

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Jéssica Rodrigues de Almeida

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PARÂMETROS FÍSICOS E FUNCIONAIS E
FATORES ASSOCIADOS A ESTABILIDADE POSTURAL DINÂMICA EM PESSOAS
IDOSAS**

Belo Horizonte

2024

Jéssica Rodrigues de Almeida

**ANÁLISE COMPARATIVA DE PARÂMETROS FÍSICOS E FUNCIONAIS E
FATORES ASSOCIADOS A ESTABILIDADE POSTURAL DINÂMICA EM PESSOAS
IDOSAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências da Reabilitação.

Área de Concentração: Desempenho Funcional Humano.

Linha de Pesquisa: Estudos do Desempenho Motor e Funcional Humano.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Juliana de Melo Ocarino.

Coorientadores: Prof^ª. Dra. Paula Maria Machado Arantes de Castro e Prof. Dr. Renan Alves Resende.

Belo Horizonte

2024

A447a Almeida, Jéssica Rodrigues de
2024 Análise comparativa de parâmetros físicos e funcionais e fatores associados à estabilidade postural dinâmica em pessoas idosas. [manuscrito] / Jéssica Rodrigues de Almeida – 2024.
97 f.: il.

Orientadora: Juliana de Melo Ocarino
Coorientadora: Paula Maria Machado Arantes de Castro
Coorientador: Renan Alves Resende

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 68-74

1. Envelhecimento – Teses. 2. Fadiga muscular – Teses. 3. Equilíbrio postural – Teses. 4. Idosos – Aspectos fisiológicos - Teses. I. Ocarino, Juliana de Melo. II. Castro, Paula Maria Machado Arantes de. III. Resende, Renan Alves. IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. V. Título.

CDU: 615.8-053.9

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Antônio Afonso Pereira Júnior, CRB 6: n° 2637, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

UFMG

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE COMPARATIVA DE PARÂMETROS FÍSICOS E FUNCIONAIS E PREDITORES DE ESTABILIDADE POSTURAL DINÂMICA EM IDOSOS CLASSIFICADOS PELO FENÓTIPO DE FRAGILIDADE

JÉSSICA RODRIGUES DE ALMEIDA

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, área de concentração DESEMPENHO FUNCIONAL HUMANO.

Aprovada em 19 de novembro de 2024, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Juliana de Melo Ocarino - Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente
JULIANA DE MELO OCARINO
Data: 19/11/2024 13:55:37-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof(a). Daniela Cristina Carvalho de Abreu
USP



Documento assinado digitalmente
DANIELA CRISTINA CARVALHO DE ABREU
Data: 19/11/2024 21:37:36-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof(a). Tiago da Silva Alexandre
Universidade Federal de São Carlos



Documento assinado digitalmente
TIAGO DA SILVA ALEXANDRE
Data: 19/11/2024 14:52:25-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof(a). Alessandra de Carvalho Bastone
UFVJM



Documento assinado digitalmente
ALESSANDRA DE CARVALHO BASTONE
Data: 19/11/2024 15:11:54-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof(a). Vanessa Lara de Araujo
Universidade Federal de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente
VANESSA LARA DE ARAUJO
Data: 21/11/2024 07:37:59-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Belo Horizonte, 19 de novembro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por renovar minhas forças e esperança, permitindo chegar até aqui na realização deste sonho.

A toda minha família, que foi meu amparo nos momentos mais difíceis. A meu pai, Tito, o maior incentivador da educação, que plantou em meu coração a paixão pelo ensino. À minha mãe, Marinalva, obrigada pelas orações, escuta e colo necessário. Aos meus irmãos, Jefferson e Kennedy, por estarem ao meu lado, me ensinando sobre dedicação, resiliência, força e coragem para enfrentar meus desafios. Ao meu esposo, Rodrigo, por dividir comigo as angústias e alegrias dessa jornada. Este sonho eu dedico a vocês!

A Profa. Dra. Lygia Paccini Lustosa (*in memoriam*), que me orientou no mestrado e inicialmente no doutorado, e que me recebeu na UFMG de braços abertos, quando eu nem acreditava que seria possível está aqui. Espero que, onde estiver tenha orgulho dos frutos que você semeou em vida. Seu legado jamais será esquecido e seguirá me inspirando.

A minha orientadora, Profa. Dra. Juliana Ocarino, obrigada por me adotar como orientanda. Quando tudo estava incerto, perdida e abalada foi através do seu direcionamento que recomecei. Não foi uma tarefa fácil aceitar orientar fora da sua área de maior atuação, mas, como tudo que faz, conduziu brilhantemente. Sou eternamente grata pelos ensinamentos que proporcionaram meu crescimento profissional.

Aos meus coorientadores, Profa. Dra. Paula Arantes, uma pessoa inspiradora como profissional e ser humano. Obrigada por acreditar no meu potencial e me encorajar a seguir em frente. Ao Prof. Dr. Renan Resende, pela disponibilidade e cuidado precioso no processo de revisão dos artigos.

A todos os professores que contribuíram para minha formação até aqui, especialmente os professores do Programa de Pós graduação em Ciências da Reabilitação da UFMG, que nos presentearam com aulas maravilhosas. Agradeço também aos professores Lourdes e Aloísio por auxiliarem no processo de análise dos dados, e à Danielle Gomes pela revisão cuidadosa.

Agradeço a todos os membros da banca de qualificação e agora da defesa, por se disponibilizarem em contribuir com o trabalho.

A todos os funcionários da UFMG, especialmente a Eliane, secretária da pós-graduação, e ao Délcio, do laboratório, que foram muito queridos e prestativos em ajudar a resolver as demandas relacionadas ao local de coleta e à instrumentação.

Agradeço imensamente a Faculdade Universo (onde trabalho), especialmente ao Cícero, Fagner e Breno, que me autorizaram a realizar busca ativa de voluntários e algumas coletas na clínica escola de fisioterapia.

A todos meus amigos e colegas de trabalho que me ajudaram na captação dos voluntários, na divulgação da pesquisa e com todo o apoio e escuta acolhedora. À minha amiga Érica Ikegami, que mesmo à distância sempre esteve disponível para me ouvir e me ajudar a enfrentar as dificuldades dessa jornada.

Agradeço aos alunos da graduação que participaram da coleta de dados (Clarissa, Rafaella, Samara, Vinicius), especialmente à Isabelle Assis, que foi minha parceira fiel de todas as coletas, e enfrentamos juntas os percalços desse processo. Sou eternamente grata!

Por fim, a todos os participantes da pesquisa. Foi gratificante receber inúmeras palavras de incentivo e confiança em meu trabalho.

RESUMO

Introdução: Com o envelhecimento, o declínio de parâmetros físicos e funcionais nas pessoas idosas pode ser acentuado pela fragilidade física. As pessoas idosas com comprometimento de força do tronco e de membros inferiores, equilíbrio estático e reativo podem ter a capacidade de se manter estáveis durante a marcha prejudicada. Dessa forma, este trabalho propôs dois objetivos. O primeiro objetivo foi comparar a força muscular, estabilidade dinâmica, equilíbrio, capacidade de transferir de sentado para de pé, medo de cair e história de quedas entre pessoas idosas robustas, pré-frágeis e frágeis. O segundo objetivo foi investigar se a força de tronco e membros inferiores, o equilíbrio estático e reativo estão associados a estabilidade postural dinâmica de pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade. **Métodos:** Estudo transversal com 159 pessoas idosas da comunidade classificadas pelo fenótipo de fragilidade. A força muscular isométrica de extensores de tronco, extensores e abdutores de quadril, extensores de joelho, e flexores plantares de tornozelo foi avaliada pelo dinamômetro manual. A estabilidade postural dinâmica durante a marcha foi medida pela *Functional Gait Assessment*. O equilíbrio estático foi avaliado pelo teste de equilíbrio unipodal e teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio e o equilíbrio reativo pela correção com passo compensatório para frente. A capacidade de transferir de sentado para de pé foi avaliada pelo teste de sentar e levantar 5 vezes. O medo de cair e a história de quedas também foram avaliados, utilizando-se a *Falls Efficacy Scale-International* e o autorrelato de queda no último ano, respectivamente. Análises de covariância e regressões foram utilizadas para análise estatística. **Resultados:** Pessoas idosas frágeis apresentaram menor força muscular de tronco e de membros inferiores ($p < 0,05$; tamanho de efeito [TE]= 0,87-1,05), pior equilíbrio estático ($p < 0,001$; TE= 1,72-1,88), equilíbrio reativo ($p = 0,004$; OR= 9,29), estabilidade postural dinâmica, ($p < 0,001$; TE= 2,25), capacidade de transferir de sentado para de pé ($p < 0,001$; TE= -2,18), maior medo de cair ($p < 0,001$; TE= -2,11) e história de quedas ($p = 0,014$; OR= 7,73) em comparação aos robustos. Pessoas idosas pré-frágeis apresentaram menor força muscular de membros inferiores ($p < 0,05$; TE= 0,44-0,45), equilíbrio unipodal ($p < 0,001$; TE= 0,81), pior equilíbrio reativo ($p = 0,006$; OR= 3,28), estabilidade postural dinâmica, ($p = 0,049$; TE= 0,50) e capacidade de transferir de sentado para de pé ($p = 0,005$; TE= -0,92) comparado aos robustos. A força dos extensores de tronco, extensores e abdutores de quadril, extensores de joelho e flexores plantares do tornozelo foram associados a estabilidade postural na marcha ($p < 0,05$; R^2 de 0,47 a 0,48; β de 2,9 a 6,2). O equilíbrio estático unipodal ($p < 0,0001$; $\beta = 0,154$), interação sensorial e equilíbrio ($p = 0,007$; $\beta = 0,048$) e resposta reativa grave ($p < 0,001$; $\beta = -3,851$) também apresentaram associação significativa com a estabilidade postural das pessoas idosas durante a marcha ($R^2 = 0,63$). **Conclusão:** A presença de alterações físicas e funcionais não apenas em pessoas idosas frágeis, mas também nos pré-frágeis, sugerem que esses parâmetros devem ser incorporados na avaliação dessa população. Em pessoas idosas, maiores valores de torque muscular e melhor desempenho nos testes de equilíbrio estático foram associados a maior estabilidade postural durante a marcha. Além disso, pessoas idosas que apresentaram resposta reativa grave no teste de equilíbrio reativo apresentaram pior estabilidade postural na marcha do que pessoas idosas com resposta reativa normal.

Palavras-chave: envelhecimento; fragilidade física; força muscular; equilíbrio; estabilidade postural.

ABSTRACT

Introduction: With aging, the decline in physical and functional parameters in older adults may be accentuated by physical frailty. Older adults with impaired trunk and lower limb strength, static and reactive balance may have impaired ability to remain stable during gait. Thus, this study proposed two objectives. The first objective was to compare muscle strength, dynamic stability, balance, ability to transfer from sitting to standing, fear of falling and history of falls among robust, pre-frail and frail older adults. The second objective was to investigate whether trunk and lower limb strength, static and reactive balance are associated with dynamic postural stability of older adults with different frailty phenotypes. **Methods:** Cross-sectional study with 159 community-dwelling older adults classified by frailty phenotype. Isometric muscle strength of trunk extensors, hip extensors and abductors, knee extensors, and ankle plantar flexors was assessed using a hand-held dynamometer. Dynamic postural stability during gait was measured by the Functional Gait Assessment. Static balance was assessed by the single-leg balance test and the modified clinical test of sensory interaction and balance, and reactive balance was assessed by correction with a compensatory forward step. The ability to transfer from sitting to standing was assessed by the 5-times sit-to-stand test. Fear of falling and history of falls were also assessed using the Falls Efficacy Scale-International and self-reported falls in the last year, respectively. Analysis of covariance and regressions were used for statistical analysis. **Results:** Frail older adults had lower trunk and lower limb muscle strength ($p < 0.05$; effect size [ES] = 0.87-1.05), worse static balance ($p < 0.001$; ES = 1.72-1.88), reactive balance ($p = 0.004$; OR = 9.29), dynamic postural stability ($p < 0.001$; ES = 2.25), ability to transfer from sitting to standing ($p < 0.001$; ES = -2.18), greater fear of falling ($p < 0.001$; ES = -2.11) and history of falls ($p = 0.014$; OR = 7.73) compared to robust individuals. Pre-frail older adults had lower lower limb muscle strength ($p < 0.05$; TE = 0.44-0.45), single-leg balance ($p < 0.001$; TE = 0.81), worse reactive balance ($p = 0.006$; OR = 3.28), dynamic postural stability ($p = 0.049$; TE = 0.50) and ability to transfer from sitting to standing ($p = 0.005$; TE = -0.92) compared to robust individuals. The strength of trunk extensors, hip extensors and abductors, knee extensors and ankle plantar flexors were associated with postural stability in gait ($p < 0.05$; R^2 from 0.47 to 0.48; β from 2.9 to 6.2). Static single-leg balance ($p < 0.0001$; $\beta = 0.154$), sensory interaction and balance ($p = 0.007$; $\beta = 0.048$) and severe reactive response ($p < 0.001$; $\beta = -3.851$) also showed a significant association with the postural stability of elderly people during gait ($R^2 = 0.63$). **Conclusion:** The presence of physical and functional alterations not only in frail older adults, but also in pre-frail older adults, suggests that these parameters should be incorporated into the evaluation of this population. In older adults, higher muscle torque values and better performance in static balance tests were associated with greater postural stability during gait. Furthermore, older adults who presented severe reactive response in the reactive balance test presented worse postural stability during gait than older adults with normal reactive response.

Keywords: ageing; physical frailty; muscle strength; balance; postural stability.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANCOVA	Análise de covariância
CCI	Coefficientes de Correlação Intraclasse
CTSIB-M	Modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance
EPM	Erro Padrão da Medida
ES	Effect Size
FES-I	Falls Efficacy Scale-International
FGA	Functional Gait Assessment
IC	Intervalo de Confiança
IMC	Índice de Massa Corporal
OR	Odds ratio
SLS	Single Leg Stance
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Envelhecimento e síndrome de fragilidade.....	11
1.2 Declínio de parâmetros físicos e funcionais no envelhecimento e fragilidade.....	13
1.3. Fatores associados a estabilidade postural dinâmica	19
1.4 Objetivos.....	21
1. 5 Hipóteses.....	22
2. ARTIGO 1.....	23
3. ARTIGO 2.....	46
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS E APÊNDICES.....	74
A - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	74
B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	78
C - FICHA DE AVALIAÇÃO – COLETA DE DADOS	81
D - MINI CURRÍCULO	91

PREFÁCIO

Esta tese foi elaborada de acordo com o formato opcional estabelecido nas normas do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A estrutura deste trabalho está organizada em seções. A primeira seção, contempla uma introdução, que inclui a apresentação do tema e lacunas, justificativa, objetivos e hipóteses. A segunda e a terceira seção são apresentadas em formato de artigos, cuja formatação seguiu os critérios dos periódicos que serão submetidos. O estudo 1: “Análise comparativa da força muscular, estabilidade dinâmica, equilíbrio e capacidade física em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade” foi formatado para submissão no periódico *Disability and rehabilitation* e o estudo 2: “Estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas: O papel do equilíbrio e da força do tronco e dos membros inferiores” foi formatado para submissão na *Gait and Posture*. Por último, são apresentadas as considerações finais relacionadas aos resultados da tese, referências bibliográficas, anexos, apêndices e mini currículo.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Envelhecimento e síndrome de fragilidade

O envelhecimento populacional é um fenômeno global que tem se intensificado ao longo das últimas décadas (Veras & Oliveira, 2018). Esse processo foi impulsionado pela diminuição da taxa de fecundidade e mortalidade, culminando com o aumento da expectativa de vida (Neumann & Albert, 2018). As projeções estimam que podem chegar a 2 bilhões de pessoas idosas em 2050, representando 22% da população mundial (Neumann & Albert, 2018; Sander *et al.*, 2015). Isso ocorre de maneira diferente em diversos países, considerando fatores contextuais, socioeconômicos, ambientais e culturais (Veras & Oliveira, 2018). Em países em desenvolvimento, como o Brasil, esse processo tem sido mais acelerado (Neumann & Albert, 2018). De acordo com o censo de 2022, o Brasil conta com 22,2 milhões de pessoas com 65 anos ou mais, representando cerca de 10,9% da população total (IBGE, 2022). O crescimento populacional de pessoas idosas, somado a mudanças no perfil de saúde, geraram grandes demandas no contexto de saúde pública (Chang *et al.*, 2019; Ramos *et al.*, 2016; Sander *et al.*, 2015).

Dentre os desafios decorrentes do processo de envelhecimento, destaca-se a necessidade de promover um envelhecimento ativo e saudável (WHO, 2020; Sander *et al.*, 2015). Foi declarada pela Assembleia Geral das Nações Unidas, em dezembro de 2020, a década do Envelhecimento Saudável (2021-2030), com o intuito de enfrentar os desafios associados ao envelhecimento populacional (WHO, 2020). Essa ação inclui a promoção da saúde física e mental, a prevenção de doenças crônicas, a criação de ambientes que valorizem a autonomia e a integração das pessoas idosas nas suas comunidades. Em consonância com a abordagem biopsicossocial, o envelhecimento bem-sucedido reforça o papel das experiências vividas nos aspectos físicos,

sociais e psicológicos (Anton *et al.*, 2015). Diante disso, é importante reconhecer as condições clínicas que impactam o envelhecimento saudável e bem-sucedido. Algumas dessas condições chamamos de síndromes geriátricas, como a síndrome de fragilidade, que impõe um grande desafio para a saúde pública (Doody *et al.*, 2023).

A síndrome de fragilidade é uma condição clínica de etiologia multifatorial (Doody *et al.*, 2023). Embora não haja consenso sobre sua definição, o modelo de fragilidade física é amplamente discutido (Morley *et al.* 2013; Lourenço *et al.*, 2018; Fried *et al.*, 2001, Fried *et al.*, 2021). Fried *et al.* (2021) definiram fragilidade como um completo desequilíbrio homeostático dos sistemas corporais, resultando em um declínio na função dos sistemas musculoesquelético, endócrino e imunológico. As alterações mais comuns nesses sistemas incluem a diminuição de massa e função muscular (sarcopenia), processo inflamatório crônico (“*inflammaging*”), caracterizado pelo aumento de citocinas pró-inflamatórias, e prejuízos na produção do hormônio da paratireoide, vitamina D, fator de crescimento semelhante à insulina-1, o que repercute em baixa capacidade de combater a estressores (Pillatt *et al.*, 2021; Fried *et al.*, 2021). Essas alterações levam ao surgimento de características fenotípicas da fragilidade física (Fried *et al.*, 2001).

A fragilidade física é caracterizada pelos componentes perda de peso não intencional, exaustão, diminuição de força de preensão palmar, baixo nível de atividade física e lentidão na marcha. A presença de três ou mais desses critérios classifica o indivíduo como frágil; a presença de um ou dois critérios o classifica como pré-frágil, enquanto a ausência desses critérios indica que o idoso é não frágil/robusto (Fried *et al.*, 2001). Essas classificações são transitórias, ou seja, envolvem um processo dinâmico com possibilidade de transição bidirecional entre os estados de fragilidade (Doody *et al.*, 2023). Isso destaca a capacidade de reversibilidade do *status* de

fragilidade e reforça a importância de ações preventivas para evitar a progressão para fragilidade (Hoogendijk *et al.*, 2019; Ofori-assenso *et al.*, 2019).

O impacto da fragilidade representa um problema emergente de saúde global e uma prioridade em saúde pública (Hoogendijk *et al.*, 2019; Cesari *et al.*, 2016). Entre idosos da comunidade, a prevalência global de fragilidade é de aproximadamente 11% (Collard *et al.*, 2012). Embora haja divergências nos estudos sobre prevalência de fragilidade devido à heterogeneidade de sua operacionalização, estima-se uma maior prevalência de fragilidade e pré-fragilidade, principalmente em países de baixa e média renda (Doody *et al.*, 2023; Siriwardhana *et al.*, 2018), correspondente a 17,4% (IC95%: 14,4% - 20,7%) de fragilidade e 49,3% (IC95%: 46,4% - 52,2%) de pré-fragilidade em idosos da comunidade (Siriwardhana *et al.*, 2018). Além disso, ter fragilidade indica estar vulnerável a maiores problemas de saúde, especialmente, maior queda, incapacidade funcional, hospitalização e morte (Vermeiren *et al.*, 2016; Kojima *et al.*, 2015; Kojima *et al.*, 2017). Nesse sentido, a fragilidade pode repercutir em diferentes parâmetros físicos e funcionais das pessoas idosas (Tay *et al.*, 2023). Reconhece-se que a idade, por si só, não é suficiente para explicar a funcionalidade das pessoas idosas; o estado de fragilidade deve ser considerado. Por isso, reforçamos a necessidade de investigar como os parâmetros físicos e funcionais se comportam em pessoas idosas com diferentes condições de fragilidade. A avaliação desses parâmetros pode contribuir para um melhor entendimento dos déficits apresentados em cada fenótipo de fragilidade.

1.2 Declínio de parâmetros físicos e funcionais no envelhecimento e fragilidade

A fragilidade está associada ao declínio de força muscular, principalmente em decorrência da sarcopenia, uma condição clínica que leva à redução generalizada de massa e função muscular (Farrow *et al.*, 2021). A fraqueza muscular é considerada como um dos primeiros sinais no processo de fragilização (Souza-Santos *et al.*, 2018; Cruz-Jentoft *et al.*, 2019). Uma revisão sistemática demonstrou que baixos valores de força muscular estão associados à fragilidade (Navarrete-Villanueva *et al.*, 2021). Também se observou que a força muscular mais estudada em relação à fragilidade é a força de preensão manual (Navarrete-Villanueva *et al.*, 2021). Embora a força de preensão manual seja utilizada como indicador da força global do corpo em pessoas idosos, é importante avaliar outros grupos musculares específicos que poderiam relacionar no estado de fragilidade (Porto *et al.*, 2019^a).

Acredita-se que a força muscular específica dos membros inferiores e do tronco podem contribuir para a fragilidade. No entanto, essa prerrogativa ainda é pouco explorada. Dois estudos investigaram a associação do estado de fragilidade com a força muscular de membros inferiores, detectando que idosos frágeis apresentaram menor capacidade de geração de força isométrica (Navarrete-Villanueva *et al.*, 2021). Porém, um desses estudos foi realizado com pessoas idosas institucionalizadas (Buckinx *et al.*, 2016) e o outro avaliou apenas a força isométrica de extensores de joelho e de preensão palmar (Theou *et al.*, 2011). Além disso, até o momento, não encontramos estudos que investigassem a força do tronco com a fragilidade. Apesar disto, a literatura reporta a importante contribuição dos músculos do tronco para o equilíbrio, função física e redução de quedas em pessoas idosas (Granacher *et al.*, 2013; Stotz *et al.*, 2023). Dessa forma, há uma carência de estudos que abordem a força muscular do tronco e grupos específicos de membros inferiores em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade. Considerando que há poucos estudos que realizem uma avaliação mais ampla da força muscular, a avaliação de diferentes

grupos musculares de membro inferior e tronco ajudaria no mapeamento dos déficits físicos referentes à força muscular em cada fenótipo de fragilidade e, assim, no planejamento de intervenções específicas para prevenção e reabilitação das pessoas idosas, considerando o seu nível de fragilidade.

Além da força muscular, o declínio dos parâmetros físicos e funcionais das pessoas idosas inclui a diminuição do equilíbrio, que pode limitar a independência do idoso e predispor a queda (Matson & Schinkel-Ivy, 2020). Do ponto de vista conceitual, Shumway-Cook e Woollacott (2010) definiram estabilidade postural, também como equilíbrio, que consiste na capacidade de controlar o centro de massa corporal dentro de uma base de suporte, seja em condições estáticas (quando a base de apoio e a base de suporte permanecem estacionários) e dinâmicas (tanto a base de apoio e o centro de massa mudam). A capacidade de controlar o equilíbrio depende da integração das funções dos sistemas sensoriais (vestibular, visual e somatossensorial), musculoesquelético e neuromuscular (Michalska *et al.*, 2021; Nnodim & Yung, 2015; Tavares *et al.*, 2019; Afalo *et al.*, 2022). É necessária uma interação sinérgica entre esses componentes, que permitam uma resposta rápida e precisa frente a uma perturbação externa (Cuevas-Trisan, 2019). No entanto, com o envelhecimento, ocorrem alterações nesses sistemas que comprometem a eficiência desse controle (Cruz-Jimenez, 2017; Horak, 2006; Michalska *et al.*, 2021).

Nas pessoas idosas, as alterações do equilíbrio ocorrem devido a processos fisiológicos considerados normais (senescência), bem como a processos patológicos (senilidade) (Cruz-Jimenez, 2017; Horak, 2006). Com o envelhecimento, há uma redução de *feedback* sensorial que resulta em prejuízos funcionais, o que implica em uma capacidade reduzida das pessoas idosas para se adaptarem às mudanças em seu ambiente e manterem o equilíbrio corporal (Osoba *et al.*, 2019). Observa-se uma redução progressiva da visão, da percepção de profundidade, da

sensibilidade ao contraste e ao brilho. Tais aspectos são fundamentais para a estabilidade postural, sendo comumente usados para ultrapassar obstáculos e planejar trajetórias durante o andar (Nnodim & Yung, 2015; Viswanathan; Sudarsky, 2012). Ocorrem também alterações proprioceptivas articulares que prejudicam o posicionamento ideal dos pés (Nnodim & Yung, 2015) e alterações vestibulares que impactam no posicionamento e movimentos de cabeça durante a marcha (Fitzgerald *et al.*, 2020; Nnodim & Yung, 2015). No sistema musculoesquelético, há diminuição das fibras musculares, principalmente das fibras do tipo II, o que impacta na menor capacidade de força rápida, comumente exigido em estratégias de recuperação do equilíbrio (Horak, 2006). Essa diminuição de força muscular é mais acentuada em membros inferiores, o que pode repercutir em maiores alterações funcionais nas pessoas idosas (Horak, 2006; Nnodim & Yung, 2015).

Apesar de o equilíbrio ser comumente tratado como uma função global, ele apresenta componentes específicos que, embora relacionados e complementares, precisam ser considerados de forma distinta, como o equilíbrio estático, reativo e a estabilidade postural dinâmica durante a marcha. O equilíbrio estático refere-se à capacidade de o indivíduo manter uma posição estável sobre uma base de suporte estacionária (Kiss *et al.*, 2018). O equilíbrio reativo diz respeito à habilidade do idoso de recuperar o equilíbrio após perturbações inesperadas (Kiss *et al.*, 2018). A Estabilidade postural dinâmica refere-se à capacidade de controlar o equilíbrio em tarefas em movimento, como por exemplo durante a marcha. Essa capacidade de estabilização postural é necessária para executar uma série de atividades, dentre elas, a marcha segura (Osoba *et al.*, 2019; Hamacher *et al.*, 2019).

A marcha é uma atividade complexa, que envolve o deslocamento do centro de gravidade para a frente e contém movimentos rítmicos e alternados que impõem perturbações ao equilíbrio

(Cruz-Jimenez, 2017). Durante a marcha, ocorrem perturbações de origem internas e externas (Bruijn *et al.*, 2013; Hamacher *et al.*, 2019). As perturbações internas são provenientes da capacidade musculoesquelética, enquanto as perturbações externas estão relacionadas ao ambiente (exemplo: pisos irregulares, calçados inapropriados, iluminação inadequada e presença de obstáculos) (Bruijn *et al.*, 2013). Assim, a estabilidade postural dinâmica durante a marcha envolve não somente aspectos internos, mas requer interações complexas e dinâmicas, nas quais o indivíduo capta informações ambientais e planeja a melhor adaptação para executar a tarefa (Woollacon; Tang, 1997, Young; Williams, 2014). Por essas razões, a marcha é uma tarefa desafiadora para a estabilidade postural.

As alterações do equilíbrio e da estabilidade postural nas pessoas idosas parecem ter relação com o estado de fragilidade, mas ainda é necessário compreender como a fragilidade afeta os diferentes componentes do equilíbrio. Um estudo de revisão sistemática demonstrou que pessoas idosas frágeis apresentam pior equilíbrio estático e dinâmico do que pessoas idosas robustas (Navarrete-Villanueva *et al.*, 2021). Outro estudo com 60 idosos da comunidade mostrou que os frágeis apresentam menor controle postural (Balance Evaluation Systems Test-BESTest) quando comparados aos robustos e pré-frágeis (Marques *et al.*, 2019). A instabilidade postural estática e dinâmica (<45 pontos na escala de equilíbrio de Berg) parece ser determinante para maior chance do idoso ser frágil ou pré-frágil (Moraes *et al.*, 2019). Assim, acredita-se que o equilíbrio estático e reativo e a estabilidade postural dinâmica durante a marcha (avaliada pela *Functional Gait Assessment-FGA*) nas pessoas idosas possam estar alterados na condição de fragilidade, sendo necessários mais estudos para confirmar esse pressuposto.

Os déficits funcionais referentes à alteração da capacidade física geral das pessoas idosas estão associados a um aumento na incidência de quedas e, conseqüente, ao medo de cair, o que

ocorre frequentemente em pessoas idosas frágeis (Souza *et al.*, 2022; Prieto-Contreras *et al.*, 2023; Merchant *et al.*, 2020). O baixo desempenho na capacidade física, medido pelo teste de sentar e levantar da cadeira, mostrou associação com a fragilidade, indicando que pessoas idosas frágeis apresentam pontuações mais baixas do que pessoas idosas robustas e pré-frágeis (Câmara *et al.*, 2012; Shukla *et al.*, 2020; Navarrete-Villanueva *et al.*, 2021). Além disso, condizente com a repercussão dos declínios funcionais, o medo de cair pode contribuir para o estado de fragilidade (Kongsuk; Brown; Hurt, 2019). O medo de cair é caracterizado como a falta de confiança ou preocupação para executar tarefas funcionais, ou também é conceituado como baixa autoeficácia percebida para evitar uma queda (Hadjistavropoulos; Delbaere; Fitzgerald, 2011). O medo de cair pode existir independentemente de o idoso ter experimentado a queda e está relacionado a aspectos físicos, psicológicos e sociais, e pode levar à redução de atividades, atrofia muscular e descondicionamento (Hadjistavropoulos; Delbaere; Fitzgerald, 2011). Estudos apontam que o medo de cair e a história de quedas é maior em pessoas idosas frágeis do que em pessoas idosas robustas (Souza *et al.*, 2022; Yang *et al.*, 2023). Considerando a relevância destes desfechos, é importante que sejam investigados em idosos com diferentes fenótipos de fragilidade, a fim de se estabelecer essa relação.

A identificação de como os parâmetros físicos e funcionais se manifestam em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade pode contribuir para o estabelecimento de protocolos de avaliação que incluam medidas de força muscular, equilíbrio, estabilidade postural dinâmica e capacidade de transferir de sentado para de pé, visando identificar pessoas idosas com maior vulnerabilidade. Além disso, os valores médios obtidos para cada constructo avaliado podem ser utilizados para comparação em futuros estudos e na prática clínica, especialmente para o planejamento de intervenções preventivas específicas, focadas em fortalecimento muscular,

melhoria do equilíbrio estático, estabilidade dinâmica e capacidade de transferir de sentado para de pé.

1.3. Fatores associados a estabilidade postural dinâmica

A estabilidade postural é um pré-requisito fundamental para garantir uma marcha segura, sem quedas (Hamacher *et al.*, 2019). A taxa de quedas em idosos da comunidade representa cerca de 30%, e essa estimativa pode aumentar quando os idosos apresentam alterações de equilíbrio, principalmente durante a marcha (Montero-Odasso *et al.*, 2022; Cuevas-Trisan, 2017; Nnodim & Yung, 2015). Além disso, é durante a marcha que há maior ocorrência de quedas. Estima-se que 50% das quedas ocorrem durante a marcha, e com isso, traz consequências negativas para saúde das pessoas idosas, como aumento da mortalidade, hospitalização e incapacidade funcional (Robinovitch *et al.*, 2013; Osoba *et al.*, 2019). Por isso, torna-se relevante investigar os fatores que podem contribuir para uma marcha estável, sem quedas.

Diversos fatores podem estar associados à estabilidade postural dinâmica das pessoas idosas, incluindo a capacidade de geração de força muscular (Hamacher *et al.*, 2019). Um estudo anterior demonstrou que a força de membros inferiores (extensores de joelho) apresentou uma associação moderada positiva ($r=0,52$) com a estabilidade postural na marcha avaliada por meio da escala Functional Gait Assessment (FGA) em pessoas idosas da comunidade (Karabin *et al.*, 2022). Embora apenas um estudo ter investigado essa relação utilizando a FGA, outros estudos relatam a associação de força muscular de membros inferiores e do tronco com equilíbrio postural dinâmico de idosos avaliado por diferentes instrumentos que incluem a tarefa de marcha (Wang *et al.*, 2022; Karabin *et al.*, 2022; Ko *et al.*, 2024; Song *et al.*, 2021; Oskouei *et al.*, 2021; Porto *et*

al., 2019b; Vieira *et al.*, 2021; Stotz *et al.*, 2023; Shahtahmassebi *et al.*, 2017). Estes estudos destacam a importância dos músculos extensores do tronco, músculos do quadril, extensores do joelho e flexores plantares na manutenção do equilíbrio dinâmico em pessoas idosas saudáveis. Assim, sugere-se que a força desses músculos também pode estar associada à estabilidade postural de pessoas idosas durante a marcha, medida pela FGA.

Como mencionado, a literatura apoia a ideia de que músculos dos membros inferiores e do tronco podem contribuir para estabilidade postural dinâmica de pessoas idosas durante a marcha. Contudo, a maioria dos estudos que avaliou a influência da força muscular sobre a estabilidade postural das pessoas idosas focaram em grupos musculares isolados e envolveu principalmente pessoas idosas saudáveis. A investigação da associação de vários grupos musculares de membros inferiores e tronco para estabilidade postural em uma amostra com diferentes fenótipos de fragilidade, poderá contribuir para um melhor entendimento do papel do perfil de força muscular na manutenção da estabilidade postural durante a marcha de pessoas idosas.

A força muscular dos membros inferiores atua na marcha fornecendo suporte vertical e progressão para a frente do centro de massa (Liu *et al.*, 2008). Grupos musculares, como o tríceps sural na flexão plantar, atuam como impulsionadores da retirada do pé, os abdutores do quadril atuam como suporte pélvico durante a fase de apoio único; e o grupo extensores do joelho previnem o colapso do joelho durante a fase de apoio (Sylvester; Lautzenheiser; Kramer, 2021). Além disso, um tronco forte permite o uso mais eficiente dos membros, atuando como um elo cinético que facilita a transferência de torques e momentos angulares entre extremidade superior e inferior durante a execução de movimentos do corpo inteiro, aumentando a eficácia em movimentos corretivos de ajuste postural (Granacher *et al.*, 2013).

O equilíbrio estático também pode estar associado à estabilidade postural dinâmica (Karabin *et al.*, 2022; Alsubaie 2020; Jesus *et al.*, 2021). Foi demonstrado que o equilíbrio estático avaliado por teste clínico e oscilação postural em plataforma de força demonstrou correlação com a FGA, indicando que as pessoas idosas que tiveram melhor desempenho na FGA tiveram menor oscilação postural (Karabin *et al.*, 2022; Alsubaie 2020). Semelhantemente, a capacidade de equilíbrio estático e dinâmico (pontuação <45 na escala de equilíbrio de Berg) foram considerados preditores de fragilidade em pessoas idosas da comunidade (Jesus *et al.*, 2021; Moraes *et al.*, 2019). Além do equilíbrio estático, o equilíbrio reativo pode ter influência na estabilidade dinâmica. Para manter a estabilidade dinâmica e progressão para frente durante a marcha, estratégias de correção do equilíbrio são cruciais, principalmente quando o indivíduo enfrenta escorregão ou tropeços que são frequentes causas das quedas (Graham *et al.*, 2017; Mccrum *et al.*, 2017). Foi demonstrado que o comportamento reativo do passo em resposta a uma perturbação para frente foi capaz de prever quedas futuras em pessoas idosas da comunidade (Carty *et al.*, 2015). Por isso, sugerimos que o equilíbrio reativo também possa influenciar na estabilidade na marcha.

Portanto, identificar se a força de diferentes grupos musculares e a capacidade de equilíbrio estático e reativo estão associados a estabilidade postural dinâmica de idosos com diferentes níveis de fragilidade pode ajudar a determinar parâmetros modificáveis a serem avaliados em pessoas idosas com comprometimento da estabilidade postural e potencial risco de queda. Além disso, a avaliação da estabilidade postural por meio de testes clínicos como a FGA, facilita a aplicabilidade dos resultados do estudo na prática clínica.

1.4 Objetivos

- Comparar a força muscular de tronco e membros inferiores, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio estático e reativo, capacidade de transferir de sentado para de pé, medo de cair e história de quedas em pessoas idosas robustas, pré-frágeis e frágeis.
- Investigar se a capacidade de geração de força de tronco e membros inferiores, assim como o equilíbrio estático e reativo, estão associados a estabilidade postural na marcha de pessoas idosas, medida pela escala FGA.

1. 5 Hipóteses

- Pessoas idosas frágeis e pré-frágeis apresentarão menor força muscular, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio, capacidade de transferir de sentado para de pé, além de maior medo de cair e história de quedas, quando comparado a pessoas idosas robustas.
- A maior força muscular e equilíbrio estático e reativo estarão associados a maior estabilidade postural dinâmica de pessoas idosas, medida por meio da escala FGA.

2. ARTIGO 1

Título: Análise comparativa da força muscular, estabilidade dinâmica, equilíbrio e capacidade de transferir de sentado para de pé em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade

Jéssica R Almeida, MSc¹; Paula MMA Castro, PhD¹; Carolina S Santos, PT¹; Isabelle P Assis, PT; Lourdes CC Montenegro, PhD²; Aloísio JF Ribeiro, PhD²; Renan A Resende, PhD¹; Juliana M Ocarino, PhD¹

1. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Fisioterapia, Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação, Avenida Antônio Carlos, 6627, Pampulha - 31270-901 - Belo Horizonte, MG – Brasil.
2. Departamento de Estatística, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

Autor de correspondência:

Juliana Melo Ocarino

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais

Avenida Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha

CEP: 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

E-mail: julianaocarino@gmail.com;

Orcid: 0000-0001-9404-1695

Resumo

Objetivo: Comparar a força muscular, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio, capacidade de transferir de sentado para de pé, o medo de cair e a história de quedas entre pessoas idosas robustas, pré-frágeis e frágeis. **Método:** Estudo transversal com 159 pessoas idosas da comunidade classificados pelo fenótipo de fragilidade. A força muscular foi avaliada pelo dinamômetro manual. A estabilidade dinâmica foi medida pela *Functional Gait Assessment*. O equilíbrio estático foi avaliado pelos testes de apoio unipodal e teste clínico de interação sensorial e equilíbrio. O equilíbrio reativo pela correção com passo compensatório para frente e a capacidade de transferir de sentado para de pé pelo teste *sentar e levantar 5 vezes*. Também foram avaliados o medo de cair, por meio da *Falls Efficacy Scale-International*, e a história de quedas autorrelatada no último ano. Análises de covariância e regressões múltiplas foram utilizadas para análise estatística. **Resultados:** Pessoas idosas frágeis apresentaram menor força muscular do tronco e dos membros inferiores ($p < 0,05$; tamanho de efeito [TE] = 0,87-1,05), estabilidade postural dinâmica ($p < 0,001$; TE = 2,25), equilíbrio estático ($p < 0,001$; TE = 1,72-1,88), capacidade de transferir de sentado para de pé ($p < 0,001$; TE = -2,18), maior medo de cair ($p < 0,001$; TE = -2,11), pior equilíbrio reativo ($p = 0,004$; OR = 9,29) e história de quedas ($p = 0,014$; OR = 7,73) em comparação aos robustos. Pessoas idosas pré-frágeis apresentaram menor força muscular de membros inferiores ($p < 0,05$; TE = 0,44-0,45), equilíbrio unipodal ($p < 0,001$; TE = 0,81), pior equilíbrio reativo ($p = 0,006$; OR = 3,28), estabilidade dinâmica ($p = 0,049$; TE = 0,50) e capacidade de transferir de sentado para de pé ($p = 0,005$; TE = -0,92) quando comparados aos robustos. **Conclusão:** A presença de alterações físicas e funcionais não apenas em pessoas idosas frágeis, mas também em pré-frágeis, sugere que esses parâmetros devem ser incorporados na avaliação dessa população.

Palavras-chave: Fenótipo de fragilidade; Força muscular; Equilíbrio; *Functional Gait Assessment*; Quedas; Medo de cair.

Implicações para reabilitação

- A avaliação dos parâmetros físicos e funcionais em pessoas idosas de diferentes fenótipos de fragilidade contribui para o entendimento das principais alterações presentes nessa população, que podem contribuir para o desenvolvimento da fragilidade.
- As alterações nos aspectos físicos e funcionais, mesmo em pessoas idosas pré-frágeis, revela a importância de uma avaliação mais abrangente dessa população, envolvendo, no mínimo, avaliação da força muscular global, capacidade de transferir de sentado para de pé, equilíbrio e estabilidade dinâmica.
- O declínio dos parâmetros físicos e funcionais pode aumentar o medo de cair e a história de quedas em pessoas idosas, especialmente entre os frágeis.

Introdução

A fragilidade é uma síndrome clínica caracterizada pela diminuição de reserva fisiológica em múltiplos sistemas, e que confere maior vulnerabilidade a desfechos negativos para as pessoas idosas [1]. Apesar de não haver consenso quanto à definição de fragilidade, as características da dimensão física são uma das abordagens mais utilizadas na sua identificação [2]. Assim, marcadores de fragilidade física, como por exemplo perda de peso, exaustão, fraqueza muscular, lentidão na marcha e baixo nível de atividade física permitem identificar pessoas idosas classificadas como robustos, pré-frágeis e frágeis [3]. A fragilidade representa um problema de saúde pública emergente, com consequências relacionadas a incapacidade funcional, hospitalização, mortalidade e quedas na população idosa [3–5]. Nesse sentido, como os declínios físicos e funcionais em pessoas idosas podem contribuir para o desenvolvimento da fragilidade [6], a avaliação desses parâmetros em pessoas idosas robustas, pré-frágeis e frágeis pode proporcionar um melhor entendimento do perfil de déficits característicos de cada fenótipo de fragilidade [7].

A fragilidade está associada ao declínio de força muscular, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio e capacidade de transferência de sentado para de pé em pessoas idosas [8]. Uma revisão sistemática recente demonstrou que baixos valores de força muscular foram associados à fragilidade [8]. Ainda, se observou que a força muscular mais avaliada com relação à fragilidade é a força de preensão manual [8]. Apenas dois estudos avaliaram a associação do estado de fragilidade com força muscular isométrica de extensores do joelho, e identificaram que idosos frágeis apresentaram menor capacidade de geração de força isométrica [8]. Dessa forma, poucos estudos abordam a força muscular do tronco e grupos específicos de membros inferiores em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade. Considerando que o declínio associado à fragilidade é mais pronunciado na força de membros inferiores do que na força isométrica manual [8], e considerando que ainda existem poucos estudos que realizam uma avaliação mais ampla da força muscular, a avaliação de diferentes grupos musculares de membros inferiores e tronco ajudaria no mapeamento dos déficits físicos referentes à força muscular apresentados em cada fenótipo de fragilidade.

Além dos parâmetros de força muscular, a estabilidade postural dinâmica e o equilíbrio também podem estar alterados nas pessoas idosas, contribuindo para a progressão do estado de fragilidade e diminuição do seu desempenho funcional [7,9,10]. Esse argumento é reforçado por estudos que demonstram que idosos frágeis apresentam pior equilíbrio estático e dinâmico [8] e menor controle postural quando comparados aos robustos e pré-frágeis [9]. Ademais, a instabilidade postural dinâmica parece ser determinante para uma maior chance da pessoa idosa ser frágil ou pré-frágil [10], e a baixa capacidade de transferir de sentado para de pé demonstrou associação com a fragilidade [7,11]. Ainda, os déficits funcionais referentes à alteração da capacidade física geral do idoso, à estabilidade e ao equilíbrio estão relacionados com incidência aumentada de quedas e conseqüente medo de cair [12], ocorrência frequente em pessoas idosas mais frágeis [13].

A identificação dos déficits físicos e funcionais apresentados pelas pessoas idosas em cada fenótipo de fragilidade ajudaria no estabelecimento de protocolos de avaliação que incluam medidas de força muscular, capacidade física, estabilidade postural e equilíbrio, e na identificação de pessoas idosas com maior vulnerabilidade. Além disso, os valores médios obtidos para cada constructo avaliado podem ser utilizados para comparação em futuros estudos e na prática clínica, em especial para o planejamento de intervenções preventivas específicas, focadas em fortalecimento muscular, melhoria da estabilidade dinâmica e equilíbrio. Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar a força muscular do tronco e de membros inferiores, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio estático e reativo, capacidade de transferir de sentado para de pé, medo de cair e história de quedas em pessoas idosas robustos, pré-frágeis e frágeis. A hipótese principal do estudo é que pessoas idosas frágeis e pré-frágeis apresentam menor força muscular, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio, capacidade de transferir de sentado para de pé, maior medo de cair e história de quedas quando comparados a pessoas idosas robustos.

Métodos

Participantes e desenho do estudo

Foi conduzido um estudo transversal com idosos da comunidade recrutados por conveniência. O estudo respeitou os princípios éticos em pesquisa, com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (CAAE 60772022.6.0000.5149). Todos os voluntários receberam orientações sobre os procedimentos do estudo e assinaram um termo de consentimento informado.

Para participar do estudo, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: ter 60 anos ou mais, residir na comunidade e ter independência para andar com ou sem uso de dispositivo de auxílio. Doença neurológica, doença cardiovascular descompensada, disfunções vestibulares com crise no último mês e dificuldades na compreensão de comandos verbais simples foram considerados critérios de exclusão do estudo.

Procedimentos

Foram avaliados dados sociodemográficos, clínicos e antropométricos dos participantes, como idade, sexo, anos de escolaridade, número de doenças crônicas, medicamentos em uso, massa corporal e estatura. A coleta de dados foi realizada por um único examinador previamente treinado. As medidas de força muscular foram realizadas ao final da coleta, a fim de evitar efeito de fadiga nos demais testes. A ordem dos demais testes foi aleatorizada.

Avaliação da fragilidade

A fragilidade física foi avaliada pelo fenótipo de fragilidade [3]. O instrumento contempla os seguintes itens: 1) Autorrelato de perda de peso não intencional no último ano ($\geq 4,5\text{kg}$ ou 5% do peso corporal); 2) Exaustão autorrelatada por duas questões da Escala de Depressão do Centro de Estudos Epidemiológicos (CES-D): “Na última semana, sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas de todo dia?” e “Na última semana, sentiu que não conseguiu levar adiante as suas coisas?”. Aqueles que relataram na “maioria das vezes” e/ou “sempre” em uma das perguntas foram considerados como apresentando exaustão; 3) Baixo nível de atividade física

avaliada pelo *Active Australia Questionnaire*, um instrumento traduzido e adaptado culturalmente para idosos brasileiros [14]. Considera como valores positivos para a fragilidade aqueles inferiores a 383 kcal/semana para homens e a 270 kcal/semana para mulheres; 4) Diminuição da força de preensão manual medida pelo dinamômetro Jamar®, na mão dominante. O ponto de corte foi ajustado ao sexo e ao índice de massa corporal (IMC); 5) Redução da velocidade de marcha avaliada em um percurso de 4 metros, considerando 2 metros de aceleração e 2 metros de desaceleração. O ponto de corte considerou altura e sexo. As pessoas idosas que apresentaram três ou mais critérios foram classificadas como frágeis, aqueles com um ou dois critérios foram considerados pré-frágeis, e os que não apresentaram nenhum critério foram classificados como robustos [3].

Capacidade de transferir de sentado para de pé

Para avaliar a capacidade de transferir de sentado para de pé foi utilizado o teste de sentar e levantar 5 vezes [15]. O participante foi instruído a levantar e sentar na cadeira por cinco vezes consecutivas o mais rápido que conseguisse. A cadeira utilizada tinha uma altura de aproximadamente 43 cm, sem apoio lateral. Foi adotado o seguinte posicionamento: sentado com as costas contra o encosto vertical da cadeira, braços cruzados à frente do tronco. Para chegar à posição de pé foi estabelecido que o tronco deveria estar ereto, quadris e joelhos estendidos. Foi dada uma repetição de familiarização e, em seguida, 3 medidas foram realizadas, com intervalo de descanso de um minuto entre elas. A média das três medidas foi utilizada para análise.

Equilíbrio estático e reativo

O equilíbrio estático foi avaliado por meio dos testes de apoio unipodal e teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio [16,17]. No teste de apoio unipodal, os indivíduos foram solicitados a permanecer em apoio unipodal sobre o membro dominante por até 30 segundos. A posição ideal foi estabelecida com os olhos abertos e o olhar fixado para um alvo, joelho em flexão a 90 graus e braços ao longo do corpo. A posição foi mantida sem auxílio do examinador ou do membro contralateral. Foram realizadas três medições, e o melhor tempo em segundos alcançado foi registrado. O teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio foi utilizado para avaliar o equilíbrio estático em diferentes condições sensoriais: 1) olhos abertos,

superfície firme; 2) Olhos fechados, superfície firme; 3) olhos abertos, superfície de espuma; e 4) olhos fechados, superfície de espuma. Os indivíduos permaneceram em pé, com os braços cruzados sobre o tronco e os pés juntos, em cada condição, por até 30 segundos, respeitando um descanso de 10 segundos entre cada teste. A somatória do tempo máximo alcançado nas quatro condições foi utilizada, com um total de até 120 segundos, para demonstrar o melhor desempenho.

O equilíbrio reativo foi avaliado por meio da resposta postural reativa na tarefa de correção com passo compensatório para frente do *Mini balance evaluation system test, Mini-BESTest* [18]. O participante ficou em pé, com os pés afastados na largura dos ombros e os braços ao lado do corpo. O examinador posicionou-se à frente do voluntário, com as mãos na região anterior do ombro, e solicitou que o indivíduo inclinasse o corpo para a frente, ultrapassando o limite de estabilidade, ou seja, movendo o quadril e os ombros à frente dos dedos dos pés. Durante o teste, o examinador sentiu o peso do corpo do voluntário e, em seguida, retirou as mãos, provocando uma resposta em que o voluntário deu um passo para frente. A resposta reativa foi classificada como: Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo (um segundo passo para realinhamento é permitido); Moderada: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio; e Grave: Nenhum passo, ou cairia se não fosse pego, ou cai espontaneamente.”

Estabilidade postural dinâmica

A avaliação da estabilidade postural dinâmica durante a marcha foi realizada pela versão brasileira da *Functional Gait Assessment* (FGA-Brasil) [19]. Foi estabelecido um percurso de 6 metros (m) de comprimento por 30 centímetros (cm) de largura, com marcações de desvios de 15, 25 e 38 cm fixadas no chão, além do uso de duas caixas com 11 cm de altura e 25 cm de largura. A FGA consiste na avaliação de 10 tarefas de marcha que desafiam a estabilidade postural. Estas tarefas incluem: andar em superfície plana, mudança de velocidade, movimentos horizontais e verticais da cabeça, giro em pivô, ultrapassar obstáculos, andar com base de apoio estreita, olhos fechados, andar pra trás, subir escadas. Cada tarefa é pontuada de 0 (comprometimento grave) a 3 (normal), resultando em uma pontuação total de 30 pontos, que reflete o melhor desempenho.

Força muscular do tronco e dos membros inferiores

Foi avaliada a força muscular isométrica máxima de extensores do tronco, extensores e abdutores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares, utilizando um dinamômetro manual (microFET®2, Hoggan Scientific, LLC, Salt Lake City UT, EUA). Os testes foram realizados conforme recomendado em literatura prévia [20–22] e descritos na Tabela 1. Em todos os testes, o dinamômetro foi fixado com cinta de velcro rígida. Foi avaliado o membro dominante de todos os grupos musculares, solicitando contração voluntária isométrica máxima durante cinco segundos, com estímulo verbal constante e progressivo. Uma medida de familiarização foi utilizada em contração voluntária submáxima. Posteriormente, três medidas foram realizadas com descanso de um minuto entre elas. A média das três medidas foi registrada em pico de força (Newtons).

Tabela 1: Procedimentos para testar a força muscular do tronco e dos membros inferiores.

Força muscular	Procedimento de teste
Extensor do tronco	O indivíduo em decúbito ventral e braços ao longo do corpo. O dinamômetro foi posicionado entre os ângulos superiores da escápula e fixado à maca por meio de uma cinta de velcro, que também foi colocada na pelve e tornozelo para evitar compensações. Foi medida a distância em metros entre os ângulos superiores da escápula até as espinhas ilíacas póstero-superiores para calcular o torque.
Extensor do quadril	O voluntário em decúbito ventral, braços ao longo do corpo, joelho em flexão unilateral a 90 graus. O dinamômetro foi colocado acima da fossa poplíteia com a cinta de velcro fixa à maca. Outra cinta de velcro estabilizou a pelve. Foi medida a distância em metros entre o trocânter maior do fêmur e o epicôndilo lateral do fêmur para calcular o torque.
Abdutor do quadril	O indivíduo foi posicionado em decúbito lateral, com uma almofada entre os joelhos, membros alinhados e pelve em posição neutra. O dinamômetro foi colocado cinco



centímetros acima da articulação do joelho e fixado por uma cinta de velcro presa à maca. Outra cinta de velcro estabilizou a pelve. Foi medida a distância em metros entre o trocânter maior do fêmur e o epicôndilo lateral do fêmur para calcular o torque.

Extensor do joelho



O voluntário sentado na extremidade da maca, com braços cruzados sobre o tronco. O dinamômetro foi posicionado na região anterior da perna, na linha maleolar. Uma cinta de velcro foi fixada ao suporte vertical da maca. As coxas foram estabilizadas. Foi medida a distância em metros do epicôndilo lateral do fêmur até a borda inferior do maléolo lateral para cálculo de torque.

Flexor plantar



Participante em decúbito ventral, com braços ao longo do corpo e pés para fora da maca. Foi colocada uma toalha dobrada na região anterior da perna para diminuir o desconforto de atrito. O dinamômetro foi posicionado na cabeça dos metatarsos na região plantar. Uma cinta de velcro fixou o dinamômetro ao suporte vertical da maca. Houve estabilização da coxa e da perna. Foi medida a distância em metros entre a borda posterior do maléolo lateral e a cabeça dos metatarsos para calcular o torque.

Para obter a variável de torque muscular, foi medida a distância em metros do dinamômetro ao eixo articular de cada grupo muscular avaliado, conforme descrito na Tabela 1. Essas medidas foram multiplicadas pela média do pico de força (Newtons), e o valor de torque foi normalizado pela massa corporal dos idosos (Nm/kg).

História de quedas e medo de cair

Os participantes foram avaliados em relação ao relato de história de quedas e medo de cair. A história de quedas no último ano foi avaliada por meio de autorrelato, utilizando a seguinte pergunta: “Você caiu nos últimos 12 meses?”. A definição de quedas foi fornecida ao voluntário, sendo: “*um evento inesperado em que o indivíduo vai ao chão ou nível inferior à posição inicial*”. As respostas foram categorizadas em não ou sim [23,24]. O medo de cair ou autoeficácia para evitar queda foi medido por meio da versão Brasileira da *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I Brasil) [25]. Este instrumento apresenta questões sobre a preocupação com a possibilidade de cair ao realizar 16 atividades. Cada atividade foi pontuada de 1 (nunca/raramente preocupado) a 4 (extremamente preocupado), com escores totais variando de 16 (baixa preocupação) a 64 (alta preocupação). Estudo anterior demonstrou consistência interna adequada (coeficiente alfa de Cronbach = 0,93) e boa confiabilidade intra e interavaliadores do escore total (coeficiente de correlação intraclassa = 0,84 e 0,91, respectivamente) da FES-I Brasil [25].

Confiabilidade das medidas

Um estudo piloto com 15 pessoas idosas avaliados em um intervalo de uma semana entre as medidas foi realizado com o objetivo de testar a confiabilidade intraavaliador. Os coeficientes de correlação intraclassa (CCI); o intervalo de confiança de 95% (IC) e o erro padrão da medida (EPM) obtidos foram detalhados na Tabela 2, exceto o equilíbrio reativo (Kappa: 0,59; EPM: 0,24).

Tabela 2: Análise da confiabilidade intraavaliador das medidas em um estudo piloto (n=15).

Variáveis	CCI_{3,3}	IC95%	EPM
Força de prensão manual (kgf)	0,98	0,94-0,99	1,11

Velocidade de marcha (m/s)	0,87	0,62-0,95	0,06
Capacidade física (<i>Five Times Sit to Stand Test</i> , segundos)	0,92	0,65-0,97	0,65
Equilíbrio estático (<i>Single Leg Stance</i> , segundos)	0,95	0,86- 0,98	2,37
Equilíbrio estático (<i>Modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance</i> , segundos)	0,75	0,28-0,91	4,97
Estabilidade postural dinâmica (Escore da FGA)	0,98	0,95-0,99	0,54
Torque extensor do tronco (Nm/kg)	0,97	0,92-0,99	0,05
Torque extensor do quadril (Nm/kg)	0,99	0,96-0,99	0,02
Torque abductor do quadril (Nm/kg)	0,97	0,89-0,98	0,08
Torque extensor do joelho (Nm/ kg)	0,97	0,90-0,99	0,10
Torque flexor plantar (Nm/ kg)	0,97	0,90-0,98	0,04

CCI: Coeficiente de Correlação Intraclasse. IC: Intervalo de Confiança. EPM: Erro Padrão da Medida. Nm/kg: Newton metros/quilo. FGA: Functional Gait Assessment.

Análise estatística

Média, desvio padrão e frequência foram utilizados para descrever as variáveis de caracterização da amostra e as variáveis de desfecho do estudo. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Análises de covariância (ANCOVA) foram utilizadas para verificar a diferença entre grupos (robustos, pré-frágeis e frágeis) nas variáveis de torque muscular normalizado, capacidade física, estabilidade postural, equilíbrio estático e medo de cair. Idade, sexo e IMC entraram como covariáveis, exceto para a variável de torque normalizado pelo peso corporal, na qual somente as duas primeiras foram consideradas como covariáveis. Nas variáveis que mostraram diferença significativa, foram realizadas comparações múltiplas, duas a duas, entre os grupos de fragilidade (robustos vs. pré-frágeis, robustos vs. frágeis, pré-frágeis vs. frágeis) utilizando o método de Tuckey com intervalo de confiança de 95% (IC). Os tamanhos de efeito d de Cohen foram interpretados como pequeno (0,2–0,49), médio (0,5–0,79) e grande ($\geq 0,8$). Para verificar as diferenças entre os grupos de idosos nas variáveis resposta reativa (normal, moderada e grave) e história de quedas (não, sim), foram utilizadas análises de regressão logística ordinal e binomial, respectivamente. O método de Holm foi empregado para múltiplas comparações, e as variáveis foram ajustadas por sexo, idade e IMC. Na regressão logística ordinal foi utilizado o modelo de probabilidade cumulativa das razões de chance. Os resultados foram expressos por *odds ratio* (OR) e intervalo de confiança de 95% (IC). A verificação dos pressupostos de cada modelo foi avaliada através da análise dos resíduos. Utilizou-

se nível de significância $\alpha = 0,05$. As análises foram realizadas através do *software* R (versão 4.2.2.).

Resultados

Foram recrutadas 163 pessoas idosas para o estudo, sendo que 4 foram excluídos por desistiram de participar no decorrer da coleta. Por fim, foram avaliadas 159 pessoas idosas da comunidade e classificadas pelo fenótipo de fragilidade como robustas, pré-frágeis e frágeis. Os dados descritivos dos participantes estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Características dos participantes (n= 159).

Variáveis	Robusto n = 59 (37,11%)	Pré-Frágil n = 84 (52,83%)	Frágil n=16 (10,06%)
Dados sociodemográficos			
Idade (anos)	69,75 ± 6,51	72,88 ± 7,04	77,75 ± 7,32
Sexo-Feminino*	42 (71,2)	60 (71,4)	13 (81,3)
Sexo-Masculino*	17 (28,8)	24 (28,6)	3 (18,8)
Escolaridade (anos)	9,81 ± 5,04	8,40 ± 5,99	7,13 ± 4,42
Dados clínicos			
Doenças crônicas (número)	2,92 ± 1,86	3,42 ± 2,06	5,25 ± 2,79
Medicamentos (número)	3,39 ± 2,68	3,96 ± 2,70	4,75 ± 2,24
História de quedas*			
Sim	20 (33,9)	34 (40,5)	13 (81,3)
Não	39 (66,1)	50 (59,5)	3 (18,8)
Características do fenótipo			
Perda de peso*	0	16 (19)	9 (56,3)
Exaustão*	0	24 (28,6)	11 (68,8)
Atividade física (Kcal/semana)	2260,52 ± 1834,13	1310,34 ± 1485,03	372,28 ± 481,62
Força de preensão manual (kgf)	25,99 ± 8,19	20,34 ± 6,80	16,75 ± 7,24
Velocidade de marcha (m/s)	1,10 ± 0,18	0,88 ± 0,18	0,57 ± 0,22
Dados antropométricos			
Altura (m)	1,61 ± 0,08	1,60 ± 0,09	1,59 ± 0,07
Massa corporal (kg)	73,97 ± 14,68	70,18 ± 15,66	68,37 ± 12,64
IMC (kg/m ²)	28,13 ± 4,82	27,26 ± 5,32	27,10 ± 4,48

*Dados descritivos como média ± desvio padrão. *Dados descritivos expressos como n e porcentagem em cada categoria. Kgf: quilograma força. m/s: metros/segundos. kcal: quilocalorias; kg: quilograma. IMC: Índice de Massa Corporal.*

A ANCOVA demonstrou que houve diferença entre os grupos, em relação às variáveis de torque normalizado de extensor do tronco ($F = 7,69$; $p < ,0001$), abdutor do quadril ($F = 8,78$; $p < ,0001$), extensor do quadril ($F = 4,27$; $p = 0,003$), extensor do joelho ($F = 26,8$; $p < ,0001$) e flexor plantar ($F = 12,48$; $p < ,0001$). As análises *post-hoc* indicaram que pessoas idosas frágeis apresentaram menor torque de extensores do tronco, abdutores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares do que os idosos robustos. Além disso, as pessoas idosas pré-frágeis apresentaram menor força de extensores do joelho e flexores plantares quando comparados aos robustos. Quanto ao torque de extensores do quadril, embora o modelo tenha sido significativo, os contrastes não revelaram diferença significativa entre os grupos de idosos, bem como, não houve diferenças significativas entre o grupo pré-frágil e frágil quanto aos torques avaliados ($p > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4: Comparação das variáveis torque muscular normalizado, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio estático, capacidade de transferir de sentado para de pé e medo de cair em pessoas idosas classificadas pelo fenótipo de fragilidade (robusto, pré-frágil, frágil).

Variáveis	Robusto (n=59)	Pré-frágil (n=84)	Frágil (n= 16)	Valor-p (TE) Robusto vs. Pré- Frágil	Valor-p (TE) Robusto vs. Frágil	Valor-p (TE) Pré- frágil vs. Frágil
Torque (Nm/ kg)						
Extensor do tronco	1,18 ± 0,48	1,06 ± 0,39	0,75 ± 0,29	0,481 (0,28)	0,028* (0,96)	0,1036 (0,82)
Extensor do quadril	0,48 ± 0,24	0,42 ± 0,21	0,32 ± 0,16	0,566 (0,27)	0,261 (0,71)	0,550 (0,49)
Abdutor do quadril	1,06 ± 0,35	0,92 ± 0,33	0,74 ± 0,29	0,086 (0,41)	0,023* (0,95)	0,289 (0,56)
Extensor do joelho	1,30 ± 0,52	1,09 ± 0,44	0,87 ± 0,38	0,024* (0,44)	0,037* (0,87)	0,573 (0,51)
Flexor plantar	0,53 ± 0,21	0,44 ± 0,19	0,32 ± 0,15	0,031* (0,45)	0,009* (1,05)	0,259 (0,65)
Estabilidade postural na marcha (Escore da FGA)	24,64 ± 3,76	22,61 ± 4,24	15,9 ± 4,36	0,049* (0,50)	<0,001* (2,25)	<0,001* (1,58)
Equilíbrio estático						

Apoio unipodal (segundos)	21,70 ± 10,99	12,85 ± 10,99	2,88 ± 4,50	< 0,001* (0,81)	< 0,001* (1,88)	0,027* (0,97)
Teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio (segundos)	115,14 ± 10,17	107,46 ± 14,39	86,15 ± 31,26	0,192 (0,60)	< 0,001* (1,72)	< 0,001* (1,18)
Capacidade de transferir de sentado para de pé						
Teste de sentar e levantar 5 vezes (segundos)	10,26 ± 1,82	12,47 ± 2,72	21,13 ± 10,40	0,005* (-0,92)	< 0,001* (-2,18)	< 0,001* (-1,81)
Medo de cair						
FES-I (escore)	22,34 ± 6,98	26,60 ± 11,20	40,44 ± 13,07	0,073 (-0,44)	< 0,001* (-2,11)	< 0,001* (-1,20)

*Nm/kg: Newton metros/quilo. FGA: Functional Gait Assessment. FES-I: Falls Efficacy Scale-International. Dados apresentados como Média ± Desvio padrão. TE: tamanho do efeito. *p < 0,05. Os modelos da ANCOVA para as variáveis de torque foram ajustados por idade e sexo. Para as demais variáveis os modelos foram ajustados por idade, sexo e IMC.*

Foi observada uma diferença entre grupos para a estabilidade postural dinâmica ($F = 26,43$; $p < ,0001$). As análises *post-hoc* indicaram que pessoas idosas frágeis apresentaram menor escore da FGA quando comparados a pessoas idosas pré-frágeis e robustas ($p < 0,001$). Além disso, pessoas idosas pré-frágeis também apresentaram menor escore da FGA quando comparados aos robustos com significância marginal ($p = 0,049$) (Tabela 4). Com relação às variáveis de equilíbrio estático, as comparações revelaram diferenças entre grupos para o teste de apoio unipodal ($F = 25,34$; $p < ,0001$) e teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio ($F = 21,42$; $p < ,0001$). Pessoas idosas frágeis apresentaram pior desempenho nos dois testes quando comparados a pessoas idosas pré-frágeis e robustas ($p < 0,05$). Além disso, pessoas idosas pré-frágeis apresentaram pior equilíbrio no teste de apoio unipodal quando comparados aos robustos ($p < 0,001$) (Tabela 4). Quanto ao equilíbrio reativo, o modelo de regressão ordinal indicou que ajustando pelas variáveis sexo, idade e IMC, o fenótipo de fragilidade influenciou na resposta reativa ($p = 0,0014$). As comparações revelaram que pessoas idosas pré-frágeis ($p = 0,006$; OR = 3,287; IC95% = 1,25 – 8,58) e frágeis ($p = 0,004$; OR = 9,299; IC95% = 1,75 – 48,91) apresentaram uma piora na resposta reativa quando comparados a pessoas idosas robustas, resultando em maior

chance de terem resposta reativa moderada ou grave. Dessa forma, a chance estimada de pessoas idosas terem resposta reativa moderada ou grave é 2,2 e 8,3 vezes maior para pessoas idosas pré-frágeis e frágeis, respectivamente, em comparação a pessoas idosas robustas (Tabela 5).

Tabela 5: Comparações múltiplas da resposta reativa (normal, moderada, grave) e histórico de quedas (não, sim) entre pessoas idosas robustas, pré-frágeis e frágeis.

Variáveis	Fenótipo de fragilidade	Estimativa	Erro padrão	Z	Valor-p	OR (IC95%)
Resposta reativa	Frágil vs. Robusto	2,23	0,697	3,198	0,004*	9,299 (1,75-48,91)
	Frágil vs. Pré-frágil	1,04	0,631	1,644	0,100	2,829 (1,60-12,80)
	Pré-frágil vs. Robusto	1,19	0,401	2,967	0,006*	3,287 (1,25-8,58)
História de quedas	Frágil vs. Robusto	2,046	0,724	2,823	0,014*	7,738 (1,44-41,42)
	Frágil vs. Pré-frágil	1,778	0,689	2,578	0,019*	5,922 (1,19-29,23)
	Pré-frágil vs. Robusto	0,267	0,363	0,735	0,462	1,306 (0,56-3,03)

OR: odds ratio. IC: intervalo de confiança. * $p < 0,05$. Categoria de referência: resposta reativa normal e não relato de quedas. Modelo ajustado para idade, sexo e índice de massa corporal.

Com relação à capacidade de transferir de sentado para de pé avaliada pelo teste sentar e levantar, foi observada uma diferença entre os grupos ($F = 20,12$; $p < ,0001$). As pessoas idosas frágeis apresentaram menor capacidade de transferir de sentado para de pé quando comparados a pessoas idosas pré-frágeis e robustas ($p < 0,001$). Além disso, as pessoas idosas pré-frágeis apresentaram um pior desempenho no teste em comparação aos robustos ($p = 0,005$) (Tabela 4).

Quanto ao medo de cair ($F = 13,02$; $p < ,0001$), as pessoas idosas frágeis apresentaram maior escore no FES-I em comparação aos pré-frágeis e robustos ($p < 0,001$) (Tabela 4). Para história de quedas, os resultados da regressão revelaram que houve diferença significativa entre os grupos frágil e robusto ($p = 0,014$) e entre os frágeis e pré-frágeis ($p = 0,019$), indicando que a chance da pessoa idosa frágil ter caído no último ano é cerca de 6,74 vezes maior do que a de pessoas idosas robustas, e 4,92 vezes maior em comparação aos pré-frágeis (Tabela 5).

Discussão

Este estudo teve por objetivo comparar pessoas idosas robustas, pré-frágeis e frágeis em relação à força muscular do tronco e dos membros inferiores, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio estático e reativo, capacidade de transferir de sentado para de pé, medo de cair e história de quedas. Os resultados demonstraram que as pessoas idosas frágeis tiveram pior desempenho de força muscular, estabilidade postural dinâmica, equilíbrio estático e reativo, capacidade de transferir de sentado para de pé, maior medo de cair e história de quedas do que pessoas idosas pré-frágeis e robustas, confirmando a hipótese do estudo.

A menor força muscular observada no tronco e em diferentes grupos musculares de membros inferiores das pessoas idosas frágeis em relação aos robustos permitiu caracterizar de forma mais ampla o perfil de força muscular dessa população. Isso porque além da avaliação de diversos grupos musculares de membros inferiores, foi também analisada a força do tronco, proporcionando uma visão abrangente da capacidade de geração de força desses indivíduos. Encontramos diferenças também entre pessoas idosas pré-frágeis e robustas quanto à força de flexores plantares e extensores do joelho. Esses achados sugerem que o estado frágil tem um impacto amplo na capacidade de geração de força muscular, mas mesmo no estado de pré-fragilidade já é possível observar fraquezas em grupos musculares relevantes para a função de membros inferiores. A fraqueza muscular observada no presente estudo pode estar relacionada com a redução da velocidade de marcha, bem como da funcionalidade das pessoas idosas [26,27]. De fato, no presente estudo, além dos déficits de força muscular, as pessoas idosas pré-frágeis e frágeis também apresentaram déficits na capacidade de transferir de sentado para de pé, estabilidade postural dinâmica e equilíbrio estático em comparação aos robustos. Esses achados corroboram estudos anteriores, que reforçam o papel crucial da força de membros inferiores e do tronco para melhorar a função física de pessoas idosas e reduzir o risco de quedas [27–30]. Os resultados do presente estudo demonstram a importância de avaliar a força muscular não apenas de preensão manual, mas também de membros inferiores e do tronco, no sentido de permitir identificar déficits em musculaturas relevantes para a funcionalidade e a realização de tarefas, principalmente em cadeia cinética fechada. A avaliação mais ampla da capacidade de geração de força em pessoas idosas pode ser utilizada para estabelecer metas para reabilitação, visando não

apenas a melhora da força muscular, mas também a prevenção do risco de quedas e perda de funcionalidade.

Os resultados demonstraram que os testes de força muscular, equilíbrio, estabilidade postural dinâmica e capacidade de transferir de sentado para de pé foram capazes de diferenciar os fenótipos de fragilidade, apresentando diferenças médias das comparações maiores que o erro padrão da medida. Especificamente o teste de sentar e levantar também foi capaz de discriminar todos os fenótipos de fragilidade, demonstrando diferença média na comparação entre pessoas idosas frágeis e robustas de 10,87 segundos, de 8,66 segundos entre frágeis e pré-frágeis, e de 2,21 segundos entre pré-frágeis e robustos. O fato de as diferenças médias estarem acima do erro padrão da medida (0,65 segundos) e as comparações terem apresentado tamanho de efeito grande (0,92 a 2,18) sugere que as diferenças podem ser consideradas clinicamente relevantes [31]. O teste *Five Times Sit to Stand* é uma avaliação funcional rápida que mede uma tarefa em cadeia cinética fechada, mobilizando vários grupos musculares e exigindo, ao mesmo tempo, equilíbrio e estabilidade da pessoa idosa [32]. Essas características, associadas à adequada capacidade discriminativa do teste observada no presente estudo, sugerem que o mesmo deva ser incorporado nas baterias de avaliação abrangente de pessoas idosas.

Além da capacidade de transferir de sentado para de pé, a estabilidade postural dinâmica utilizando a FGA também foi capaz de diferenciar os grupos nos três fenótipos (frágeis vs. robustos *mean difference* 8,7 pontos; frágeis vs. pré-frágeis 6,26 pontos, pré-frágeis vs. robustos 2 pontos). O equilíbrio estático também diferiu entre os grupos, exceto o teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio, ao comparar pessoas idosas pré-frágeis e robustas. As diferenças médias observadas entre os grupos frágeis vs. robustos foram de 18,82 segundos para o teste de equilíbrio estático de apoio unipodal e 28,99 segundos para o teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio, enquanto na comparação frágil vs. pré-frágil foram 9,97 e 21,31 segundos, respectivamente, para os mesmos testes. Para todos os testes, a diferença média foi superior ao erro padrão da medida e os tamanhos de efeito foram de moderado a grande, demonstrando a relevância clínica dos resultados. Esses resultados comprovam a presença de déficits de estabilidade postural e equilíbrio estático e reativo em pessoas idosas frágeis e pré-frágeis. Dessa forma, os diferentes instrumentos e testes utilizados no presente estudo para avaliar estabilidade postural e equilíbrio foram capazes de discriminar pessoas idosas frágeis dos demais fenótipos.

Com base nesses resultados, recomenda-se incluir alguns desses testes na bateria de avaliação das pessoas idosas, não apenas para a identificação de déficits, mas também para viabilizar o monitoramento das melhorias nos desfechos ao longo do processo de reabilitação.

As pessoas idosas frágeis apresentaram maior medo de cair e maior chance de ter histórico de quedas no último ano do que pessoas idosas robustas e pré-frágeis. Estes achados corroboram revisões sistemáticas recentes que evidenciam um maior medo de cair e um maior risco de quedas em pessoas idosas frágeis em comparação com os robustos [12,33]. Isso pode ser atribuído ao fato de que pessoas idosas com maior medo de cair tendem a restringir suas atividades, o que resulta em uma menor capacidade física e em consequências deletérias à saúde, como fragilidade e quedas [13,34]. Os resultados referentes ao medo de cair e história de quedas estão em concordância com os demais déficits físicos e funcionais demonstrados no presente estudo. Dessa forma, foi possível observar um declínio multidimensional com o avançar do estado de fragilidade.

Uma possível limitação do estudo foi o baixo número de participantes frágeis (n=16). O cenário de coleta de dados, que foi requerido que as pessoas idosas se deslocassem até a universidade, pode ter contribuído para a baixa participação de pessoas idosas frágeis, visto que este público enfrenta maiores dificuldades de mobilidade. Ainda, reconhecemos que é mais prevalente encontrar pessoas idosas frágeis em lares ou instituições de longa permanência [35]. Uma das principais forças do presente estudo é o grande número de pessoas idosas da comunidade da qual a amostra foi recrutada. Além disso, até o momento não há estudos conhecidos que comparou a fragilidade física com a força de diferentes grupos musculares do tronco e dos membros inferiores, bem como com vários componentes de equilíbrio e estabilidade postural dinâmica. Portanto, os achados deste estudo sugerem a necessidade de uma avaliação mais abrangente desses parâmetros físicos e funcionais em pessoas idosas. Isso permitirá identificar quais déficits são mais pronunciados nos estados de fragilidade e pré-fragilidade, com o intuito de direcionar estratégias de prevenção e reabilitação dessa condição geriátrica.

Conclusão

Os resultados do presente estudo revelam que pessoas idosas frágeis e pré-frágeis apresentam déficits significativos e clinicamente relevantes na geração de força muscular,

capacidade física, equilíbrio e estabilidade postural dinâmica quando comparados com as pessoas idosas robustos. As alterações, como esperado, foram mais pronunciadas em pessoas idosas frágeis. Contudo, mesmo os pré-frágeis já apresentam alterações significativas que têm potencial para contribuir com a evolução do estado de fragilidade. Além disso, o declínio das condições físicas e funcionais observadas também foi acompanhado por maior medo de cair e história de quedas, principalmente entre as pessoas idosas frágeis. Portanto, os resultados deste estudo enfatizam a importância de uma avaliação mais abrangente dessa população.

Declaração de Fontes de Financiamento

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) [código de financiamento 001]; pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) [no. 305285/2021-1].

Referências

- [1] Sobhani A, Fadayevatan R, Sharifi F, Kamrani AA, Ejtahed HS, Hosseini RS, et al. The conceptual and practical definitions of frailty in older adults: a systematic review. *J Diabetes Metab Disord* 2021;20:1975–2013. <https://doi.org/10.1007/s40200-021-00897-x>.
- [2] Doody P, Lord JM, Greig CA, Whittaker AC. Frailty: Pathophysiology, Theoretical and Operational Definition(s), Impact, Prevalence, Management and Prevention, in an Increasingly Economically Developed and Ageing World. *Gerontology* 2023;69:927–45. <https://doi.org/10.1159/000528561>.
- [3] Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences* 2001;56:146–57. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>.
- [4] Hoogendijk EO, Afilalo J, Ensrud KE, Kowal P, Onder G, Fried LP. Frailty 1 Frailty: implications for clinical practice and public health. *Lancet* 2019;394(10206):1365-1375. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31786-6.
- [5] Kojima G. Frailty as a predictor of disabilities among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil* 2017;39:1897–908. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1212282>.

- [6] Tay L, Tay EL, Mah SM, Latib A, Koh C, Ng YS. Association of Intrinsic Capacity with Frailty, Physical Fitness and Adverse Health Outcomes in Community-Dwelling Older Adults. *Journal of Frailty and Aging* 2023;12:7–15. <https://doi.org/10.14283/jfa.2022.28>.
- [7] Meng L, Shi H, Shi J, Yu PL, Xi H. Differences in clinical characteristics, muscle mass, and physical performance among different frailty levels in Chinese older men. *Chin Med J (Engl)* 2019;132:352–5. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000035>.
- [8] Navarrete-Villanueva D, Gómez-Cabello A, Marín-Puyalto J, Moreno LA, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Frailty and Physical Fitness in Elderly People: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine* 2021;51:143–60. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01361-1>.
- [9] Marques LT, Rodrigues NC, Angeluni EO, Pessanha FPAS, Alves NMC, Freire RC, et al. Balance Evaluation of Prefrail and Frail Community-Dwelling Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2019;42:176–82. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000147>.
- [10] Moraes DC, Lenardt MH, Seima MD, Mello BH de, Setoguchi LS, Setlik CM. Postural instability and the condition of physical frailty in the elderly. *Rev Lat Am Enfermagem* 2019;27:e3146.. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.2655-3146>.
- [11] Câmara SMA, Alvarado BE, Guralnik JM, Guerra RO, Maciel ÁCC. Using the Short Physical Performance Battery to screen for frailty in young-old adults with distinct socioeconomic conditions. *Geriatr Gerontol Int* 2013;13:421–8. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2012.00920.x>.
- [12] Souza LF, Canever JB, Moreira BS, Danielewicz AL, Avelar NCP. Association Between Fear of Falling and Frailty in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review. *Clin Interv Aging* 2022;17:129–40. <https://doi.org/10.2147/CIA.S328423>.
- [13] Prieto-Contreras L, Martínez-Arnau FM, Sancho-Cantus D, Cubero-Plazas L, Pérez-Ros P. Fear of Falling Score Is a Predictor of Falls in Community-Dwelling Pre-Frail and Frail Older People. *Healthcare (Basel Switzerland)* 2023;11(15):2132. <https://doi.org/10.3390/healthcare11152132>.
- [14] Rocha VTM, Soares TM, Leopoldino AAO, Queiroz BZ, Rosa NMB, Lustosa LP, et al. Cross-cultural adaptation and reliability of the active australia questionnaire for the elderly. *Rev Bras Med Esporte* 2017;23(1):46–49. <https://doi.org/10.1590/1517-869220172301154744>.
- [15] Goldberg A, Chavis M, Watkins J, Wilson T. The five-times-sit-to-stand test: validity, reliability and detectable change in older females. *Aging Clin Exp Res* 2012;24:339–344. <https://doi.org/10.1007/BF03325265>
- [16] Lin MR, Hwang HF, Hu MH, Wu HD, Wang YW, Huang FC. Psychometric Comparisons of the Timed Up and Go, One-Leg Stand, Functional Reach, and Tinetti Balance Measures in Community-Dwelling Older People. *J Am Geriatr Soc* 2004;52(8):1343-8. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52366.x>.

- [17] Whitney SL, Wrisley DM. The influence of footwear on timed balance scores of the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:439–43. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.05.005>.
- [18] Maia AC, Rodrigues-de-Paula F, Magalhães LC, Teixeira RLL. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties of the balance evaluation systems test and MiniBESTest in the elderly and individuals with Parkinson's disease: Application of the Rasch model. *Braz J Phys Ther* 2013;17:195–217. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000085>.
- [19] Kirkwood RN, Batista NCL, Marques LBF, Ocarino JM, Neves LLA, Moreira BS. Cross-cultural adaptation and reliability of the Functional Gait Assessment in older Brazilian adults. *Braz J Phys Ther* 2021;25:78–85. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.02.004>.
- [20] Martins SCS, Resende RA, Pinheiro LSP, Souza TR, Pinto RZ, Andrade AGP, et al. Prediction equation of hip external rotators maximum torque in healthy adults and older adults using the measure of hip extensors maximum torque. *Braz J Phys Ther* 2021;25:415–20. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.08.005>.
- [21] Pinheiro LSP, Ocarino JM, Bittencourt NFN, Souza TR, Souza Martins SC, Bomtempo RAB, et al. Lower limb kinematics and hip extensors strengths are associated with performance of runners at high risk of injury during the modified Star Excursion Balance Test. *Braz J Phys Ther* 2020;24:488–95. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.011>.
- [22] Kosik KB, Johnson NF, Terada M, Thomas AC, Mattacola CG, Gribble PA. Decreased ankle and hip isometric peak torque in young and middle-aged adults with chronic ankle instability. *Physical Therapy in Sport* 2020;43:127–33. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.02.014>.
- [23] Montero-Odasso M, Van Der Velde N, Martin FC, Petrovic M, Tan MP, Ryg J, et al. World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. *Age Ageing* 2022;51. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac205>.
- [24] World Health Organization. *Step Safely: Strategies for preventing and managing falls across the life-course*. Geneva: World Health Organization, 2021.
- [25] Camargos FFO, Dias RC, Dias JMD, Freire MTF, Fernandes F, Camargos O, et al. Cross-cultural adaptation and evaluation of the psychometric properties of the Falls Efficacy Scale-International Among Elderly Brazilians (FES-I-BRAZIL). *Rev Bras Fisioter* 2010;14(3):237–243.
- [26] Stotz A, Hamacher D, Zech A. Relationship between Muscle Strength and Gait Parameters in Healthy Older Women and Men. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20. <https://doi.org/10.3390/ijerph20075362>.
- [27] Ko SU, Jerome GJ, Simonsick EM, Ferrucci L. Investigating balance-related gait patterns and their relationship with maximum torques generated by the hamstrings and quadriceps in older adults - Results from the Baltimore longitudinal study of aging. *Arch Gerontol Geriatr* 2024;123. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105411>.

- [28] Stotz A, Mason J, Groll A, Zech A. Which trunk muscle parameter is the best predictor for physical function in older adults? *Heliyon* 2023;9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20123>.
- [29] Granacher U, Gollhofer A, Hortobágyi T, Kressig RW, Muehlbauer T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: A systematic review. *Sports Medicine* 2013;43:627–41. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0041-1>.
- [30] Nagata CA, Hamu TCDS, Pelicioni PHS, Durigan JLQ, Garcia PA. Influence of lower limb isokinetic muscle strength and power on the occurrence of falls in community-dwelling older adults: A longitudinal study. *PLoS One* 2024;19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300818>.
- [31] Page P. Beyond statistical significance: clinical interpretation of rehabilitation research literature. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(5):726-736.
- [32] Sadeh S, Gobert D, Shen KH, Foroughi F, Hsiao HY. Biomechanical and neuromuscular control characteristics of sit-to-stand transfer in young and older adults: A systematic review with implications for balance regulation mechanisms. *Clinical Biomechanics* 2023;109:106068. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2023.106068>.
- [33] Yang ZC, Lin H, Jiang GH, Chu YH, Gao JH, Tong ZJ, et al. Frailty Is a Risk Factor for Falls in the Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Nutrition, Health and Aging* 2023;27:487–495. <https://doi.org/10.1007/s12603-023-1935-8>.
- [34] Merchant RA, Chen MZ, Wong BLL, Ng SE, Shirooka H, Lim JY, et al. Relationship Between Fear of Falling, Fear-Related Activity Restriction, Frailty, and Sarcopenia. *J Am Geriatr Soc* 2020;68:2602–8. <https://doi.org/10.1111/jgs.16719>.
- [35] Kojima G. Prevalence of Frailty in Nursing Homes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc* 2015;16(11):940–945. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.06.025>.

3. ARTIGO 2

Título: Estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas: O papel do equilíbrio e da força do tronco e dos membros inferiores

Título curto: Força muscular e equilíbrio estão associados à estabilidade da marcha em pessoas idosas

Jéssica R Almeida, MSc¹; Paula MMA Castro, PhD¹; Lourdes CC Montenegro, PhD²; Aloísio JF Ribeiro, PhD²; Renata N Kikwood, PhD³; Danielle Aparecida Gomes Pereira, PhD¹; Renan A Resende, PhD¹; Juliana M Ocarino, PhD¹

3. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Fisioterapia, Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação, Avenida Antônio Carlos, 6627, Pampulha - 31270-901 - Belo Horizonte, MG – Brasil.
4. Departamento de Estatística, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
5. McMaster University, Hamilton School of Rehabilitation Science, 1280 Main Street West, L8S 4L8 ON, Canada.

Autor de correspondência:

Juliana Melo Ocarino

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais

Avenida Antônio Carlos, 6627, Campus Pampulha

CEP: 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

E-mail: julianaocarino@gmail.com;

Orcid: 0000-0001-9404-1695

Resumo

Introdução: Pessoas idosas apresentam comprometimento da força muscular e do equilíbrio com o envelhecimento, impactando a estabilidade postural durante a marcha, que pode ser afetada pela fragilidade física. Este estudo teve como objetivo investigar se a força do tronco e dos membros inferiores, assim como o equilíbrio estático e reativo estão associados a estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade. **Métodos:** Estudo transversal com 159 idosos da comunidade (115 mulheres e 44 homens). A estabilidade postural durante a marcha foi avaliada pela escala *Functional Gait Assessment*, e a força muscular isométrica dos extensores do tronco, abdutores e extensores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares foi avaliada por um dinamômetro manual portátil. O equilíbrio estático foi avaliado pelo teste de apoio unipodal e pelo teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio, enquanto o equilíbrio reativo foi avaliado pela tarefa de correção com passo compensatório para frente. Os dados foram analisados por meio de regressões lineares múltiplas. **Resultados:** O torque muscular dos extensores do tronco, extensores e abdutores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares foram associados a estabilidade postural durante a marcha ($p < 0,05$; $R^2 = 0,47$ a $0,48$; $\beta = 2,9$ a $6,2$). O equilíbrio estático unipodal ($p < 0,0001$; $\beta = 0,154$), a interação sensorial e equilíbrio ($p = 0,007$; $\beta = 0,0,048$) e a resposta grave no equilíbrio reativo ($p < 0,001$; $\beta = -3,851$) também foram associados a estabilidade postural durante a marcha ($R^2 = 0,63$). **Conclusão:** Maiores valores dos torques musculares e o melhor desempenho nos testes de equilíbrio estático e reativo foram associados a melhor estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas.

Palavras-chaves: *Functional Gait Assessment*; Fenótipo de fragilidade; Quadril; Joelho; Tornozelo.

Destaques

- A força do tronco e dos membros inferiores estão associados a melhor estabilidade postural em pessoas idosas.
- O equilíbrio estático e reativo estão associados a estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas.
- A força e o equilíbrio devem ser avaliados em pessoas idosas com estabilidade da marcha prejudicada.

1. Introdução

A estabilidade postural consiste em controlar o centro de massa corporal dentro da base de suporte, seja em condições estáticas ou dinâmicas [1]. Tarefas dinâmicas, como a marcha, induzem uma projeção do centro de massa para a frente da base de suporte [2,3], e a falha em manter a estabilidade durante essas tarefas pode levar a quedas [4] e risco de incapacidade, hospitalização e mortalidade [5]. As pessoas idosas apresentam estratégias compensatórias para manter a estabilidade [2,6], resultando em uma marcha lenta com passos curtos, uma base ampla e maior tempo em duplo apoio [2]. Além disso, essas mudanças são acentuadas com a fragilidade física [7]. Mudanças nas propriedades funcionais, como diminuição da força muscular, equilíbrio e *feedback* sensorial, também contribuem para a estabilidade postural prejudicada com o envelhecimento e a fragilidade [2,8,9].

A força muscular em pessoas idosas pode contribuir para a manutenção da estabilidade postural dinâmica [3,10,11]. Por exemplo, a força dos extensores do joelho foi moderadamente correlacionada com a estabilidade postural durante a marcha quando avaliada usando a *Functional Gait Assessment* (FGA) [10]. Além disso, a associação da força dos flexores plantares e do tronco com o equilíbrio e os músculos do quadril com a velocidade da marcha em pessoas idosas saudáveis sugeriu que a força muscular estava relacionada à estabilidade postural durante a marcha [12–15]. Embora a literatura tenha apoiado que os músculos dos membros inferiores e do tronco podem contribuir para a estabilidade postural dinâmica em pessoas idosas durante a marcha, a maioria dos estudos se concentrou em grupos musculares isolados e envolveu principalmente pessoas idosas saudáveis. Assim, investigar a relação de diferentes grupos musculares nos membros inferiores e no tronco com a estabilidade postural em pessoas idosas com níveis de fragilidade pode melhorar a compreensão da contribuição da força muscular na manutenção da estabilidade postural durante a marcha.

O equilíbrio estático e reativo também pode favorecer a manutenção da estabilidade postural dinâmica durante a marcha em pessoas idosas. O equilíbrio estático é a capacidade de manter uma posição estável em uma base de suporte estacionária, como em pé ou sentado, enquanto o equilíbrio reativo é a capacidade de recuperar a estabilidade postural após perturbações inesperadas [16]. O equilíbrio estático pode estar associado à estabilidade postural dinâmica [10,17]. Além disso, o envelhecimento pode prejudicar a capacidade de recuperar a estabilidade

postural após perturbações, o que é crítico para o controle postural [18]; portanto, o equilíbrio reativo pode estar relacionado à estabilidade postural dinâmica de pessoas idosas durante a marcha.

Identificar se a força de diferentes grupos musculares e o equilíbrio estático e reativo estão relacionados à estabilidade postural dinâmica em idosos com diferentes níveis de fragilidade pode contribuir para determinar parâmetros modificáveis a serem avaliados nessa população, especialmente naqueles com déficits de estabilidade postural durante a marcha. Ademais, a avaliação da estabilidade postural por meio de testes clínicos, como a FGA, permite sua aplicabilidade na prática clínica. Assim, este estudo teve como objetivo investigar se a capacidade de geração da força dos músculos do tronco e dos membros inferiores, assim como o equilíbrio estático e reativo, estariam associados a estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas, avaliada por meio da FGA. Os autores levantam a hipótese de que o aumento da força muscular e do equilíbrio estático e reativo associam a maiores pontuações na FGA em pessoas idosas, indicando um aumento da estabilidade postural.

2. Material e Métodos

2.1 Desenho do estudo e participantes

Este estudo transversal foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da universidade (nº 60772022.6.0000.5149), e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os idosos foram recrutados por meio de amostragem por conveniência, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: idade ≥ 60 anos, moradores da comunidade e capazes de caminhar independentemente, com ou sem dispositivos auxiliares. Os critérios de exclusão foram doenças neurológicas, doenças cardiovasculares não tratadas, disfunção aguda do sistema vestibular no último mês, dificuldades de executar comandos verbais simples.

2.2 Procedimentos

Um avaliador treinado coletou dados clínicos e sociodemográficos, como idade, nível educacional, comorbidades, uso de medicamentos e histórico de quedas, por meio de entrevistas presenciais usando um questionário semiestruturado. Medidas antropométricas, como massa

corporal e altura, também foram coletadas. O histórico de quedas foi autorrelatado de acordo com a pergunta: “Você caiu nos últimos 12 meses?”, e “queda” foi definida como “um evento inesperado no qual o indivíduo vai de encontro ao solo, ou a um nível inferior à posição inicial” [19]. A fragilidade física foi avaliada usando o fenótipo de fragilidade, e as pessoas idosas foram classificadas como robustos, pré-frágeis e frágeis [20].

2.2.1 Estabilidade postural durante a marcha

A estabilidade postural durante a marcha foi avaliada pela versão brasileira da FGA, que é adequada para avaliar pessoas idosas, apresenta excelente confiabilidade e validade estrutural, e não apresenta efeitos de piso e teto [21,22]. Esse instrumento avalia 10 tarefas de marcha desafiadoras ao equilíbrio: andar em superfície plana; mudança na velocidade da marcha; marcha com giros horizontais da cabeça; marcha com giros verticais da cabeça; marcha e giro de pivô; passar por cima de obstáculo; marcha com base de apoio estreita; marcha com olhos fechados; deambulação para trás; e passos. O avaliador monitorou o voluntário durante todo o percurso para garantir a segurança. Cada item foi pontuado de 0 (comprometimento grave) a 3 (deambulação normal), com um máximo de 30 pontos caracterizando o melhor desempenho [21,22].

2.2.2 Força muscular do tronco e dos membros inferiores

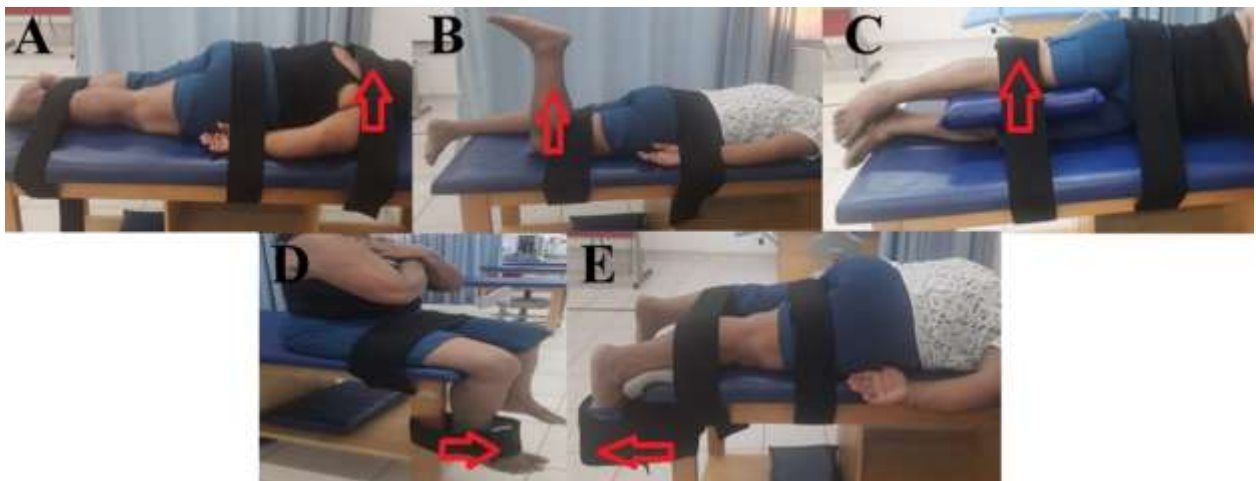
A força muscular, ou seja, a contração isométrica voluntária máxima dos extensores do tronco, extensores e abdutores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares foi avaliada usando um dinamômetro manual (microFET®2, Hoggan Scientific, LLC, Salt Lake City, UT, EUA), de acordo com os procedimentos descritos anteriormente [23–25] e mostrados na Figura 1. A força dos extensores do tronco foi avaliada em decúbito ventral com os braços ao lado do corpo. O dinamômetro foi colocado entre os ângulos superiores da escápula e fixado usando uma cinta de velcro rígida, e o quadril e os tornozelos foram estabilizados usando uma cinta rígida fixada à maca de exame (Figura 1A).

A força do extensor do quadril também foi avaliada em decúbito ventral com os braços ao lado do corpo, o joelho ipsilateral flexionado a 90° e o joelho contralateral estendido. O dinamômetro foi posicionado proximalmente à fossa poplíteia e fixado com uma cinta rígida, e o

quadril foi estabilizado usando uma cinta rígida fixada à maca de exame (Figura 1B). A força do abductor do quadril foi avaliada em decúbito lateral com os braços estendidos à frente do corpo, quadril em posição neutra estabilizado usando uma cinta rígida e um travesseiro posicionado entre os membros inferiores. O dinamômetro foi posicionado cinco centímetros acima da articulação do joelho (Figura 1C).

A força do extensor do joelho foi avaliada na posição sentada com quadris e joelhos flexionados a 90° e braços cruzados sobre o peito. O dinamômetro foi posicionado na parte anterior da perna no nível dos maléolos e fixado com uma cinta rígida. A coxa foi estabilizada usando uma cinta fixada à maca de exame (Figura 1D). A força do flexor plantar foi avaliada em decúbito ventral com quadril em posição neutra, joelhos estendidos e pés para fora da maca de exame. O dinamômetro foi posicionado sobre as cabeças dos metatarsos na planta do pé e fixado usando uma cinta rígida. Duas cintas rígidas estabilizaram as extremidades distal e proximal da perna (Figura 1E).

Figura 1: Avaliação da força muscular isométrica máxima dos extensores do tronco (A), extensores do quadril (B), abdutores do quadril (C), extensores do joelho (D) e flexores plantares (E).



O membro dominante foi avaliado e um teste de familiarização foi realizado em esforço submáximo. Em seguida, o voluntário foi orientado a realizar contração muscular máxima por cinco segundos, aumentando progressivamente a força nos três primeiros segundos. O avaliador estimulou verbalmente para o participante sustentar o esforço máximo até o quinto segundo, e três

medidas foram registradas com intervalos de um minuto entre cada registro, obtendo uma força de pico média expressa em Newtons.

2.2.3 Equilíbrio estático e reativo

O equilíbrio estático foi avaliado usando os testes de apoio unipodal e teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio. O teste de apoio unipodal avaliou a capacidade de manter o apoio sobre o membro dominante por 30 segundos, com os olhos abertos direcionando o olhar ao um ponto alvo, mãos ao lado do corpo e o joelho da perna não dominante flexionado a 90°. O tempo, em segundos, foi medido do início do teste até a interrupção da postura pelo pé tocando o solo ou o membro contralateral [26]. Foram registradas três medidas, e o maior valor foi analisado. O teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio avaliou o equilíbrio em quatro condições sensoriais: olhos abertos e superfície firme; olhos fechados e superfície firme; olhos abertos e superfície de espuma; e olhos fechados e superfície de espuma [27]. A superfície de espuma tinha densidade média e 10 centímetros de espessura. O participante foi orientado a sustentar cada condição por 30 segundos com os pés unidos e os braços cruzados sobre o peito, com intervalos de dez segundos entre as condições. O teste era interrompido se o idoso retirasse as mãos do peito, movimentasse os pés ou abrisse os olhos na condição de olhos fechados. O tempo total gasto em todas as quatro condições foi considerado para a pontuação final, com um máximo de 120 segundos.

O equilíbrio reativo foi avaliado usando a tarefa de correção com passo compensatório para frente do *Mini-Balance Evaluation System Test* [28,29]. O avaliador forneceu o comando padrão “Fique de pé com os pés afastados na largura dos ombros, braços ao lado do corpo. Incline-se para frente contra minhas mãos além dos seus limites anteriores. Quando eu soltar, faça o que for necessário, incluindo dar um passo, para evitar uma queda.”. Cada indivíduo teve duas tentativas, e as respostas reativas foram classificadas como normal (recupera-se independentemente com um único passo grande, o segundo passo de realinhamento é permitido), moderada (mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio) e grave (nenhum passo, ou cairia se não fosse pego, ou cai espontaneamente).

2.2.4 Redução dos dados

O pico de força médio foi multiplicado pela distância perpendicular, em metros, do dinamômetro ao eixo articular em cada teste, para calcular os torques musculares. As seguintes distâncias perpendiculares foram consideradas: extensores do tronco – distância entre as espinhas ilíacas póstero-superiores e os ângulos superiores da escápula; extensores e abdutores do quadril – distância linear entre o trocânter maior e o côndilo lateral do fêmur; extensores do joelho – distância linear entre o côndilo lateral do fêmur e o lado distal do maléolo lateral; e flexores plantares – distância linear do lado posterior do maléolo lateral às cabeças do metatarso [25,30]. Por fim, os valores de torque foram normalizados pela massa corporal (Nm/kg).

A sequência dos testes de equilíbrio e força foi randomizada e aplicada por um avaliador treinado, e os testes de força foram realizados ao final das avaliações para evitar fadiga em outros testes. A confiabilidade intraavaliador foi verificada em um estudo piloto com 15 idosos ao longo de sete dias. Excelente confiabilidade intraavaliador foi observada para a maioria dos testes (Tabela 1).

Tabela 1: Análise da confiabilidade intraavaliador em um estudo piloto (n=15).

Variáveis contínuas	CCI_{3,3}	IC95%	EPM
Estabilidade postural durante a marcha (Escore da FGA)	0,98	0,95-0,99	0,54
Equilíbrio estático (Apoio unipodal segundos)	0,95	0,86- 0,98	2,37
Equilíbrio estático (Teste clínico modificado de interação sensorial e equilíbrio segundos)	0,75	0,28-0,91	4,97
Torque extensor do tronco (Nm/kg)	0,97	0,92-0,99	0,05
Torque extensor do quadril (Nm/kg)	0,99	0,96-0,99	0,02
Torque abductor do quadril (Nm/kg)	0,97	0,89-0,98	0,08
Torque extensor do joelho (Nm/ kg)	0,97	0,90-0,99	0,10
Torque flexor plantar (Nm/ kg)	0,97	0,90-0,98	0,04
Variável categórica	Kappa		EPM
Equilíbrio reativo (resposta reativa normal, moderada, grave)	0,59		0,24

CCI: Coeficiente de Correlação Intraclasse. IC: Intervalo de Confiança. EPM: Erro Padrão de Medição. Nm/kg: Newton metros/quilo. FGA: Functional Gait Assessment.

2.3 Análise Estatística

As variáveis quantitativas foram caracterizadas por médias e desvios-padrão (DP), e as variáveis categóricas por frequências absolutas e relativas. Os coeficientes de correlação de *Pearson* foram calculados para caracterizar a associação entre as medidas de torques (Material suplementar). Regressões lineares múltiplas ajustadas com variância heterogênea foram usadas para investigar se cada torque normalizado individualmente prediz a estabilidade postural medida usando a FGA. Nesses modelos, os valores esperados da FGA foram expressos como uma função do torque normalizado de interesse e das variáveis de controle idade, sexo e fenótipo de fragilidade; e as variâncias da FGA como uma função de poder dos valores esperados. Modelos de regressão linear múltipla ajustados com variância homogênea foram usados para analisar se as variáveis de equilíbrio estático e reativo ajustadas para idade, sexo, índice de massa corporal e fenótipo de fragilidade física previram a pontuação da FGA. As análises foram realizadas usando o *software* R (versão 4.2.2.), e a significância estatística foi definida em $p < 0,05$. Os modelos foram ajustados utilizando os pacotes “nlme” [31,32] e “stats” [32].

3. Resultados

Foram analisadas 159 pessoas idosas, e suas características descritivas e variáveis do estudo são apresentadas na Tabela 2. Os resultados das análises de correlação são apresentados no Material suplementar.

Tabela 2: Características da amostra (n = 159) e variáveis do estudo.

Variáveis	Média (DP) ou n (%)
Dados sociodemográficos	
Idade (anos)	72,21 ± 7,23
Sexo - feminino*	115 (72,32%)
Sexo - masculino*	44 (27,67%)
Escolaridade (anos)	8,80 ± 0,44
Dados antropométricos	
Altura (m)	1,60 ± 0,09
Massa corporal (kg)	71,41 ± 15,08
IMC (kg/m ²)	27,57 ± 5,04
Dados clínicos	
História de quedas*	
Sim	67 (42,14%)
Não	92 (57,86%)
Fenótipo de fragilidade física*	

Robusto	59 (37,11%)
Pré-frágil	84 (52,83%)
Frágil	16 (10,06%)
Variáveis de torque (Nm/kg)	
Extensor do tronco	1,07 ± 0,43
Extensor do quadril	0,43 ± 0,22
Abdutor do quadril	0,95 ± 0,34
Extensor do joelho	1,14 ± 0,48
Flexor plantar	0,45 ± 0,21
Variáveis de equilíbrio	
Equilíbrio unipodal (segundos)	15,11 ± 11,98
Resposta reativa*	
Normal	35 (22,01%)
Moderada	108 (67,92%)
Grave	16 (10,06%)
Interação sensorial e equilíbrio (segundos)	108,16 ± 17,52
Variável de desfecho	
Estabilidade postural durante a marcha (Escore da FGA)	22,69 ± 4,74

*Dados descritivos expressos por n e frequência em cada categoria. DP: desvio padrão. IMC: índice de massa corporal. FGA: *Functional Gait Assessment*. Nm/kg: Newton metros/quilo.

Material suplementar

Correlação bivariada das variáveis torque normalizado e equilíbrio estático com a estabilidade postural durante a marcha (Escore da FGA).

Variáveis	Estabilidade postural durante a marcha (Escore da FGA)	
	Coefficiente de correlação (r)	Valor-p
Torque extensor do tronco (Nm/ kg)	0,492	<0,05*
Torque extensor do quadril (Nm/ kg)	0,471	<0,05*
Torque abdutor do quadril (Nm/ kg)	0,491	<0,05*
Torque extensor do joelho (Nm/ kg)	0,484	<0,05*
Torque flexor plantar (Nm/ kg)	0,468	<0,05*
Equilíbrio estático unipodal (segundos)	0,685	<0,05*
Interação sensorial e equilíbrio (segundos)	0,545	<0,05*

Nm/kg: Newton metros/quilo. * $p < 0,05$.

Correlação bivariada entre as variáveis de torque normalizadas (Nm/kg).

Variáveis	Torque extensor do tronco (Nm/ kg)	Torque extensor do quadril (Nm/ kg)	Torque abdutor do quadril (Nm/ kg)	Torque extensor do joelho (Nm/ kg)	Torque flexor plantar (Nm/ kg)

	Coefficiente de correlação (r) e valor-p				
Torque extensor do tronco (Nm/kg)	-	0,564 (<0,05*)	0,659 (<0,05*)	0,611 (<0,05*)	0,533 (<0,05*)
Torque extensor do quadril (Nm/kg)	0,564 (<0,05*)	-	0,672 (<0,05*)	0,527 (<0,05*)	0,521 (<0,05*)
Torque abdutor do quadril (Nm/kg)	0,659 (<0,05*)	0,672 (<0,05*)	-	0,703 (<0,05*)	0,626 (<0,05*)
Torque extensor do joelho (Nm/kg)	0,611 (<0,05*)	0,527 (<0,05*)	0,703 (<0,05*)	-	0,731 (<0,05*)
Torque flexor plantar (Nm/kg)	0,533 (<0,05*)	0,521 (<0,05*)	0,626 (<0,05*)	0,731 (<0,05*)	-

Nm/kg: Newton metros/quilo. * $p < 0,05$.

Modelos de regressão múltipla mostraram que valores aumentados de torque normalizado de extensor do tronco, extensor e abdutor do quadril, extensor do joelho e flexor plantar foram associados à melhor estabilidade postural (aumento de pontuações da FGA) ($p < 0,001$) (Tabela 3). A variabilidade na FGA explicada pelos torques musculares considerando as variáveis de controle usadas no ajuste do modelo variou de 47% a 49%. Tendo em vista a contribuição de cada músculo, o aumento médio estimado na pontuação da FGA para cada unidade crescente (Nm/kg) no torque foi de 2,97 pontos para o extensor do tronco, 5,90 para o extensor do quadril, 4,08 para o abdutor do quadril, 2,98 para o extensor do joelho, e 6,23 para o flexor plantar. Além disso, os coeficientes de torque padronizados variaram de 1,29 a 1,44.

Tabela 3: Modelos de regressão múltipla com variáveis de torque muscular normalizadas (Nm/kg) para prever a estabilidade postural na marcha (pontuação FGA).

Parâmetros do modelo: $R^2 = 0,48$; $p < 0,0001$; estimativas do parâmetro <i>power</i>: -1,147			
	Coefficiente não padronizado	Erro padrão	Coefficiente padronizado (IC95%)
			Valor-p

Intercepto	34,823	3,315	-	< 0,001*
Torque extensor do tronco	2,973	0,628	1,289 (1,741-4,206)	< 0,001*
Parâmetros do modelo: ($R^2 = 0,49$; $p < 0,0001$); estimativas do parâmetro <i>power</i>: -1,058				
Intercepto	35,522	3,211	-	< 0,001*
Torque extensor do quadril	5,901	1,173	1,293 (0,789 - 1,798)	< 0,001*
Parâmetros do modelo: ($R^2 = 0,49$ $p < 0,0001$); estimativas do parâmetro <i>power</i>: -0,836				
Intercepto	35,239	3,277	-	< 0,001*
Torque abdutor do quadril	4,083	0,826	1,409 (0,850 - 1,969)	< 0,001*
Parâmetros do modelo: ($R^2 = 0,48$ $p < 0,0001$); estimativas do parâmetro <i>power</i>: -0,766				
Intercepto	33,771	3,557	-	< 0,001*
Torque extensor do joelho	2,984	0,707	1,441 (0,772-2,111)	< 0,001*
Parâmetros do modelo: ($R^2 = 0,47$ $p < 0,0001$); estimativas do parâmetro <i>power</i>: -0,852				
Intercepto	36,263	3,273	-	< 0,001*
Torque flexor plantar	6,234	1,435	1,293 (0,709 - 1,876)	< 0,001*

FGA: *Functional Gait Assessment*. IC: Intervalo de confiança. Nm/kg: Newton metros/quilo. Unidade de medida em Nm/kg do coeficiente não padronizado. * $p < 0,05$. Modelos ajustados para idade, sexo e fenótipo de fragilidade.

Os resultados da regressão linear múltipla para o equilíbrio estático e reativo como variáveis associadas a estabilidade postural dinâmica durante a marcha estão resumidos na Tabela 4. O teste de apoio unipodal ($p < 0,0001$), interação sensorial e equilíbrio ($p = 0,007$) e resposta reativa grave em comparação à resposta reativa normal ($p < 0,001$) foram associados a estabilidade postural dinâmica durante a marcha. O aumento do tempo em ambos os testes de equilíbrio estático associou a maiores pontuações na FGA, e pessoas idosas com resposta reativa grave apresentaram pontuações mais baixas do que aqueles com resposta reativa normal. Os grupos com respostas reativas normais e moderadas não apresentaram associação significativa nas pontuações na FGA.

Tabela 4: Modelo de regressão múltipla com variáveis de equilíbrio estático e reativo prevendo estabilidade postural durante a marcha (pontuação FGA).

Modelo – equilíbrio estático ($R^2_{\text{Ajustado}} = 0,63$; $p < 0,0001$)

	Coefficiente	Erro padrão	Coefficiente padronizado (IC95%)	Valor-p
Intercepto	23,188	4,623	-	< 0,0001*
Equilíbrio unipodal (segundos)	0,154	0,027	1,978 (1,360-2,595)	< 0,0001*
Interação sensorial e equilíbrio (segundos)	0,048	0,017	1,138 (0,521-1,755)	0,007*
Resposta reativa moderada	-0,761	0,601	-0,829 (-2,035-0,375)	0,207
Resposta reativa grave	-3,851	1,033	-4,049 (-6,133-1,965)	< 0,001*

FGA: *Functional Gait Assessment*. IC: Intervalo de confiança. * $p < 0,05$. Categoria de referência: resposta reativa normal. Modelo ajustado para idade, sexo, fenótipo de fragilidade e índice de massa corporal.

4. Discussão

Este estudo teve como objetivo investigar se a força do tronco e dos membros inferiores e o equilíbrio estático e reativo estão associados a estabilidade postural durante a marcha, avaliada pela FGA, em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade. Os resultados corroboraram a hipótese inicial, demonstrando que a força muscular (torque normalizado) dos extensores do tronco e dos membros inferiores e o equilíbrio estático e reativo estavam relacionados à estabilidade postural durante a marcha.

Maiores valores de força dos extensores do tronco e dos membros inferiores associaram a maiores escores da FGA, indicando melhora da estabilidade postural. A alta porcentagem de variabilidade explicada da FGA (47% a 49%) em cada modelo de regressão, considerando as variáveis de torque e as variáveis de controle, destaca a relevância da capacidade de geração de força muscular para a estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas. Além disso, os coeficientes de torque padronizados, variando de 1,29 a 1,44, indicaram que a capacidade preditiva de diferentes torques musculares foi semelhante em cada modelo. A associação de músculos isolados à estabilidade postural dinâmica também foi demonstrada por outros estudos [8,10,11,13,33,34]. Portanto, os resultados do presente estudo reforçam que diferentes torques musculares do tronco e dos membros inferiores precisam ser avaliados em pessoas idosas,

especialmente aqueles com alterações na estabilidade dinâmica durante a marcha e maior risco de queda. Uma avaliação abrangente de diferentes grupos musculares pode ajudar a identificar grupos musculares com maiores déficits de força que precisariam ser focados no tratamento.

O equilíbrio estático e o equilíbrio reativo também foram associados a estabilidade postural durante a marcha. Além disso, um aumento de um segundo no teste de equilíbrio unipodal resultou em um aumento médio de 0,154 pontos na pontuação da FGA ao considerar os efeitos de outros preditores como constantes. Da mesma forma, o aumento de um segundo na variável de interação sensorial para equilíbrio foi relacionado a um aumento médio de 0,048 pontos na pontuação da FGA. Os coeficientes padronizados foram 1,98 e 1,14, respectivamente, sugerindo uma contribuição semelhante de ambas as variáveis de equilíbrio estático para o modelo. Ademais, pessoas idosas com resposta reativa classificada como grave apresentaram escore médio 3,851 pontos menor do que aqueles com resposta reativa normal. Assim, aqueles com resposta grave, ou seja, que não conseguem usar a estratégia do passo para recuperar o equilíbrio e precisam de assistência para evitar quedas, podem ter a estabilidade dinâmica prejudicada durante a marcha. Esses achados corroboram estudos anteriores que demonstraram a associação entre oscilação postural reduzida em plataformas de força e aumento dos escores da FGA [17], além do tempo reduzido gasto no teste de equilíbrio estático e da baixa estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas saudáveis [10]. Portanto, este estudo sugeriu que os testes de equilíbrio estático e reativo também devem ser incorporados na avaliação de pessoas idosas ao investigar o comprometimento do equilíbrio dinâmico.

As pessoas idosas avaliadas no presente estudo apresentaram uma pontuação média da FGA de 22,69 pontos (7 a 30 pontos), semelhante às relatadas por estudos anteriores que utilizaram a mesma ferramenta [21,22,35]. Embora a pontuação média da FGA tenha ficado acima do ponto de corte para risco de queda previsto (< 22) [35], 60 pessoas idosas (37,7%) apresentaram pontuações abaixo de 22 pontos (7 a 21 pontos). Além disso, 67 participantes (42%) relataram histórico de quedas nos últimos 12 meses. Esses dados sugeriram uma representatividade de pessoas idosas com e sem risco aumentado de queda, melhorando a aplicabilidade geral dos resultados.

O presente estudo apresentou uma amostra significativa ($n = 159$), e a avaliação da força em diferentes grupos musculares dos membros inferiores e do tronco demonstrou a relevância da força muscular para a estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas. Ademais, a FGA

é de fácil aplicação e tem baixo custo, permitindo a utilização dos resultados de estabilidade dinâmica na prática clínica. Os resultados evidenciaram que a capacidade de gerar força nos músculos dos membros inferiores e do tronco, manter o equilíbrio estático em diferentes condições sensoriais e responder adequadamente à perda de equilíbrio estava relacionada à melhora da estabilidade postural durante a marcha. Esses resultados destacaram a importância de avaliar a força em diferentes grupos musculares e as habilidades de equilíbrio estático e reativo em pessoas idosas, especialmente aqueles com alterações na estabilidade postural e risco aumentado de quedas. Estudos futuros devem investigar o potencial de alteração na estabilidade postural após intervenções nos grupos musculares estudados e no equilíbrio estático e reativo medidos usando a FGA.

5. Conclusão

Maiores valores de força muscular de membros inferiores e do tronco e o equilíbrio estático e reativo associaram a melhor estabilidade postural durante a marcha em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade. Dessa forma, esses parâmetros devem ser avaliados em pessoas idosas que apresentam alterações na estabilidade postural durante a marcha e com risco aumentado de quedas.

Declaração de conflitos de interesses

Nenhum dos autores tem conflitos de interesse a declarar.

Declaração de Fontes de Financiamento

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) [código de financiamento 001]; pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) [no. 305285/2021-1].

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a todos os participantes do estudo, e à Isabelle Assis pela colaboração na coleta de dados.

Referências

- [1] F.B. Horak. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 35 (suppl 2) (2006) S2:ii7-ii11. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>.
- [2] M.Y. Osoba, A.K. Rao, S.K. Agrawal, A.K Lalwani. Balance and gait in the elderly: A contemporary review, *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 4 (2019) 143–153. <https://doi.org/10.1002/lio2.252>.
- [3] D. Hamacher, D. Liebl, C. Hödl, V. Hesler, C.K. Kniewasser, T. Thönnessen, A. Zech. Gait stability and its influencing factors in older adults, *Front Physiol*. 9 (2019) 1955. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01955>.
- [4] T. Matson, A. Schinkel-Ivy. How does balance during functional tasks change across older adulthood? *Gait Posture*. 75 (2020) 34–9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.09.020>.
- [5] M. Montero-Odasso, N. Van Der Velde, F.C. Martin, M. Petrovic, M.P. Tan, J. Ryg, et al., World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative, *Age Ageing* 51 (9) (2022) afac205. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac205>.
- [6] P.C. Dixon, K.H. Schütte, B. Vanwanseele, J.V. Jacobs, J.T. Dennerlein, J.M. Schiffman. Gait adaptations of older adults on an uneven brick surface can be predicted by age-related physiological changes in strength, *Gait Posture*. 61 (2018) 257–62. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.027>.
- [7] D. Navarrete-Villanueva, A. Gómez-Cabello, J. Marín-Puyalto, L.A. Moreno, G. Vicente-Rodríguez, J.A. Casajús. Frailty and Physical Fitness in Elderly People: A Systematic Review and Meta-analysis, *Sports Medicine*. 51 (1) (2021) 143–60. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01361-1>.
- [8] Q. Wang, L. Li, M. Mao, W. Sun, C. Zhang, D. Mao, et al. The relationships of postural stability with muscle strength and proprioception are different among older adults over and under 75 years of age, *J Exerc Sci Fit*. 20 (4) (2022) 328–34. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2022.07.004>.
- [9] J.T. Tavares, D.A. Biasotto-Gonzalez, N.C.B.S. Silva, F.S. Suzuki, P.R.G. Lucareli, F. Politti. Age-Related Changes in Postural Control in Physically Inactive Older Women, *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 42 (3) (2019) E81–86. <https://doi.org/10.1519/JPT.000000000000169>.
- [10] M.J. Karabin, P.J. Sparto, C. Rosano, M.S. Redfern. Impact of strength and balance on Functional Gait Assessment performance in older adults, *Gait Posture*. 91 (2022) 306–11. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.10.045>.
- [11] S.U. Ko, G.J. Jerome, E.M. Simonsick, L. Ferrucci. Investigating balance-related gait patterns and their relationship with maximum torques generated by the hamstrings and quadriceps in older

- adults - Results from the Baltimore longitudinal study of aging, *Arch Gerontol Geriatr.* 123 (2024) 105411. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105411>.
- [12] S.T. Oskouei, P. Malliaras, P. Jansons, K. Hill, S.E. Soh, S. Jaberzadeh, et al. Is Ankle Plantar Flexor Strength Associated with Balance and Walking Speed in Healthy People? A Systematic Review and Meta-Analysis, *Phys Ther.* 101 (4) (2021) pzab018. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab018>.
- [13] A. Stotz, J. Mason, A. Groll, A. Zech. Which trunk muscle parameter is the best predictor for physical function in older adults? *Heliyon.* 9 (2023) e20123. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20123>.
- [14] B. Shahtahmassebi, J.J. Hebert, M.D. Hecimovich, T.J. Fairchild. Associations between trunk muscle morphology, strength and function in older adults, *Sci Rep.* 7 (2017) 10907. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11116-0>.
- [15] J.M. Porto, R.C. Freire Júnior, L. Bocarde, J.A. Fernandes, N.R. Marques, N.C. Rodrigues, et al. Contribution of hip abductor–adductor muscles on static and dynamic balance of community-dwelling older adults, *Aging Clin Exp Res.* 31 (5) (2019) 621–627. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-1025-7>.
- [16] R. Kiss, S. Schedler, T. Muehlbauer. Associations Between Types of Balance Performance in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Front Physiol.* 28 (2018) 1366. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01366>.
- [17] S.F. Alsubaie. The Postural Stability Measures Most Related to Aging, Physical Performance, and Cognitive Function in Healthy Adults, *Biomed Res Int.* 22 (2020) 5301534. <https://doi.org/10.1155/2020/5301534>.
- [18] M.C. Kilby, S.M. Slobounov, K.M. Newell. Aging and the recovery of postural stability from taking a step, *Gait Posture.* 40 (2014) 701–6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.08.002>.
- [19] World Health Organization. Step Safely: Strategies for preventing and managing falls across the life-course. <https://www.who.int/publications/i/item/978924002191-4>, 2021 (accessed 25 September 2024).
- [20] L.P. Fried, C.M. Tangen, J. Walston, A.B. Newman, C. Hirsch, J. Gottdiener, et al. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype, *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences.* 56 (2001) 146–57.
- [21] R.N. Kirkwood, N.C.L. Batista, L.B.F. Marques, J.M. Ocarino, L.L.M. Neves, B.S. Moreira. Cross-cultural adaptation and reliability of the Functional Gait Assessment in older Brazilian adults, *Braz J Phys Ther.* 25 (2021) 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.02.004>.
- [22] L.B.F. Marques, B.S. Moreira, J.M. Ocarino, R.F. Sampaio, A.C. Bastone, R.N. Kirkwood. Construct and criterion validity of the functional gait assessment—Brazil in community-dwelling older adults, *Braz J Phys Ther.* 25 (2021) 186–93. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.05.008>.

- [23] L.S.P. Pinheiro, J.M. Ocarino, N.F.N. Bittencourt, T.R. Souza, S.C.S. Martins, R.A.B. Bomtempo, et al. Lower limb kinematics and hip extensors strengths are associated with performance of runners at high risk of injury during the modified Star Excursion Balance Test, *Braz J Phys Ther.* 24 (2020) 488–95. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.011>.
- [24] S.C.S. Martins, R.A. Resende, L.S.P. Pinheiro, T.R. Souza, R.Z. Pinto, A.G.P. Andrade, et al. Prediction equation of hip external rotators maximum torque in healthy adults and older adults using the measure of hip extensors maximum torque, *Braz J Phys Ther.* 25 (2021) 415–20. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.08.005>.
- [25] K.B. Kosik, N.F. Johnson, M. Terada, A.C. Thomas, C.G. Mattacola, P.A. Gribble. Decreased ankle and hip isometric peak torque in young and middle-aged adults with chronic ankle instability, *Physical Therapy in Sport.* 43 (2020) 127–33. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.02.014>.
- [26] M.R. Lin, H.F. Hwang, M.H. Hu, H.D.I. Wu, Y.W. Wang, F.C. Huang. Psychometric Comparisons of the Timed Up and Go, One-Leg Stand, Functional Reach, and Tinetti Balance Measures in Community-Dwelling Older People, *J Am Geriatr Soc.* 52 (8) (2004) 1343-8.
- [27] S.L. Whitney, D.M. Wrisley. The influence of footwear on timed balance scores of the modified clinical test of sensory interaction and balance, *Arch Phys Med Rehabil.* 85 (2004) 439–43. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.05.005>.
- [28] A.C. Maia, F.R. Paula, L.C. Magalhães, R.L.L. Teixeira. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties of the balance evaluation systems test and MiniBESTest in the elderly and individuals with Parkinson’s disease: Application of the Rasch model, *Braz J Phys Ther.* 17 (2013) 195–217. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000085>.
- [29] M. Godi, F. Franchignoni, M. Caligari, A. Giordano, A.M. Turcato, A. Nardone. Comparison of Reliability, Validity, and Responsiveness of the Mini-BESTest and Berg Balance Scale in Patients With Balance Disorders, *Phys Ther.* 93 (2) (2013) 158 – 167. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120171>.
- [30] R.S. Silva, A.L.G. Ferreira, T.H. Nakagawa, J.E.M Santos, F.V. Serrão. Rehabilitation of patellar tendinopathy using hip extensor strengthening and landing-strategy modification: Case report with 6-month follow-up, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 45 (2015) 899–909. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.6242>.
- [31] J. Pinheiro, D. Bates, S. DebRoy, D. Sarkar, A. Eispack, S. Heisterkamp, B.V. Willigen, J. Ranke, R Core Team. *Nlme: Linear and nonlinear mixed effects models (R package version 3.1-163)*. <https://cran.r-project.org/web/packages/nlme/nlme.pdf>, 2023 (accessed 10 december 2023).
- [32] R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>, 2022 (accessed 10 december 2023).
- [33] Q. Song, X. Zhang, M. Mao, W. Sun, C. Zhang, Y. Chen, et al. Relationship of proprioception, cutaneous sensitivity, and muscle strength with the balance control among older adults, *J Sport Health Sci.* 10 (5) (2021) 585–93. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.07.005>.

- [34] F.T. Vieira, J.M. Porto, P.P. Martins, L.L. Capato, F.S. Suetake, D.C.C. Abreu. Hip muscle strength, dynamic balance and functional capacity of community-dwelling older adults aged 60 and older: A cross-sectional study, *J Biomech.* 129 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110753>.
- [35] D.M. Wrisley, N.A. Kumar. Functional Gait Assessment: Concurrent, Discriminative, and Predictive Validity in Community-Dwelling Older Adults, *Physical therapy.* 90 (5) 761-773. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090069>.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das repercussões do envelhecimento, propomos comparar parâmetros físicos e funcionais em pessoas idosas frágeis, pré-frágeis e robustas. Os achados indicaram que as pessoas idosas frágeis e pré-frágeis apresentaram déficits significativos e clinicamente relevantes na força do tronco e de membros inferiores, equilíbrio, estabilidade dinâmica e capacidade física em comparação as pessoas idosas robustas. Apesar de as principais alterações serem mais pronunciadas em frágeis, foi possível observar que os pré-frágeis também apresentaram declínios físicos e funcionais. Com isso, sugerimos que nossos achados podem fornecer embasamento para novos estudos a fim de investigar um potencial contribuição desses parâmetros para a progressão para o estado de fragilidade. Esses resultados observados foram acompanhados de maior medo de cair e história de quedas especialmente em pessoas idosas frágeis, o que pode contribuir para uma pior capacidade física e funcional. Dessa forma, indicamos que esses parâmetros devem ser incorporados na avaliação ampla dessa população.

Conforme o segundo objetivo da tese, que buscou verificar se a força do tronco e de membros inferiores, assim como equilíbrio estático e reativo estão associados a estabilidade postural dinâmica, nossos resultados demonstraram que a maior capacidade de torque muscular de tronco e membros inferiores e melhor desempenho nos testes de equilíbrio estático, foram associados a melhor estabilidade postural dinâmica em pessoas idosas com diferentes fenótipos de fragilidade. Além disso, pessoas idosas que apresentaram resposta reativa grave (não utilizar o passo para recuperar o equilíbrio) apresentaram pior estabilidade postural na marcha do que pessoas idosas com resposta reativa normal. Portanto, reforçamos a importância de avaliar a força de diferentes grupos musculares e as habilidades de equilíbrio estático e reativo em pessoas idosas da comunidade que apresentam queixas relativas à instabilidade postural dinâmica e quedas.

REFERÊNCIAS

- AFLALO, J.; QUIJOUX, F.; TRUONG, C.; BERTIN-HUGAULT, F.; RICARD, D. Impact of Sensory Afferences in Postural Control Quantified by Force Platform: A Protocol for Systematic Review. **Journal of personalized medicine**, v. 12, n. 8, p. 1319, 2022.
- ALSUBAIE, S. F. The Postural Stability Measures Most Related to Aging, Physical Performance, and Cognitive Function in Healthy Adults. **BioMed Research International**, v. 22, p. 5301534, 2020.
- ANTON, S. D. *et al.* Successful Aging: Advancing the Science of Physical Independence in Older Adults. **Ageing Res Rev**, v. 24, n. 0, p. 304–327, 2015.
- BRAUER, S. G.; WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. The interacting effects of cognitive demand and recovery of postural stability in balance-impaired elderly persons. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 56, n. 8, p. M489–M496, 2001.
- BRUIJN, S. M. *et al.* Assessing the stability of human locomotion: A review of current measures. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 10, n. 83, 2013.
- BUCKINX F. *et al.* Relationship between frailty, physical performance and quality of life among nursing home residents: the SENIOR cohort. **Ageing Clin Exp Res**, v. 28, p.1149–57, 2016.
- CÂMARA, S. M. A. *et al.* Using the Short Physical Performance Battery to screen for frailty in young-old adults with distinct socioeconomic conditions. **Geriatr Gerontol Int** v. 13, n. 2, p. 421–428, 2013.
- CARTY, C. P. *et al.* Reactive stepping behaviour in response to forward loss of balance predicts future falls in community-dwelling older adults. **Age and Ageing**, v.44, p:109–115, 2015.
- CESARI, M. *et al.* Frailty: An Emerging Public Health Priority. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 17, n. 3, p.188–192, 2016.
- CHANG, A. Y. *et al.* Measuring population ageing: an analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. **Lancet Public Health**, v.4, n.3, p.e159–67, 2019.
- COLLARD, R. M. *et al.* Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: A systematic review. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 60, n. 8, p. 1487–1492, 2012.
- CRUZ-JIMENEZ, M. Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 28, n. 4, p. 713–725, 2017.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and ageing**, v. 48, n. 1, p. 16–31, 2019.

CUEVAS-TRISAN, R. Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 35, n. 2, p. 173–183, 2019.

DOODY, P.; LORD, J. M.; GREIG, C. A.; WHITTAKER, A. C. Frailty: Pathophysiology, Theoretical and Operational Definition(s), Impact, Prevalence, Management and Prevention, in an Increasingly Economically Developed and Ageing World. **Gerontology**, v. 69, n. 8, p. 927–945, 2023.

FARROW, M. *et al.* The effect of ageing on skeletal muscle as assessed by quantitative MR imaging: an association with frailty and muscle strength. **Aging clinical and experimental research**, v. 33, n. 2, p. 291–301, 2021.

FITZGERALD, C. *et al.* A comparison of gait stability between younger and older adults while head turning. **Experimental Brain Research**, v. 238, n. 9, p. 1871–1883, 2020.

FRIED, L. P. *et al.* Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 56, n. 3, p. M146–56, 2001.

FRIED, L. P. *et al.* The physical frailty syndrome as a transition from homeostatic symphony to cacophony. **Nature Aging**, v. 1, n. 1, p. 36–46, 2021.

GRAHAM, D. F. *et al.* Muscle contributions to the acceleration of the whole body centre of mass during recovery from forward loss of balance by stepping in young and older adults. **PLoS ONE**, v. 12, n. 10, p. 1–13, 2017.

GRANACHER, U. *et al.* The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: A systematic review. **Sports Medicine**, v. 43, n. 7, p. 627–641, 2013.

HADJISTAVROPOULOS, T.; DELBAERE, K.; FITZGERALD, T. D. Reconceptualizing the role of fear of falling and balance confidence in fall risk. **Journal of Aging and Health**, v. 23, n. 1, p. 3–23, 2011.

HAMACHER, D. *et al.* Gait stability and its influencing factors in older adults. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. 24, January, p. 1995, 2019.

HOOGENDIJK, E. O. *et al.* Frailty: implications for clinical practice and public health. **The Lancet**, v. 394, n. 10206, p. 1365–1375, 2019.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**, v. 35, n. SUPPL.2, p. 7–11, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Censo 2022: número de idosos na população do país cresceu 57,4% em 12 anos. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38186-censo-2022-numero-de-pessoas-com-65-anos-ou-mais-de-idade-cresceu-57-4-em-12-anos>.

JESUS, I. T. M. *et al.* Frailty state transitions among non-frail and vulnerable older adults: Does mobility performance really matter? **Geriatric nursing**, v. 42, n. 6, p. 1367–1372, 2021.

KARABIN, M. J. *et al.* Impact of strength and balance on Functional Gait Assessment performance in older adults. **Gait & Posture**, v. 91, p. 306-311, 2022.

KILBY, M. C.; SLOBOUNOV, S. M.; NEWELL, K. M. Aging and the recovery of postural stability from taking a step. **Gait and Posture**, v. 40, p. 701–706, 2014.

KISS, R.; SCHEDLER, S.; MUEHLBAUER, T. Associations Between Types of Balance Performance in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis, **Front Physiol**, v. 9, p. 1366, 2018.

KO, S. U.; JEROME, G. J.; SIMONSICK, E. M.; FERRUCCI, L. Investigating balance-related gait patterns and their relationship with maximum torques generated by the hamstrings and quadriceps in older adults - Results from the Baltimore longitudinal study of aging. **Arch Gerontol Geriatr**, v. 123, p. 105411, 2024.

KOJIMA G. Frailty as a predictor of future falls among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. **J Am Med Dir Assoc**, v. 16, n. 12, p. 1027–1033, 2015.

KOJIMA G. Frailty as a predictor of disabilities among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. **Disabil Rehabil**, v. 39, n. 19, p. 1897–1908, 2017.

KONGSUK, J.; BROWN, D. A.; HURT, C. P. Dynamic stability during increased walking speeds is related to balance confidence of older adults: a pilot study. **Gait and Posture**, v. 73, p. 86–92, 2019.

LIU, M. Q.; ANDERSON, F. C.; SCHWARTZ, M. H.; DELP, S. L. Muscle contributions to support and progression over a range of walking speeds. **Journal of biomechanics**, v. 41, n. 15, p. 3243–3252, 2008.

LOURENÇO, R. A. *et al.* Brazilian consensus on frailty in older people: concepts, epidemiology and evaluation instruments. **Geriatr Gerontol Aging**, v.12, n.2, p:121-35, 2018.

MARQUES, L. T. *et al.* Balance Evaluation of Prefrail and Frail Community-Dwelling Older Adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 42, n. 3, p. 176–182, 2019.

MATSON, T.; SCHINKEL-IVY, A. How does balance during functional tasks change across older adulthood? **Gait & Posture**, v. 75, n. June 2019, p. 34–39, 2020.

MCCRUM, C. *et al.* A systematic review of gait perturbation paradigms for improving reactive stepping responses and falls risk among healthy older adults. **European Review of Aging and Physical Activity**, v.14, p.3, 2017.

MERCHANT, R. A. *et al.* Relationship Between Fear of Falling, Fear-Related Activity Restriction, Frailty, and Sarcopenia. **J Am Geriatr Soc**, v. 68, n. 11, p. 2602–2608, 2020.

MICHALSKA, J. *et al.* Age-related changes in postural control in older women: transitional tasks in step initiation. **BMC Geriatrics**, v. 21, n. 1, p. 1–9, 2021.

MONTERO-ODASSO, M. *et al.* World guidelines for falls prevention and management for older adults: a global initiative. **Age Ageing**, v. 51, n. 9, p. afac205, 2022.

MORAES, D. C. *et al.* Postural instability and the condition of physical frailty in the elderly. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 27, p. e3146, 2019.

MORLEY, J. E. *et al.* Frailty consensus: a call to action. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 6, p. 392–397, 2013.

NAVARRETE-VILLANUEVA, D. *et al.* Frailty and Physical Fitness in Elderly People: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 51, n. 1, p. 143–160, 2021.

NEUMANN, L. T. V.; ALBERT, S. M. Aging in Brazil. *The Gerontologist*, v. 58, n. 4, p. 611–617, 2018.

NNODIM, J. O. Balance and its Clinical Assessment in Older Adults - A Review. **Journal of Geriatric Medicine and Gerontology**, v. 1, n. 1, p. 1–19, 2015.

OFORI-ASENSO, R. *et al.* Global Incidence of Frailty and Prefrailty among Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA Network Open**, v. 2, n. 8, p. 1–18, 2019.

OSKOUEI, S. T. *et al.* Is Ankle Plantar Flexor Strength Associated With Balance and Walking Speed in Healthy People? A Systematic Review and Meta-Analysis. **Physical Therapy & Rehabilitation Journal/Physical Therapy**, v. 101, p: 1–12, 2021.

OSOBA, M. Y. *et al.* Balance and gait in the elderly: A contemporary review. **Laryngoscope Investigative Otolaryngology**, v. 4, n. 1, p. 143–153, 2019.

PILLATT, A. P.; SILVA, B. D.; FRANZ, L. B. B.; BERLEZI, E. M.; SCHNEIDER, R. H. Muscle, endocrine, and immunological markers of frailty in older people. **Experimental gerontology**, v. 151, p. 111405, 2021.

PORTO, J. M. *et al.* Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 82, p. 273–278, 2019a.

PORTO, J. M. *et al.* Contribution of hip abductor–adductor muscles on static and dynamic balance of community-dwelling older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 31, n. 5, p. 621–627, 2019b.

PRIETO-CONTRERAS, L. *et al.* Fear of Falling Score Is a Predictor of Falls in Community-Dwelling Pre-Frail and Frail Older People. **Healthcare (Basel Switzerland)**, v. 11, n. 15, p. 2132, 2023.

RAMOS, L. R. *et al.* Polypharmacy and polymorbidity in older adults in Brazil: A public health challenge. **Revista de Saude Publica**, v. 50, n. suppl 2, p. 1–12, 2016.

ROBINOVITCH, S. N. *et al.* (2013). Video capture of the circumstances of falls in elderly people residing in long-term care: an observational study. **Lancet (London, England)**, v. 381, n. 9860, p. 47–54, 2013.

SANDER, M. *et al.* The challenges of human population ageing. **Age and Ageing**, v. 44, n. 2, p. 185–187, 2015.

SHAHTAHMASSEBI, B.; HEBERT, J. J.; HECIMOVICH, M. D.; FAIRCHILD, T. J. Associations between trunk muscle morphology, strength and function in older adults. **Sci Rep**. v. 7, n. 1, p. 10907, 2017.

SHUKLA, B.; BASSEMENT, J.; VIJAY, V.; YADAV, S.; HEWSON, D. Instrumented Analysis of the Sit-to-Stand Movement for Geriatric Screening: A Systematic Review. **Bioengineering (Basel, Switzerland)**, v. 7, n. 4, p. 139, 2020.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. Controle motor: Teoria e aplicações práticas. Editora Manole, 3ª edição, Capítulo 7: controle postural normal, pág: 158, 2010.

SIRIWARDHANA, D. D. *et al.* Prevalence of frailty and prefrailty among community-dwelling older adults in low-income and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. **BMJ Open**, v. 8, n. 3, p. 1–17, 2018.

SONG, Q. *et al.* Relationship of proprioception, cutaneous sensitivity, and muscle strength with the balance control among older adults. **Journal of Sport and Health Science**, v. 10, p. 585–593, 2021.

SOUZA, L. F.; CANEVER, J. B.; MOREIRA, B. S.; DANIELEWICZ, A. L. AVELAR, N. C. P. Association Between Fear of Falling and Frailty in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review. **Clin Interv Aging**, v. 17, p. 129–140, 2022.

SOUSA-SANTOS, A. R. *et al.* Weakness: The most frequent criterion among pre-frail and frail older Portuguese. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 74, p. 162–168, 2018.

STOTZ, A.; MASON, J.; GROLL, A.; ZECH, A. Which trunk muscle parameter is the best predictor for physical function in older adults? **Heliyon**, v. 9, n. 10, p. e20123, 2023.

SYLVESTER, A. D.; LAUTZENHEISER, S. G.; KRAMER, P. A. Muscle forces and the demands of human walking. **Biology Open**, v. 10, n. 7, p. 1–10, 2021.

TAY, L. *et al.* Association of Intrinsic Capacity with Frailty, Physical Fitness and Adverse Health Outcomes in Community-Dwelling Older Adults. **Journal of Frailty and Aging** 2023; v. 12, n. 1, p. 7–15, 2023.

TAVARES, J. T. *et al.* Age-Related Changes in Postural Control in Physically Inactive Older Women. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 42, n. 3, p. E81–E86, 2019.

THOMPSON, J. D.; PLUMMER, P.; FRANZ, J. R. Age and falls history effects on antagonist leg muscle coactivation During Walking With Balance Perturbations. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 5, p. 94–100, 2018.

THEOU, O.; JONES, G. R.; JAKOBI, J. M.; MITNITSKI, A. VANDERVOORT, A. A. A comparison of the relationship of 14 performance-based measures with frailty in older women. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 36, p. 928–938, 2011.

WOOLLACOTT, M. H.; TANG, P. F. Balance Control During Walking in the Older Adult: Research and Its Implications. **Physical Therapy**, v.77, n.6, June, 1997.

YANG, Z. C. *et al.* Frailty Is a Risk Factor for Falls in the Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Nutrition, Health and Aging**, v. 27, n. 6, p. 487–495, 2023.

YOUNG, W. R.; WILLIAMS, A. M. How fear of falling can increase fall-risk in older adults: Applying psychological theory to practical observations. **Gait & Posture**, v. 41, n. 1, p. 7–12, 2014.

VERAS, R. P.; OLIVEIRA, M. Aging in Brazil: The building of a healthcare model. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 23, n. 6, p. 1929–1936, 2018.

VERMEIREN, S. *et al.* Frailty and the Prediction of Negative Health Outcomes: A Meta-Analysis. **Journal of the American Medical Directors Association/JAMDA**, v. 17, n. 12, p. 1163.e1–1163.e17, 2016.

VIEIRA, F. T. *et al.* Hip muscle strength, dynamic balance and functional capacity of community-dwelling older adults aged 60 and older: A cross-sectional study. **Journal of biomechanics**, 129, p. 110753, 2021.

VISWANATHAN, A.; SUDARSKY, L. Balance and gait problems in the elderly. **Handbook of clinical neurology**, v. 103, p. 623–634, 2012.

WANG, Q. *et al.* The relationships of postural stability with muscle strength and proprioception are different among older adults over and under 75 years of age. **J Exerc Sci Fit**, v. 20, n. 4, p. 328–334, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Decade of healthy ageing: baseline report. Geneva; WHO; 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240017900>.

ANEXOS E APÊNDICES
A - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTABILIDADE POSTURAL NA MARCHA EM IDOSOS CLASSIFICADOS PELOS NÍVEIS DE FRAGILIDADE

Pesquisador: Juliana de Melo Ocarino

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 60772022.6.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Patrocinador Principal: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.676.788

Apresentação do Projeto:

A síndrome de fragilidade é caracterizada pela redução de reserva fisiológica. Uma condição clínica que repercute em aumento da instabilidade postural na marcha de idosos. Assim, trazem prejuízos negativos em saúde. A estabilidade postural na marcha pode ser avaliada pela Functional Gait Assessment (FGA), que demonstra ter validade e confiabilidade para medir o equilíbrio na tarefa de andar. Sugere que a FGA pode ser influenciada por parâmetros de equilíbrio e força muscular, porém ainda é desconhecido a sua aplicação em idosos classificados pela fragilidade. Estabelecer valor de referência da FGA para idosos classificados pelo nível de fragilidade possibilitará um parâmetro de comparação do que seria esperado para o idoso em cada um dos níveis de fragilidade, considerando que para essa população um único valor de referência é muito vago. O

objetivo do estudo será: 1) Avaliar a estabilidade postural na marcha 2) estabelecer valores de referência da FGA e 3) avaliar parâmetros preditivos da FGA para idosos classificados pela fragilidade. Trata-se de um delineamento transversal. Voluntários serão recrutados na comunidade por meio de busca ativa, como telefonemas, anúncios e convites verbais aos idosos, adotando os seguintes critérios de inclusão: a 60 anos, residir na

comunidade, deambular de forma independente. Critérios de exclusão: declínio cognitivo avaliado pelo Mini Exame de Estado Mental (de acordo escolaridade), doença neurológica, doença cardiovascular descompensada, dor aguda incapacitante que atinge membros inferiores; crise

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.676.788

aguda relacionada a disfunções vestibulares no último mês. A fragilidade será avaliada pelo fenótipo de fragilidade, como perda de peso não intencional, exaustão, diminuição de força de preensão, baixo nível de atividade física e lentidão na marcha. Classifica o idoso como frágil (3 critérios), pré-frágil (1 ou 2 critérios), e não frágil/robusto (nenhum critério). As variáveis independentes e os respectivos instrumentos de medida serão: história de quedas autorrelatadas no último ano, medo de cair avaliado pela Falls Efficacy Scale-International, equilíbrio unipodal mantido por 30 segundos no membro dominante, resposta postural reativa induzida pela resposta compensatória do passo a frente, interação sensorial ao equilíbrio avaliado pela teste clínico de integração sensorial ao equilíbrio, desempenho de sentado para de pé (5 vezes consecutivas), e força muscular: A) extensores de tronco, B) extensores de quadril C) abdutores de quadril, D) extensores de joelho, e E) flexores plantares, que serão avaliados pelo dinamômetro manual microFET®2. A estabilidade postural na marcha como variável dependente será avaliada por meio da FGABrasil. Realizada análise descritiva, análise de variância (ANOVA one Way), com post hoc de Bonferroni para comparações intergrupos da estabilidade postural na marcha e análise de regressão multivariada, ajustado por sexo e idade para verificar quais parâmetros predizem estabilidade postural na marcha, considerando nível de significância $p < 0,05$.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a estabilidade postural durante a marcha, estabelecer valores de referência e parâmetros preditivos da FGA para idosos classificados pelos níveis de fragilidade.

Objetivo Secundário:

Caracterizar a amostra quanto aos aspectos sociodemográficos e clínicos. Avaliar e comparar a estabilidade postural durante a marcha de idosos robustos (RB), pré - frágeis (PF) e frágeis (FF). Estabelecer valores de referência da FGA para idosos robustos (RB), pré - frágeis (PF) e frágeis (FF). Avaliar os parâmetros que predizem estabilidade postural na marcha em idosos robustos (RB), pré - frágeis (PF) e frágeis (FF): histórico de quedas, Medo de cair/autoeficácia, equilíbrio estático unipodal, resposta postural reativa, integração sensorial no equilíbrio, desempenho de sentado para de pé, força muscular: A) extensores de tronco, B) extensores de quadril C) abdutores de quadril, D) extensores de joelho, E) flexores plantares.

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.676.788

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo autores:

Riscos:

Os riscos da pesquisa são mínimos, visto que é possível realizar os testes propostos. Caso haja desconforto como cansaço ao caminhar ou durante os demais testes, o voluntário poderá parar e descansar até sentir-se disposto a continuar. Os testes do equilíbrio apresenta um risco muito pequeno de queda, mas será feito em condições de segurança. Haverá a supervisão direta de um profissional qualificado da área (fisioterapeuta) que acompanhará o voluntário durante todos os procedimentos. E caso os relatos de desconforto não passem, os mesmos serão interrompidos imediatamente. É possível que haja desconforto na musculatura avaliada no teste de força máxima, após 1 ou 2 dias, como um cansaço muscular, mas esse desconforto é passageiro e não causará nenhum dano a sua integridade.

Benefícios:

Os benefícios em participar desse estudo serão ter conhecimento da sua condição de saúde atual e da estabilidade postural durante a marcha. O voluntário irá receber orientações se houver alguma alteração que exija encaminhamento para serviço especializado. Os dados vão auxiliar aos profissionais de saúde a realizar orientação específica para os idosos, assim como propor políticas de saúde mais adequadas. Os resultados finais da pesquisa serão publicados em revistas e congressos científicos da área, no intuito de disseminar o conhecimento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante para o corpo de conhecimento. Modificações listadas no parecer anterior foram adequadamente respondidas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Recomendações:

Somos a favor, S.M.J., de aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º Andar Sala 2005 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.676.788

desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1979345.pdf	08/09/2022 12:31:10		Aceito
Parecer Anterior	CartaResposta_Diligencia_COEP.pdf	08/09/2022 12:29:07	JESSICA RODRIGUES DE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_COEP_Corrigido.pdf	08/09/2022 12:24:34	JESSICA RODRIGUES DE ALMEIDA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_corrigido.pdf	08/09/2022 12:16:20	JESSICA RODRIGUES DE ALMEIDA	Aceito
Outros	Parecer_camaraDepartamental.pdf	19/07/2022 12:41:59	JESSICA RODRIGUES DE	Aceito
Folha de Rosto	Folha_De_Rosto_PlataformaBrasil.pdf	19/07/2022 12:02:17	JESSICA RODRIGUES DE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 30 de Setembro de 2022

Assinado por:
Críssia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 4 2º. Andar 4 Sala 2005 4 Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título do estudo: “ESTABILIDADE POSTURAL NA MARCHA EM IDOSOS CLASSIFICADOS PELOS NÍVEIS DE FRAGILIDADE”.

Pesquisadora principal: Doutoranda Jéssica Rodrigues de Almeida

Orientadora: Prof^a. Dra. Juliana de Melo Ocarino

Co- Orientadora: Prof^a. Dra. Paula Maria Machado Arantes

Você está sendo convidado (a) a participar dessa pesquisa, que tem por objetivo: 1) Avaliar a estabilidade postural durante a marcha de idosos e classifica-los pelos critérios de fragilidade (robusto, pré-frágil, frágil), 2) Estabelecer valores de referência da avaliação funcional da marcha para cada status de fragilidade, 3) Avaliar uma série de parâmetros que predizem estabilidade postural na marcha em idosos classificados pelos níveis de fragilidade e que residem na comunidade da cidade de Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil). Este estudo, será desenvolvido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (EEFTO/UFMG).

Procedimentos: Na avaliação inicial você irá responder questões sociodemográficas e clínicas relacionadas à sua saúde, como, presença de doenças, medicação em uso, histórico de queda, medo de cair, entre outros. Será questionado sobre perda de peso involuntário no último ano, avaliado a força de preensão manual, cansaço, nível de atividade física e a velocidade de marcha. Estes, serão os critérios para classificá-lo se é um idoso robusto, pré-frágil ou frágil. Essa entrevista inicial com todas as informações mencionadas poderá durar em torno de 38 minutos. Em seguida, será avaliada a estabilidade postural durante a marcha por uma escala que contém 10 itens, que são: 1) andar em solo plano, 2) mudar a velocidade que anda, 3) andar com movimento da cabeça para os lados, 4) andar com movimento da cabeça pra cima e para baixo, 5) andar e girar o corpo, 6) andar e superar obstáculo, 7) andar com os olhos fechados, 9) andar para trás, e 10) subindo e descendo degraus. Fique tranquilo, você estará sendo acompanhado (a) com muito cuidado por uma fisioterapeuta treinada. Este teste terá duração máxima de 10 minutos. Posteriormente, você realizará alguns testes que serão sorteados a sequência. 1) O teste de equilíbrio unipodal, você deverá ficar sobre um único pé e manter por 30 segundos (realizado 3 vezes com

10 segundos de descanso, duração total do teste de dois minutos); 2) Será avaliado como você reage a uma perturbação do equilíbrio, sendo orientado a corrigir o desequilíbrio dando um passo para a frente (permitindo duas tentativas, com 1 minuto de tempo total de duração do teste); 3) Será avaliado o equilíbrio com os pés juntos em superfície firme (solo plano) e em espuma com os olhos abertos e fechados, mantido na posição por 30 segundos (tempo total máximo de duração do teste de 4 minutos); 4) Avaliado o desempenho de levantar-se de uma cadeira e sentar novamente por cinco vezes consecutivas o mais rápido que conseguir, não usando a força dos braços (5 minutos totais de duração do teste). Além disso, a força de músculos das pernas e do tronco será avaliada. Para este teste a duração total poderá atingir até de 1 hora, incluindo o tempo necessário para descanso. Você realizará uma força máxima de músculos do quadril, joelho, pé e tronco em posição sentada ou deitada. Você deverá estar usando um short para facilitar a avaliação e usar um calçado habitual para os demais testes. Todas essas informações e testes serão realizados no mesmo dia, em um único momento, nos laboratórios de avaliação do curso de fisioterapia da UFMG. A duração média de coleta destes dados terá duração média de 2 horas totais, sendo atribuído ao tempo de entrevista das informações gerais e testes clínicos.

Riscos e desconfortos: Os riscos da pesquisa são mínimos, visto que é possível para você realizar os testes propostos. Caso haja desconforto como cansaço ao caminhar ou durante os demais testes, você poderá parar e descansar até sentir-se disposto novamente a continuar. O teste do equilíbrio apresenta um risco muito pequeno de queda, mas será feito em condições de segurança. Haverá a supervisão direta de um profissional qualificado da área (fisioterapeuta) que o acompanhará durante todos os procedimentos. E caso os relatos de desconforto não passem, os mesmos serão interrompidos imediatamente. É possível que sinta desconforto na musculatura avaliada no teste de força máxima, após 1 ou 2 dias, como um cansaço muscular, mas fique tranquilo que logo passará.

Benefícios: Os benefícios em participar desse estudo serão ter conhecimento da sua condição de saúde atual e da estabilidade postural durante a marcha. Você irá receber orientações se houver alguma alteração que exija encaminhamento para serviço especializado. Os dados vão auxiliar aos profissionais de saúde a realizar orientação específica para os idosos, assim como propor políticas de saúde mais adequadas. Os resultados finais da pesquisa serão publicados em revistas e congressos científicos da área, no intuito de disseminar o conhecimento.

Confidencialidade: Sua identidade não será revelada em momento algum. Para garantir isso, será utilizado um número em suas fichas, onde só os pesquisadores terão acesso. Para que não haja risco de constrangimento, questionários e testes serão realizados de forma individual, na presença de apenas um examinador.

Recusa ou desistência: A sua participação é voluntária e você tem o direito de se retirar do estudo quando quiser, sem que isso tenha qualquer penalização ou constrangimento. Não será realizada nenhuma forma de pagamento por participar no estudo. Além disso, ressaltamos que você não terá nenhum custo relativo à participação na pesquisa. Caso haja custos de deslocamento com o transporte até o local de coleta, garantimos que os mesmos serão ressarcidos, assim, arcados pelas pesquisadoras responsáveis pela pesquisa.

Este termo será disponibilizado em duas vias, uma deverá ficar com você e a outra com a pesquisadora principal. Em caso de dúvidas, estamos a disposição para maiores esclarecimentos, você poderá entrar em contato com os pesquisadores no telefone e e-mail abaixo ou no Comitê de Ética em Pesquisa. Você poderá acionar o Comitê de Ética em Pesquisa a qualquer momento em caso de dúvidas ou outro esclarecimento relacionado as questões éticas da pesquisa, pelos seguintes dados abaixo.

Maiores esclarecimentos sobre a pesquisa

Pesquisadores:

Doutoranda Jéssica Rodrigues de Almeida, E-mail: almeidajessica10@gmail.com, telefone: (31) 98854 2416.

Prof^a. Dra. Juliana de Melo Ocarino, e-mail: julianaocarino@gmail.com.

Prof^a. Dra. Paula Maria Machado Arantes, e-mail: paulamma@gmail.com.

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG:

Telefax. (31) 3409 4592. Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar-sala 2005, CEP: 31270-901, BH-MG. E-mail: coep@prpq.ufmg.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, declaro ter sido informado (a) e estar devidamente esclarecido sobre os objetivos e intenções deste estudo, sobre os procedimentos a que estarei sendo submetido (a), sobre os riscos e desconfortos que poderão ocorrer. Recebi garantias de total sigilo e de obter esclarecimentos sempre que desejar. Sei que minha participação está isenta de despesas. Concordo em participar voluntariamente deste estudo e sei que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Assinatura do sujeito de pesquisa

_____/_____/_____

Assinatura da testemunha

_____/_____/_____

Pesquisador responsável

Eu, _____, responsável pelo projeto: "ESTABILIDADE POSTURAL NA MARCHA EM IDOSOS CLASSIFICADOS PELOS NÍVEIS DE FRAGILIDADE". Declaro que obtive espontaneamente o consentimento deste sujeito de pesquisa (ou do seu representante legal) para realizar este estudo.

Assinatura _____

Data ____/____/____

IDENTIFICAÇÃO

Data: ____/____/____

Nome/código:
Idade:
Data de Nascimento: ____/____/____
Sexo:
(1) Masculino
(2) Feminino
Serviço de saúde:
Telefone:

DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Escolaridade (anos de estudos): _____

Qual é o seu estado civil?

- (1) Casado (a) ou vive com companheiro (a)
- (2) Solteiro (a)
- (3) Divorciado (a) / Separado (a)
- (4) Viúvo (a)

Qual sua cor ou raça?

- (1) Branca
- (2) Preta/negra
- (3) Mulata/cabocla/parda
- (4) Indígena
- (5) Amarela/oriental

Qual o valor da sua renda mensal em número de salários mínimos? _____

Composição familiar:

- 1) Vive Sozinho
- 2) Vive com companheiro, filhos, irmãos, netos, (etc)

(Número de pessoas na casa, incluindo o voluntário) _____

Condição Clínica:**Algum médico já disse que o (a) sr(a) tem algum dos seguintes problemas de saúde?**

Hipertensão Arterial Sistêmica (pressão alta)	(0) Não	(1) Sim
Diabetes	(0) Não	(1) Sim
Hipercolesterolemia (colesterol alto)	(0) Não	(1) Sim
Depressão	(0) Não	(1) Sim
Vertigem/Tontura/labirintite	(0) Não	(1) Sim
Perda de memória	(0) Não	(1) Sim
Incontinência	(0) Não	(1) Sim
Osteoporose	(0) Não	(1) Sim

Glaucoma/catarata	(0) Não	(1) Sim
Osteoartrite	(0) Não	(1) Sim
Fibromialgia	(0) Não	(1) Sim
Câncer	(0) Não	(1) Sim
Doença pulmonar	(0) Não	(1) Sim
Doença cardíaca	(0) Não	(1) Sim
Total de condições relatadas:		

Presença de dor no momento da avaliação:

0 () não; 1 () sim.

Se sim, qual o local da dor?

EVA _____

Está fazendo algum tratamento ou reabilitação?

0 () Não

1 () sim, qual? _____

Quais medicamentos o sr(a) usa? Número total de medicamentos _____

Histórico de covid:

(0) Não ()

(1) Sim (), quando? _____ teve internação: () não, () sim, usou oxigênio: () não, () sim

Histórico de queda:

Caiu nos últimos doze meses?	(0) Não	(1) Sim
Se sim, quantas vezes?		
Teve lesão decorrente da queda?	(0) Não	(1) Sim Qual?
Teve fratura decorrente da queda (0) Não		
(1) Sim; (1) Punho (2) Quadril (3) Coluna: _____ (4) Outro _____		
Procurou o serviço médico devido a queda?	(0) Não	(1) Sim
Deixou de realizar alguma atividade do dia-a-dia por causa da queda?(0) Não		
(1) Sim Qual?		

DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Altura: _____ cm

Massa corporal: _____ Kg

IMC (peso/altura²): _____ Kg/ m²**AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE FRAGILIDADE**

1. PERDA DE PESO: O Sr(a) perdeu mais de 4,5 Kg de seu peso, de forma não intencional ou involuntária (sem fazer dieta ou regime) no último ano, considerando seu peso no ano anterior? Quantos quilos?

(0) Não (1) Sim

Se sim, quantos quilos aproximadamente? _____

2.FADIGA (MOTIVAÇÃO): Pensando na última semana, diga com que frequência as seguintes coisas aconteceram com o(a) senhor(a):

.a Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas de todo dia?
(0) Nunca/Raramente; (1) Poucas vezes; (2) Na maioria das vezes; (3) Sempre
.b Sentiu que não conseguiu levar adiante as suas coisas?
(0) Nunca/Raramente; (1) Poucas vezes; (2) Na maioria das vezes; (3) Sempre

3. NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA: *Active Australia Questionnaire*

- 1) (3 MET) NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você caminhou sem parar, por pelo menos 10 minutos, como diversão, exercício ou para ir e voltar de algum lugar?

Vezes _____

Tempo (minutos) _____

Cálculo: 3 x (tempo total em minutos da atividade) _____

- 2) NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você fez atividades vigorosas de jardinagem ou trabalho no quintal, que tenha feito você respirar mais forte ou ficar ofegante?

Vezes _____

Tempo (minutos) _____

Obs.: Este item não entra no somatório

- 3) (7 MET) NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você fez atividades físicas vigorosas que tenha feito você respirar mais forte ou ficar ofegante? (exe: corrida, ginástica, futebol, subir e descer escadas ou ladeiras, limpeza doméstica pesada, etc.).

Vezes _____

Tempo (minutos) _____

Cálculo: 7 x (tempo total em minutos da atividade) _____

- 4) (4,5 MET) NA ÚLTIMA SEMANA, quantas vezes você fez atividades físicas moderadas que você ainda não falou? (exe.: dança em geral, natação leve (hidroginástica), limpeza doméstica leve, na calçada ou fora de casa, cuidar de crianças ou idosos e atividades religiosas de pé).

Vezes _____

Tempo (minutos) _____

Cálculo: 4,5 x (tempo total em minutos da atividade) _____

Somatório final: _____ Kcal/semana

4. FORÇA DE PREENSÃO MANUAL (kgf):

Qual o membro superior dominante? 1) () Direito. 2) () Esquerdo

.a 1ª Medida_____	.b 2ª Medida_____	.c 3ª Medida_____
.d Média final_____Kg/f		

5. VELOCIDADE DE MARCHA HABITUAL: Tempo gasto para percorrer 4 m (considerando 2m de aceleração e 2m de desaceleração)

.a Tempo (s): 1ª Medida_____	.b 2ª Medida_____	.c 3ª Medida_____
.d Média final (s)_____		.e velocidade média (m/s):_____

Classificação da fragilidade	Robusto	Pré-Frágil	Frágil
	Nenhum item	1 ou 2 itens	3 ou + itens

MEDO DE CAIR (FALLS EFFICACY SCALE – FES-I BRASIL)

Agora, nós gostaríamos de fazermos algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você normalmente faz a atividade. Se você atualmente não faz a atividade (por ex. alguém vai as compras para você) responda de maneira a mostrar como você se sentiria em relação a quedas se você tivesse que fazer essa atividade. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o quadradinho que mais se aproxima de sua opinião sobre o quão preocupado você fica com a possibilidade de cair, se você fizesse essa atividade.

ATIVIDADES	NEM UM POUCO PREOCUPADO	UM POUCO PREOCUPADO	MUITO PREOCUPADO	EXTREMANTE PREOCUPADO
Limpando a casa (passar pano, aspirar o pó, tirar poeira)	(1)	(2)	(3)	(4)
Vestindo ou tirando a roupa	(1)	(2)	(3)	(4)
Preparando refeição simples	(1)	(2)	(3)	(4)
Tomando banho	(1)	(2)	(3)	(4)
Indo às compras	(1)	(2)	(3)	(4)
Sentando ou levantando de uma cadeira	(1)	(2)	(3)	(4)
Subindo ou descendo escadas	(1)	(2)	(3)	(4)
Caminhando pela vizinhança	(1)	(2)	(3)	(4)
Pegando algo acima de sua cabeça ou no chão	(1)	(2)	(3)	(4)
Ir atender ao telefone antes que ele pare de tocar	(1)	(2)	(3)	(4)

Andando sobre superfície escorregadia (ex: chão molhado)	(1)	(2)	(3)	(4)
Visitando um amigo ou um parente	(1)	(2)	(3)	(4)
Andando em lugares cheios de gente	(1)	(2)	(3)	(4)
Caminhando sobre uma superfície irregular	(1)	(2)	(3)	(4)
Subindo ou descendo uma ladeira	(1)	(2)	(3)	(4)
Indo a uma atividade social (ato religioso, reunião de família ou encontro no clube)	(1)	(2)	(3)	(4)
Escore total				

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DA MARCHA (FGA-BRASIL)

Exigências: uma pista marcada com 6 metros de comprimento por 30,0 cm de largura.

1. Andar em uma superfície plana: Marcar o tempo _____ em segundos.

Instruções: andar em velocidade normal daqui até a próxima marca (6 m).

Pontuação: marcar a maior pontuação alcançada.

() Normal (3 pontos) - Andar 6 m em menos de 5,5 segundos, sem utilizar recursos auxiliares, com boa velocidade, sem evidências de desequilíbrio, padrão de marcha normal, desvios menores que 15,0 cm fora da largura da pista de 30,0 cm.

() Deficiência leve (2 pontos) - Andar 6 m em menos de 7 segundos mas mais que 5,5 segundos, usa dispositivo de auxílio, baixa velocidade, desvios médios na marcha ou desvios de 15 – 25 cm para fora da largura da pista de 30 cm.

() Deficiência moderada (1 ponto) - andar 6 m , baixa velocidade, padrão anormal de marcha, com evidência de desequilíbrio ou desvios entre 25 – 38 cm para fora da largura da pista de 30 cm. Requer mais que 7 segundos para deambular os 6 m.

() Deficiência grave (0 pontos) – não consegue andar os 6 m sem assistência, desvios ou desequilíbrio severos na marcha, maiores que 38,0 cm para fora da largura da pista de 30 cm, ou toca a parede.

2. Mudança na velocidade da marcha

Instruções: comece a andar no seu ritmo normal (por 1,5 m).

Quando eu falar “vai”, ande o mais rápido que você puder (por 1,5 m).

Quando eu falar “devagar”, ande o mais devagar que você puder (por 1,5 m).

Pontuação: marcar a maior pontuação alcançada.

() Normal (3 pontos) - capaz de mudar suavemente a velocidade da marcha sem perda de equilíbrio ou desvio da marcha. Mostra uma diferença significativa na velocidade da marcha entre velocidades normal, rápida e devagar. Não desvia mais que 15 cm para fora da largura de pista de 30 cm.

() Deficiência leve (2 pontos) - capaz de mudar a velocidade, mas demonstra pequenos desvios na marcha, de 15 – 25 cm para fora da largura da pista de 30 cm, ou nenhum desvio na marcha, mas é incapaz de alcançar uma mudança significativa na velocidade, ou usa um dispositivo de auxílio.

() Deficiência moderada (1 ponto) - faz apenas pequenos ajustes na velocidade da marcha, ou realiza uma mudança na velocidade com desvio significativo de 25 – 38 cm fora da largura de 30 cm da pista, ou muda a velocidade, perde equilíbrio mas é capaz de recuperar e continuar a andar.

() Deficiência grave (0 pontos) - não pode mudar a velocidade, desvia mais que 38 cm fora da largura de 30 cm da pista ou perde equilíbrio e precisa tocar a parede ou ser pego.

3. Marcha com rotação horizontal de cabeça

Pontuação: marcar a maior pontuação alcançada.

Comece a andar em seu ritmo normal. Continue andando em linha reta, após 3 passos, vire a cabeça para a direita e continue andando em linha reta enquanto olha para a direita. Após mais 3 passos, rode a cabeça para a esquerda continue andando em linha reta enquanto olha para a esquerda. Continue alternando o olhar para direita e esquerda a cada 3 passos até que complete 2 repetições em cada direção.

Pontuação: marcar a maior categoria alcançada.

() Normal (3 pontos) - realiza rotações de cabeça suavemente sem mudanças na marcha. Desvios não maiores que 15 cm fora da largura da pista de 30 cm.

() Deficiência leve (2 pontos) - realiza rotação de cabeça suavemente com leve mudança na velocidade da marcha (i.e, pequena interrupção no trajeto da marcha), desvios de 15 –25 cm fora da largura de 30 cm da pista ou uso de dispositivo de auxílio.

() Deficiência moderada (1 ponto) - realiza rotação de cabeça com mudança moderada na velocidade da marcha, diminui velocidade, desvia 25 – 38 cm fora da largura da pista de 30 cm, mas recupera e pode continuar a andar.

() Deficiência grave (0 pontos) - realiza a tarefa com interrupção grave da marcha, (i.e, tropeça para fora da largura de pista de 30 cm, perde o equilíbrio, para ou toca a parede).

4. Marcha com movimento vertical da cabeça para cima e para baixo

Instruções: ande daqui até a marca de 6 m. Começa a andar no seu ritmo normal. Continue andando em linha reta, após 3 passos, vire a cabeça para cima e continue andando em linha reta enquanto olha para cima. Após mais 3 passos, vire a cabeça para baixo, continue andando em linha reta enquanto olha para baixo. Continue alternando o olhar para cima e para baixo a cada 3 passos até completar duas repetições em cada direção.

Pontuação: marcar a maior categoria que alcançar.

() Normal (3 pontos) - realiza movimentos da cabeça sem nenhuma mudança na marcha. Desvia não mais que 15 cm fora da largura de 30 cm da pista.

() Deficiência leve (2 pontos) - realiza a tarefa com leve mudança na velocidade da marcha (i.e, pequena interrupção no trajeto da marcha), devia 15 – 25 cm fora da largura de 30 cm da pista ou usa algum dispositivo de auxílio.

() Deficiência moderada (1 ponto) - realiza a tarefa com mudança moderada na velocidade da marcha, diminui velocidade, desvia 25 –38 cm fora da largura de 30 cm da pista, mas recupera, e pode continuar a andar.

() Deficiência grave (0 pontos) - realiza a tarefa com interrupção grave da marcha, tropeça 38 cm para fora da largura de pista de 30 cm, perde o equilíbrio, para ou toca a parede.

5. Marchar e girar

Instruções: comece a andar no seu ritmo normal. Eu falo para você, “vire e pare”, vire o mais rápido que puder e olhe para a direção oposta e pare.

Pontuação: marcar a maior categoria que alcançar.

() Normal (3 pontos) - vira de forma segura em 3 segundos e para rapidamente sem perda de equilíbrio.

() Deficiência leve (2 pontos) - vira de forma segura em 3 segundos e para sem perda de equilíbrio ou vira de forma segura em 3 segundos e para com desequilíbrio leve, requerendo pequenos passos para recuperar o equilíbrio.

() Deficiência moderada (1 ponto) - vira lentamente, requer assistência verbal ou pequenos passos para recuperar o equilíbrio após virar e parar.

() Deficiência grave (0 pontos) - Não consegue virar com segurança, requer assistência para virar e parar.

6. Passo sobre obstáculo

Instruções: comece a andar na velocidade normal. Quando vir em direção a caixa de sapato, dê um passo sobre ela, não em volta da caixa, e continue andando.

Pontuação: marcar a maior categoria que alcançar.

- () Normal (3 pontos) – é capaz de passar por cima de duas caixas de sapatos empilhadas (22 cm altura) sem mudança na velocidade de marcha; sem evidência de desequilíbrio.
- () Deficiência leve (2 pontos) - é capaz de passar por cima de uma caixa de sapato (11 cm altura) sem mudança na velocidade de marcha, sem evidência de desequilíbrio.
- () Deficiência moderada (1 ponto) - é capaz de passar por cima de uma caixa de sapato (11cm altura) mas, mais devagar e ajusta os passos para maior segurança. Pode requerer assistência verbal.
- () Deficiência grave (0 pontos) - não consegue realizar sem assistência.

7. Marcha com menor base de suporte

Instruções: andar com os braços cruzados sobre o tórax, pés alinhados um atrás do outro, como em marcha tandem, por uma distância de 3,6 m. O número de passos dados em uma linha reta é contado com o máximo de 10 passos.

Pontuação: marcar a maior categoria que alcançar.

- () Normal (3 pontos) - é capaz de andar 10 passos sem cambalear.
- () Deficiência leve (2 pontos) –anda 7–9 passos.
- () Deficiência moderada (1 ponto) - anda 4 –7 passos.
- () Deficiência grave (0 pontos) -anda menos que 4 passos ou não consegue realizar sem assistência.

8. Marcha com os olhos fechados: Marcar o tempo _____ segundos

Instruções: andar na velocidade normal até a marca de 6 m com olhos fechados.

Pontuação: marcar a maior categoria que alcançar.

- () Normal (3 pontos) – anda 6 m sem dispositivos de auxílio, boa velocidade, sem evidencia de desequilíbrio, padrão de marcha normal, não desvia mais que 15 cm fora da largura da pista de 30 cm. Anda 6 m em menos de 7 segundos.
- () Deficiência leve (2 pontos) - anda 6 m, usa dispositivos de auxílio, menor velocidade, desvios leves na marcha, desvio 15 cm fora da largura da pista de 30 cm. Anda 6 m entre 7 a 9 segundos.
- () Deficiência moderada (1 ponto) - anda 6 m, menor velocidade, padrão anormal de marcha, evidência de desequilíbrio, desvia 25 –38 cm fora da largura de pista de 30 cm. Requer mais que 9 segundos para andar 6 m.
- () Deficiência grave (0 pontos) - não consegue

9. Andar para trás

Instruções: andar para trás até eu pedir para parar.

Pontuação: marcar a maior categoria que alcançar.

- () Normal (3 pontos) - anda 6 m, sem dispositivo de auxílio, sem evidência de desequilíbrio, padrão de marcha normal, sem desvios maiores que 15 cm fora da largura de pista de 30 cm.
- () Deficiência leve (2 pontos) - anda 6 m, usa dispositivo de auxílio, menor velocidade, desvios médios na marcha, desvio de 15 –25 cm fora da largura de pista de 30 cm.
- () Deficiência moderada (1 ponto) – anda 6 m , menor velocidade , padrão anormal de marcha, evidência de desequilíbrio, desvia 25 –38 cm fora da largura de pista de 30 cm.
- () Deficiência grave (0 pontos) - não consegue andar 6 m sem assistência, desvios ou desequilíbrios graves na marcha, desvia mais que 38 cm fora da largura de pista de 30 cm ou não realizara a tarefa.

10. Passos

Instruções: suba escadas como subiria em sua casa (i.e, usando o corrimão se necessário). No final, vire e desça as escadas.

Pontuação: marcar a maior categoria que alcançar.

- () Normal (3 pontos) - alternando os pés, sem corrimão.
- () Deficiência leve (2 pontos) – alternando os pés, tem que usar o corrimão.
- () Deficiência moderada (1 ponto) - dois pés em um degrau, tem que usar o corrimão.

() Deficiência grave (0 pontos) – não consegue realizar de forma segura.

Pontuação total: _____ Pontuação máxima 30 pontos.

SORTEAR OS 4 TESTES ABAIXO

Sequência estabelecida _____

1) EQUILIBRIO ESTÁTICO UNIPODAL

Manter-se sobre o membro dominante (apoio unipodal) por 30 segundos, com os olhos abertos, mantendo as mãos ao lado do corpo e o outro membro inferior em flexão de 90° do joelho. Respeitar 10 segundos de descanso.

1° tentativa _____ (seg)

2° tentativa _____ (seg)

3° tentativa _____ (seg)

Score final (valor mais alto): _____ (seg)

2) EQUILÍBRIO REATIVO (RESPOSTA POSTURAL REATIVA)

O voluntário estará em pé, com ombros e pés alinhados ao longo do corpo. O examinador posicionará as mãos na região anterior dos ombros do voluntário e o empurrará isometricamente. O voluntário será orientado a inclinar o corpo para a frente, contra as mãos do examinador, até o ponto que os ombros e quadris estejam à frente dos pés. Em seguida, repentinamente o examinador soltará a mão, permitindo o uso voluntário de dar um passo para evitar a queda.

() Normal: Recupera independentemente com um único e largo passo (um segundo passo para realinhamento é permitido).

() Moderado: Mais de um passo é utilizado para recuperar o equilíbrio.

() Severo: Não dá o passo ou cairia se não agarrasse ou cai espontaneamente.

3) INTERAÇÃO SENSORIAL E EQUILÍBRIO

Permanecer descalço, com os pés juntos, braços cruzados sobre o peito. Respeitar 10 segundos de descanso. Se em cada condição o valor for inferior a 30 segundos, 3 medidas serão realizadas e a média destas medidas serão utilizadas.

- Superfície firme com OA por 30 segundos: _____
- Superfície firme com OF por 30 segundos: _____
- Superfície instável (espuma) com OA por 30 segundos: _____
- Superfície instável (espuma) com OF por 30 segundos: _____

Score total: _____ (segundos)

4) DESEMPENHO DE SENTADO PARA DE PÉ

Levantar e sentar-se novamente na cadeira (encostada na parede) por cinco vezes consecutivas o mais rápido que conseguir (cronometrar o tempo), a partir do deslocamento do encosto das costas. Respeitar 1 minuto de descanso entre cada medida.

1° medida _____ (seg)

2° medida _____ (seg)

3° medida _____ (seg)

Média total: _____ (seg)

AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR

Membro inferior Dominante: 1 () Direito; 2 () Esquerdo

Sortear a sequência realizada _____

A- Extensores de tronco

(Distância do dinamômetro ao eixo articular) - Espinhas ilíacas pósterosuperiores até os ângulos superiores das escápulas	1° Medida	2° Medida	3° Medida
	Média:		
	Newton:		

B- Extensores do quadril

(Distância do dinamômetro ao eixo articular) - trocânter maior do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur	Direito			Esquerdo		
Direito:						
Esquerdo:	Média:			Média:		
	Newton:			Newton:		

C- Abdutores do quadril

(Distância do dinamômetro ao eixo articular) - trocânter maior do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur	Direito			Esquerdo		
Direito						
Esquerdo	Média:			Média:		
	Newton:			Newton:		

D- Extensores do joelho

(Distância do dinamômetro ao eixo articular) - Epicôndilo lateral do fêmur e a	Direito			Esquerdo		
--	----------------	--	--	-----------------	--	--

face mais distal do maléolo lateral.						
Direito						
Esquerdo	Média:	Média:			Newton:	
	Newton:	Newton:			Newton:	

E- Flexores plantares

(Distância do dinamômetro ao eixo articular) - Maléolo lateral posterior até as cabeças dos metatarsos.	Direito:			Esquerdo		
Direito						
Esquerdo	Média:	Média:			Newton:	
	Newton:	Newton:			Newton:	

D-MINI CURRÍCULO**JÉSSICA RODRIGUES DE ALMEIDA**

E-mail: almeidajessica10@gmail.com ou almeidajessica10@hotmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6316007852239015>

Orcid: 0000-0002-1635-0190

FORMAÇÃO ACADÊMICA & TITULAÇÃO

- **Doutorado em Ciências da Reabilitação - Em andamento**
Programa de pós graduação em ciências da reabilitação da Escola de Educação física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), orientado pela professora Dra. Juliana Melo Ocarino.
- **Mestre em Ciências da Reabilitação**
Programa de pós-graduação em ciências da reabilitação, pela linha de pesquisa saúde e reabilitação do idoso, orientado pela professora Dra. Lygia Paccini Lustosa. Conclusão em agosto de 2018.
- **Pós-Graduação *Lato sensu* - Residência Multiprofissional**
Programa de Residência Integrada Multiprofissional em Saúde da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, na área de concentração: saúde do idoso, com duração de dois anos (2014-2016), carga horária total 5.760 horas.

- **Especialista em Fisioterapia em Gerontologia**
Reconhecido pelo Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO)
- **Aperfeiçoamento em Envelhecimento e Saúde da Pessoa Idosa**
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ), carga horária 180 horas (2014-2015).
- **Graduação em Fisioterapia**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, em 2014.

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL & EXPERIÊNCIA DOCENTE

Experiência Docente

- Docente do curso de Fisioterapia na Faculdade Anhanguera, unidade Antônio Carlos, Belo Horizonte, Minas Gerais, desde 2/2022 até o momento.
- Fisioterapeuta docente preceptora de estágio supervisionado II e III do curso de fisioterapia da Universidade Salgado de oliveira (Universo, campus Belo Horizonte), nas áreas de atendimento ambulatorial em Gerontologia e Neurofuncional. Desde 01/10/2019 até o momento.
- Estágio em docência atuando nas disciplinas de fisioterapia aplicada a geriatria e gerontologia e fisioterapia musculoesquelética III do curso de fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2020.

Experiência clínica

- **Desafio, Fisioterapia e Pilates (2017-2022):** Atendimento fisioterapêutico com ênfase na área de ortopedia, pilates e treinamento funcional.
- **Fisioterapia domiciliar:** Atendimento fisioterapêutico individualizado destinado a pessoas idosas.
- **Clínica Energia Vital (2016-2017):** Atendimento fisioterapêutico com ênfase em ortopedia e pilates.
- **Space Fisio Pilates (2016-2017):** Fisioterapeuta atuando como o método pilates.
- **Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) (2014-2015):** Fisioterapeuta (residente multiprofissional), nos setores de Enfermaria de Clínica Médica e Ortopédica.
- **Ambulatório Maria da Glória do Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) (2014-2015):** Atendimento fisioterapêutico a pacientes idosos.
- **Unidade Básica de Saúde Dona Aparecida Conceição Ferreira (Uberaba-MG) (2015-2016):** Assistência fisioterapêutica domiciliar a pacientes idosos; intervenção em grupo, educação em saúde.

ATIVIDADES CIENTÍFICAS

Publicação em periódico científico

1. Artigo aceito: **Almeida, J. R.**; Arantes, P. M. M.; Ribeiro-Samora, G. A.; Parentoni, A. N. Pereira, L. S. M.; Ocarino, J. M. Força muscular, funcionalidade e fatores comportamentais tem a mesma associação com a história de quedas? **Fisioterapia e Pesquisa**, 2024.
2. Ikegami, E. M.; **Almeida, JR**, Souza, L. A.; Walsh, I. A. P.; Shimano, S. G. N.; Patrizzi, L. J. Relação entre sobrecarga de cuidadores informais e nível de independência de idosos hospitalizados. **Rev Ter Ocup Univ São Paulo**, v.29, n.2, p:129-34, maio-ago, 2018.
3. Santos, A. S.; Ikegami, E. M.; **Almeida, J. R.**; Paiva, M. H. P.; Silveira, R. E. Physical exercise and functional capacity in elderly from the south triangle health regional – Minas Gerais state, Brazil: evaluation by gender. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 3, p. 764-772, May/June. 2016.
4. Accioly, M. F.; Leite, C. F.; **Almeida, J. R.**; Miziara, O. C.; Yamamoto, D. S.; Penha, R. C. O.; Castro, S. S. Influência da caminhada não supervisionada sobre fatores de risco cardiovascular. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.21, n.2, p: 39-48, 2013.

Resumo publicado em anais

Jessica R Almeida, Paula MM Arantes, Isabelle P Assis, Renata N Kirkwood, Renan A Resende, Juliana M Ocarino. Comparison of balance and muscle strength in community-dwelling older adults classified by the physical frailty phenotype: preliminary results. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 28, Supplement 1, April 2024, 100794. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2024.100794>.

Poster apresentado em eventos científicos

- Trabalho: **Comparação do equilíbrio e força muscular em idosos da comunidade classificados pelo fenótipo de fragilidade física: resultados preliminares.** Apresentado no I Fórum Discente da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-graduação - Fisioterapia (ABRAPG-Ft) realizado de 19 a 21 de maio de 2023, online.
- Trabalho: **Relação entre força muscular e estabilidade postural de idosos durante a marcha? Resultados preliminares.** Apresentado no I Fórum Discente da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-graduação - Fisioterapia (ABRAPG-Ft) realizado de 19 a 21 de maio de 2023, online.
- Trabalho: **A força muscular de prensão manual, tronco e membros inferiores predizem a estabilidade postural de idosos durante a marcha? Resultados preliminares.** Apresentado na modalidade pôster eletrônico – Gerontologia, no evento XXIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia ocorrido de 23 a 25 de março de 2023, no EXPO CENTER NORTE em São Paulo/SP.
- Trabalho: **Existe diferença do equilíbrio e força muscular em idosos da comunidade não frágeis e pré-frágeis?** Apresentado na modalidade pôster eletrônico – Gerontologia, no evento XXIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia ocorrido de 23 a 25 de março de 2023, no EXPO CENTER NORTE em São Paulo/SP.
- Trabalho: **Idosos comunitários caidores e não caidores residentes em locais de diferentes índices de desenvolvimento humano.** Apresentado na modalidade pôster eletrônico – Gerontologia, no evento XXIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia ocorrido de 23 a 25 de março de 2023, no EXPO CENTER NORTE em São Paulo/SP.

- Trabalho: “**Comparação da mobilidade e funcionalidade em idosos autodeclarados ativos e não ativos**”. Apresentado no XXII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 04 a 06 de março, 2021.
- Trabalho: “**Fragilidade física: diferença na autoeficácia em evitar quedas, mobilidade e capacidade funcional**”. Apresentado no XXII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, 04 a 06 de março, 2021.

Orientações:

- **Orientadora da discente Júlia Lara de Oliveira**, junto ao Curso de Especialização em Fisioterapia, área Geriatria e Gerontologia, do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. O trabalho intitulado: “O papel da força muscular do tronco para o equilíbrio e desempenho físico-funcional de idosos da comunidade: Revisão de literatura”, foi defendido e aprovado em 22/06/2024.
- **Orientadora da discente Maelly Gil Pereira** junto ao Curso de Especialização em Fisioterapia, área Geriatria e Gerontologia, do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. O trabalho intitulado “Relação entre síndrome de fragilidade e instabilidade postural em idosos: revisão de literatura” foi defendido e aprovado em 03/12/2022.

Participação em banca de conclusão de curso

- Avaliadora de trabalhos de conclusão de curso da Especialização em Fisioterapia, área Geriatria e Gerontologia, do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.
- Avaliadora do exame estruturado de habilidades clínicas (OSCE), realizado no dia 11/10/2019 para alunos do 10º período do curso de graduação em fisioterapia da UFMG, carga horária de 5 horas.
- Avaliadora de trabalhos de conclusão de curso em Fisioterapia da Faculdade Anhanguera, unidade Antônio Carlos, Belo Horizonte, e Universidade Salgado de Oliveira (Universo - Belo horizonte).

Organização de eventos científicos/comissões científicas

- Membro da Comissão Organizadora do evento Aprimoramento Didático para o Ensino Superior, promovido pelo Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, realizado na EEEFTO no dia 17 de setembro de 2019, com carga horária de 2 horas.
- Membro da Comissão Organizadora do evento Aprimoramento Didático para o Ensino Superior, promovido pelo Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, realizado na EEEFTO no dia 22 de outubro de 2019, com carga horária de 2 horas.

Participação em eventos nacionais

1. I Fórum Discente da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-graduação - Fisioterapia (ABRAPG-Ft) realizado de 19 a 21 de maio de 2023, online.

2. XXIII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia", realizado de 23 a 25 de março de 2023, no EXPO CENTER NORTE em São Paulo/SP. Carga Horária: 26h.
3. Simpósio Internacional Online em Ciências da Reabilitação. Realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) entre os dias 15 e 19 de março de 2021, na cidade de Belo Horizonte-MG, com carga horária de 3 horas.
4. 1º Simpósio Brasileiro de Biologia Muscular. Realizado em 10 a 15 de maio de 2021, pela Universidade Federal de Minas Gerais.
5. I Webinar: Perspectivas e desafios para o envelhecimento em tempos de pandemia. Realizado pelo núcleo de estudos e pesquisas em envelhecimento humano, em 3 e 4 de junho de 2021, carga horária de 8 horas.
6. Congresso Internacional de Fisioterapia e envelhecimento Humano. 14 a 16 de agosto de 2020. Evento online, Centro pós-graduação.
7. II Congresso Brasileiro de Movimento Humano. Realizado em 07 e 08 de fevereiro de 2020, na Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG).

Atualização

- Terapia manual intramuscular no controle da dor - Dry needling, com Aléssio Silva de Novais, 2023 (carga horária: 40h).
- Capacitação em Escrita Científica (carga horária: 15h), na Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.
- Curso de curta duração em Escrita Científica: Produção de Artigos de Alto Impacto Zuco escrita (carga horária: 4h).
- I Treinamento docente: Ensino-aprendizagem no contexto clínico. Ministrado pela Profa. Dra. Anamaria Siriani de Oliveira, promovido pelo portal Fisio em Ortopedia, em agosto de 2021, carga horária de 16 horas.
- Curso: “Sarcopenia no idoso: da fisiopatologia às perspectivas de diagnóstico e tratamento”. Realizado pela ABRAFIGE, nos dias 09, 16, 23 e 30 de setembro e 07 de outubro de 2021, em formato online, com carga horária de 8 horas.
- Ciência e Pesquisa em Geriatria e Gerontologia, (carga horária: 3h) realizado no XXII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, SBGG, Brasil, 2021.
- Demência. (carga horária: 3h). XXII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, SBGG, Brasil, 2021.
- Cuidado centrado no paciente, (carga horária: 3h). XXII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, SBGG, Brasil, 2021.
- Diabetes no paciente idoso, (carga horária: 3h). XXII Congresso Brasileiro de Geriatria e Gerontologia, SBGG, Brasil, 2021.
- Curso online de Revisões Sistemáticas e Metanálises. Prof. Leonardo O. P. Costa, PhD, www.leocostapbe.com.br, 23/09/2020, 40 horas.
- Workshop tratamentos atuais no joelho, (carga horária: 4h). II Congresso Brasileiro de Movimento Humano, CBMH, Brasil, 7 e 8 de fevereiro de 2020, em Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Aprimoramento Didático para o Ensino Superior promovido pelo Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG,

realizado na EEEFTO no dia 19 de novembro de 2019, 17 de setembro de 2019, 22 de outubro de 2019, com a carga horária de 2 horas em cada dia.