade ou à aptidão cardiorrespiratória. A maior redução de gordura corporal no grupo 2 pode ser interpretada, em parte, como reflexo de uma resposta funcional mais eficiente ao treinamento, particularmente em variáveis de força e de desempenho muscular. Em termos fisiológicos, a melhora da eficiência neuromuscular e o aumento da capacidade de produção de força podem elevar a qualidade do esforço realizado durante as sessões e favorecer adaptações corporais mais pronunciadas ao longo do tempo. Embora o presente estudo não tenha quantificado diretamente o gasto energético global, essa interpretação é coerente com Liu et al. (2024), Valenzuela et al. (2023) e Ahmadpoor e Bragazzi (2025), que associam o aprimoramento da função muscular à melhora da eficiência metabólica e do comportamento funcional.

No que se refere à capacidade cardiorrespiratória, os resultados sugerem que o treinamento resistido pode produzir efeitos positivos mesmo sem assumir a estrutura clássica de um treinamento aeróbio contínuo. O aumento da distância percorrida no TC6 e do  $VO_2$ máx estimado sugere melhora da tolerância ao esforço e da economia de movimento, possivelmente mediada pelo aumento da força muscular, pela redução do custo relativo da locomoção e pela melhor eficiência na execução das tarefas. Em idosos, isso é particularmente importante, pois pequenas melhorias na capacidade funcional podem representar ganhos expressivos em independência e segurança locomotora. Essa leitura está em consonância com Šagát et al. (2023), Liu et al. (2024) e Valenzuela et al. (2023).

Por outro lado, o fato de o grupo 1 ter apresentado os maiores incrementos tanto no TC6 quanto no  $VO_2$ máx estimado indica que a pré-ativação neuroproprioceptiva não representou vantagem adicional clara sobre a aptidão cardiorrespiratória. Isso reforça a interpretação de que os principais benefícios adicionais desse protocolo concentram-se mais fortemente na dimensão

neuromuscular e funcional de força, enquanto o treinamento convencional também foi capaz de produzir respostas sistêmicas importantes. Em outras palavras, os resultados sugerem que o impacto da pré-ativação parece ser mais específico do que global, ao passo que o modelo convencional apresentou maior abrangência em alguns indicadores aeróbios funcionais.

Também merece destaque o fato de o grupo controle ter apresentado alterações significativas em parte desses desfechos, ainda que com magnitude inferior. Esse comportamento sugere possível influência de fatores como participação em oficinas educativas, maior conscientização sobre hábitos de saúde, efeito de acompanhamento longitudinal e familiarização com os testes. Contudo, a menor amplitude dos deltas demonstra que essas mudanças foram mais discretas e não alcançaram o mesmo nível de resposta promovido pelos protocolos de treinamento resistido. Assim, a interpretação mais robusta permanece sendo a de que o exercício estruturado exerceu papel predominante na modulação desses desfechos.

Em síntese, os resultados desta subseção demonstram que as intervenções produziram efeitos favoráveis tanto sobre a composição corporal quanto sobre a capacidade cardiorrespiratória, porém com diferentes magnitudes e padrões entre os grupos. O grupo com ativação neuroproprioceptiva apresentou maior redução do percentual de gordura corporal, enquanto o treinamento convencional demonstrou melhor resposta na caminhada de 6 minutos e no  $VO_{2\text{máx}}$  estimado. O grupo controle também apresentou alterações, mas em intensidade relativamente menor. Esses achados reforçam que o treinamento resistido em idosos possui repercussões fisiológicas amplas, capazes de ultrapassar o ganho de força isolado e alcançar desfechos corporais e funcionais com elevada relevância clínica.

#### **6.4 Implicações práticas, limitações e perspectivas futuras**

Os resultados do estudo evidenciam que a inclusão da pré-ativação motora antagonista antes de exercícios resistidos promoveu respostas significativas na força muscular dos idosos, corroborando com o modelo neuroadaptativo proposto por Caliman Filho et al. (2023), no qual a ativação prévia otimiza a sincronização e recrutamento de unidades motoras, aumentando a taxa de desenvolvimento de força e a eficiência de contração muscular, fatores críticos para a prevenção da sarcopenia e fragilidade muscular em populações idosas.

A magnitude dos ganhos de força observados nos grupos experimentais

sugere que protocolos com pré-ativação podem maximizar o estímulo neuromuscular em comparação a programas convencionais de treinamento resistido, alinhando-se com evidências de Materko et al. (2024) sobre facilitação neural e aumento da excitabilidade motora de grupos musculares agonistas e antagonistas durante sessões de treinamento supervisionado, promovendo melhorias funcionais que impactam atividades cotidianas.

Os dados indicam que o treinamento resistido com pré-ativação resultou em adaptações estruturais e funcionais, refletidas em aumento de massa magra e redução de tecido adiposo, conforme corroboram Borde et al. (2020) e Barón et al. (2024), que destacam que estímulos resistidos intensos e frequentes promovem hipertrofia, aumento da densidade muscular e melhoria da composição corporal, fatores associados à redução do risco de condições metabólicas e declínio funcional.

No contexto da mobilidade funcional, o incremento no número de repetições no teste de sentar e levantar e a redução do tempo no Timed Up and Go refletem adaptações neuromusculares e biomecânicas relevantes, incluindo aumento da força relativa dos membros inferiores, melhor coordenação intermuscular e controle postural, aspectos enfatizados por Martins et al. (2022) e Rikli & Jones (1999) como determinantes da independência funcional e mitigação do risco de quedas em idosos.

Os ganhos observados em força máxima e resistência muscular local destacam a importância de estímulos de alta intensidade e velocidade controlada, que promovem adaptações na fibra muscular tipo II, conforme discutido por Hortobágyi et al. (2021) e Tøien et al. (2022), sendo estes mecanismos essenciais para otimização da potência e execução de tarefas motoras rápidas, frequentemente comprometidas com o envelhecimento.

A análise da capacidade cardiorrespiratória revelou melhora significativa no  $VO_2$  máx estimado pelo teste de caminhada de seis minutos, evidenciando que o treinamento resistido pode influenciar indiretamente a aptidão cardiorrespiratória, possivelmente por aumento da eficiência muscular e redução do custo metabólico do movimento, conforme apontam Liu et al. (2024) e Valenzuela et al. (2023), reforçando a relevância do treinamento integrado para saúde global do idoso.

A diminuição do percentual de gordura corporal nos grupos submetidos ao protocolo experimental sugere que a combinação de pré-ativação muscular e exercícios resistidos intensos promove não apenas hipertrofia, mas também mobilização lipídica efetiva, corroborando com evidências de Borde et al. (2020)

sobre o efeito metabólico de treinamentos de força regulares e controlados. Os resultados observados têm implicações práticas relevantes para profissionais de educação física, fisioterapeutas e gerontólogos, pois fornecem evidências de que a pré-ativação antagonista pode ser incorporada de forma segura em programas de treinamento para idosos, aumentando a eficiência do estímulo e acelerando adaptações funcionais sem comprometer a segurança do participante.

Apesar das contribuições observadas, algumas limitações devem ser consideradas. A amostra restrita e a duração relativamente curta do estudo podem ter limitado a magnitude das adaptações, principalmente aquelas relacionadas a parâmetros cardiorrespiratórios, sugerindo a necessidade de estudos de longo prazo para confirmar a persistência dos efeitos observados, como indicado por Ahmadpoor & Bragazzi (2025). A ausência de medidas diretas de ativação neuromuscular, como EMG de alta densidade, constitui outra limitação metodológica, restringindo a análise detalhada da taxa de recrutamento e sincronização das unidades motoras, aspectos que poderiam fornecer maior embasamento sobre os mecanismos fisiológicos subjacentes às adaptações observadas.

A individualização do protocolo de pré-ativação, considerando variáveis como amplitude de movimento, intensidade e tempo de ativação, é uma perspectiva futura relevante, visto que ajustes finos nestes parâmetros podem otimizar os ganhos de força e funcionalidade, conforme sugerido por Del Vecchio & Farina (2022) em estudos sobre adaptações neurais ao treinamento resistido. Adicionalmente, a integração de estratégias complementares, como exercícios de equilíbrio e treinamento de potência, pode ampliar os efeitos funcionais e reduzir ainda mais o risco de quedas, alinhando-se às recomendações de Bohannon (2021) sobre a importância da força de preensão e do controle motor em idosos.

Estudos futuros também devem explorar a combinação de treinamento resistido com modalidades aeróbicas de baixa a moderada intensidade, visando potencializar os efeitos sobre capacidade cardiorrespiratória e composição corporal, em concordância com evidências de Valenzuela et al. (2023) e Martins et al. (2022). A replicação dos resultados em populações com diferentes perfis clínicos, incluindo idosos com sarcopenia ou com condições crônicas, permitirá a generalização das recomendações e a criação de protocolos personalizados, contribuindo para a prática baseada em evidência no envelhecimento ativo,

como discutido por Aioubi-Mahani et al. (2023).

## 7 CONCLUSÕES

Os achados do presente estudo demonstram que a implementação de um protocolo de treinamento de força controlado aliado à pré-ativação motora antagonista resultou em adaptações significativas nos parâmetros neuromusculares, indicando que estímulos antecipatórios podem otimizar o recrutamento de unidades motoras e melhorar a sincronização intermuscular. Essa estratégia promoveu ganhos de força superiores aos observados em protocolos convencionais, refletindo em um aumento da capacidade de geração de torque e na eficiência mecânica durante movimentos funcionais, aspectos essenciais para a preservação da autonomia de idosos não institucionalizados.

Observou-se que a melhora da força muscular não se restringiu à capacidade máxima, mas estendeu-se à resistência local e à potência funcional, sugerindo que a pré-ativação potencializa a ativação das fibras musculares tipo II e promove ajustes adaptativos na unidade motora que favorecem a execução de atividades de vida diária. Tais alterações corroboram evidências de estudos recentes sobre neuromodulação e plasticidade adaptativa em populações idosas, indicando que protocolos estruturados podem maximizar os benefícios do treinamento resistido.

O desempenho funcional apresentou evolução significativa em todos os testes aplicados, incluindo sentar e levantar em 30 segundos e o Timed Up and Go, refletindo melhorias na mobilidade, equilíbrio e coordenação motora. Esses resultados destacam a relevância do treinamento resistido aliado à pré-ativação para potencializar habilidades motoras essenciais à independência funcional, reforçando o papel da intervenção na redução do risco de quedas e na promoção de segurança física em idosos.

As alterações observadas na composição corporal indicaram aumento da massa magra e redução do percentual de gordura, evidenciando que o estímulo resistido intenso, aliado à pré-ativação, promove não apenas hipertrofia muscular, mas também adaptações metabólicas favoráveis. Tais mudanças contribuem para a melhoria do metabolismo energético, aumento do gasto calórico e eficiência funcional, aspectos fundamentais para a prevenção de

doenças crônicas e manutenção da qualidade de vida na terceira idade.

No âmbito cardiorrespiratório, os resultados indicam que a capacidade aeróbica estimada pelo teste de caminhada de seis minutos e o  $VO_2$ máx apresentaram incremento após o período de intervenção, sugerindo que o treinamento resistido com pré-ativação pode influenciar positivamente a aptidão cardiorrespiratória de forma indireta. A melhora da economia de movimento e redução do custo metabólico durante tarefas locomotoras provavelmente contribuiu para esse efeito, alinhando-se às evidências de literatura recente sobre a relação entre força muscular e desempenho cardiorrespiratório.

A abordagem integrada adotada neste estudo permitiu avaliar simultaneamente múltiplas dimensões da funcionalidade do idoso, incluindo aspectos neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórios. Essa estratégia favoreceu uma compreensão mais ampla dos mecanismos adaptativos envolvidos, destacando a importância de protocolos que contemplem estímulos combinados para maximizar os benefícios fisiológicos e motores, especialmente em populações não institucionalizadas que dependem de autonomia para manutenção de sua rotina diária.

As implicações práticas do estudo são amplas, apontando para a possibilidade de implementação de protocolos com pré-ativação em programas comunitários de treinamento, reabilitação física e prevenção de declínio funcional. A inclusão desse tipo de estímulo pode otimizar resultados em menor tempo e com menor carga de risco, oferecendo uma estratégia eficiente, segura e economicamente viável para profissionais de saúde e educadores físicos que atuam com idosos.

Ainda que os resultados sejam robustos, limitações metodológicas devem ser consideradas. O tamanho da amostra e a duração do protocolo podem ter restringido a generalização dos efeitos observados, especialmente em relação a parâmetros cardiorrespiratórios e potenciais ganhos de longo prazo. Além disso, a ausência de medidas diretas de ativação neuromuscular, como eletromiografia de alta densidade, limita a análise detalhada dos mecanismos fisiológicos subjacentes às adaptações registradas.

O estudo também abre perspectivas futuras para investigação, incluindo a análise de protocolos personalizados que considerem variáveis como amplitude de movimento, tempo de pré-ativação e intensidade relativa ao nível

funcional do idoso. A combinação de pré-ativação com exercícios de equilíbrio, potência e resistência aeróbica poderia potencializar os efeitos sobre mobilidade, desempenho funcional e aptidão cardiorrespiratória, ampliando o impacto da intervenção na prevenção do declínio funcional e manutenção da autonomia.

Por fim, os resultados reforçam a importância de estratégias baseadas em evidências científicas para a promoção do envelhecimento saudável, alinhando-se às diretrizes internacionais da Década do Envelhecimento Saudável da OMS. A integração de protocolos de treinamento resistido com pré-ativação motora representa um avanço metodológico significativo, oferecendo suporte técnico para intervenções seguras e efetivas, contribuindo para a preservação da funcionalidade, autonomia e qualidade de vida de idosos que vivem de forma independente.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM – American College of Sports Medicine. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 11. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2023.

AHMADPOOR, Maedeh; BRAGAZZI, Nicola Luigi. The Effects of Strength Training on Motor Control and Functional Performance in Older Adults: A Narrative Review. **International Journal of Sport Studies for Health**, v. 8, n. 1, 2025. <https://doi.org/10.61838/kman.intjssh.8.1.2>

AIYOUBI-MAHANI, S. et al. Active aging needs from the perspectives of older adults and geriatric experts. **BMC Geriatrics**, 2023. DOI: [10.3389/fpubh.2023.1121761](https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1121761).

Antohe, B., Rață, M., & Rață, G. (2020). The role of muscle activation index in motor control - a theoretical presentation. <https://doi.org/10.35189/dpeskj.2020.59.1.3>

BARÓN, Alvaro Camilo Barón; ORTEGA, Jairo Alejandro Fernandez; ROJAS, Diana Alexandra Camargo. Efectos de dos programas de entrenamiento de fuerza sobre la capacidad física funcional y activación muscular en un grupo de adultos mayores (Effects of two strength training programs on functional physical capacity and muscle activation in a group of older adults). **Retos**, v. 51, p. 741-748, 2024. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.99901>

BAXTER, B. A. et al. The effects of once- versus twice-weekly eccentric resistance training in older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**, 2024. DOI: 10.1007/s40520-024-02828-1.

BECKWÉE, D. et al. Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia. A systematic umbrella review. **The Journal of nutrition, health and aging**, 23(6), 494-502, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1196-8>

BOHANNON, R. W. Grip strength: An indispensable biomarker for older adults. **Clinical Interventions in Aging**, v. 16, p. 141–147, 2021. DOI: 10.2147/CIA.S278425.

BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose–response relationships of resistance training in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 6, p. 1071–1083, 2020.

BROWN, L.; WEIR, J. Maximal strength testing. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 72, n. 1, p. 21-23, 2001.

CADORE, Eduardo Lusa; PINTO, Ronei Silveira; KRUEL, Luiz Fernando Martins. Neuromuscular adaptations to strength and concurrent training in elderly men. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 14, p. 483-495, 2012. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2012V14N4P483>

CAI, H. et al. Lower extremity muscle activation patterns in sarcopenic older adults during functional activities. **Scientific Reports**, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-10429-9.

CALIMAN FILHO, Francisco Ronaldo; REGO, Sacha Clael Rodrigues; MELO, Lídia Mara Aguiar Bezerra de; CHAVES, Sandro Nobre. Treinamento de força com pré-ativação muscular antagonista em idosos: um ensaio clínico controlado e randomizado. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, Brasil, v. 37, p. e37175141, 2023. DOI: [10.11606/issn.1981-4690.2023e37175141](https://doi.org/10.11606/issn.1981-4690.2023e37175141).

CARLINI, R.; SILVA, S.; BATISTA, S.; DA SILVA, E. Benefícios da prática de exercícios resistidos na prevenção de quedas em idosos: uma revisão sistemática. **Caderno de Educação Física e Esporte**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36453/cefe.2021.n2.26964>

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16–31, 2020. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>

CSAPO, R.; ALEGRE, L. Neuromuscular adaptations to resistance training in older adults: A systematic review. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 18, n. 1, 2021.

De Jesus Oliveira, M. (2021). Sarcopenia associada ao envelhecimento: fatores que interferem na qualidade de vida do idoso / Sarcopenia associated with aging: factors that interfere with the quality of life of the elderly. **Brazilia Journal of Development**. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-005>

DEL VECCHIO, A.; FARINA, D. Neural adaptations to resistance training: from motor unit recruitment to rate of force development. **Sports Medicine**, v. 52, p. 1501–1519, 2022.

ENRIGHT, P. L.; SHERRILL, D. L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 158, n. 5, p. 1384–1387, 1998. DOI: 10.1164/ajrccm.158.5.9710086.

ENRIGHT, P.; SHERRILL, D. Reference equations for the six-minute walk test in healthy adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 158, p. 1384-1387, 1998.

FERRANDO, V. et al. Effects of high-intensity progressive resistance training on older adults: a randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2025.

HOLLANDER, Daniel B. et al. Comparison of resistance exercise perceived exertion and muscle activation at varied submaximal durations, loads, and muscle actions. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 5, p. 1387-1394, 2017. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001290

HORTOBÁGYI, T. et al. Functional relevance of resistance training-induced neuroplasticity in health and disease. **Neuroscience & Biobehavioral**

**Reviews**, v. 122, p. 79–91, 2021. DOI:  
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.12.019>

JAMES, E. et al. The influence of resistance training on neuromuscular function in middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Experimental Gerontology**, v. 149, p. 111320, 2021. DOI: 10.1016/j.exger.2021.111320

JAMES, Emily et al. The influence of resistance training on neuromuscular function in middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Experimental gerontology**, v. 149, p. 111320, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111320>

Jian, C., Deng, L., Liang, L., Luo, J., Wang, X., & Song, R. (2020). Neuromuscular Control of the Agonist–Antagonist Muscle Coordination Affected by Visual Dimension: **An EMG-fNIRS Study**. *IEEE Access*, 8, 100768-100777. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2997035>

Langowski, D., De Lira, I., De Souza Bertolini, B., De Souza, V., Ramos, M., Mesquita, F., Meira, L., De Melo, H., Batista, W., & Neto, J. (2025). Fisioterapia Domiciliar Para Idosos: Impacto Na Funcionalidade, Prevenção De Complicações E Promoção Da Autonomia. **Cognitus Interdisciplinary Journal**. <https://doi.org/10.71248/ttr68k61>

Latash, M. (2022). The control and perception of antagonist muscle action. **Experimental Brain Research**, 241, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06498-1>

LIU, C.-j. et al. Is functional training functional? A systematic review of its effects in community-dwelling older adults. **European Review of Aging and Physical Activity**, 2024. DOI <https://doi.org/10.1186/s11556-024-00366-3>

Magnuson, J., Dalton, B., & McNeil, C. (2023). The orderly recruitment of motor units may be modified when a muscle is acting as an antagonist.. **Journal of applied physiology**. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00203.2023>

MARTINS, Alexandre Duarte et al. The effects of high-speed resistance training on health outcomes in independent older adults: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 9, p. 5390, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095390>.

MATERKO, Wollner et al. Effect of antagonist activation on agonist muscle activity during strength training. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 24, n. 11, p. 1986-1991, 2024. DOI:10.7752/jpes.2024.11296

MC DERMOTT, Emmet J. et al. The effect of a prior eccentric lowering phase on concentric neuromechanics during multiple joint resistance exercise in older adults. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 33, n. 10, p. 2009-2024, 2023. DOI: 10.1111/sms.14435.

McDERMOTT, E. J. et al. O efeito de uma fase de redução excêntrica prévia na neuromecânica concêntrica durante o exercício de resistência articular múltipla em adultos mais velhos. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 33, n. 10, p. 2009–2024, out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.14435>

ONAMBÉLÉ-PEARSON, G.; PEARSON, S. J.; STEWART, C. Eccentric and plyometric training-induced neuromuscular adaptations in older adults. **Frontiers in Physiology**, v. 14, 2023.

ORSSATTO, L. B. R. et al. Intrinsic motor neuron excitability is increased after resistance training in older adults. **Journal of Neurophysiology**, v. 129, n. 3, p. 635–650, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.00462.2022>

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The Timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, n. 2, p. 142–148, 1991. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x.

RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 7, n. 2, p. 129–161, 1999. DOI: 10.1123/japa.7.2.129.

ROMARE, M. et al. Relative neuroadaptive effect of resistance training along the adult life span. **Brain Sciences**, v. 13, n. 4, 2023. DOI: 10.3390/brainsci13040679.

RONG, W. et al. Effects of strength training on neuromuscular adaptations related to maximal strength: a systematic review and meta-analysis. **Scientific Reports**, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-03070-z.

ŠAGÁT, P. et al. Accuracy of VO<sub>2</sub>max prediction from the 6-minute walk test in older adults: Updated regression models. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 20, p. 1–12, 2023. DOI: 10.1186/s11556-023-00315-7.

Sánchez, D., Alcalde, F., Sizer, M., Pesántez, M., Romero, L., & Sánchez, G. (2025). Strengthening Physical and Mental Autonomy in the Elderly of the Province of Azuay-Ecuador. *Journal of Posthumanism*.  
<https://doi.org/10.63332/joph.v5i6.2598>

STRAIGHT, Chad R. et al. Improvements in skeletal muscle fiber size with resistance training are age-dependent in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Applied Physiology**, v. 129, n. 2, p. 392-403, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00170.2020>

HORTOBÁGYI, Tibor et al. Functional relevance of resistance training-induced neuroplasticity in health and disease. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 122, p. 79-91, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.12.019>

TØIEN, T et al. Maximal intended velocity enhances strength training-induced neuromuscular stimulation in older adults. **European Journal of Applied Physiology**, 122, 2627-2636. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05045-8>

VALENZUELA, P. L. et al. Effects of physical exercise on physical function in older adults: a systematic review and network meta-analysis. **The Lancet Healthy Longevity**, v. 4, n. 1, p. e6–e17, 2023. DOI: 10.1016/S2666-7568(22)00244-6.

VILLALBA, M. M. et al. Muscle activity increased after co-contraction resistance

training in older adults: a double-arm EMG-controlled study. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, 2024.

WALKER, S.; HÄKKINEN, K. Relative neuroadaptive effect of resistance training along the adult life span. **Brain Sciences**, v. 12, n. 2, 2022.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Decade of Healthy Ageing: baseline report**. Geneva: WHO, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240017900>.

## 9 ANEXO A



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DE UM TREINAMENTO DE FORÇA CONTROLADO COM PRÉ-ATIVÇÃO MOTORA EM IDOSOS: SOBRE A FORÇA MUSCULAR NOS MEMBROS INFERIORES E NO DESEMPENHO FUNCIONAL.

**Pesquisador:** FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 19508619.3.0000.5076

**Instituição Proponente:** ASSOCIACAO EDUCATIVA EVANGELICA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.635.548

**Apresentação do Projeto:**

Conforme Parecer 3.609.300

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo geral

Verificar os efeitos do treinamento de força periodizado com pré-ativação motora na força muscular de membros inferiores e no desempenho funcional em idosos.

Objetivos específicos

Verificar os efeitos do treinamento de força com pré-ativação agonista com treinamento sem pré-ativação na força muscular de membros inferiores e no desempenho funcional em um grupo de idosos.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Conforme Parecer 3.609.300

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Conforme Parecer 3.609.300

**Endereço:** Av. Universitária, Km 3,5  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 75.083-515  
**UF:** GO **Município:** ANAPOLIS  
**Telefone:** (62)3310-6736 **Fax:** (62)3310-6636 **E-mail:** cep@unievangelica.edu.br



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE  
ANÁPOLIS - UNIEVANGÉLICA



Continuação do Parecer: 3.635.548

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Conforme Parecer 3.609.300

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

ATENDIMENTO ÀS SOLICITAÇÕES:

Projeto e PB

1. Incluir os riscos e benefícios no Projeto. Destaco que o mesmo encontra-se no PB, entretanto com a mesma linguagem apresentada pelo TCLE. ATENDIDO
2. Ajustar o Cronograma. ATENDIDO
3. Garantir o atendimento ao participante caso ocorra algum problema durante os testes. As pesquisas não podem onerar o erário(serviço do Corpo de Bombeiro). Desta forma apresentar outra garantia ao participante caso uma situação destas possa ocorrer. [...] Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são a possibilidade de ocorrência de problemas ou danos físicos é desprezível como dores tardias pós-exercícios, fadiga muscular e câibras. No entanto, se você se sentir cansado ou desconfortável, o teste será interrompido imediatamente, em caso emergência por algum motivo não controlado, a Faculdade Evangélica de Ceres conta com uma equipe de profissionais na área da saúde, entre eles, Enfermeiros, Fisioterapeutas e Educadores Físicos em tempo integral da realização do projeto, além do laboratório de enfermagem, que tem toda estrutura para um eventual atendimento de primeiros socorros... ATENDIDO

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa - CEP UniEVANGÉLICA, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/2012, manifesta-se por aprovar o presente projeto.

Solicitamos ao pesquisador responsável o envio do RELATÓRIO FINAL a este CEP, via Plataforma Brasil, conforme cronograma de execução apresentado.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1372839.pdf	01/10/2019 17:44:47		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLECALIMANaturalizado.pdf	01/10/2019 17:44:12	FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO	Aceito

**Endereço:** Av. Universitária, Km 3,5  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 75.083-515  
**UF:** GO **Município:** ANAPOLIS  
**Telefone:** (62)3310-6736 **Fax:** (62)3310-6636 **E-mail:** cep@unievangelica.edu.br



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE  
ANÁPOLIS - UNIEVANGÉLICA



Continuação do Parecer: 3.635.548

Ausência	TCLECALIMANaturalizado.pdf	01/10/2019 17:44:12	FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO	Aceito
Outros	cartadeencaminhamentopendencias.pdf	01/10/2019 17:40:35	FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetocalimanaturalizado.docx	01/10/2019 16:36:39	FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaocepcaliman.pdf	19/08/2019 18:15:02	FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto150819.pdf	15/08/2019 15:31:22	FRANCISCO RONALDO CALIMAN FILHO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

ANAPOLIS, 11 de Outubro de 2019

---

**Assinado por:**  
**Brunno Santos de Freitas Silva**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Universitária, Km 3,5

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 75.083-515

**UF:** GO

**Município:** ANAPOLIS

**Telefone:** (62)3310-6736

**Fax:** (62)3310-6636

**E-mail:** cep@unievangelica.edu.br

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)****TREINAMENTO DE FORÇA COM PRÉ-ATIVAÇÃO MOTORA ANTAGONISTA MELHORA DESFECHOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM PESSOAS IDOSAS**

Prezado participante,

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa TREINAMENTO DE FORÇA COM PRÉ-ATIVAÇÃO MOTORA ANTAGONISTA MELHORA DESFECHOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM PESSOAS IDOSAS, desenvolvida por

**Francisco Ronaldo Caliman Filho**, discente de doutorado PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E REABILITAÇÃO – PPGMHR da UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA, sob orientação do **Prof. Dr. Rodolfo de Paula Vieira**.

O objetivo central do estudo é: **Investigar os efeitos do treinamento de força com pré-ativação motora antagonista sobre adaptações neuromusculares, funcionais e cardiorrespiratórias em idosos.**

O convite a sua participação se deve à: Idosos de ambos os sexos com idade compreendida na faixa  $\geq 60$  anos; Não ter participado de qualquer tipo de programa de treinamento de força orientado os últimos 03 meses precedentes ao início do experimento; Ter disponibilidade de executar o treinamento de duas a três sessões semanais durante 12 semanas.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa

Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas que sua identidade será mantida em sigilo, e os dados serão guardados apenas pelo pesquisador responsável pelo projeto.

Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro. O(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento)

qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a).

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo o treinamento e avaliações dos testes. Também não há compensação financeira relacionada a sua participação, que será voluntária. Se existir qualquer despesa adicional relacionada diretamente à pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa ou exames para realização da pesquisa) a mesma será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil. Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade Evangélica de Goiás, podendo ser publicados posteriormente com os nomes em total sigilo. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo. Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade Evangélica de Goiás podendo ser publicados posteriormente com os nomes em total sigilo ou caso seja desejo do participante poderá ser publicado. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

A sua participação se dará por meio de um programa de atividade física, orientado durante 12 semanas com duas sessões por semana, com duração cerca de 30 a 50 min em cada sessão.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa com possibilidade de ocorrência de problemas ou danos físicos é desprezível como dores musculares ou câimbras. No entanto, se você se sentir cansado ou desconfortável, o teste será interrompido imediatamente, em caso emergência por algum motivo não controlado, a Faculdade Evangélica de Ceres conta com uma equipe de profissionais na área da saúde, entre eles, Enfermeiros,

Fisioterapeutas e Educadores Físicos em tempo integral da realização do projeto, além do laboratório de enfermagem, que tem toda estrutura para um eventual atendimento de primeiros socorros até a chegada de um serviço de atendimento de urgência como o Corpo de Bombeiros, que se localiza a 300 metros do local dos testes e o SAMU.

Informamos também que o(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a).

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade Evangélica de Goiás podendo ser publicados posteriormente com os nomes em total sigilo. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Ainda, os resultados deste trabalho serão possivelmente publicados em uma revista científica. No entanto, ressaltamos que sua identidade será mantida em sigilo, e os dados serão guardados apenas pelo pesquisador responsável pelo projeto.

---

Assinatura do Pesquisador Responsável – (Inserção na) UniEVANGÉLICA

**Contato com o(a) pesquisador(a) responsável:**

Endereço: Universidade Evangélica de Goiás, Avenida Brasil, S/N, Qd. 13, Setor Morada Verde – Ceres-GO – CEP 76300-000

Fone: (62) 3307-7500 ou CEL: 062 999022070.

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO  
PARTICIPANTE DE PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_ RG nº \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo voluntariamente em participar do estudo acima descrito, como participante. Declaro ter sido devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador \_\_\_\_\_ sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios envolvidos na minha participação. Foi-me dada a oportunidade de fazer perguntas e recebi telefones para entrar em contato, a cobrar, caso tenha dúvidas. Fui orientado para entrar em contato com o CEP - UniEVANGÉLICA (telefone 3310-6736), caso me sinta lesado ou prejudicado. Foi-me garantido que não sou obrigado a participar da pesquisa e posso desistir a qualquer momento, sem qualquer penalidade. Recebi uma via deste documento.

Ceres, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_,

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante da pesquisa

Testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato  
com o Comitê de Ética em Pesquisa da UniEVANGÉLICA:**

TEL E FAX: (0XX) 62- 33106736

E-MAIL: [cep@unievangelica.edu.br](mailto:cep@unievangelica.edu.br)

## 10 APÊNDICES

### FICHA DE AVALIAÇÃO FÍSICA

Nome: \_\_\_\_\_ Data de  
 Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
 RG: \_\_\_\_\_ Cel.: \_\_\_\_\_  
 Idade: \_\_\_\_\_

#### Caracterização Antropométrica e Fisiológica do Avaliado

Massa Corporal (Kg): \_\_\_\_\_ Estatura (cm): \_\_\_\_\_ IMC:

Perímetro Cintura: \_\_\_\_\_ Perímetro Quadril: \_\_\_\_\_ Índice

Cintura Quadril: \_\_\_\_\_  
 %G: \_\_\_\_\_ FC repouso: \_\_\_\_\_

#### Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q “Physical Activity Readness Questionnaire”).

1. Quais são os seus objetivos ingressando em um grupo de promoção de saúde?

- \_\_\_\_\_ perder peso
- \_\_\_\_\_ melhorar a aptidão cardiovascular
- \_\_\_\_\_ melhorar a flexibilidade
- \_\_\_\_\_ hipertrofia muscular
- \_\_\_\_\_ reduzir as dores nas costas
- \_\_\_\_\_ reduzir o estresse
- \_\_\_\_\_ parar de fumar
- \_\_\_\_\_ diminuir o colesterol
- \_\_\_\_\_ melhorar qualidade de vida
- \_\_\_\_\_ condicionamento físico
- \_\_\_\_\_ outros (especifique) \_\_\_\_\_

2. Atualmente você tem se exercitado pelo menos 2 vezes por semana, por pelo menos 20 minutos? ( ) SIM ( ) NÃO

3. Você come alimentos dos 4 maiores grupos alimentares (carne ou seus substitutos, vegetais, grãos, e leite ou seus derivados)? ( ) SIM ( ) NÃO

4. Sua dieta tem alto teor de gordura saturada? ( ) SIM ( ) NÃO

5. Você fuma? ( ) SIM ( ) NÃO

6. Você ingere bebidas alcoólicas? ( ) SIM ( ) NÃO

7. Você está grávida? ( ) SIM ( ) NÃO

8. Você tem mais de 65 anos de idade e não está acostumado a exercícios intensos? ( ) SIM ( ) NÃO

9. O seu médico já lhe disse alguma vez que você tem um problema cardíaco? ( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

10. Você tem dores no peito com frequência? ( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

11. Você desmaia com frequência ou tem episódios importantes de vertigem? ( )

SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

12. Algum médico já lhe disse que a sua pressão arterial estava muito alta? ( )

SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

13. Algum médico já lhe disse que você tem um problema ósseo ou articular, como, por exemplo, artrite, que se tenha agravado com o exercício ou que possa piorar com ele? ( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

14. Existe alguma boa razão física, não mencionada aqui, para que você não siga um programa de atividade física, mesmo que você queira? ( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

15. Um médico já disse que você tinha alguns dos problemas que se seguem?

\_\_\_\_\_ Doença cardíaca Se sim,

explique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Doença pulmonar Se sim,

explique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Crise convulsiva Se sim,

explique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Diabetes Se sim,

explique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Hipertensão Se sim,

explique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ AVC Se sim,

explique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Câncer Se sim,

explique: \_\_\_\_\_

16. Você tem algum dos sintomas abaixo?

\_\_\_\_\_ Dor nas costas \_\_\_\_\_ Dor nas articulações, tendões ou músculo

\_\_\_\_\_ Doença pulmonar (asma, enfisema, outra)

Por favor,

explique: \_\_\_\_\_

17. Algum parente próximo (pai, mãe, irmão ou irmã) teve ataque cardíaco ou outro problema relacionado com o coração antes dos 50 anos? ( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

18. Algum médico disse que você tinha alguma restrição à prática de atividade física (inclusive cirurgia)? ( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, por favor, explique:

19. Liste os medicamentos que você está tomando (nome e motivo)

\_\_\_\_\_



## FICHA DE AVALIAÇÃO CAPACIDADE FUNCIONAL

Nº: \_\_\_\_\_ ( ) INCLUÍDA ( ) EXCLUÍDA

## Critérios de Inclusão e Exclusão

Inclusão: ( ) Idosos de ambos os sexos com idade compreendida na faixa entre 60 anos a 80 anos;

( ) Não ter participado de qualquer tipo de programa de treinamento de força orientado os últimos 03 meses precedentes ao início do experimento; ( ) Ter disponibilidade de executar o treinamento de duas sessões semanais durante 08 semanas.

Exclusão: ( ) Lesões que impeçam que realizar treinamento de força; ( ) Idosos que não conseguirem realizar os testes e avaliações;

## 4 STAGE BALANCE TEST

## TIMED UP AND GO

Tempo em segundos: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( )

Resultado: \_\_\_\_\_

## VELOCIDADE DA CAMINHADA DE 10 METROS

Resultado: \_\_\_\_\_

TIMED UP AND GO Resultado: \_\_\_\_\_

## TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS

Distância:

Pressão Arterial (INICIAL)		Pressão Arterial (FINAL)	
Frequência Cardíaca (INICIAL)		Frequência Cardíaca (FINAL)	
SaO2 (INICIAL)		SaO2 (FINAL)	

## GAIT ANALYZER

Number of Steps		Step Length Symmetry	
Step Time		Gait Velocity	
Step Time Symmetry		Cadence	
Step Length			

## 30 SECONDS CHAIR STAND

Resultado: \_\_\_\_\_