

**HENRIQUE DE ALENCAR GOMES**

**MARCADORES TEMPORAIS E ESPACIAIS DA MARCHA DE IDOSAS  
COMUNITÁRIAS: UM ENFOQUE NA SÍNDROME DA FRAGILIDADE**

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Belo Horizonte**

**2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**HENRIQUE DE ALENCAR GOMES**

**MARCADORES TEMPORAIS E ESPACIAIS DA MARCHA DE IDOSAS  
COMUNITÁRIAS: UM ENFOQUE NA SÍNDROME DA FRAGILIDADE**

Dissertação 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 Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de concentração: Desempenho Motor e Funcional Humano.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Noce  
Kirkwood**

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Belo Horizonte**

**2010**

G633m Gomes, Henrique de Alencar  
2010 Marcadores temporais e espaciais da marcha de idosas comunitárias: um enfoque na síndrome da fragilidade. [manuscrito] / Henrique de Alencar Gomes – 2010.  
76 f., enc.: il.

Orientadora: Renata Noce Kirkwood

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

Bibliografia: f. 36-41

1. Exercícios físicos para idosos - Teses. 2. Aptidão física em idosos – Teses. 3. Marcha. I. Kirkwood, Renata Noce. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 612.76



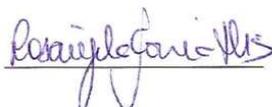
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
E-MAIL: [mesreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mesreab@eeffto.ufmg.br) SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab)  
Fone/fax: 31- 3409.4781

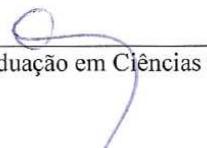
ATA DE NÚMERO 143 (CENTO E QUARENTA E TRES ) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELO CANDIDATO **HENRIQUE DE ALENCAR GOMES** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.-----

Aos 07 (ste) dias do mês de outubro do ano de dois mil e dez, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação “**MARCADORES TEMPORAIS E ESPACIAIS DA MARCHA DE IDOSAS COMUNITÁRIAS: UM ENFOQUE NA SÍNDROME DA FRAGILIDADE**”, constituída pelos seguintes professores doutores: Renata Noce Kirkwood, Lygia Paccini Lustosa e Rosângela Corrêa Dias sob a presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 14 horas com apresentação oral do candidato, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. Após avaliação, os examinadores consideraram o candidato *aprovado e apto a receber o título de Mestre após a entrega da versão definitiva da dissertação*. Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 07 de outubro de 2010.-----

Professora Dra Renata Noce Kirkwood 

Professora Dra Lygia Paccini Lustosa 

Professora Dra Rosângela Corrêa Dias 

Marilane Soares   
Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO  
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL  
E-MAIL: [mesreab@eeffto.ufmg.br](mailto:mesreab@eeffto.ufmg.br) SITE: [www.eeffto.ufmg.br/mreab](http://www.eeffto.ufmg.br/mreab)  
Fone: 31- 3409.4781

### PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado de **HENRIQUE DE ALENCAR GOMES** intitulada “**MARCADORES TEMPORAIS E ESPACIAS DA MARCHA DE IDOSAS COMUNITÁRIAS: UM ENFOQUE NA SÍNDROME DA FRAGILIDADE**” defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível mestrado, cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora **APROVOU** a defesa de dissertação, conferindo-lhe as seguintes indicações:

Profa.Dra. Renata Noce Kirkwood *Renata Noce Kirkwood* APROVADO

Profa. Dra. Lygia Paccini Lustosa *Lygia Paccini Lustosa* APROVADO

Profa. Dra. Rosângela Corrêa Dias *Rosângela Corrêa Dias* APROVADO

Belo Horizonte, 07 de outubro de 2010.

Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

**Livia de Castro Magalhães**  
Coordenadora do Colegiado  
Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação  
Inscrição UFMG: 207276 Inscrição Siape: 632322-5

Aos meus queridos avós, pais e mães, irmãos e irmãs e familiares, pela fonte de inspiração na vida e por poder simplesmente vivenciar esta família!

À Tatiana, por seu amor e apoio constantes e por ter a alegria de colher contigo o que plantamos juntos!

## AGRADECIMENTOS

À Deus, Fonte de Amor e Luz, pela Vida!

Aos meus avós, aos meus pais – Carlos, Márcia, Denise e Zé Antônio – e a todos os meus irmãos e irmãs, pelo amor, pela presença e pela alegria de cada conquista!

À Tatiana, pelo amor, pelo apoio, pelo convívio, pela mulher, enfim pela sabedoria em lidar com os desafios que este trabalho trouxe: você é especial!

À minha orientadora, Professora Renata Noce Kirkwood, que há aproximadamente 6 anos acreditou em meu potencial e, desde então, tenho tido a oportunidade de aprender constantemente e de compartilhar desafios gratificantes nesta trajetória acadêmica! Obrigado pela amizade, pela paciência, pela dedicação!

À Fisioterapeuta Andréa Lopes, amiga, parceira e exemplo de profissional, pela simplicidade e humildade; fica fácil aprender com você! À Fisioterapeuta Regina e família, pelo apoio, otimismo, amizade e profissionalismo! Ao Fisioterapeuta Renato Trede, pela amizade e pelas oportunidades de aprendizado e de crescimento e amadurecimento profissional! À Fisioterapeuta Silvia Lanziotti, pela ajuda e prontidão desde o início deste trabalho! Aos colegas do mestrado, pelo convívio e aprendizado! À Cele, carinhosamente pela presença, pelas palavras certas e precisas, pela vibração de alegria!

Aos acadêmicos da Fisioterapia da UFMG – Ana Cisalpino, Demétrius, Maria Clarice, Marília, Marco e Vinícius – e ao Fisioterapeuta Bruno Moreira pelo envolvimento e dedicação com as coletas! Torço pelo sucesso profissional de vocês; a Fisioterapia agradece!

Às Professoras Rosângela e Leani, e ao Professor João Marcos, pelas afinidades e pelas tantas oportunidades dadas para o meu crescimento! À Professora Marisa Mancini, pelo convívio, pela experiência e pela riqueza de ensinamentos no Estágio em Docência! À Professora Raquel Britto, pelo profissionalismo, incentivo e receptividade!

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Fisioterapia e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, em especial à Marilane, pela disponibilidade em ajudar nas tantas vezes que precisei!

Aos Fisioterapeutas da Equilibre Fisioterapia, pela amizade, pelo profissionalismo, pelo talento e por vibrarem com esta conquista! Sucesso!

A todos os profissionais, funcionários e voluntárias das Unidades Básicas de Saúde São Marcos e Cachoeirinha, muito obrigado!

A todos que ajudaram a escrever esta história, **MUITO OBRIGADO!**

“A vida é como andar de bicicleta. Para manter o equilíbrio, é preciso continuar em movimento.” (Albert Einstein)

## RESUMO

A fragilidade é uma síndrome multissistêmica prevalente com o aumento da idade levando a riscos de saúde adversos como quedas e hospitalização. Idosos com fragilidade apresentam alterações na mobilidade que refletem diretamente na marcha. O objetivo do presente estudo foi determinar quais marcadores temporais e espaciais da marcha melhor discriminam os grupos de idosos não-frágeis, pré-frágeis e frágeis, classificadas pelos critérios do fenótipo de fragilidade proposto por Fried *et al.* (2001). Os marcadores temporais e espaciais da marcha foram obtidos por meio do sistema GAITRite<sup>®</sup>. Estatística descritiva foi usada para as variáveis antropométricas e clínicas, e para os dados da marcha foi aplicada a análise fatorial seguida da análise discriminante. Inicialmente, 256 idosas voluntárias e comunitárias de Belo Horizonte com idade de 65 a 89 anos foram avaliadas, resultando em 108 (42,2%) não-frágeis, 130 (50,8%) pré-frágeis e 18 (7%) frágeis. Noventa idosas realizaram as avaliações em suas Unidades Básicas de Saúde (UBS) e 166 no Laboratório de Análise de Movimento (LAM). A porcentagem de idosas por local de coleta – UBS ou LAM – foi de 34,4% versus 39,2% para não-frágeis, 57,8% versus 54,8% para pré-frágeis, e 7,8% versus 6,0% para frágeis, respectivamente. Uma análise inicial mostrou que os dados da marcha das pré-frágeis coletados no LAM eram significativamente diferentes em relação às pré-frágeis das UBS. Portanto, os dados da amostra de pré-frágeis coletada nas unidades básicas não foram usados na análise final deste estudo. Além disso, a porcentagem de frágeis foi muito menor em relação aos outros dois grupos. Como isso poderia prejudicar as análises fatorial e discriminante, os dados das frágeis também não foram usados na análise final. Portanto, participaram do estudo 176 idosas com idade de 65 a 86 anos, sendo 105 não-frágeis e 71 pré-frágeis. A análise fatorial resultou em três fatores (fases do ciclo da marcha, ritmo e distância) que explicaram 98,5% da variância dos dados. A análise discriminante mostrou que apenas o fator 3, representando a dimensão distância e explicando 11,9% da variância dos dados, permaneceu no modelo, com 62,5% das observações classificadas corretamente pela função discriminante. Dentre os dois marcadores que compõem a dimensão distância, o comprimento do passo apresentou maior poder de discriminação em relação à velocidade normalizada da marcha. Diminuir o comprimento do passo e a velocidade são estratégias usadas pelo idoso para ganho de estabilidade. Uma possível explicação estaria na associação, descrita na literatura, entre a diminuição da força de prensão, critério prevalente no grupo pré-frágil, com a diminuição de força nos membros inferiores, o que pode também ter contribuído para que o comprimento do passo e a velocidade normalizada da marcha surgissem como

marcadores discriminantes. Mesmo diante da manifestação heterogênea da pré-fragilidade e da semelhança clínica dos grupos não-frágil e pré-frágil, a análise fatorial possibilitou a identificação de discriminantes na marcha entre esses grupos de idosas. Como a medida do comprimento do passo pode ser facilmente obtida em ambiente clínico, poderia ser usada como uma ferramenta de discriminação de idosas na pré-fragilidade e desenvolver programas de fisioterapia focados no ganho do comprimento do passo e da velocidade para prevenir os efeitos adversos da fragilidade.

Palavras-chave: Idoso fragilizado, marcha, análise fatorial.

## ABSTRACT

Frailty is a multisystemic syndrome, prevalent with increasing age, which confers risk for adverse health outcomes including falls and hospitalization. Frail elderly individuals present alterations in mobility that could reflect directly in their gait. The objective of the present study was to determine which gait parameter better discriminate a group of elderly females classified as non frail, pre-frail and frail according to the phenotype frailty classification described Fried *et al.* (2001). Gait parameters were obtained through the GAITRite<sup>®</sup> system. Descriptive statistics was used for the anthropometrics and clinical variables and factorial analysis followed by discriminant analysis were applied to the gait markers. Initially, 256 community elderly females volunteers aged 65 to 89, from Belo Horizonte, were evaluated resulting in 108 (42.2%) non-frail, 130 (50.8%) pre-frail and 18 (7.0%) frail. Ninety elderly females were assessed in community centers e 166 in motion laboratory. The percentage of elderly females from the community centers and from the motion laboratory were 34.4% versus 39.2% non-frail, 57.8% versus 54.8% for pre-frail and 7.8% versus 6.0% frail, respectively. An initial analysis showed that the gait data collected at motion laboratory with the volunteers were significantly different from the gait data collect at the community centers. Therefore, data from the pre-frail group collected at the community centers were not used in the analysis. In addition, the percentage of frail elderly women was smaller compared to the other two groups. Since, this could affect the factorial and discriminant analysis, data from the frail group was also not used in the analysis. Therefore, participated in the study 176 elderly women aged 65 to 86 years. One hundred and five (105) were classified as non frail and 71 as pre-frail. Factorial analysis resulted in three factors (phases of gait cycle, rhythm, distance) that explained 98.5% of the data variance. Discriminant analysis showed that factor 3 representing the distance dimension and explaining 11.9% of the variance of the data, remained in the model, with 62.5% of the observations corrected classified by the discriminant function. Between the gait markers that compose the distance dimension, step length presented the highest discrimination value in relation to gait velocity. The decrease in step length and gait velocity observed in elderly subjects are strategies to improve gait stability. One possible explication would be the association, described in literature, of grip strength weakness, the most prevalent criterion in the pre frail group, and decreased muscle force of the inferior limbs, could also contribute to the gait markers step length and gait velocity to turn out as important gait discriminator parameters. Although, the heterogeneity of the pre frail condition and its clinical resemblance with a non frail condition, the factorial

analysis used in this study helped to identify the gait markers that could discriminate elderly females' non-frail from pre-frail. Since step length is a measure that could be easily obtained clinically, it could be used as a screening tool to identify pre frail elderly females and target this group with physical therapy programs focused on increasing step length and gait velocity to prevent the adverse frailty outcomes.

Key-words: Elderly frail, gait, factor analysis.

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

**AVD – Atividade de Vida Diária**

**AIVD – Atividade Instrumental de Vida Diária**

**CES-D – *Center for Epidemiological Studies-Depression***

**CHS – *Cardiovascular Health Study***

**D<sup>2</sup> – Distância de Mahalanobis**

**DP – Desvio-Padrão**

***et al.* – e outros**

**FES-Brasil – *Falls Efficacy Scale-Brasil***

**IC – Intervalo de Confiança**

**IF – Grupo Idosas Frágeis**

**IMC – Índice de Massa Corporal**

**MEEM – Mini-Exame do Estado Mental**

**NF – Grupo Não-Frágil**

***p* – p-valor**

**PF – Grupo Pré-Frágil**

**Rede FIBRA – Rede de Estudos da Fragilidade de Idosos Brasileiros**

**SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences***

**TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

**UBS – Unidade Básica de Saúde**

**UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais**

**Kg - Kilogramas**

**Kgf – Kilograma-força**

**m – metros**

**m<sup>2</sup> – metros quadrados**

**m/s – metros por segundo**

**vs. – versus**

**± – mais ou menos**

**% – porcentagem**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>1.1 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>16</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA</b>	<b>23</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b>	<b>24</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b>	<b>24</b>
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>25</b>
<b>2.1 TIPO DE ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS</b>	<b>25</b>
<b>2.2 AMOSTRA</b>	<b>25</b>
<b>2.3 INSTRUMENTAÇÃO</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1 Dados Sócio-Demográficos, Clínicos e Antropométricos</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2 Fenótipo de Fragilidade</b>	<b>26</b>
<b>2.3.3 Número de quedas e Auto-Eficácia Relacionada às Quedas</b>	<b>28</b>
<b>2.3.4 Marcadores Temporais e Espaciais da Marcha</b>	<b>29</b>
<b>2.4 PROCEDIMENTOS</b>	<b>29</b>
<b>2.5 REDUÇÃO DOS DADOS</b>	<b>30</b>
<b>2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>	<b>32</b>
<b>2.7 ANÁLISE INICIAL DA AMOSTRA</b>	<b>34</b>
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>36</b>

<b>4. ARTIGO: Marcadores Temporais e Espaciais da Marcha de Idosas Comunitárias: Um Enfoque na Síndrome Da Fragilidade</b>	<b>42</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais e do Comitê de Ética da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO B – Mini-Exame do Estado Mental</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO C – Questionário <i>Minnesota Leisure Time Activities</i></b>	<b>69</b>
<b>ANEXO D – Escala de Auto-Eficácia Relacionadas às Quedas</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE B – Ficha de Avaliação</b>	<b>75</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 REVISÃO DA LITERATURA

Devido ao acelerado e sustentado declínio da taxas de fecundidade e mortalidade nos últimos 50 anos, o Brasil apresenta uma mudança rápida na estrutura etária de sua população, caracterizada pelo envelhecimento vigente<sup>1,2</sup>. Esse processo, acompanhado pelo aumento da prevalência de doenças crônico-degenerativas, das taxas de incapacidade funcional e morbidade, resulta em maiores gastos públicos nos serviços de saúde que apresentam modelos de atenção ineficientes para lidar com estes problemas<sup>2,3,4</sup>.

Uma das questões atuais mais importantes relativas à atenção da saúde do idoso é a fragilidade<sup>5</sup>. Apesar de abordada há aproximadamente mais de 30 anos na literatura científica, não existe uma definição consensual clara ainda acerca do termo “Fragilidade”<sup>5,6,7,8,9,10</sup>. Entre os primeiros estudos sobre fragilidade, destacava-se a idéia de que esta entidade estaria baseada na função e na capacidade (ou não) de realizar atividades de vida diária (AVD)<sup>11</sup>. Apesar de possibilitar a definição funcional dos idosos em um espectro de “frágeis” a “aptos”, esta idéia estritamente focada na funcionalidade dificulta a proposição de um quadro clínico definido ou de uma fisiopatologia para esta condição. Além disso, a fragilidade pode existir mesmo que um declínio funcional não seja evidente<sup>12,13</sup>.

A partir da década de 1990, o conceito emergente de fragilidade como uma síndrome multissistêmica passou a ser debatido e vem sendo amplamente aceito<sup>5,9</sup>. Speechley e Tinetti (1991)<sup>14</sup>, em um estudo sobre quedas e lesões em idosos “frágeis” e “vigorosos”, sugeriram uma classificação com os critérios idade, avaliação da marcha e do equilíbrio, auto-relato de caminhada e outras atividades físicas, depressão, uso de sedativos, visão para perto e força de membro superior e inferior. Idade superior a 80 anos, anormalidades na marcha e equilíbrio, ausência ou irregularidade na frequência de caminhada, uso de sedativos, diminuição na força muscular de ombros e joelhos, e perda da visão proximal eram critérios considerados para fragilidade; critérios de vigor, ou seja, para não-frágeis eram idade inferior a 80 anos, cognição intacta, exercícios físicos frequentes e visão proximal boa. Os idosos eram considerados frágeis se apresentassem pelo menos quatro critérios de fragilidade e apenas um critério de vigor. Idosos não-frágeis deveriam possuir pelos menos três critérios de vigor e dois ou menos critérios de fragilidade. Idosos que não se enquadrassem em nenhum destes grupos seriam classificados em um grupo de transição de fragilidade<sup>14</sup>.

Por outro lado, Rockwood *et al.* (1994)<sup>15</sup> propuseram um modelo dinâmico de fragilidade, definindo fragilidade como uma complexa interação de fatores médicos e sociais que podem manter ou ameaçar a independência funcional dos idosos. Neste modelo os fatores positivos, por exemplo, saúde, práticas saudáveis, recursos financeiros, suporte familiar, e os negativos, doenças, incapacidades físicas e mentais, dependência de terceiros, sobrecarga dos cuidadores, interagiriam entre si determinando idosos saudáveis ou frágeis. Caso os aspectos positivos sobrepusessem aos negativos, os idosos seriam saudáveis; caso contrário, os idosos não poderiam permanecer independentes e viver na comunidade, sendo esses considerados frágeis institucionalizados. Um terceiro grupo seria composto pelos idosos frágeis comunitários, devido a um equilíbrio precário entre aspectos positivos e negativos<sup>15</sup>.

Mais tarde, o mesmo grupo de pesquisadores definiu a fragilidade baseada na Escala de Status Geriátrico, utilizada para identificar idosos hospitalizados elegíveis para uma intervenção geriátrica especializada<sup>16</sup>. De acordo com esta escala, a fragilidade poderia ser leve (apenas déficit cognitivo leve, ou auto-relato de limitação em pelo menos uma atividade instrumental de vida diária (AIVD) apresentando função cognitiva normal, medida pela versão modificada do Mini-Exame do Estado Mental - MEEM), moderada (demência leve pelo MEEM ou auto-relato de limitação em AVD com função cognitiva normal) ou grave (demência moderada ou grave, ou auto-relato de limitação em AVD, independente de déficit cognitivo)<sup>9</sup>. Dentre os idosos classificados como levemente frágeis no estudo *Fitness and Frailty in Older Adults* a partir destes critérios, 71,3% apresentaram apenas incapacidade funcional, 14,4% apresentavam apenas déficit cognitivo e 14,3% apresentavam ambos. Dentre aqueles com fragilidade moderada ou severa, 28,1% apresentaram incapacidade funcional e cognitiva<sup>9</sup>.

Apesar de serem usadas comumente como sinônimos, fragilidade, comorbidade e incapacidade são entidades distintas<sup>5</sup>. Incapacidade pode ser definida como a dificuldade ou a dependência de terceiros para a realização de AVD, AIVD e atividades importantes para a qualidade de vida. Por sua vez, comorbidade pode ser definida como um acúmulo de doenças, ou seja, a presença de duas ou mais doenças em um mesmo indivíduo, diagnosticadas por um médico. Apesar desta distinção, estas entidades podem estar estreitamente relacionadas: a fragilidade pode sobrepor-se à comorbidade e incapacidade, a comorbidade pode contribuir para o desenvolvimento da fragilidade, e estas duas últimas podem predizer incapacidade nos idosos<sup>5</sup>.

No início dos anos 2000, Hogan *et al.* (2003)<sup>17</sup> destacaram que os critérios utilizados para a definição de fragilidade poderiam ser classificados em três grupos: dependência nas AVD e AIVD; vulnerabilidade aos estresses do ambiente, às patologias e quedas; e os estados patológicos tanto os agudos quanto os crônicos. Ainda no início desta década, a partir do *Cardiovascular Health Study* (CHS) e do *Women's Health and Aging Studies*, Fried *et al.*<sup>10</sup> propuseram a definição operacional de um fenótipo de fragilidade. Este fenótipo apresenta como componentes indicadores a perda de peso não intencional, exaustão auto-relatada, diminuição da força de prensão, baixo nível de atividade física e lentidão da marcha<sup>5,10,18</sup>.

A ausência dos componentes indicadores do fenótipo classifica os idosos como não-frágeis. O estado pré-frágil (estado de fragilidade intermediária) é indicado pela presença de um ou dois critérios e demonstra um risco aumentado para tornar-se frágil nos próximos três a quatro anos e para quedas, hospitalização e óbito nos próximos três anos<sup>10,14</sup>. Idosos com três ou mais dos cinco componentes indicadores são classificados como frágeis e estão mais susceptíveis a desfechos adversos como institucionalizações e aumento da mortalidade<sup>10</sup>. Tem sido demonstrado que a incidência para uma idosa tornar-se frágil é de 9% e para o estado de pré-fragilidade é de 66%<sup>19</sup>.

O grupo de pesquisadores liderado por Linda Fried<sup>5</sup> propôs uma definição mais elaborada para a síndrome de fragilidade. Neste quadro sindrômico de caráter multifatorial, assume-se uma perda de reserva fisiológica e da capacidade homeostática de o organismo resistir a eventos estressores, resultante do declínio acumulativo dos sistemas fisiológicos, composto principalmente por sarcopenia, desregulação neuroendócrina e disfunção imunológica<sup>5,9</sup>.

Utilizando estes critérios do fenótipo de fragilidade, Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup> realizaram uma coorte com 5317 idosos (58% do sexo feminino) com idade igual ou superior a 65 anos. Os resultados mostraram que 46,4% da população do CHS foram identificados como não-frágeis, 46,6% como pré-frágeis e 6,9% como frágeis<sup>10</sup>. Entre os frágeis, 68,5% eram do sexo feminino sendo que a prevalência da fragilidade aumentou com a idade<sup>10</sup>. Outros estudos longitudinais também relataram prevalências de fragilidade semelhantes as do CHS<sup>18,20,21</sup>. Quanto à prevalência dos componentes do fenótipo na população do CHS, baixo nível de atividade física, diminuição de força e lentidão de marcha foram os mais prevalentes (22%, 20% e 20%, respectivamente), e a perda de peso o menos prevalente com 6%. Essa distribuição de frequências foi semelhante entre os sexos, com exceção da exaustão, mais

prevalente nos idosos do sexo masculino (19%) do que no feminino (12%)<sup>10</sup>. A distribuição de frequências dos critérios diminuiu com o aumento do número de critérios manifestados, sendo de 32% para um critério e 15% para dois critérios dentre os pré-frágeis e 6%, 1% e 0.2% para três, quatro e cinco critérios, respectivamente<sup>10</sup>.

Santos (2008)<sup>22</sup> identificou em uma amostra de 113 idosos comunitários (85% do sexo feminino) com idade igual ou superior a 65 anos, 27,4% como não-frágeis, 59,3% como pré-frágeis e 13,2% como frágeis<sup>22</sup>. Notavelmente, o critério mais prevalente nessa amostra foi a diminuição de força de prensão com 47%, seguido por baixo nível de atividade física (17%), exaustão (16%), perda de peso (11%) e lentidão (9%). A diminuição de força se manteve como o critério mais prevalente nos idosos pré-frágeis (57%) e foi o segundo mais prevalente nos frágeis (26%), ficando atrás apenas do baixo nível de atividade física (28%). Entre os pré-frágeis, o critério menos prevalente foi lentidão da marcha (5%) e, entre os frágeis, perda de peso com 11%<sup>22</sup>.

A definição de Fried *et al.* vem sendo amplamente utilizada<sup>12,13</sup> por ser um método simples, de baixo custo e confiável para a detecção precoce de fragilidade. Mesmo em idosos funcionalmente ativos, o fenótipo de fragilidade vem possibilitando uma linguagem unificada entre os vários profissionais da saúde no que se refere à definição de idoso frágil<sup>22</sup>.

Além das repercussões inerentes ao processo do envelhecimento, idosos pré-frágeis e frágeis podem apresentar ainda piora da mobilidade, que poderia estar refletida em alterações na marcha<sup>10,14,23,24</sup>. A marcha envolve o sincronismo dos membros inferiores movendo o corpo à frente em uma base estável<sup>25</sup>. Uma regulação dinâmica durante a marcha é essencial para um desempenho seguro e eficiente em várias atividades cotidianas do idoso<sup>26</sup>. A análise da marcha é parte integral da avaliação fisioterápica e gerontológica e tem sido usada para determinar características típicas de doenças neurológicas e ortopédicas em idosos e para avaliar mudanças associadas com o processo de envelhecimento<sup>27,28,29,30</sup>. Dentre as medidas mais usadas clinicamente na análise de marcha pela sua importância, rapidez e praticidade, destacam-se os marcadores temporais e espaciais, como a velocidade da marcha, o comprimento do passo e da passada, o tempo das fases de apoio, oscilação e duplo apoio e a cadência<sup>31,32</sup>. A quantificação desses marcadores tem sido útil na identificação precoce de potenciais caidores tão bem como na documentação de alterações da marcha de idosos<sup>23,33,34</sup>.

Kressig *et al.* (2004)<sup>23</sup> avaliaram um grupo de 50 idosos ( $79,6 \pm 5,8$  anos), sendo 45 do sexo feminino, classificados como “em transição para a fragilidade”. Os critérios utilizados

para a classificação dos idosos como pré-frágeis nesse estudo descritivo foram baseados nos propostos por Speechely e Tinetti (1991)<sup>14</sup>, que levam em consideração a idade, avaliação da marcha e do equilíbrio, auto-relato de caminhada e outras atividades físicas, depressão, uso de sedativos, visão para perto e força de membro superior e inferior<sup>23</sup>. Foi encontrada uma velocidade de marcha de  $0,97 \pm 0,23$  metros por segundo (m/s), comprimento da passada de  $1,11 \pm 0,18$  metros, cadência de  $105,7 \pm 12,7$  passos por minuto, porcentagens das fases de apoio, oscilação e duplo de apoio de  $66,0 \pm 3,1$ ,  $34,0 \pm 3,1$  e  $32,1 \pm 5,8$ , respectivamente. Nesse estudo descritivo, os pesquisadores sugeriram que os marcadores temporais e espaciais da marcha dos idosos pré-frágeis diferiram substancialmente de outros grupos clínico específicos, como idosos “aptos”, idosos caidores com preocupação com quedas, idosos vigorosos e idosos independentes<sup>23</sup>. Além da falta de análise estatística na comparação desses grupos, os marcadores temporais e espaciais não foram comparados com os de idosos não-frágeis e frágeis.

Por outro lado, Moe-Nilssen e Helbostad (2005)<sup>35</sup>, em um estudo conduzido em 33 idosos “aptos” ( $73,1 \pm 3,3$  anos) e 32 frágeis comunitários ( $80,5 \pm 4,0$  anos), mostraram que idosos frágeis se diferenciam dos “aptos” por apresentarem maior variabilidade na aceleração do tronco entre as passadas. Esta variabilidade do tronco classificou corretamente 80% dos sujeitos em seu respectivo grupo (sensibilidade = 0,75; especificidade = 0,85). Fragilidade, nesse estudo, foi operacionalizada pela idade maior ou igual a 75 anos, por ter sofrido pelo menos uma queda no último ano e uso de algum tipo de dispositivo de locomoção<sup>35</sup>. Nesse estudo, os idosos frágeis em relação aos “aptos” apresentaram velocidade de marcha significativamente menor tanto em velocidade preferida ( $0,83 \pm 0,11$  versus  $0,96 \pm 0,15$  m/s, respectivamente,  $p = 0,001$ ) quanto na máxima ( $1,15 \pm 0,18$  versus  $1,48 \pm 0,23$  m/s, respectivamente,  $p < 0,001$ ), menor cadência ( $97,1 \pm 6,0$  versus  $105,0 \pm 8,0$  passos por minuto em  $0,9$  m/s,  $p = 0,003$ ) e maior largura de passo ( $9,9 \pm 4,2$  centímetros versus  $9,4 \pm 2,6$  em  $0,9$  m/s,  $p = 0,03$ )<sup>35</sup>.

Dentre outros fatores, a sarcopenia – perda de massa muscular e força – pode estar relacionada tanto às alterações de marcha quanto pode ser considerada um dos elementos envolvidos no ciclo da fragilidade<sup>10,36,37</sup>. Uma base biológica plausível em discussão na literatura a respeito da síndrome da fragilidade estaria associada à desregulação da resposta inflamatória sistêmica, tornando os idosos mais vulneráveis às doenças e ao declínio funcional. Esta desregulação estaria relacionada a citocinas pró-inflamatórias, como o aumento da interleucina-6 e do fator de necrose tumoral alfa, que podem atuar sistemicamente

na inibição de síntese protéica, associando-se à diminuição da massa muscular e, portanto, à sarcopenia. Além disso, esta desregulação associa-se também a alterações endócrinas e ao aumento da incidência de incapacidade e mortalidade<sup>10,38</sup>. Ainda no ciclo da fragilidade, a anorexia do envelhecimento acarreta um estado crônico de subnutrição caracterizado pela ingestão inadequada de proteína e pela deficiência de micronutrientes e aos balanços energéticos e nitrogenados negativos com perda de peso corporal. Este fenômeno da anorexia associado ao surgimento de doenças poderia exacerbar a sarcopenia. Isso desencadearia por sua vez diminuição da aptidão física, como refletida na diminuição da produção de força e potência muscular, do metabolismo de repouso, da capacidade de consumo máximo de oxigênio e nas alterações dos dados temporais e espaciais da marcha como a diminuição da velocidade de marcha<sup>7,10,19</sup>.

A lentidão na marcha, além de ser um dos critérios do fenótipo de fragilidade proposto por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup>, está associada positivamente com capacidade funcional<sup>39</sup> e auto-relato de saúde<sup>29</sup>, sugerindo a importância dessa medida com relação à funcionalidade. Comparativamente a estudos com adultos jovens, o idoso apresenta uma velocidade de marcha significativamente menor<sup>40,41</sup>. Kerrigan *et al.* (2000).<sup>34</sup> investigaram a marcha de 16 idosos (77,0 ± 7,8 anos) com história de pelo menos duas quedas nos últimos seis meses e de 23 idosos (73,2 ± 5,6 anos) sem história de quedas. A velocidade da marcha dos idosos caídores foi significativamente menor do que dos idosos não caídores (0,89 ± 0,22 versus 1,21 ± 0,12 m/s,  $p < 0,001$ ). Resultados similares foram também encontrados em um grupo de 23 idosos com medo de quedas em comparação a 72 idosos sem medo de quedas avaliados pela *Modified Falls Efficacy Scale* (0,88 ± 0,33 versus 1,27 ± 0,23 m/s,  $p < 0,05$ )<sup>42</sup>.

Recentemente, Kirkwood *et al.* (2010, *in press*)<sup>43</sup> mostraram que a variável comprimento do passo e a velocidade da marcha são marcadores potencialmente importantes na discriminação de idosos com baixa e alta preocupação com quedas, sendo que o poder de discriminação do comprimento do passo foi a variável mais importante no modelo. O comprimento do passo, distância entre contatos iniciais sucessivos de pés opostos, e o tamanho da passada, distância entre contatos iniciais consecutivos de um mesmo pé, são usualmente medidos em metros e têm sido documentados como reduzidos em idosos comparativamente aos adultos jovens<sup>40,41</sup> e idosos com medo de quedas. Além disso, idosos caídores<sup>34</sup>, com medo de quedas<sup>42</sup> e com baixo desempenho físico<sup>33</sup> apresentam menores tamanhos de passo e passada do que os idosos hígidos. Similarmente, o aumento da largura da base de suporte, distância horizontal entre os dois pés, tem sido associado com instabilidades

na marcha<sup>44</sup> e com queda ou medo de cair em idosos<sup>30,42</sup>. A fase de duplo apoio ou o período de tempo em que ambos os membros estão em contato com o solo corresponde percentualmente na marcha normal a 20%, sendo 10% no duplo apoio inicial e 10% no duplo apoio terminal<sup>25</sup>. Semelhantemente à largura da base de suporte, um aumento percentual nesse marcador também tem sido associado às quedas e ao medo de cair<sup>30,42</sup>. A cadência, ou número de passos por minuto, tem sido documentada em idosos com resultados controversos comparativamente aos adultos jovens, ora sem diferença significativa<sup>40,45</sup>, ora com diferença significativa<sup>41</sup>.

Apesar dos marcadores temporais e espaciais da marcha em idosos comparados a outros grupos clínicos específicos ou mesmo a jovens estarem bem fundamentados na literatura, faltam estudos que investiguem a diferença desses marcadores em idosos classificados de acordo com fenótipo de fragilidade proposto por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup>. Pinedo *et al.* (2009)<sup>46</sup> conduziram um estudo com o objetivo de determinar o ponto de corte para a velocidade de marcha que indica fragilidade a partir dos critérios propostos por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup> em 246 idosos peruanos ( $69,9 \pm 7,6$  anos) de ambos os sexos (59,8% do sexo feminino)<sup>46</sup>. A prevalência de fragilidade nessa amostra foi de 7,7% e para pré-fragilidade de 64,6%. A velocidade de marcha foi calculada pela divisão da distância percorrida de oito metros (em um total de 10 metros, retirando o primeiro e último metro) pelo tempo mais rápido das duas mensurações por um cronômetro. O ponto de corte para a velocidade que indica fragilidade foi de 0,7 m/s e para pré-fragilidade de 1,1 m/s, valores mantidos mesmo após ajuste para possíveis fatores de confusão<sup>46</sup>. Devido à praticidade e aplicabilidade clínica dos critérios propostos por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup> na identificação precoce de idosos pré-frágeis e frágeis, a determinação de qual ou quais marcadores temporais e espaciais da marcha que melhor discriminam idosos não-frágeis dos pré-frágeis e pré-frágeis dos frágeis pode contribuir para o surgimento de novas informações sobre a deambulação dessas populações e para o delineamento de intervenções mais eficazes.

Somado a isso, a maioria dos estudos de análise de marcha apresentam resultados obtidos por métodos estatísticos que não levam em consideração a correlação entre as variáveis temporais e espaciais da marcha<sup>47</sup>. Quando se testa hipótese usando variáveis correlacionadas, corre-se o risco de não perceber os efeitos independentes das variáveis justamente devido às intercorrelações. Para atender a essa necessidade é necessária a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas. A análise fatorial exploratória nesse ponto é vantajosa, pois tem como objetivo reduzir o número de variáveis em estudo em subgrupos de

novas variáveis denominadas fatores, não correlacionadas entre si e que explicam a maior parte da variação dos dados. Os fatores são explicações das covariâncias das variáveis originais<sup>48</sup>. Os valores numéricos dos fatores, chamados de escores, podem ser obtidos para cada elemento da amostra e representam o grau com que cada indivíduo da amostra se relaciona com o fator<sup>48,49</sup>. Esses escores podem ser utilizados como hipóteses estatísticas para detectar diferenças entre grupos e podem ser também usados para classificar, por meio da análise discriminante, qual variável melhor discrimina os grupos<sup>50</sup>.

Uma vez que os programas de reabilitação de idosos normalmente incluem um treinamento de marcha ou tem como variável resposta algum parâmetro da marcha, é importante determinar que marcadores temporais e espaciais melhor discriminam idosos classificadas de acordo com o fenótipo proposto por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup>. A aquisição de novas informações sobre a marcha de idosos no espectro da fragilidade possibilitará um maior entendimento das características de deambulação dessas populações. Além disso, a detecção de alterações da marcha e a identificação desses marcadores poderão contribuir para um diagnóstico funcional e planejamento de intervenções preventivas mais adequadas, objetivando uma melhora da capacidade funcional do idoso.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A síndrome da fragilidade em idosos está associada à institucionalização, hospitalização, incapacidade funcional e mortalidade. Além disso, idosos pré-frágeis e frágeis apresentam risco elevado de apresentar desfechos de importância clínica como quedas, piora da mobilidade, hospitalização e óbito. Apesar dessa importância, há poucos estudos que focaram a biomecânica da marcha desses indivíduos e faltam estudos que descrevam e comparem os marcadores temporais e espaciais dessa população de acordo com o fenótipo proposto por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup>. Além disso, por meio de técnicas estatísticas mais apropriadas, determinar que marcadores temporais e espaciais da marcha que poderiam discriminar melhor esses indivíduos não-frágeis, pré-frágeis e frágeis poderia ajudar na identificação precoce de alterações na marcha dessa população e no delineamento de estratégias de prevenção mais eficazes.

## **1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Comparar os marcadores temporais e espaciais da marcha entre idosas comunitárias não-frágeis (NF), pré-frágeis (PF) e frágeis (IF) de acordo com o fenótipo de fragilidade proposto por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup>.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- 1) Caracterizar o perfil sócio-demográfico, antropométrico e clínico da amostra estudada.
- 2) Descrever a distribuição de frequência de cada critério do fenótipo de fragilidade para os grupos pré-frágil e frágil.
- 3) Comparar os marcadores temporais e espaciais da marcha (velocidade normalizada da marcha, comprimento do passo, tempo do passo, tempo das fases de apoio, oscilação, duplo apoio, e cadência) entre os grupos não-frágil, pré-frágil e frágil.
- 4) Determinar quais marcadores temporais e espaciais da marcha que melhor discriminam os grupos não-frágil, pré-frágil e frágil.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 TIPO DE ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS**

Foi conduzido um estudo observacional do tipo transversal como subprojeto do estudo multicêntrico e multidisciplinar denominado Perfis de Fragilidade em Idosos Brasileiros da Rede de Estudos da Fragilidade de Idosos Brasileiros (Rede FIBRA). A Rede FIBRA tem como objetivo identificar a prevalência da síndrome da fragilidade em idosos brasileiros e estudar os fatores associados a ela. Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais e pelo Comitê de Ética da Secretária Municipal de Saúde de Belo Horizonte (ANEXOS A), este estudo envolveu idosas que participaram voluntariamente após lerem, afirmarem ter compreendido e assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

### **2.2 AMOSTRA**

Apesar de ser um subprojeto da Rede FIBRA, o presente estudo trabalhou com amostra de conveniência selecionando idosas residentes da comunidade de Belo Horizonte e de duas Unidades Básicas de Saúde (UBS) da Regional Nordeste de Belo Horizonte (UBS São Marcos e UBS Cachoeirinha), de centros de convivência da terceira idade e por demanda voluntária a partir de divulgação realizada pelas próprias idosas que haviam participado do estudo.

A inclusão em cada grupo limitou-se ao número de critérios apresentados do fenótipo de fragilidade<sup>10</sup>, sendo nenhum para o grupo NF, um ou dois para o PF, e três ou mais para o grupo IF. Os critérios de inclusão comum aos três grupos foram ter idade mínima igual ou maior a 65 anos, ser do sexo feminino e ser capaz de assinar o TCLE (APÊNDICE A).

Os critérios de exclusão para os três grupos foram ter déficit cognitivo avaliado pela versão adaptada à população brasileira do MEEM<sup>51</sup> (ANEXO B); presença de seqüelas motoras devido a doenças reumáticas, ortopédicas e/ou neurológicas; idosas sob tratamento fisioterápico para membros inferiores há pelo menos três meses; idosas sob tratamento de câncer, exceto o de pele; ter sofrido trauma ou intervenções cirúrgicas nas articulações do tornozelo, joelho e quadril no último ano; presença de desvios posturais acentuados na coluna ou deformidades graves nos pés.

## 2.3 INSTRUMENTAÇÃO

### 2.3.1 Dados Sócio-Demográficos, Clínicos e Antropométricos

Um questionário estruturado foi aplicado nas coletas contendo os seguintes dados sociais e demográficos: idade, estado conjugal e escolaridade (APÊNDICE B). Neste mesmo questionário, as seguintes variáveis clínicas foram coletadas: auto-relato do número de medicamentos usados regularmente nos últimos três meses, auto-relato da presença ou ausência no último ano de comorbidades diagnosticadas por um médico (doença do coração, hipertensão arterial, derrame/acidente vascular encefálico, diabetes mellitus, câncer/tumor, artrite/ reumatismo, doença pulmonar crônica, depressão, osteoporose).

A estatura de cada idosa foi medida a partir do registro métrico de 1 (um) metro na parede por meio de uma fita métrica; o complemento entre esta medida e a estatura da idosa era medido e somado ao valor de 1 (um) metro para obtenção final da estatura. A seguinte padronização foi usada para todas as mensurações: idosa em ortostatismo, com os calcanhares juntos, costas eretas e braços estendidos ao lado do corpo; sem calçado e/ou chapéu; cabeça alinhada a fim de evitar a elevação ou abaixamento do queixo<sup>56</sup>.

A massa corporal foi medida através de uma balança eletrônica portátil. Com o peso igualmente distribuído entre os dois pés, o indivíduo posicionava-se em pé no centro da balança, usando o mínimo de roupa possível e sem os calçados<sup>56</sup>. O IMC foi calculado pela divisão da massa corporal pelo quadrado da estatura ( $\text{Kg/m}^2$ ).

### 2.3.2 Fenótipo de fragilidade

Operacionalizou-se o fenótipo de fragilidade neste estudo conforme proposto por Fried *et al.* (2001)<sup>10</sup>. Foram adotados pontos de corte calculados a partir da presente amostra em estudo.

#### *Perda de peso não intencional*

Esse indicador foi avaliado pela pergunta “No último ano, a senhora perdeu peso involuntariamente? Se sim, quantos quilos aproximadamente?”. Se a resposta fosse positiva e maior do que 5% do peso corporal, este critério de fragilidade era considerado positivo.

### *Exaustão*

Esse indicador foi avaliado pelo auto-relato de vitalidade por meio das questões 7 e 20 da *Center for Epidemiological Studies – Depression (CES-D)*: “Senti que teve que fazer esforço para dar conta das suas tarefas habituais” e “Não conseguiu levar adiante suas coisas”<sup>10</sup>. A CES-D, escala composta por 20 itens sobre humor, sintomas somáticos, interações com os outros e funcionamento motor, apresenta respostas em escala *Likert* (0 = nunca ou raramente, 1 = às vezes, 2 = na maioria das vezes, 3 = sempre), com o escore final variando de zero a 60 pontos. Na validação dessa escala para os idosos brasileiros, pontuação maior que 11 foi o que discriminou melhor casos de não casos (sensibilidade de 74,6%, especificidade de 73,6% e consistência interna considerada alta de 0,86)<sup>52</sup>. As idosas que obtiveram escore 2 ou 3 em qualquer uma das duas questões preencheram o critério de fragilidade quanto à exaustão.

### *Diminuição da força de preensão*

Esse indicador foi avaliado pelo dinamômetro manual do tipo JAMAR (*SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer*, modelo SH5001 – 973, Yangdeok – Dong, PO Box 426, *Masan Free Trade Zone*, Masan 630-728 KOREA), um instrumento padrão de fácil aplicação para medir força de preensão manual<sup>53</sup> e de resultados estimados sobre a força muscular corporal global<sup>54</sup>. O procedimento do teste seguiu as recomendações da *American Society of Hand Therapists*: idosa sentada com ombro aduzido, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra, e punho entre 0 a 30° de extensão; a alça móvel do instrumento na 2ª posição e teste realizado na mão dominante. Foi dado um comando verbal pelo examinador para início do teste<sup>53</sup>. Assim, a idosa apertava a alça do dinamômetro, mantendo-a pressionada por seis segundos. Foram obtidas três medidas em quilograma-força (Kgf), considerando-se a média dessas medidas<sup>55</sup>. Os pontos de corte para este critério foram determinados a partir de quartis ajustados pelo Índice de Massa Corporal (IMC) e pelo respectivo percentil 20 da presente amostra.

### *Lentidão de marcha*

Calculou-se a lentidão de marcha pelo tempo gasto, em segundos, para percorrer, em velocidade auto-selecionada habitual, uma distância de 4,6 metros, em uma distância total de 8,6 metros, sendo que os dois metros iniciais e os dois metros finais foram desconsiderados para o cálculo do tempo gasto na marcha, devido às fases de aceleração e desaceleração. Para

a realização do teste, as idosas utilizaram seu calçado habitual e foram orientadas a deambular após um comando verbal dado pelo examinador. A média das três medidas coletadas com uso de um cronômetro foi usado para análise. Os pontos de corte para este critério foram ajustados pela estatura e determinados a partir do percentil 20 da presente amostra.

#### *Baixo nível de atividade física*

Esse critério foi avaliado pelo *Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire* (versão Rede FIBRA) que apresenta questões relacionadas ao nível de atividade física do idoso. Esse questionário mede em kilocalorias, a partir do dispêndio de energia nas duas últimas semanas, ajustado de acordo com o sexo. São avaliados atividades e exercícios como caminhadas, aparar grama, jardinagem, correr, andar de bicicleta, exercícios aeróbicos, natação, ginástica (ANEXO C). Os pontos de corte para presença do critério foram determinados a partir do percentil 20 da presente amostra.

### **2.3.3 Número de quedas e Auto-Eficácia Relacionada às Quedas**

O número de quedas no último ano foi registrado a partir da seguinte pergunta contida no questionário estruturado: “A senhora sofreu quedas nos últimos 12 meses? Quantas (em caso afirmativo)?”. A definição de queda operacionalizada para esta pergunta é um evento não-intencional que tem como resultado a mudança de posição do indivíduo para um nível mais baixo em relação à sua posição inicial<sup>57</sup>.

A escala *Falls Efficacy Scale-International-Brazil* (FES-I-Brasil) foi utilizada para avaliar o medo de cair<sup>58</sup> e é baseada na definição operacional de medo como uma baixa percepção da auto-confiança em evitar quedas durante atividades essenciais e relativamente não perigosas<sup>59</sup>. São avaliadas 16 atividades e as participantes relataram suas respostas em relação à preocupação sobre a possibilidade de cair ao realizá-las. O escore varia de um (“nem um pouco preocupada”) a quatro (“extremamente preocupada”) para cada questão<sup>59</sup>. Esta escala foi traduzida e adaptada para a língua portuguesa e após este processo e avaliação das propriedades psicométricas, foi demonstrada como adequada para avaliar o medo de cair na população de idosos comunitários brasileiros<sup>58</sup>.

### **2.3.4 Marcadores temporais e espaciais da marcha**

Os marcadores espaciais e temporais da marcha foram avaliados pelo sistema eletrônico portátil GAITRite<sup>®</sup> (MAP/CIR INK, Haverton, PA, USA), que é composto por um tapete emborrachado eletrônico de 5,72 metros de comprimento, por 92 centímetros de largura e 0,6 cm de espessura, conectado a um microcomputador. O tapete possui 13.824 sensores embutidos que delimitam uma área ativa com 4,88 metros de comprimento. Esses sensores captam a pressão mecânica relativa de cada pé à medida que a participante deambulava sobre a área ativa. O sistema captura a geometria e a configuração relativa de cada pegada, por meio de algoritmos, em função do tempo. Uma vez que a pegada é formada, a mesma é dividida em áreas quadriláteras, o que permitia a identificação de regiões plantares do pé e o centróide de cada região. A partir dessas regiões e dos centróides são calculadas as relações espaciais e temporais de cada pegada. O sistema permite deambulação com calçado usual e dispositivos de auxílio à locomoção. As medidas fornecidas pelo GAITRite<sup>®</sup> apresentam validade e confiabilidade como relatado na literatura<sup>60,61,62</sup>.

## **2.4 PROCEDIMENTOS**

A coleta dos dados foi realizada pelo pesquisador auxiliado por acadêmicos do curso de graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que receberam treinamento para a condução dos procedimentos. As coletas eram previamente agendadas e realizadas em duas UBS vinculadas à UFMG (UBS São Marcos e UBS Cachoeirinha), pertencentes à Regional Nordeste de Belo Horizonte, para as residentes nessas comunidades e no Laboratório de Análise de Movimento da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG para as demais participantes. Nas UBS, o agendamento contou com o auxílio de agentes comunitários de saúde que, a partir de uma listagem das idosas com perfil para o estudo, convidavam cada voluntária para participação em dia e horário pré-determinados. O não comparecimento da convidada era suprido pela demanda espontânea de idosas encontradas na recepção das UBS. Todas as coletas ocorreram no período compreendido entre abril e julho de 2010.

As voluntárias passaram por uma triagem inicial feita pelos acadêmicos de Fisioterapia. Aquelas que se disponibilizaram e que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão foram convidadas para participar do estudo. Após receberem informações detalhadas

a respeito dos procedimentos do estudo e concordarem em participar, assinaram o TCLE (APÊNDICE A).

A avaliação foi realizada em duas etapas em um único dia. Inicialmente, foi realizada a avaliação de triagem do estado mental pelo MEEM (ANEXO B), seguida por uma avaliação geral por meio de um questionário estruturado com dados pessoais e gerais (APÊNDICE B), como dados antropométricos, número de comorbidades, uso de medicamentos, número de quedas, auto-eficácia relacionada às quedas (ANEXO D). Em seguida, foi realizada a avaliação dos itens que compõem o fenótipo de fragilidade.

A segunda etapa consistiu no teste de marcha realizado no sistema de marcha GAITRite<sup>®</sup> que capta todos os parâmetros temporais e espaciais. Para tal, as participantes foram instruídas a andar sobre o tapete, com seus calçados usuais, em velocidade normal. Inicialmente, foi realizada familiarização com o instrumento. Cada participante foi acompanhada imediatamente atrás e ao lado do tapete, para aumentar a segurança em casos de instabilidade.

A partir da distância efetiva ativa de 4,88 metros no tapete, foram delimitadas as fase de aceleração e de desaceleração constituídas, cada uma por dois metros. Estas distâncias eram demarcadas por fita no chão antes e após o tapete, delimitando os pontos de partida e de chegada de cada coleta. Foram realizadas um mínimo de seis caminhadas (voltas) para cada idosa, com o objetivo de se obter seis coletas<sup>61,63</sup>. Em cada coleta foram armazenadas aproximadamente seis passadas, sendo três do membro inferior direito e três do membro inferior esquerdo. Apesar de permitido um período de repouso em caso de sensação de cansaço, não houve registro desta solicitação por qualquer participante. A duração média para cada coleta foi de aproximadamente 35 minutos.

## **2.5 REDUÇÃO DOS DADOS**

Os pontos de corte para os critérios força de prensão, lentidão da marcha e nível de atividade física, calculados e obtidos a partir da presente amostra em estudo, foram:

- Força de prensão (em Kgf, ajustada pelo IMC em Kg/m<sup>2</sup>):
  - $IMC \leq 24 = 15 \text{ Kgf}$ ;

- $24 < \text{IMC} \leq 27 = 16 \text{ Kgf}$ ;
  - $27 < \text{IMC} \leq 30 = 17 \text{ Kgf}$ ;
  - $\text{IMC} > 30 = 17 \text{ Kgf}$ .
- Lentidão da marcha (ajustada pela estatura em centímetros):
    - Estatura  $\leq 153 = 5$  segundos;
    - Estatura  $> 153 = 4,8$  segundos.
  - Nível de atividade física = 665 Kcal.

Para este estudo, foi definida a variável espacial comprimento do passo; as variáveis temporais em percentual das fases de apoio, oscilação e duplo apoio e o tempo de passo; e as variáveis espaço-temporais, velocidade normalizada da marcha e cadência definidas a seguir:

1. A velocidade normalizada da marcha foi obtida após a divisão da distância percorrida (eixo longitudinal do centro do calcanhar da primeira pegada ao centro do calcanhar da última pegada) pelo tempo de deambulação (tempo gasto entre o primeiro contato da primeira e última pegada) e pela média do comprimento dos membros inferiores, medido do trocânter maior ao solo, passando pelo ponto que divide em dois cada maléolo lateral. É expressa no presente estudo em  $\text{m/s}^{64}$ .
2. O comprimento do passo foi medido ao longo da linha de projeção, do centro do calcanhar da pegada em questão ao centro do calcanhar da pegada prévia do pé oposto e expresso em centímetros (cm)<sup>64</sup>.
3. O tempo do passo foi determinado pelo tempo gasto entre o primeiro contato de um pé ao primeiro contato do pé oposto e expresso em segundos<sup>64</sup>.
4. A cadência foi definida pelo número de passos dados dividido pelo tempo em minutos decorrido entre o primeiro e o último contato no tapete<sup>64</sup>.

5. A fase de apoio foi determinada como o tempo gasto entre o primeiro contato e o último contato de duas pegadas consecutivas do mesmo pé expressa em porcentagem (%) do ciclo da marcha<sup>64</sup>.
6. A fase de oscilação também em porcentagem (%) do ciclo da marcha foi determinada como o tempo gasto entre o último contato do pé em questão ao primeiro contato da pegada seguinte do mesmo pé<sup>64</sup>.
7. A fase de duplo apoio (% do ciclo da marcha) foi definida como a somatória do tempo gasto entre o primeiro contato da pegada em questão e o último contato da pegada prévia do pé oposto com o tempo gasto entre o último contato da pegada em questão e o primeiro contato com a próxima pegada do pé oposto<sup>64</sup>.

O software do GAITRite<sup>®</sup> calcula as variáveis para cada passo direito e esquerdo a partir das áreas quadriláteras e centróides de cada pegada identificada pelos sensores de pressão<sup>65</sup>. Cada uma das seis coletas registradas foi processada separadamente. Neste processamento, separaram-se primeiro os passos direitos dos esquerdos por uma linha média. Em seguida, separaram-se cada pegada de um mesmo lado, ou seja, o pé direito do primeiro contato inicial é separado do pé direito do segundo contato inicial e assim sucessivamente. Cada pegada foi identificada por uma cor que indicava o membro inferior em questão: rosa para o esquerdo, e verde para o direito, o que permitiu o cálculo das variáveis temporais e espaciais da marcha. Todo este processo foi repetido separadamente para cada uma das seis coletas. Ao término de cada processamento transformaram-se os dados coletados em um único arquivo por meio de um recurso do software denominado “Test”. Ou seja, os arquivos são agrupados em um único arquivo passando ser a somatória de todas as seis voltas coletadas, contendo dados do membro inferior direito e esquerdo. Em seguida os dados foram transferidos para uma planilha em Excel, e a média e os desvios-padrão dos parâmetros obtidos<sup>65</sup>.

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As características das participantes no início do estudo foram apresentadas como média e desvio-padrão e a média da diferença entre os grupos com o intervalo de confiança de 95%. Os dados temporais e espaciais da marcha foram analisados por meio da Análise

Fatorial. A análise fatorial por meio de componentes principais é uma abordagem estatística usada para descrever a variabilidade original de um vetor aleatório  $X$ , em um número menor de variáveis aleatórias denominadas fatores comuns. O objetivo é condensar a informação contida em diversas variáveis originais em um conjunto menor, com perda mínima de informação<sup>49</sup>. Os fatores estão relacionados com o vetor original  $X$  por meio de um modelo linear, sendo que parte da variabilidade é atribuída aos fatores comuns e o restante atribuído às variáveis que não entraram no modelo, ou seja, ao erro aleatório<sup>49</sup>. Uma segunda vantagem da análise fatorial, além da redução dos dados preservando a maior parte da informação, está no fato que a partir dos fatores identificados, calculam-se os seus escores para cada elemento amostral. Conseqüentemente, esses escores por serem não correlacionados podem ser usados em outros tipos de análise estatística, como na análise de variância ou análise discriminante, facilitando a comparação entre amostras<sup>66</sup>.

O critério da percentagem de variância total explicada pelo fator determina que a obtenção de fatores deva ocorrer até que uma percentagem acumulada  $x$  de variância tenha sido explicada. Em estudos conduzidos com variáveis da marcha, o critério da percentagem total tem sido aplicado, sendo 90% a percentagem mínima de variância explicada requerida<sup>50</sup>.

Em muitos casos, a interpretação dos fatores se complica devido à presença de cargas fatoriais de grandezas similares em mais de um fator. Quando isso ocorre, a suposição de ortogonalidade dos fatores está sendo violada<sup>49</sup>. A rotação varimáx maximiza a soma ponderada de variâncias de cargas fatoriais. A partir da matriz inicialmente estimada, a rotação varimáx busca a redistribuição das cargas fatoriais iniciais de modo a aumentar as cargas que já são elevadas em certos fatores e diminuir as cargas que são intermediárias nesses fatores. O objetivo é tentar elevar para 1 (ou  $-1$ ) as cargas fatoriais que já são mais altas e diminuir para zero aquelas que são intermediárias ou pequenas. Com isso, alguns fatores vão se correlacionar fortemente com as variáveis cujos valores são próximos de 1 e de maneira fraca com os variáveis cujos valores são próximos de 0 (zero)<sup>66</sup>. O resultado são fatores mais fáceis de serem interpretados, uma vez que as variâncias estão mais bem distribuídas.

O modelo da análise fatorial está fundamentado em suposições que não podem ser verificadas *a priori*, portanto, é importante avaliar até que ponto a matriz de cargas fatoriais estimada representa corretamente a relação existente entre as variáveis originais e os fatores do modelo<sup>49</sup>. Além disso, como os fatores são estimados a partir de amostras da população é

necessário avaliar até que ponto as conclusões podem ser generalizadas para a população como um todo. No presente estudo a amostra foi repartida em tamanhos iguais e o modelo fatorial re-estimado. Caso os resultados sejam similares à primeira análise, tem-se evidência de certa estabilidade do modelo, indicando que a análise fatorial está correta ou pode ser generalizada.

Uma vez identificados os fatores, foi aplicada a análise discriminante para determinar qual (ou quais) fator melhor discriminam os grupos de idosas com fragilidade. O objetivo da análise discriminante é desenvolver uma função matemática que possa discriminar o comportamento dos grupos e que possa ser utilizada para classificação de novos elementos nesses grupos<sup>49</sup>. A função discriminante foi determinada pelo método *Stepwise*. Essa abordagem envolve a inclusão das variáveis preditoras na função discriminante, uma por vez, com base em seu poder discriminatório. Neste caso, as variáveis que não são úteis são eliminadas, ficando apenas as mais discriminantes<sup>67</sup>.

Uma vez determinado os fatores preditores, é possível calcular a contribuição de cada variável original que compõe o fator no modelo discriminante por meio do coeficiente de classificação linear de Fisher. Os coeficientes foram primeiramente padronizados, dividindo pelo desvio-padrão total, mantendo assim a média original das variáveis originais, de forma que todos os coeficientes são transformados para o intervalo  $[-1,1]$ <sup>49</sup>. Dessa maneira é possível determinar, em valor absoluto, que variável mais contribui para a função discriminante. Os dados foram analisados com o pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* versão 15 (SPSS Inc. Chicago, Illinois). O nível de confiança usado foi de 5%.

## 2.7 ANÁLISE INICIAL DA AMOSTRA

As 256 participantes idosas com idade de 65 a 89 anos do presente estudo foram classificadas a partir dos critérios do fenótipo de fragilidade<sup>10</sup>, resultando em um grupo com 108 (42,2%) idosas não-frágeis, 130 (50,8%) como pré-frágeis e 18 (7%) como frágeis. Desta amostra, dados de 90 idosas foram coletados nas UBS e 166 no Laboratório de Análise de Movimento do Departamento de Fisioterapia da UFMG.

A porcentagem de idosas por local de coleta – UBS ou laboratório – foi 34,4% versus 39,2% para as não-frágeis, 57,8% versus 54,8% para pré-frágeis, e 7,8% versus 6,0% para as frágeis, respectivamente. Uma análise inicial mostrou que os dados da marcha das idosas pré-frágeis coletados no laboratório eram significativamente diferentes em relação às idosas pré-frágeis das UBS. Portanto, decidiu-se não usar a amostra de 54 idosas pré-frágeis coletada nas UBS de saúde no presente estudo. Essa amostra de pré-frágeis das UBS será analisada em um estudo futuro. Somado a isso, a porcentagem de idosas frágeis foi muito menor em relação aos dois outros grupos, portanto, optou-se por não usar esse grupo na análise fatorial, visto que um grupo com um tamanho amostral muito pequeno em relação aos demais poderia prejudicar a análise. Isso resultou em 184 participantes idosas com idade de 65 a 86 anos, sendo 108 não-frágeis e 76 pré-frágeis.

A presença de *outliers* na análise fatorial é uma premissa que deve ser observada. Para isso, a distância de Mahalanobis ( $D^2$ ), que detecta a distância que cada caso está da média multivariada (conhecida como centróide) foi obtida. Cada caso é avaliado usando uma distribuição qui-quadrado com o nível de significância muito exigente, de 0,001. Casos que atingem esse valor de significância são considerados potenciais *outliers* e devem ser eliminados da análise. Foram excluídas três idosas não-frágeis e cinco idosas pré-frágeis identificadas como *outliers* em seus grupos. Portanto, o estudo apresentado a seguir analisou os dados comparando apenas dois grupos de idosas não-frágeis (NF), 105 no total e um grupo de idosas pré-frágeis (PF), com 71, totalizando 176 participantes idosas com idade de 65 a 86 anos.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, J. A.; GARCIA, R. A. The aging process in the Brazilian population: a demographic approach. **Cad.Saude Publica**, 19, n. 3, p. 725-733, May 2003
2. CHAIMOWICZ, F. Health of Brazilian elderly just before of the 21st century: current problems, forecasts and alternatives. **Rev.Saude Publica**, 31, n. 2, p. 184-200, Apr. 1997
3. VERAS, R. Population aging today: demands, challenges and innovations. **Rev.Saude Publica**, 43, n. 3, p. 548-554, June 2009
4. PARAHYBA, M. I.; SIMÕES, C. C. S. A prevalência de incapacidade funcional em idosos no Brasil 2009. p.967-974.
5. FRIED, L. P. et al. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 59, n. 3, p. 255-263, Mar. 2004
6. VAN KAN, G. A. et al. The assessment of frailty in older adults. **Clin.Geriatr.Med.**, 26, n. 2, p. 275-286, May 2010
7. GOBBENS, R. J. et al. Toward a conceptual definition of frail community dwelling older people. **Nurs.Outlook**, 58, n. 2, p. 76-86, Mar. 2010
8. GOBBENS, R. J. et al. Towards an integral conceptual model of frailty. **J.Nutr.Health Aging**, 14, n. 3, p. 175-181, 2010
9. ROCKWOOD, K. et al. Prevalence, attributes, and outcomes of fitness and frailty in community-dwelling older adults: report from the Canadian study of health and aging. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 59, n. 12, p. 1310-1317, Dec. 2004
10. FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 56, n. 3, p. M146-M156, Mar. 2001
11. WOODHOUSE, K. W.; O'MAHONY, M. S. Frailty and ageing. **Age Ageing**, 26, n. 4, p. 245-246, July 1997
12. WALSTON, J. et al. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 54, n. 6, p. 991-1001, June 2006

13. FERRUCCI, L. et al. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 52, n. 4, p. 625-634, Apr. 2004
14. SPEECHLEY, M.; TINETTI, M. Falls and injuries in frail and vigorous community elderly persons. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 39, n. 1, p. 46-52, Jan. 1991
15. ROCKWOOD, K. et al. Frailty in elderly people: an evolving concept. **CMAJ.**, 150, n. 4, p. 489-495, 15 Feb. 1994
16. ROCKWOOD, K. et al. A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people. **Lancet**, 353, n. 9148, p. 205-206, 16 Jan. 1999
17. HOGAN, D. B. et al. Models, definitions, and criteria of frailty. **Aging Clin.Exp.Res.**, 15, n. 3 Suppl, p. 1-29, June 2003
18. BANDEEN-ROCHE, K. et al. Phenotype of frailty: characterization in the women's health and aging studies. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 61, n. 3, p. 262-266, Mar. 2006
19. XUE, Q. L. et al. Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 63, n. 9, p. 984-990, Sept. 2008
20. BLE, A. et al. Lower plasma vitamin E levels are associated with the frailty syndrome: the InCHIANTI study. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 61, n. 3, p. 278-283, Mar. 2006
21. SANTOS-EGGIMANN, B. et al. Prevalence of frailty in middle-aged and older community-dwelling Europeans living in 10 countries. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 64, n. 6, p. 675-681, June 2009
22. SANTOS, E. G. S. **Perfil de Fragilidade em Idosos Comunitários de Belo Horizonte: Um Estudo Transversal.** 2008. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
23. KRESSIG, R. W. et al. Temporal and spatial features of gait in older adults transitioning to frailty. **Gait.Posture.**, 20, n. 1, p. 30-35, Aug. 2004
24. KIM, M. J. et al. Mobility performance tests for discriminating high risk of frailty in community-dwelling older women. **Arch.Gerontol.Geriatr.**, 51, n. 2, p. 192-198, Sept. 2010
25. PERRY, J. Análise da Marcha. Manole. 2005
26. PRINCE, F. et al. Gait in the elderly. **Gait.Posture.**, 5, p. 128-135, 1997

27. BOHANNON, R. W. et al. Walking speed: reference values and correlates for older adults. **J.Orthop.Sports Phys.Ther.**, 24, n. 2, p. 86-90, Aug. 1996
28. MACFARLANE, P. A.; LOONEY, M. A. Walkway length determination for steady state walking in young and older adults. **Res.Q.Exerc.Sport**, 79, n. 2, p. 261-267, June 2008
29. JYLHA, M. et al. Walking difficulty, walking speed, and age as predictors of self-rated health: the women's health and aging study. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 56, n. 10, p. M609-M617, Oct. 2001
30. MAKI, B. E. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 45, n. 3, p. 313-320, Mar. 1997
31. CERNY, K. A clinical method of quantitative gait analysis. Suggestion from the field. **Phys.Ther.**, 63, n. 7, p. 1125-1126, July 1983
32. ROBINSON, J. L.; SMIDT, G. L. Quantitative gait evaluation in the clinic. **Phys.Ther.**, 61, n. 3, p. 351-353, Mar. 1981
33. GRAF, A. et al. The effect of walking speed on lower-extremity joint powers among elderly adults who exhibit low physical performance. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, 86, n. 11, p. 2177-2183, Nov. 2005
34. KERRIGAN, D. C. et al. Kinetic alterations independent of walking speed in elderly fallers. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, 81, n. 6, p. 730-735, June 2000
35. MOE-NILSSEN, R.; HELBOSTAD, J. L. Interstride trunk acceleration variability but not step width variability can differentiate between fit and frail older adults. **Gait.Posture.**, 21, n. 2, p. 164-170, Feb. 2005
36. RAJ, I. S. et al. Aging and the force-velocity relationship of muscles. **Exp.Gerontol.**, 45, n. 2, p. 81-90, Feb. 2010
37. SERRA REXACH, J. A. Clinical consequences of sarcopenia. **Nutr.Hosp.**, 21 Suppl 3, n. 46-50, May 2006
38. CAPPOLA, A. R. et al. Insulin-like growth factor I and interleukin-6 contribute synergistically to disability and mortality in older women. **J.Clin.Endocrinol.Metab**, 88, n. 5, p. 2019-2025, May 2003
39. KIMURA, T. et al. Effects of aging on gait patterns in the healthy elderly. **Antropol Sci.**, 115, p.67-72, 2007

40. KERRIGAN, D. C. et al. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, 79, n. 3, p. 317-322, Mar. 1998
41. JUDGE, J. O. et al. Step length reductions in advanced age: the role of ankle and hip kinetics. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 51, n. 6, p. M303-M312, Nov. 1996
42. CHAMBERLIN, M. E. et al. Does fear of falling influence spatial and temporal gait parameters in elderly persons beyond changes associated with normal aging? **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 60, n. 9, p. 1163-1167, Sept. 2005
43. KIRKWOOD, R. N. et al. Step length as a discriminat gait marker for female elderly with high concern about falls. **Physiotherapy**, 2010 (In press).
44. KREBS, D. E. et al. Is base of support greater in unsteady gait? **Phys.Ther.**, 82, n. 2, p. 138-147, Feb. 2002
45. MENZ, H. B. et al. Age-related differences in walking stability. **Age Ageing**, 32, n. 2, p. 137-142, Mar. 2003
46. PINEDO, L. V. et al. Gait speed as an indicator of fragility in community-dwelling elders in Lima, Peru. **Revista Española De Geriatría y Gerontología**, 45, n. 1, p. 22-25, 30 Dec. 2009
47. VERGHESE, J. et al. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 64, n. 8, p. 896-901, Aug. 2009
48. EVERITT, B. S.; DUNN, G. **Applied Multivaritae Data Analysis**. 2. ed. London: Hodder Education, 2001.
49. MINGOTI, S. A. **Análise De Dados Através De Métodos De Estatística Multivariada**. 1. ed. Belo Horizonte: 2005.
50. DELUZIO, K. J.; ASTEPHEN, J. L. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis: an application of principal component analysis. **Gait and Posture**, 25, n. 1, p. 86-93, Jan. 2007
51. BERTOLUCCI, P. H. et al. The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status. **Arq Neuropsiquiatr.**, 52, n. 1, p. 1-7, Mar. 1994
52. BATISTONI, S. S. et al. Validity of the Center for Epidemiological Studies Depression Scale among Brazilian elderly. **Rev.Saude Publica**, 41, n. 4, p. 598-605, Aug. 2007

53. FIGUEIREDO, M. I. et al. Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro. **Acta Fisiatr**, 14, n. 2, p. 104-110, 2007
54. RANTANEN, T. et al. Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. **Age Ageing**, 23, n. 2, p. 132-137, Mar. 1994
55. HAIDAR, S. G. et al. Average versus maximum grip strength: which is more consistent? **J.Hand Surg.Br.**, 29, n. 1, p. 82-84, Feb. 2004
56. COELHO, A. K. et al. Prevalence of undernutrition in elderly patients hospitalized in a geriatric unit in Belo Horizonte, MG, Brazil. **Nutrition**, 22, n. 10, p. 1005-1011, Oct. 2006
57. GIBSON, M. J. et al. The prevention of falls in later life. A report of the Kellogg International Work Group on the prevention of falls by the elderly. **Dan. Med. Bull.**, 34 Suppl 4, p. 1-24, Apr. 1987
58. CAMARGOS, F. F. 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.**, 14, n. 3, p. 237-243, June 2010
59. YARDLEY, L. et al. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age Ageing**, 34, n. 6, p. 614-619, Nov. 2005
60. BILNEY, B. et al. Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. **Gait.Posture.**, 17, n. 1, p. 68-74, Feb. 2003
61. MENZ, H. B. et al. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. **Gait.Posture.**, 20, n. 1, p. 20-25, Aug. 2004
62. MCDONOUGH, A. L. et al. The validity and reliability of the GAITRite system's measurements: A preliminary evaluation. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, 82, n. 3, p. 419-425, Mar. 2001
63. KRESSIG, R. W.; BEAUCHET, O. Guidelines for clinical applications of spatio-temporal gait analysis in older adults. **Aging Clin.Exp.Res.**, 18, n. 2, p. 174-176, Apr. 2006
64. CIR SYSTEMS INC. **The GAITRite Eletronic Walkway - Measurements & Definitions.** ed.: 2006.
65. **GAITRite Manual.** ed. Havertown: Worldwide Sales & Marketing Office, 2007.

66. MEYERS, L. S. et al. **Applied Multivariate Research. Design and Interpretation.** 1. ed. London: Sage Publications, INc., 2006.
67. HAIR, J. F. et al. **Análise Fatorial.** 5. ed. São Paulo: Artmed Editora S.A., 2007.

#### **4. ARTIGO: MARCADORES TEMPORAIS E ESPACIAIS DA MARCHA DE IDOSAS COMUNITÁRIAS: UM ENFOQUE NA PRÉ-FRAGILIDADE\***

HENRIQUE DE ALENCAR GOMES<sup>1</sup>, RENATA NOCE KIRKWOOD<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Professora Doutora do Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Correspondência para Renata Noce Kirkwood: Avenida Antônio Carlos, 6637. Departamento de Fisioterapia. CEP: 31.270-901. Belo Horizonte - MG. Tel.: (31) 34094791. renata.kirkwood@gmail.com

Título para as páginas do artigo: Pré-Fragilidade e os Marcadores Temporais e Espaciais da Marcha de Idosas Comunitárias

Palavras-chave: Idoso Fragilizado. Marcha. Análise Fatorial.

\* *Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Fisioterapia. <http://www.rbf-bjpt.org.br/>*

## RESUMO

**Contextualização:** A fragilidade é uma síndrome multissistêmica prevalente com o aumento da idade levando a riscos de saúde adversos como quedas e hospitalização. Idosos pré-frágeis e frágeis apresentam alterações da mobilidade que afeta diretamente a marcha. **Objetivo:** determinar quais marcadores temporais e espaciais da marcha que melhor discriminam idosas não-frágeis de pré-frágeis classificadas de acordo com o fenótipo de Fried *et al.* (2001). **Métodos:** Foram avaliadas 105 idosas comunitárias não-frágeis e 71 pré-frágeis quanto às variáveis antropométricas, clínicas e aos marcadores temporais e espaciais da marcha. Estatística descritiva foi usada para as variáveis antropométricas, clínicas e os marcadores da marcha, e análise fatorial e discriminante para a discriminação entre os grupos. **Resultados:** Análise fatorial resultou em três fatores (fases do ciclo da marcha, ritmo, distância) que explicaram 98,5% da variabilidade dos dados. Análise discriminante mostrou que apenas o fator 3, composto pela dimensão distância, com 11,9% da variabilidade dos dados, classificou corretamente 62,5% das observações pela função discriminante. O comprimento do passo apresentou maior poder de discriminação que velocidade normalizada. Como o critério prevalente de fragilidade foi diminuição da força de preensão, pode ter contribuído para que o comprimento do passo e a velocidade da marcha surgissem como fatores mais importantes na discriminação, devido à associação com perda de força nos membros inferiores descrita na literatura. **Conclusões:** Diante da manifestação heterogênea da pré-fragilidade e semelhança clínica dos grupos não-frágil e pré-frágil, a análise fatorial possibilitou a identificação de discriminantes na marcha dessas idosas. Como o comprimento do passo é uma medida simples de se obter clinicamente, poderia ser usada como uma ferramenta de discriminação na identificação de idosas pré-frágeis, contribuindo para programas de fisioterapia voltados para prevenção dos efeitos adversos da fragilidade relacionados à mobilidade.

Palavras-chave: Idoso Fragilizado. Marcha. Análise Fatorial.

## ABSTRACT

**Background:** Frailty is a multisystemic syndrome, prevalent with increasing age, which confers risk for adverse health outcomes including falls and hospitalization. Frail elderly individuals often present alterations in mobility that reflects directly in their gait. **Objective:** determine which gait parameter better discriminates a group of elderly females classified as non-frail and pre-frail according to the phenotype frailty described Fried *et al.* (2001). **Method:** Participated in the study 105 elderly women classified as non-frail and 71 as pre-frail evaluated according to anthropometrics', clinical, temporal and spatial gait markers. Descriptive statistics was applied to the anthropometrics and clinical data and factorial analysis followed by discriminant analysis was applied to the gait markers. **Results:** Factorial analysis resulted in three factors (phases of gait cycle, rhythm, distance) that explained 98.5% of the data variance. Discriminant analysis showed that factor 3, representing the distance dimension, explained 11.9% of the variance of the data, with 62.5% of the observations corrected classified by the discriminant function. Step length presented the highest discrimination value in relation to gait velocity. The association of grip strength weakness, most prevalent phenotype in the pre-frail group, and decreased muscle force of the inferior limbs described in literature could contribute to step length and gait velocity turning out as important discriminator parameters. **Conclusions:** Although, the heterogeneity of the pre-frail condition and its clinical resemblance with a non-frail condition, the factorial analysis identified gait markers that could discriminate those groups. Since step length is a measure that can be easily obtained clinically, it could be used as a screening tool to identify pre-frail elderly females contributing to physical therapy programs focused to prevent the adverse frailty outcomes related to mobility.

Key-words: Elderly frail, gait, factor analysis.

## INTRODUÇÃO

A fragilidade é uma síndrome multifatorial, com perda de reserva fisiológica e da capacidade homeostática de o organismo em resistir a eventos estressores, resultante do declínio acumulativo dos sistemas fisiológicos, composto principalmente por sarcopenia, desregulação neuroendócrina e disfunção imunológica<sup>1</sup>. Uma definição operacional de um fenótipo de fragilidade foi proposta<sup>2</sup>, composta por perda de peso não intencional, exaustão, diminuição da força de preensão, baixo nível de atividade física e lentidão da marcha<sup>1,2,3</sup>. A ausência desses critérios classifica os idosos como não-frágeis, a presença de um ou dois como pré-frágeis, e três ou mais como frágeis<sup>2</sup>. Esta definição vem sendo amplamente utilizada, por ser um método simples, de baixo custo e confiável para a detecção precoce de fragilidade<sup>4,5</sup>.

A prevalência de pré-fragilidade tem variado de 34% a 51% e de fragilidade de 6% a 27%<sup>3,6,7</sup>. Dentre os estados de fragilidade, Xue *et al.* sugeriram uma ordem parcialmente hierárquica na manifestação dos critérios, com a diminuição da força de preensão parecendo ser o primeiro sinal a se manifestar e servindo como um alerta para o desenvolvimento precoce da fragilidade seguido de perda de peso e exaustão indicando um estágio mais avançado de fragilidade<sup>8</sup>.

Além das repercussões normais da senescência, idosos pré-frágeis apresentam piora da mobilidade que reflete em alterações da marcha<sup>2,9,10,11</sup>. Dentre as medidas mais usadas clinicamente na análise de marcha pela sua importância, rapidez e praticidade, destacam-se os marcadores temporais e espaciais da marcha<sup>12,13</sup>. Apesar das diferenças entre os marcadores em grupos idosos comparado a grupos clínicos específicos ou mesmo a jovens estarem bem fundamentadas na literatura, faltam estudos que investiguem a diferença desses marcadores em idosos classificados de acordo com fenótipo de fragilidade proposto por Fried *et al.*<sup>2</sup>. Devido à praticidade e aplicabilidade clínica dos critérios do fenótipo de fragilidade<sup>2</sup> na identificação da pré-fragilidade, a determinação de quais fatores temporais e espaciais da marcha que melhor discriminam idosos não-frágeis dos pré-frágeis poderia contribuir para o surgimento de novas informações sobre a deambulação dessas populações e para o delineamento de intervenções mais eficazes.

Somado a isso, a maioria dos resultados relatados foi obtida por métodos estatísticos que não levam em consideração a correlação entre as variáveis temporais e espaciais da marcha<sup>14</sup>. A análise fatorial exploratória é vantajosa, pois tem como objetivo reduzir o

número de variáveis estudadas em subgrupos de novas variáveis (fatores), não correlacionadas entre si e que explicam a maior parte da variação dos dados. Essa análise pode ser utilizada para detectar diferenças entre grupos e para classificar, por meio da análise discriminante, qual variável melhor discrimina os grupos<sup>15</sup>. Uma vez que os programas de reabilitação de idosos normalmente incluem um treinamento de marcha ou tem como variável resposta algum parâmetro da marcha, é importante determinar quais marcadores temporais e espaciais da marcha melhor discriminam idosos classificados de acordo com o fenótipo de fragilidade. Portanto, o objetivo do presente estudo foi determinar quais marcadores da marcha melhor discriminam um grupo de idosas não-frágeis de pré-frágeis.

## **MÉTODO**

### **Desenho**

Foi conduzido um estudo transversal em mulheres idosas classificadas como pré-frágeis e não-frágeis de acordo com os critérios de Fried *et al.*<sup>2</sup>. As idosas foram recrutadas da comunidade e de unidades básicas de saúde de Belo Horizonte. Dados temporais e espaciais da marcha e dados antropométricos e clínicos foram coletados em um único dia no laboratório ou nas unidades básicas de saúde. Os procedimentos do estudo foram aprovados por Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer 0081.1.410.000-09A) e todos as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### **Amostra**

Participaram do estudo 176 mulheres idosas, acima de 65 anos de idade. Os critérios de exclusão foram ter déficit cognitivo avaliado pelo mini-exame do estado mental; presença de seqüelas motoras devido a doenças reumáticas, ortopédicas e/ou neurológicas; idosas sob tratamento fisioterápico para membros inferiores há pelo menos três meses; idosas sob tratamento de câncer, exceto o de pele; não ter sofrido trauma ou intervenções cirúrgicas nas articulações do tornozelo, joelho e quadril no último ano; presença de desvios posturais acentuados na coluna ou deformidades graves nos pés. Operacionalizou-se o fenótipo de fragilidade conforme proposto por Fried *et al.*<sup>2</sup>, resultando em 105 idosas pré-frágeis e 71 não-frágeis.

Os pontos de corte calculados e obtidos a partir da amostra do presente estudo para cada critério foram: 1) *Perda de peso não intencional*: avaliada pela pergunta “No último ano, a senhora perdeu peso involuntariamente? Quantos quilos aproximadamente?”. Ponto de corte: resposta positiva e maior do que 5% do peso corporal. 2) *Exaustão*: avaliada pelas questões do *Center for Epidemiological Studies–Depression* (CES-D): “Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das tarefas habituais” e “Não conseguiu levar adiante suas coisas”<sup>2</sup>. Ponto de corte: resposta “na maioria das vezes” ou “sempre” em qualquer uma das duas questões. 3) *Diminuição da força de preensão*: avaliada pelo dinamômetro JAMAR (modelo SH5001 – 973, Yangdeok – Dong, PO Box 426, Masan Free Trade Zone, Masan 630-728 KOREA). Ponto de corte: Índice de Massa Corporal (IMC)  $\leq 24 = 15$  Kgf;  $24 < \text{IMC} \leq 27 = 16$  Kgf;  $27 < \text{IMC} \leq 30 = 17$  Kgf;  $\text{IMC} > 30 = 17$  Kgf. 4) *Lentidão de marcha*: avaliada pelo tempo gasto para percorrer, em ritmo normal, 4,6 metros, no total de 8,6 metros, desconsiderando os dois metros iniciais e finais para o cálculo do tempo. Ponto de corte: estatura  $\leq 153 = 5$  segundos; estatura  $> 153 = 4,8$  segundos. 5) *Baixo nível de atividade física*: avaliado pelo *Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire*. Ponto de corte: 665 Kcal. Os pontos de corte para força de preensão, lentidão da marcha e nível de atividade física foram calculados com base no percentil 20 da presente amostra.

## Medidas

Um questionário estruturado foi aplicado contendo dados pessoais, clínicos (medicamentos de uso regular nos últimos três meses, comorbidades diagnosticadas) e antropométricos (estatura, peso e IMC), o número de quedas no último ano e a auto-eficácia relacionada às quedas (avaliada pela *Falls Efficacy Scale-Brasil* - FES-Brasil)<sup>16</sup>.

Os marcadores temporais e espaciais foram avaliados pelo sistema GAITRite<sup>®</sup> (MAP/CIR INK, Haverton, PA, USA), composto por tapete emborrachado eletrônico de 5,72 metros de comprimento e por sensores embutidos. Foram solicitadas às idosas seis caminhadas com velocidade normal sobre o tapete. Os marcadores deste estudo foram comprimento do passo (cm), tempo de passo (s), fases de apoio, oscilação e de duplo apoio (%), velocidade da marcha normalizada pela média do comprimento dos membros inferiores (m/s) e cadência (passos/min). A validade e confiabilidade do GAITRite<sup>®</sup> em idosos já foram relatadas na literatura<sup>17,18,19</sup>.

## **Análise Estatística**

As características das participantes foram apresentadas como média e desvio-padrão e a média da diferença entre grupos com o intervalo de confiança de 95%. Os marcadores da marcha foram analisados por meio da Análise Fatorial. A análise de componentes principais com rotação varimáx foi usada para derivar fatores ortogonais estatisticamente independentes que foram usados como preditores na análise discriminante. Uma vez que o preditor foi identificado, as variáveis originais que compõem o fator foram submetidas à outra análise discriminante para determinar a contribuição de cada variável original para a função discriminante. Todos os dados foram analisados com nível de confiança de 5%.

## **RESULTADOS**

Participaram do estudo 176 idosas, sendo 105 não-frágeis (NF) e 71 pré-frágeis (PF). O grupo NF era significativamente mais jovem, com 71,3 (4,6) anos de idade, e mais alto, com estatura de 154,7 (5,6) cm e IMC de 27,8 (4,3) Kg/m<sup>2</sup>, enquanto o grupo PF tinha 73,7 (4,6) anos de idade, 152,8 (6,8) de estatura e 26,6 (4,6) Kg/m<sup>2</sup> de IMC. As demais características investigadas não foram diferentes entre grupos (Tabela 1).

Quanto às comorbidades auto-relatadas no último ano diagnosticadas por um médico, o grupo NF apresentou 1.8 (1.2) comorbidades versus 2.1 (1.1) do grupo PF, observando-se os seguintes percentuais: doença do coração, como angina, infarto do miocárdio ou ataque cardíaco (3,2% vs. 2,7%); pressão alta/hipertensão arterial (41,4% vs. 39,2%); derrame/acidente vascular encefálico (0,5% vs. 0,7%); artrite/reumatismo (15,6% vs. 13,5%); depressão (10,2% vs. 12,8%); diabetes mellitus (10,8% vs. 5,4%); tumor maligno/câncer (3,8% vs. 2,7%); doença pulmonar crônica, bronquite, enfisema (2,7% vs. 2,7%); e osteoporose (11,8% vs. 15,5%), respectivamente. Quanto ao número de medicamentos em uso regular nos últimos três meses, o grupo NF relatou uso de 3,0 (2,4) medicamentos e o grupo PF de 3,8 (2,4) medicamentos.

A Tabela 2 mostra a distribuição de frequências de cada um dos cinco critérios do fenótipo de fragilidade para o grupo PF. A frequência mais prevalente para as 53 pré-frágeis que manifestaram apenas um critério foi a diminuição de força de preensão com 25,3%, seguida pela exaustão (15,4%) e pelo baixo nível de atividade física (14,0%). Para as 18 pré-

frágeis que manifestaram dois critérios, o par de critérios com frequência mais prevalente também envolveu diminuição da força de preensão e baixo nível de atividade física (9,8%), seguido pelos pares exaustão e baixo nível de atividade física, e diminuição da força de preensão e lentidão da marcha, ambos com 4,2%. A perda de peso não intencional foi o critério menos prevalente quando manifestado sozinho (8,4%), estando presente também entre os menos prevalentes dentre os pares de critérios constituídos separadamente por baixo nível de atividade física e exaustão, com 2,8% e 1,4% (Tabela 2).

A Tabela 3 mostra os valores dos marcadores temporais e espaciais da marcha para cada grupo com as diferenças entre grupos e o intervalo de confiança de 95%. A análise fatorial exploratória com extração por meio de componentes principais e rotação varimáx foi conduzida na amostra de 176 idosas. A medida de adequação da amostra (Kaiser-Meyer-Olkin), que mede o grau de intercorrelações entre as variáveis e a adequação da análise fatorial foi de 0,702, indicando que os dados eram adequados para a análise. Similarmente, o teste de Bartlett de esfericidade foi significativo ( $p < 0,0001$ ), indicando uma correlação suficiente entre as variáveis respostas para proceder com a análise.

A análise fatorial retornou três fatores (Tabela 4), que explicam aproximadamente 98,5% da variância. O fator 1, que explica 55,9% da variância dos dados, está relacionado com as variáveis de percentual das fases de oscilação, de apoio e de duplo apoio, representando portanto a dimensão fases do ciclo da marcha. O fator 2, com 30,7% de explicação da variância dos dados, está relacionada com os marcadores cadência e tempo de passo, representando a dimensão ritmo. O fator 3 (11,9%) representa a dimensão distância, com as variáveis comprimento do passo e velocidade normalizada da marcha.

O processo de validação da análise fatorial foi conduzido com uma amostra aleatória de 85 indivíduos, sendo os resultados similares à análise fatorial inicial. A validação com 85 indivíduos mostrou um KMO de 0,701 com teste de esfericidade de Bartlett significativo ( $p < 0,0001$ ) com 3 fatores explicando 98,7%.

Em seguida, foi conduzida uma análise discriminante para determinar quais fatores melhor discriminavam os dois grupos. O teste de Box's M de igualdade das matrizes de covariâncias indicou igualdade entre as matrizes dos dois grupos ( $p = 0,789$ ). O teste de Lambda de Wilks foi significativo ( $p = 0,001$ ) rejeitando a hipótese nula que o valor da função discriminante é a mesma para os dois grupos. Os resultados mostraram que apenas o

fator 3, representando a dimensão distância, permaneceu no modelo, com 62,5% das observações classificadas corretamente pela função discriminante encontrada.

Para determinar qual variável que compõe o fator 3 era mais importante na função discriminante, os valores dos coeficientes lineares de Fisher das variáveis comprimento do passo e velocidade normalizada da marcha foram obtidos por meio da análise discriminante. Entretanto, como as variáveis estão em escalas diferentes, primeiramente as mesmas foram padronizadas dividindo-as pelo desvio-padrão global, dessa forma, conservaram-se as médias originais das variáveis, facilitando o processo de discriminação. Uma vez obtidos os coeficientes lineares, os mesmos foram transformados para o intervalo  $[-1,1]$  e os resultados obtidos. A variável comprimento do passo tem um coeficiente de discriminação maior (0,999) que a variável velocidade normalizada da marcha (-0,264), sendo, portanto, a variável que mais discrimina os dois grupos, PF do NF.

## DISCUSSÃO

O presente estudo investigou por meio de análise fatorial e discriminante quais marcadores melhor discriminam idosas pré frágeis das não-frágeis classificadas de acordo com o fenótipo de fragilidade proposto por Fried *et al.*<sup>2</sup>. Os resultados mostraram que a dimensão distância explicando 11,9% da variabilidade dos dados foi o único fator estatisticamente diferente entre grupos discriminando corretamente 62,5% das observações dos grupos não-frágeis e pré-frágeis. Quando as variáveis foram analisadas originalmente, os resultados mostraram que o marcador comprimento do passo tem maior poder de discriminação que a velocidade normalizada da marcha.

A proposta da análise fatorial é identificar grupos de variáveis que medem a mesma dimensão, transformando-as em um número menor de variáveis denominadas fatores, sem a perda de informação relevante<sup>20</sup>. Outro potencial da análise fatorial é que os fatores, representados por medidas fortemente relacionadas, são independentes, podendo, portanto, serem usados para comparação entre grupos ou como fatores preditores na análise discriminante. Uma vez que os marcadores temporais e espaciais são variáveis altamente correlacionadas, a aplicação da análise multivariada torna-se apropriada para a observação do efeito independente desses marcadores no fenótipo de fragilidade<sup>21</sup>.

O tamanho do passo e a velocidade da marcha estão diretamente relacionados<sup>22</sup>. Diminuir o tamanho do passo pode ser uma estratégia para diminuir a velocidade da marcha assim como alterações na velocidade da marcha influem diretamente o tamanho do passo<sup>22,23</sup>. Recentemente, a diminuição da velocidade da marcha foi observada num estudo transversal conduzido com 246 idosos acima de 60 anos de idade de ambos os sexos. De acordo com os critérios de fragilidade propostos por Fried *et al.*, uma velocidade mais lenta foi encontrada em idosos frágeis (0,7 m/s frágeis versus 1,0 m/s não-frágeis) quando comparados a não-frágeis<sup>24</sup>. Além disso, foi constatado que os mais idosos, acima de 80 anos, e em mulheres idosas, a velocidade de marcha foi significativamente menor quando comparado com idosos com menos de 69 anos e idosos do sexo masculino, respectivamente<sup>24</sup>.

No presente estudo, a pré-fragilidade observada em 74,6% das idosas pré-frágeis foi caracterizada pela presença de apenas um critério e por dois critérios nas idosas restantes (25,4%) (Tabela 2). Frequências semelhantes foram observadas por Fried *et al.*<sup>2</sup>, com 70,2% das idosas pré-frágeis apresentando apenas um critério e 29,8% dois dos cinco critérios. O critério único mais prevalente no presente estudo foi a diminuição da força de preensão, seguido por exaustão e baixo nível de atividade física. A lentidão da marcha foi o quarto critério que mais caracterizou idosas pré-frágeis. Essa ordem parcialmente hierárquica na manifestação dos critérios em idosas pré-frágeis já foi observada similarmente em outro estudo<sup>8</sup>. De acordo com Xue *et al.*<sup>8</sup>, a diminuição da força parece ser o primeiro sinal a se manifestar, servindo como um alerta para o desenvolvimento precoce da fragilidade. Por outro lado, a presença de perda de peso e exaustão, associadas, são sinais de maior risco de um rápido desenvolvimento da fragilidade e seus efeitos adversos. Já os critérios lentidão da marcha e baixo nível de atividade física não se associaram com a ocorrência da fragilidade<sup>8</sup>.

O declínio da força muscular, denominado dinapenia, inicia-se aproximadamente a partir dos 30 anos de idade, com uma perda de aproximadamente de 10 a 15% de força por década, acentuando-se principalmente a partir da sétima década de vida<sup>25,26,27,28</sup>. Com a idade, a dinapenia se manifesta diferentemente entre os sexos, com as mulheres apresentando menor força muscular<sup>28,29</sup>.

A sarcopenia – perda de massa muscular – pode estar relacionada tanto às alterações de marcha quanto pode ser considerada um dos elementos envolvidos no ciclo da fragilidade<sup>2</sup>. Uma base biológica plausível em discussão na literatura a respeito da síndrome da fragilidade estaria associada à desregulação da resposta inflamatória sistêmica, tornando os idosos mais

vulneráveis às doenças e ao declínio funcional. Esta desregulação estaria relacionada a citocinas pró-inflamatórias, como o aumento da interleucina-6 e do fator de necrose tumoral alfa, que podem atuar sistemicamente na inibição de síntese protéica, associando-se à diminuição da massa muscular e, portanto, à sarcopenia. Além disso, associa-se também a alterações endócrinas e ao aumento da incidência de incapacidade e mortalidade<sup>2</sup>. Ainda no ciclo da fragilidade, o fenômeno da anorexia do envelhecimento, levando a um estado crônico de subnutrição caracterizado pela ingestão inadequada de proteína e pela deficiência de micronutrientes e aos balanços energéticos e nitrogênicos negativos com perda de peso corporal, associado ao surgimento de doenças, poderia exacerbar a sarcopenia. Isso desencadearia por sua vez diminuição da aptidão física, como refletida na diminuição da produção de força e potência muscular, do metabolismo de repouso, da capacidade de consumo máximo de oxigênio e nas alterações dos dados temporais e espaciais da marcha como a diminuição da velocidade de marcha<sup>1,8</sup>.

A sarcopenia tem sido apontada também como um dos principais fatores relacionados ao declínio de força com o envelhecimento<sup>25,26</sup>. Numa coorte conduzida com 2623 idosos de ambos os sexos e idade entre 70 a 79 anos, foi demonstrado que a redução da força muscular nos mais idosos ocorreu predominantemente devido à redução na massa muscular<sup>30</sup>. Uma associação de perda de massa e força muscular com piora da mobilidade já foi relatada em idosos<sup>31</sup>. Por outro lado, a perda de força muscular foi associada a um pior desempenho funcional de membros inferiores em idosos, avaliado pelos testes de caminhada e de levantar da cadeira<sup>32</sup>.

Embora a força de membros inferiores não tenha sido considerada no presente estudo, uma associação da diminuição de força de preensão com a diminuição de força muscular de membros inferiores em idosos também já foi reportada<sup>29</sup>. Lauretani *et al.*<sup>29</sup> relataram uma forte correlação entre força de preensão e força isométrica dos membros inferiores em participantes de ambos os sexos com idade entre 20 e 102 anos. Os autores também observaram que mulheres mais idosas apresentavam menor força de preensão e potência muscular de membros inferiores em relação aos mais novos e idosos do sexo masculino<sup>29</sup>.

Somado a isso, recentemente foi demonstrado em idosos que os fatores mais fortemente associados à diminuição da velocidade da marcha foram o tempo de reação e a força do músculo quadríceps<sup>33</sup>. Similarmente, McGibbon<sup>34</sup> sugeriu que um dos possíveis mecanismos responsáveis pela diminuição da velocidade de marcha e, portanto, do

comprimento do passo em idosos estaria relacionado à produção de força em membros inferiores, mais especificamente, à redução na capacidade de produção de potência dos flexores plantares<sup>34</sup>.

A potência dos músculos flexores plantares atinge pico máximo na fase de apoio terminal, quando os músculos contraem ativamente gerando o momentum necessário para liberar o pé do chão e empurrar o corpo à frente<sup>35</sup>. Judge *et al.*<sup>36</sup> mostraram, em um estudo conduzido com idosos hígidos e adultos jovens, que idosos apresentam menor potência dos flexores plantares nessa fase e sugeriram que essa perda poderia ser compensada com aumento da potência dos flexores de quadril. Resultados similares na literatura têm sido reportados<sup>37,38</sup>. Entretanto, essa transferência de potência para o quadril seria mais uma tentativa para liberar o pé do chão e não para aumentar o momentum anterior do corpo. Ou seja, o indivíduo conseguiria elevar o membro o suficiente para não arrastar o pé no chão, mas perderia impulsão, o que teria como consequência a diminuição do comprimento do passo do membro oscilante e diminuição da fase de apoio do membro oposto. Como a diminuição da força de preensão foi o critério mais prevalente, é possível que, devido à associação com perda de força nos membros inferiores relatada na literatura, tenha contribuído para que o comprimento do passo e a velocidade da marcha surgissem como fatores mais importantes na discriminação dos grupos.

Dentre todos os cinco critérios do fenótipo de fragilidade, apenas força de preensão e lentidão são medidas avaliadas de forma objetiva. Os demais critérios, perda de peso, nível de atividade física e exaustão são avaliados por auto-relato e são dependentes da memória do idoso no último ano, nas duas últimas semanas e na última semana. Essa dependência do auto-relato, principalmente em idosos, pode levar à superestimação ou subestimação dos resultados. Tem sido documentado que idosas obesas ao auto-relatarem seu próprio peso tendem a subestimá-lo<sup>39</sup> e que o auto-relato de comorbidades pode ser super-relatado ou sub-relatado de acordo com o sexo em idosos<sup>40</sup>. É possível que uma das causas da maior prevalência do critério força de preensão no presente estudo deva-se à superestimação da percepção de cada idosa com relação à perda de peso não-intencional, ao seu atual nível de atividade física e à exaustão cotidiana percebida.

A fragilidade pode ser entendida como uma síndrome embasada por um tripé de alterações relacionadas ao envelhecimento, composto pela sarcopenia, desregulação neuroendócrina e disfunção imunológica<sup>4</sup>. Recentemente, foi demonstrado que a progressão

para a fragilidade pode ter início heterogêneo, incluindo o critério de lentidão da marcha<sup>8</sup>. Diante de um conceito multissistêmico de fragilidade, não se deve atribuir à lentidão da marcha à lentidão dos membros inferiores, mas sim à uma entidade multifatorial. O tempo gasto para percorrer uma determinada distância e usado para operacionalizar lentidão como critério no fenótipo de fragilidade pode ser uma medida diferente da velocidade de marcha mensurada no sistema GAITRite<sup>®</sup>, em que a distância a ser percorrida não é fixa. É interessante notar que, dentre todos os marcadores temporais e espaciais analisados no presente estudo, a velocidade normalizada da marcha constituiu um dos fatores de discriminação entre idosos não-frágeis e pré-frágeis, mesmo diante de uma distribuição heterogênea das frequências de cada critério e de uma prevalência considerada pequena do critério lentidão.

Um ponto importante sob a perspectiva preventiva é a mensuração prática e pouco dispendiosa dos marcadores comprimento do passo e da velocidade da marcha, em ambientes clínicos, por meio de instrumentos como cronômetro, papel e tinta<sup>12,13</sup>. Clinicamente, as diferenças encontradas nos marcadores comprimento de passo de 3,4 cm e de 0,1 m/s na velocidade normalizada da marcha no grupo PF em relação ao NF são importantes. Latt *et al.*<sup>41</sup> observaram que uma pequena redução no comprimento do passo leva à instabilidade da cabeça e da pelve nas direções vertical e anterior-posterior, afetando a estabilidade do ciclo da marcha. Similarmente, em uma coorte envolvendo 597 idosos com idade acima dos 70 anos, Verghese *et al.*<sup>14</sup> observaram que uma redução de 0,1 m/s na velocidade de marcha aumenta o risco de quedas em 7%. Portanto, o uso desses marcadores como fatores discriminantes de idosos pré-frágeis podem não só favorecer o diagnóstico funcional da pré-fragilidade como serem variáveis mais focadas nas intervenções terapêuticas.

A causa específica dos marcadores comprimento do passo e velocidade normalizada da marcha discriminarem grupos NF e PF não poderia ser examinada devido à natureza transversal desse estudo. Outros fatores não mensurados no presente estudo, como perda de amplitude de movimento em membros inferiores, produção de força e potência em membros inferiores, equilíbrio<sup>33,42</sup> entre outros, podem também contribuir para esses desfechos, sendo necessários estudos com foco longitudinal para esse objetivo.

Por outro lado, de acordo com o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a discriminar idosos não-frágeis e pré-frágeis classificadas pelo fenótipo de fragilidade proposto por Fried *et al.*<sup>2</sup> a partir dos marcadores temporais e espaciais, podendo ser útil na

identificação de idosas com o potencial para a fragilidade e para o delineamento de intervenções de enfoque preventivo. Outro potencial do estudo está na aplicação de técnicas estatísticas multivariadas e na extração de informação clínica a partir de dados altamente correlacionados, permitindo definir marcadores da marcha de grupos de idosas não-frágeis e pré-frágeis, muitas vezes indistinguíveis clinicamente. As informações obtidas poderão contribuir para a minimização de desfechos devastadores que acompanham a fragilidade como o declínio funcional, as quedas e as hospitalizações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FRIED, L. P. et al. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 59, n. 3, p. 255-263, Mar. 2004
2. FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 56, n. 3, p. M146-M156, Mar. 2001
3. BANDEEN-ROCHE, K. et al. Phenotype of frailty: characterization in the women's health and aging studies. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 61, n. 3, p. 262-266, Mar. 2006
4. WALSTON, J. et al. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 54, n. 6, p. 991-1001, June 2006
5. FERRUCCI, L. et al. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 52, n. 4, p. 625-634, Apr. 2004
6. BLE, A. et al. Lower plasma vitamin E levels are associated with the frailty syndrome: the InCHIANTI study. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 61, n. 3, p. 278-283, Mar. 2006
7. SANTOS-EGGIMANN, B. et al. Prevalence of frailty in middle-aged and older community-dwelling Europeans living in 10 countries. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 64, n. 6, p. 675-681, June 2009
8. XUE, Q. L. et al. Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 63, n. 9, p. 984-990, Sept. 2008
9. SPEECHLEY, M.; TINETTI, M. Falls and injuries in frail and vigorous community elderly persons. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 39, n. 1, p. 46-52, Jan. 1991
10. KRESSIG, R. W. et al. Temporal and spatial features of gait in older adults transitioning to frailty. **Gait.Posture.**, 20, n. 1, p. 30-35, Aug. 2004
11. KIM, M. J. et al. Mobility performance tests for discriminating high risk of frailty in community-dwelling older women. **Arch.Gerontol.Geriatr.**, 51, n. 2, p. 192-198, Sept. 2010
12. CERNY, K. A clinical method of quantitative gait analysis. Suggestion from the field. **Phys.Ther.**, 63, n. 7, p. 1125-1126, July 1983

13. ROBINSON, J. L.; SMIDT, G. L. Quantitative gait evaluation in the clinic. **Phys.Ther.**, 61, n. 3, p. 351-353, Mar. 1981
14. VERGHESE, J. et al. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 64, n. 8, p. 896-901, Aug. 2009
15. DELUZIO, K. J.; ASTEPHEN, J. L. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis: an application of principal component analysis. **Gait and Posture**, 25, n. 1, p. 86-93, Jan. 2007
16. CAMARGOS, F. F. 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.**, 14, n. 3, p. 237-243, June 2010
17. MENZ, H. B. et al. Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. **Gait.Posture.**, 20, n. 1, p. 20-25, Aug. 2004
18. BILNEY, B. et al. Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. **Gait.Posture.**, 17, n. 1, p. 68-74, Feb. 2003
19. MCDONOUGH, A. L. et al. The validity and reliability of the GAITRite system's measurements: A preliminary evaluation. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, 82, n. 3, p. 419-425, Mar. 2001
20. EVERITT, B. S.; DUNN, G. **Applied Multivariate Data Analysis**. 2. ed. London: Hodder Education, 2001.
21. MEYERS, L. S. et al. **Applied Multivariate Research. Design and Interpretation**. 1. ed. London: Sage Publications, INC., 2006.
22. WINTER, D. A. et al. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. **Physical Therapy**, 70, n. 6, p. 340-347, 1990
23. TIEDEMANN, A. et al. Physiological and psychological predictors of walking speed in older community-dwelling people. **Gerontology**, 51, n. 6, p. 390-395, Nov. 2005
24. PINEDO, L. V. et al. Gait speed as an indicator of fragility in community-dwelling elders in Lima, Peru. **Revista Española De Geriatria y Gerontología**, 45, n. 1, p. 22-25, 30 Dec. 2009
25. CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia  $\neq$  dynapenia. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 63, n. 8, p. 829-834, Aug. 2008

26. DOHERTY, T. J. The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. **Curr.Opin.Clin.Nutr.Metab Care**, 4, n. 6, p. 503-508, Nov. 2001
27. SUNNERHAGEN, K. S. et al. Muscle performance in an urban population sample of 40- to 79-year-old men and women. **Scand.J.Rehabil.Med.**, 32, n. 4, p. 159-167, Dec. 2000
28. LINDLE, R. S. et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. **J.Appl.Physiol**, 83, n. 5, p. 1581-1587, Nov. 1997
29. LAURETANI, F. et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **J.Appl.Physiol**, 95, n. 5, p. 1851-1860, Nov. 2003
30. NEWMAN, A. B. et al. Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition Study. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 51, n. 3, p. 323-330, Mar. 2003
31. VISSER, M. et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 60, n. 3, p. 324-333, Mar. 2005
32. VISSER, M. et al. Skeletal muscle mass and muscle strength in relation to lower-extremity performance in older men and women. **J.Am.Geriatr.Soc.**, 48, n. 4, p. 381-386, Apr. 2000
33. CALLISAYA, M. L. et al. A population-based study of sensorimotor factors affecting gait in older people. **Age Ageing**, 38, n. 3, p. 290-295, May 2009
34. MCGIBBON, C. A. Toward a better understanding of gait changes with age and disablement: neuromuscular adaptation. **Exerc.Sport Sci.Rev.**, 31, n. 2, p. 102-108, Apr. 2003
35. PERRY, J.; BURNFIELD, L. M. **Gait Analysis. Normal and Pathological Function**. 2. ed. Thorofare: SLACK Incorporated, 2010.
36. JUDGE, J. O. et al. Step length reductions in advanced age: the role of ankle and hip kinetics. **J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.**, 51, n. 6, p. M303-M312, Nov. 1996
37. KERRIGAN, D. C. et al. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. **Arch.Phys.Med.Rehabil.**, 79, n. 3, p. 317-322, Mar. 1998
38. MCGIBBON, C. A.; KREBS, D. E. Effects of age and functional limitation on leg joint power and work during stance phase of gait. **J.Rehabil.Res.Dev.**, 36, n. 3, p. 173-182, July 1999

39. LAWLOR, D. A. et al. Agreement between measured and self-reported weight in older women. Results from the British Women's Heart and Health Study. **Age Ageing**, 31, n. 3, p. 169-174, May 2002
40. KRIEGSMAN, D. M. et al. Self-reports and general practitioner information on the presence of chronic diseases in community dwelling elderly. A study on the accuracy of patients' self-reports and on determinants of inaccuracy. **J.Clin.Epidemiol.**, 49, n. 12, p. 1407-1417, Dec. 1996
41. LATT, M. D. et al. Walking speed, cadence and step length are selected to optimize the stability of head and pelvis accelerations. **Exp.Brain Res.**, 184, n. 2, p. 201-209, Jan. 2008
42. BENDALL, M. J. et al. Factors affecting walking speed of elderly people. **Age Ageing**, 18, n. 5, p. 327-332, Sept. 1989

Tabela 1. Média (DP) e diferença da média (IC 95%) entre grupos para as características das 176 participantes idosas.

Características das participantes	Grupos		Diferença entre Grupos
	Pré-Frágeis (PF)	Não-Frágeis (NF)	PF - NF
	N = 71	N = 105	(IC 95%)
	Média (DP)	Média (DP)	Diferença da Média (IC 95%)
<b>Antropometria</b>			
Idade (anos)	73,7 (4,6)	71,3 (4,6)	2,4 (1,0 a 3,8)*
Estatura (cm)	152,8 (6,8)	154,7 (5,6)	-1,9 (-3,8 a -0,1)*
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	26,6 (4,6)	27,8 (4,3)	-1,2 (-2,5 a 0,1)
<b>Medo e N Quedas</b>			
N quedas	0,7 (1,5)	0,6 (0,9)	0,1 (-0,3 a 0,5)
0 queda (%)	47 (66,2%)	65 (61,9%)	
1 queda (%)	15 (21,1%)	26 (24,8%)	
≥ 2 quedas (%)	9 (12,7%)	14 (13,3%)	
FES-I-Brasil	23,1 (5,9)	22,9 (6,1)	0,2 (-1,6 a 2,0)
<b>MEEM</b>	26,2 (2,9)	26,4 (2,8)	-0,2 (-1,1 a 0,7)

IMC = Índice de Massa Corporal; MEEM = Mini-Exame do Estado Mental (pontuação em um total de 30 pontos); N queda = número de quedas no último ano; FES-I-Brasil = *Falls Efficacy Scale-Internacional-Brasil* (pontuação em um total de 64 pontos).

\* = Diferença significativa entre grupos.

Tabela 2: Frequências dos critérios do fenótipo de fragilidade para o grupo Pré-Frágil (N = 71).

Critérios	Total Pré-Frágil	
	N = 71	
	1 Critério Positivo N = 53 N Ind. (%)	2 Critérios Positivos N = 18 N Ind. (%)
Diminuição de Força de Preensão	18 (25,3%)	-
Exaustão	11 (15,4%)	-
Baixo Nível de Atividade Física	10 (14,0%)	-
Lentidão da Marcha	8 (11,2%)	-
Perda de Peso Não Intencional	6 (8,4%)	-
Diminuição Força Preensão/ Baixo Nível Atividade Física	-	7 (9,8%)
Diminuição Força Preensão/ Lentidão da Marcha	-	3 (4,2%)
Exaustão/ Baixo Nível Atividade Física	-	3 (4,2%)
Perda de Peso Não Intencional/ Baixo Nível Atividade Física	-	2 (2,8%)
Exaustão/ Diminuição Força Preensão	-	1 (1,4%)
Lentidão da Marcha/ Baixo Nível Atividade Física	-	1 (1,4%)
Exaustão/ Perda de Peso Não Intencional	-	1 (1,4%)

N Ind. (%) = número de indivíduos (percentual)

Tabela 3. Média (DP) dos grupos e diferença da média (IC 95%) entre grupos para os marcadores da marcha das 176 participantes idosas.

Marcadores da Marcha	Grupos		Diferença entre Grupos
	Pré-Frágeis N = 71	Não-Frágeis N = 105	PF – NF (IC 95%)
	Média (DP)	Média (DP)	Diferença da média (IC 95%)
% Duplo Apoio	20.1 (3.2)	20.3 (2.9)	-0.2 (-1.12 a 0.72)
% Apoio	60.0 (1.6)	60.0 (1.4)	0 (-0.45 a 0.45)
% Oscilação	39.9 (1.6)	39.9 (1.4)	0 (-0.45 a 0.45)
Cadência (n passos /min)	118.8 (7.7)	121.4 (9.0)	-2.6 (-5.18 a 0.02)
Tempo de passo (s)	0.5 (0.04)	0.5 (0.03)	0 (-0.01 a 0.01)
<b>Comprimento de passo (cm)</b>	<b>61.5 (6.1)</b>	<b>64.9 (5.7)</b>	<b>-3.4 (- 5.18 a -1.62)*</b>
<b>Velocidade normalizada (m/s)</b>	<b>1.5 (0.2)</b>	<b>1.6 (0.2)</b>	<b>-0.1 (-0.16 a -0.04)*</b>

% = percentagem; n passos/min = número de passos por minuto; s = segundos; cm = centímetros; m/s = metros por segundo.

\* = Diferença significativa entre grupos.

Tabela 4 – Componentes Principais com matriz do fator de rotação varimáx (N=176).

Marcadores da Marcha	Fator 1 Fases	Fator 2 Ritmo	Fator 3 Distância	Comunalidades
% Duplo Apoio	<b>0.986</b>	-0.087	-0.133	0.997
% Apoio	<b>0.985</b>	-0.092	-0.141	0.999
% Oscilação	<b>-0.985</b>	0.093	0.144	0.999
Cadência (n passos /min)	-0.096	<b>0.978</b>	0.169	0.995
Tempo de passo (s)	0.083	<b>-0.977</b>	-0.172	0.992
Comprimento de passo (cm)	-0.208	0.161	<b>0.952</b>	0.976
Velocidade normalizada (m/s)	-0.151	0.641	<b>0.715</b>	0.944

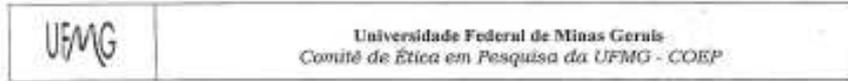
n passos/min = número de passos por minuto; s = segundos; cm = centímetros; m/s = metros por segundo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- De acordo com nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a discriminar idosas não-frágeis e pré-frágeis de acordo com o fenótipo de fragilidade proposto por Fried e colaboradores (2001) a partir dos marcadores temporais e espaciais da marcha;
- A análise fatorial possibilitou a identificação do comprimento do passo e da velocidade normalizada da marcha como discriminantes entre esses grupos de idosas, diante da manifestação heterogênea da pré-fragilidade e da semelhança clínica dos grupos não-frágil e pré-frágil;
- Comprimento do passo e velocidade normalizada da marcha foram os marcadores mais sensíveis à discriminação de idosas com pré-fragilidade de idosas não-frágeis com idade entre 65 a 86 anos;
- Força de preensão foi o critério mais prevalente entre as idosas pré-frágeis e, mesmo a lentidão sendo um critério pouco prevalente na amostra do presente estudo, a velocidade normalizada da marcha ressaltou-se como critério discriminante;
- Estudos com foco longitudinal são necessários para investigar a causa específica de como o comprimento do passo e a velocidade da marcha podem discriminar idosas não-frágeis das pré-frágeis, identificando outros fatores como amplitude de movimento e produção de força e potência muscular em membros inferiores;
- Estudos futuros poderão investigar, na pré-fragilidade e na fragilidade, quais os marcadores temporais e espaciais da marcha discriminantes também entre idosos do sexo masculino, uma vez que a literatura mostra que a marcha difere entre sexos;
- Uma das limitações do presente estudo deve-se ao tamanho amostral das idosas frágeis. Mesmo tendo um percentual em concordância com a literatura, a pequena amostra de 18 idosas frágeis restringiu a análise às idosas não-frágeis e pré-frágeis, limitando assim os objetivos inicialmente delineados neste estudo;
- O conhecimento dos marcadores comprimento do passo e velocidade normalizada da marcha poderá contribuir como instrumento de discriminação de idosas no estágio pré-

frágil além do desenvolvimento de programas direcionados principalmente para a prevenção ou minimização dos efeitos adversos da fragilidade.

**ANEXOS A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais e do Comitê de Ética da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte**



**Parecer nº. ETIC 187/07**

**Interessado(a): Profa. Rosângela Corrêa Dias  
 Departamento de Fisioterapia  
 EEFFTO- UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 04 de outubro de 2007, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Estudo da fragilidade em idosos brasileiros**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
**Prof. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia**  
**Coordenadora do COEP-UFMG**

**Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte**  
**Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos**

**Parecer: 0081.1.410.000-09A**

**Pesquisadores:** Renata Noce Kirkwood (orientadora)  
Henrique de Alencar Gomes (mestrando)

O Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte – CEP/SMSA/BH aprovou em 08 de fevereiro de 2010, o projeto de pesquisa intitulado “**Marcadores temporais e espaciais da marcha de idosas comunitárias: um enfoque na síndrome da fragilidade**”, bem como seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

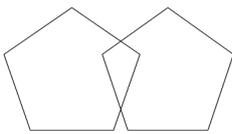
O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao CEP um ano após início do projeto ou ao final deste, se em prazo inferior a um ano.



**Celeste de Souza Rodrigues**

Coordenadora do CEP/SMSA/BH

## ANEXO B – Mini-Exame do Estado Mental

Comando	Pontos
Que dia é hoje?	1
Em que mês estamos?	1
Em que ano estamos?	1
Em que dia da semana estamos?	1
Que horas são agora aproximadamente? (variação correta de cerca de 1 hora)	1
Em que local nós estamos? (salão, sala, apontando para o chão)	1
Que local é este aqui? (apontando ao redor num sentido mais amplo)	1
Em que bairro nós estamos ou qual o nome de uma rua próxima?	1
Em que cidade nós estamos?	1
Em que Estado nós estamos?	1
Vou dizer 3 palavras e a senhora irá repeti-las a seguir: CARRO – VASO – TIJOLO	1 por palavra
Gostaria que a senhora me dissesse quanto é: $100 - 7$ ; $93 - 7$ ; $86 - 7$ ; $79 - 7$ ; $72 - 7$ (se houver erro, corrija e prossiga. Considere correto se o examinado espontaneamente se corrigir)	1 por cálculo
A senhora consegue se lembrar das 3 palavras que lhe pedi que repetisse agora há pouco?	1 por palavra
Mostre um relógio e peça à entrevistada que diga o nome.	1
Mostre uma caneta e peça à entrevistada que diga o nome.	1
Preste atenção: vou lhe dizer uma frase e quero que repita depois de mim: NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ.	1
Agora pegue este papel com a mão direita. Dobre-o ao meio e coloque-o no chão.	1 por tarefa
Vou lhe mostrar uma folha onde está escrito uma frase. Gostaria que fizesse o que está escrito: FECHER OS OLHOS	1
Gostaria que a senhora escrevesse uma frase de sua escolha, qualquer uma, não precisa ser grande.	1
Vou lhe mostrar um desenho e gostaria que a senhora copiasse, tentando fazer o melhor possível. Desenhar no verso da folha.	1
	
Total = 30 pontos	

**ANEXO C – Questionário *Minnesota Leisure Time Activities***

Solicitarei à senhora que responda quais das atividades abaixo foi realizada nas últimas duas semanas. Para cada uma destas atividades, gostaria que me dissesse em quais dias você as realiza, o número de vezes por semana e o tempo que você gastou com a atividade cada vez que a senhora a realizou.

Atividade	1 <sup>a</sup> Semana	2 <sup>a</sup> Semana	Média de Vezes por Semana	Tempo por Ocasão	
				Horas	Minutos
<b>Seção A: Caminhada</b>					
Caminhada recreativa?					
Caminhada para o trabalho?					
Uso de escadas quando o elevador está disponível?					
Caminhada ecológica?					
Caminhada com mochila?					
Ciclismo recreativo/pedalando por prazer?					
Dança: salão, quadrilha, discoteca, danças regionais?					
Dança – aeróbia, balé?					
<b>Seção B: Exercício de Condicionamento</b>					
Exercícios domiciliares?					
Exercícios em clube/academia?					
Combinação de caminhada/ corrida leve?					
Corrida?					
Musculação?					
Canoagem em viagem de acampamento?					
Natação em piscina (pelo menos de 15 metros)?					
Natação na praia?					
<b>Seção C: Esportes</b>					
Boliche?					
Voleibol?					
Tênis de mesa?					
Tênis individual?					
Tênis de duplas?					

Basquete, sem jogo (bola ao cesto)?					
Jogo de basquete?					
Basquete, como juiz?					
Futebol?					
<b>Seção D: Atividades no jardim e horta</b>					
Cortar a grama dirigindo um carro de cortar grama?					
Cortar a grama andando atrás do cortador de grama motorizado?					
Cortar a grama empurrando o cortador de grama manual?					
Tirando o mato e cultivando o jardim e a horta?					
Afofar, cavando e cultivando a terra no jardim e horta?					
Trabalho com ancinho na grama?					
<b>Seção E: Atividades de reparos domésticos</b>					
Carpintaria e oficina?					
Pintura interna de casa ou colocação de papel de parede?					
Carpintaria do lado de fora da casa?					
Pintura do exterior da casa?					
<b>Seção F: Caça e Pesca</b>					
Pesca na margem do rio?					
Caça a animais de pequeno porte?					
Caça a animais de grande porte?					
<b>Seção G: Outras atividades</b>					
Caminhar como exercício?					
Tarefas domésticas de moderadas a intensas?					
Exercícios em bicicleta ergométrica?					
Exercícios calistênicos?					

### ANEXO D - Escala de Auto-Eficácia Relacionada às Quedas

**Eu vou fazer algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair, enquanto realiza algumas atividades. Se a senhora atualmente não faz a atividade citada (por ex. alguém vai às compras para a senhora), responda de maneira a mostrar como se sentiria em relação a quedas caso fizesse tal atividade.**

**Atenção: marcar a alternativa que mais se aproxima da opinião da idosa sobre o quão preocupada fica com a possibilidade de cair fazendo cada uma das seguintes atividades.**

	Nem um pouco preocupado	Um pouco preocupado	Muito preocupado	Extremamente preocupado
Limpando a casa (ex: passar pano, aspirar o pó ou tirar a poeira).	(1)	(2)	(3)	(4)
Vestindo ou tirando a roupa.	(1)	(2)	(3)	(4)
Preparando refeições 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 do chão.	(1)	(2)	(3)	(4)
Ir atender o telefone antes que pare de tocar.	(1)	(2)	(3)	(4)
Andando sobre superfície escorregadia (ex: chão molhado).	(1)	(2)	(3)	(4)
Visitando um amigo ou parente.	(1)	(2)	(3)	(4)
Andando em lugares cheios de gente.	(1)	(2)	(3)	(4)
Caminhando sobre superfície irregular (com pedras, esburacada).	(1)	(2)	(3)	(4)
Subindo ou descendo uma ladeira.	(1)	(2)	(3)	(4)
Indo a uma atividade social (ex: ato religioso, reunião de família ou encontro no clube).	(1)	(2)	(3)	(4)

## **APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Projeto de pesquisa:** MARCADORES TEMPORAIS E ESPACIAIS DA MARCHA DE IDOSAS COMUNITÁRIAS: UM ENFOQUE NA SÍNDROME DA FRAGILIDADE

**Pesquisadores:**

Henrique de Alencar Gomes (Mestrando)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Renata Noce Kirkwood (Orientadora)

**Instituição:**

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Departamento de Fisioterapia

Endereço: Departamento de Fisioterapia – Av. Antônio Carlos, 6627

CEP: 31270-901 - Belo Horizonte – MG

Telefax: (31) 3409-4781

**Objetivo da pesquisa:** o objetivo desta pesquisa é investigar as características biomecânicas da marcha de indivíduos que estão ficando frágeis e que são frágeis.

**Antes de autorizar sua participação neste Projeto de Pesquisa é necessário que você leia atentamente e compreenda as explicações sobre os procedimentos, a estimativa do tempo de sua permanência no estudo, seus direitos, assim como os benefícios, riscos e desconfortos da pesquisa.**

Caso você aceite participar, irá submeter-se aos seguintes procedimentos:

1. Coleta dos seus dados demográficos e clínicos, e responderá a dois questionários, sendo um sobre o seu nível de atividade física e o outro sobre auto-eficácia relacionada às quedas. Após esta entrevista, serão medidas a força de prensão e a velocidade do seu andar.
2. Análise de seu andar é feita ao caminhar em velocidade habitual sobre um tapete de 5,72 metros de comprimento conectado a um computador. O tempo estimado para a realização de todos os procedimentos é de 1 hora.

**Riscos e desconfortos:** a análise do andar apresenta um risco mínimo de quedas e será feita em condições de extrema segurança e por pessoas altamente treinadas. Você poderá se cansar durante a análise do seu andar, que apresentará melhora rápida ao término da coleta. Será permitida, quando solicitada, pausa para descanso.

**Privacidade:** para assegurar anonimato e confidencialidade das informações obtidas, a senhora receberá um número de identificação ao entrar no estudo e seu nome nunca será revelado em nenhuma situação. Qualquer dúvida ou questionamento será atendido pelos responsáveis da pesquisa. A senhora será informada sobre os resultados e andamento da pesquisa, mesmo que isso implique a retirada do seu consentimento. Quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer evento ou revista científica, seus dados não serão identificados, pois serão apresentados sob forma de estatísticas.

**Benefícios:** as medidas obtidas neste estudo contribuirão com a fundamentação científica para maior entendimento das características do andar de idosas que estão ficando frágeis e que são frágeis, podendo auxiliar na elaboração de uma proposta de tratamento mais eficiente.

**Recusa ou abandono:** sua participação neste estudo é inteiramente voluntária, e a senhora é livre para se recusar a participar ou abandonar o estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. A senhora não terá nenhum gasto financeiro nem lhe será paga nenhuma remuneração.

Depois de ter lido as informações acima, se for de sua vontade participar deste estudo, por favor, preencha o consentimento abaixo.

### Consentimento 01

Declaro que li e entendi a informação contida acima, sendo que minhas dúvidas foram satisfatoriamente respondidas. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim, indicando meu consentimento em participar do estudo.

Belo Horizonte,            de            de 2010.

\_\_\_\_\_  
Assinatura da voluntária

\_\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
Data

Telefones para contato:

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Renata Noce Kirkwood (31) 3409-4791

Pesquisador: Henrique de Alencar Gomes

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG:

Telefone: (31) 3409 4592

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627

Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2005

Campus Pampulha – Belo Horizonte – MG

CEP: 31270-901 – Belo Horizonte - MG

Comitê de Ética em Pesquisa da

Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura de Belo Horizonte:

Telefone: (31) 3277 5309 – Fax: (31) 3277 7768

Endereço: Av. Afonso Pena, 2336 - 9º andar,

Bairro Funcionários - Belo Horizonte - MG

CEP: 30130-007 – Belo Horizonte – MG

E-mail: coep@pbh.gov.br

## APÊNDICE B – Ficha de Avaliação

**Título da Pesquisa:** “Marcadores Temporais e Espaciais da Marcha de Idosas Comunitárias: Um Enfoque na Síndrome da Fragilidade”.

**Avaliador:**

**Data:**

**Origem:**

---

### DADOS PESSOAIS

### Identificação (código):

Nome:

Data de Nascimento:

Idade:

Endereço:

Telefone:

Escolaridade:

Pensionista/Aposentada:

Estado Civil:

---

### DADOS GERAIS

Peso (Kg):

Estatura (m):

IMC (Kg/m<sup>2</sup>):

Comprimento MI D (cm):

MIE (cm):

Calçado (n.º):

MEEM (ANEXO B): \_\_\_ pontos

FES-Brasil (ANEXO D): \_\_\_ pontos

História de Cirurgia (quando, parte do corpo, tipo):

História de Fraturas em membros inferiores (quando, parte do MMII, tratamento):

### Auto-Relato de Comorbidades:

**No último ano, algum médico já disse que a senhora tem os seguintes problemas de saúde?**

Doença do coração como angina, infarto do miocárdio ou ataque cardíaco:

Tumor maligno/câncer:

Pressão alta/hipertensão:

Artrite ou reumatismo:

Derrame/AVC/Isquemia:

Doença do pulmão (bronquite e enfisema):

Diabetes:

Depressão:

Osteoporose:

Medicamentos (uso regular nos últimos 3 meses):

Número de quedas (últimos 12 meses):

Tratamento fisioterápico:

---

## FENÓTIPO DE FRAGILIDADE

### 1. Exaustão:

Pensando na última semana, diga com que frequência as seguintes coisas aconteceram com a senhora:

0 = nunca/raramente, 1 = poucas vezes, 2 = na maioria das vezes, 3 = sempre

“Sentiu que teve que fazer esforço para dar conta das tarefas habituais”. **Resposta:** \_\_

“Não conseguiu levar adiante suas coisas”. **Resposta:** \_\_

### 2. Perda de peso não intencional:

“No último ano, a senhora perdeu peso involuntariamente (isto é, sem dieta ou exercício)?”

**Resposta:**                    **Quantos quilos aproximadamente?**

### 3. Nível de Atividade Física (ANEXO C)

**Resultado em Kilocalorias:**

### 4. Força de preensão (Kgf):

Solicitarei à senhora que aperte bem forte a alça que a senhora está segurando.

**Medida 1:**                    **Medida 2:**                    **Medida 3:**                    **Média:**

### 5. Lentidão de marcha (segundos):

**Medida 1:**                    **Medida 2:**                    **Medida 3:**                    **Média:**

**FENÓTIPO DE FRAGILIDADE (Positivo = P; Negativo = N)**

**1.      2.      3.      4.      5.      Grupo (NF, PF ou IF): \_\_**

---

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)