

Bruno de Souza Moreira

**PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA
E QUEDAS EM IDOSAS COMUNITÁRIAS:
Um Estudo Longitudinal com Aplicação da
Análise de Componentes Principais**

Belo Horizonte

2012

Bruno de Souza Moreira

**PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA
E QUEDAS EM IDOSAS COMUNITÁRIAS:
Um Estudo Longitudinal com Aplicação da
Análise de Componentes Principais**

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 para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de Concentração: Desempenho Funcional Humano

Linha de Pesquisa: Estudos do Desempenho Motor e Funcional Humano

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Noce Kirkwood

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Rosana Ferreira Sampaio

Belo Horizonte

2012

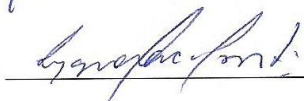


UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO
DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
E-MAIL: mesreab@eeffto.ufmg.br SITE: www.eeffto.ufmg.br/mreab
Fone/fax: 31- 3409.4781

ATA DE NÚMERO 169 (CENTO E SESSENTA E NOVE) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELO CANDIDATO **BRUNO DE SOUZA MOREIRA** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.-----

Aos 07 (sete) dias do mês de março do ano de dois mil e doze, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação “**PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA E QUEDAS EM IDOSAS COMUNITÁRIAS: UM ESTUDO LONGITUDINAL COM APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS**”. A banca examinadora foi constituída pelas seguintes professoras doutoras: Renata Noce Kirkwood, Lygia Paccini Lustosa, Leani Souza Máximo Pereira, 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, Eni da Conceição Rocha, 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 março de 2012.-----

Professora Dra. Renata Noce Kirkwood 

Professora Dra. Lygia Paccini Lustosa 

Professora Dra. Leani Souza Máximo Pereira 

Eni da Conceição Rocha 
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@efffto.ufmg.br SITE: www.efffto.ufmg.br/mreab
Fone: 31- 3409.4781

PARECER

Considerando que a dissertação de mestrado de BRUNO DE SOUZA MOREIRA intitulada “PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA E QUEDAS EM IDOSAS COMUNITÁRIAS: UM ESTUDO LONGITUDINAL COM APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS” 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:

Nome da Professora/Banca	Aprovação	Assinatura
Professora Dra. Renata Noce Kirkwood	APROVADO	<i>Renata Noce Kirkwood</i>
Professora Dra. Lygia Paccini Lustosa	APROVADO	<i>Lygia Paccini Lustosa</i>
Professora Dra. Leani Souza Máximo Pereira	APROVADO	<i>Leani Souza Máximo Pereira</i>

Belo Horizonte, 07 março de 2012.

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

Livia de Castro Magalhães
Livia de Castro Magalhães
Coordenadora do Colegiado
Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação
Inscrição UFMG: 267276 Inscrição Sinaes: 632222-5

Dedico esta dissertação a todos os meus professores da pré-escola à pós-graduação. Todos foram fundamentais em meu processo permanente de construção do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pelo amor incondicional, pela valiosa oportunidade de conviver com pessoas tão especiais e pela dádiva de sonhar e realizar muitos dos meus sonhos.

Aos meus santos de devoção, Nossa Senhora Desatadora dos Nós e São Paulo da Cruz, pela proteção constante e pela interseção junto a Deus nos momentos de angústia e dificuldades.

À minha mãe, Maria Helena de Souza Moreira, cuja capacidade de superar obstáculos serve como exemplo de vida e me impulsiona na busca da realização de meus ideais. Muito obrigado pelo amor, dedicação, respeito e valores éticos e morais transmitidos.

Ao meu pai, Armando Nunes Moreira, pelo suporte financeiro ao longo de minha vida, possibilitando a concretização de minhas aspirações.

Aos meus irmãos, Douglas de Souza Moreira, Erlon Carlos de Andrade e Graziela de Souza Moreira Gomes, e sobrinha, Larissa de Souza Gomes, pelo apoio para seguir o caminho idealizado.

À Professora Renata Noce Kirkwood, minha estimada orientadora, pela serenidade com que me conduziu pelos caminhos da pesquisa e por confiar em meu trabalho. Obrigado também pela prontidão em me ouvir e sempre dar excelentes conselhos. Obrigado pela cumplicidade e compreensão. Foi uma enorme honra trabalhar com uma profissional tão brilhante, mas, sobretudo uma pessoa de caráter irrepreensível e de grande bondade. Você é extraordinária! A você meu eterno respeito e admiração.

À Professora Rosana Ferreira Sampaio, por viabilizar o término deste processo junto ao colegiado de pós-graduação.

Às minhas queridas professoras de graduação da PUC Minas, Adriana Silva Drumond, Beatriz Scopacasa Monteiro, Márcia Luciane Drumond das Chagas e Vallone e Vânia Lúcia Bicalho Cruz, que sempre me estimularam a prosseguir na vida acadêmica.

Aos alunos de iniciação científica, Ana Carolina Barbosa Santos, Ana Cisalpino Pinheiro, Ana Luiza Moreira Pauferro, Bárbara Lopes da Silva, Clarissa Teixeira Vianna, Cristiano Mourão Barroso, José Gaspar Wild Persichini Filho, Maria Clarice Lopes da Silva, Marília Caixeta de Araújo e Sheila Alves Gomes, pela valiosa contribuição durante os 18 meses de coleta de dados. Sem o trabalho de vocês, a execução desta dissertação teria sido completamente inviável. Torço pelo sucesso profissional e pessoal de vocês.

Aos Fisioterapeutas, Andréa de Jesus Lopes, Gislene Maria de Carvalho Silva e Henrique de Alencar Gomes, pelo companheirismo durante a coleta de dados. Vocês tornaram este momento árduo muito mais ameno e divertido.

Às minhas amigas de graduação, Ana Paula da Cruz Dornellas Fonseca e Cristina Trad Lopes Ribeiro, e amigas da Fundação Ezequiel Dias (FUNED), Fátima Regina Marques, Luciene Aparecida de Lima e Malena Lourenço que sempre estiveram ao meu lado, compartilhando e comemorando minhas conquistas e me apoiando nos momentos difíceis. Vocês são muito especiais!

Às Fisioterapeutas, Alessandra de Carvalho Bastone, Camila Maria Castro Silveira, Daniela Maria da Cruz dos Anjos e Renata Alvarenga Vieira, pela amizade e parceria. Obrigado pelo convívio e oportunidade de aprender com vocês.

A todas as voluntárias que participaram desta pesquisa, minha eterna gratidão.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pelo aprendizado humano e científico proporcionados, em especial à Professora Rosângela Corrêa Dias, pelo convívio, pelos conhecimentos transmitidos e pela riqueza de ensinamentos durante o Estágio em Docência e à Professora Leani Souza Máximo Pereira, pelas sugestões e revisão do artigo.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pelos momentos de convivência e discussões enriquecedoras sempre valiosas para minha formação e crescimento profissional. Um agradecimento especial e muito carinhoso aos colegas: Angélica Campos Maia, Hellen Veloso Rocha Marinho, Joana Ude Viana, Karina Simone Souza Vasconcelos, Luciana De Michelis Mendonça, Mônica Bicalho Alves de Souza, Otávia Alves Vieira, Patrícia Hampe Mio Lisboa e Thiago Ribeiro Teles dos Santos.

Aos funcionários do Departamento de Fisioterapia e do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, especialmente à Eni da Conceição Rocha, Gilvana Gomes de Souza, Margaret Amaral de Moraes, Marilane Soares, Richard Marques Perdigão e Rivamar Conceição de Souza pela presteza e por proporcionar condições ideais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus familiares que se alegraram e participaram de mais uma fase de minha vida, muito obrigado.

E finalmente, a todos os amigos, novos e antigos, presentes e ausentes, que mesmo não tendo os nomes aqui citados, saibam que fizeram e fazem parte não só desta conquista, mas também de minha trajetória, de minha vida. Meus sinceros agradecimentos.

“Por vezes, sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá
(1910-1997)

RESUMO

Não há consenso na literatura se os parâmetros espaço-temporais da marcha podem identificar idosos em risco de cair. Dentre os fatores que podem contribuir para essa falta de consenso estão os métodos estatísticos que não levam em consideração a correlação entre os parâmetros da marcha. Deste modo, ao se testar hipóteses estatísticas por meio de métodos para variáveis independentes usando variáveis correlacionadas corre-se o risco de não se perceber os efeitos independentes das variáveis devido às intercorrelações. Neste caso, o uso de técnicas multivariadas é mais apropriado. Portanto, o objetivo do presente estudo foi determinar, por meio da análise de componentes principais (ACP) e análise discriminante, qual(is) parâmetro(s) espaço-temporal(is) da marcha pode(m) prever quedas em mulheres idosas comunitárias com 65 anos ou mais de idade. Foi conduzido um estudo observacional longitudinal com uma avaliação realizada no início do estudo, seguida pelo acompanhamento durante 12 meses por meio de contatos telefônicos quinzenais para obter informações sobre a ocorrência de quedas, além de uma segunda avaliação após este período. Sete parâmetros espaço-temporais da marcha foram obtidos por meio do sistema GAITRite® (velocidade, cadência, comprimento do passo, base de suporte, tempo de oscilação, tempo de apoio e tempo de duplo apoio). A ACP e a análise discriminante seguidas pela interpretação do gráfico *biplot* foram aplicadas aos parâmetros espaço-temporais da marcha coletados na primeira avaliação e os grupos foram divididos de acordo com o histórico de quedas obtido durante o acompanhamento. Foram consideradas caidoras, as idosas que reportaram duas ou mais quedas durante o ano de acompanhamento. Das 148 participantes avaliadas inicialmente, 133 (89,9%) completaram o estudo e, portanto, foram incluídas nas análises. Setenta idosas (52,6%) reportaram não ter sofrido quedas, 40 (30,1%) reportaram uma única queda e 23 (17,3%) reportaram duas ou mais quedas durante o ano de seguimento. A ACP resultou em três componentes que explicaram 88,3% da variância dos dados. A análise discriminante mostrou que nenhuma das componentes discriminou significativamente o grupo caidor do não caidor ($P > 0,05$). Embora o teste estatístico tenha falhado em discriminar os grupos, a inspeção visual do *biplot* mostrou uma tendência na separação dos grupos. A projeção do escore médio do grupo caidor nos vetores das variáveis mostrou que as idosas caidoras tendem a caminhar com menor velocidade, cadência e comprimento do passo e maior tempo de oscilação e tempo de apoio em relação às idosas não caidoras. Os resultados deste estudo mostraram que os parâmetros espaço-temporais da marcha analisados não preveem quedas em mulheres idosas comunitárias, saudáveis, ativas e sem déficit de mobilidade. No entanto, o *biplot* revelou uma tendência de padrões de deambulação contrários entre os grupos de idosas caidoras e não caidoras. Isto demonstra que o *biplot* é uma ferramenta exploratória importante que deve ser adicionada aos resultados da ACP para auxiliar na compreensão dos dados.

Palavras-chave: marcha; acidentes por quedas; idoso; análise multivariada

ABSTRACT

There is no consensus in the literature if the spatiotemporal gait parameters could identify elderly people at risk of falling. Among the factors that may contribute to this lack of consensus are statistical methods that do not take into account the correlation between the gait parameters. Thus, when testing statistical hypotheses through methods for independent variables using correlated variables, one runs the risk of not perceiving the independent effects of the variables due to intercorrelations. In this case, the use of multivariate techniques is more appropriate. Therefore, the objective of the present study was to determine, by means of principal component analysis (PCA) and discriminant analysis, which spatiotemporal gait parameter(s) could predict falls in community-dwelling elderly women aged 65 and older. A longitudinal observational study was conducted with an assessment performed at baseline, followed by monitoring during 12 months through biweekly phone contacts to obtain information on the occurrence of falls, and a second assessment after this period. Seven spatiotemporal gait parameters were obtained through the GAITRite® system (gait velocity, cadence, step length, base of support, swing time, stance time and double support time). PCA and discriminant analysis followed by the biplot graph interpretation were applied to the spatiotemporal gait parameters collected in the first assessment and the groups were divided according with the fall history obtained during follow-up. Elderly women who reported two or more falls throughout the one-year follow-up period were considered as fallers. Of the 148 participants initially assessed, 133 (89.9%) completed the study and were therefore included in the analyses. Seventy older women (52.6%) reported no falls, 40 (30.1%) reported one fall and 23 (17.3%) reported two or more falls in the follow-up year. PCA resulted in three components that explained 88.3% of the data variance. Discriminant analysis showed that none of the components discriminated significantly the group of elderly fallers from non-fallers ($P > 0.05$). Although the statistical test failed to discriminate between the groups, the visual inspection of the biplot showed a trend towards group separation. The projection of the average score of the fallers group onto the variables' vectors showed that elderly female fallers tend to walk with lower velocity, cadence and step length, and increased swing and stance time in relation to the elderly female non-fallers. The results of this study showed that the spatiotemporal gait parameters analyzed do not predict falls in healthy, active and without mobility impairment community-dwelling elderly women. However, the biplot showed a trend of opposite walking patterns between the groups of elderly female fallers and non-fallers. It demonstrates that the biplot is an important exploratory tool that should be added to the PCA results in order to help in data comprehension.

Keywords: gait; accidental falls; aged; multivariate analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 – Panorama dos estudos prospectivos sobre os parâmetros espaço-temporais da marcha e quedas em idosos	20
FIGURA 1 – Fluxograma do estudo descrevendo a seleção das participantes com os critérios de exclusão, bem como os motivos para a não realização da avaliação final após 12 meses de seguimento	27
GRÁFICO 1 – Exemplo de um <i>biplot</i> construído a partir dos resultados de uma análise de componentes principais	37

LISTA DE TABELAS¹

TABELA 1 – Características da amostra no início do estudo	88
TABELA 2 – Frequência de quedas das 133 participantes durante 12 meses de seguimento	89
TABELA 3 – Frequência de quedas quanto ao local de ocorrência, mecanismo da queda, ocorrência de lesão e tipo de lesão durante 12 meses de seguimento	90

¹ Estas tabelas foram construídas para apresentar dados que não couberam no artigo devido à falta de espaço.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	14
1.1 Revisão da Literatura	14
1.2 Justificativa	19
1.3 Objetivos do Estudo	25
1.3.1 Objetivo Geral	25
1.3.2 Objetivos Específicos	25
CAPÍTULO 2 – MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 Delineamento do Estudo	26
2.2 Aspectos Éticos	26
2.3 Amostra	26
2.4 Instrumentos de Medida	28
2.4.1 Miniexame do Estado Mental	28
2.4.2 Escala Internacional de Auto-eficácia para Quedas	28
2.4.3 <i>Timed Up and Go</i>	29
2.4.4 Sistema <i>GAITRite</i> ®	29
2.5 Procedimentos	30
2.6 Seguimento das Quedas	31
2.7 Redução dos Dados	32
2.8 Análise Estatística	33
2.8.1 Análise de Componentes Principais e Análise Discriminante	34
2.8.2 <i>Biplot</i>	35
REFERÊNCIAS	38
CAPÍTULO 3 – ARTIGO	47
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
APÊNDICES	77
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	77
APÊNDICE B – Ficha de Avaliação	82
APÊNDICE C – Questionário de Seguimento das Quedas	83
ANEXOS	84
ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	84
ANEXO B – Miniexame do Estado Mental	85
ANEXO C – Escala Internacional de Auto-eficácia para Quedas	86

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Revisão da Literatura

O envelhecimento populacional é um fenômeno mundial. No Brasil, este processo iniciou-se na década de 60 devido ao declínio rápido e sustentado da taxa de fecundidade^{1,2,3}. De acordo com projeções da Organização Mundial da Saúde, em 2025, a população idosa brasileira corresponderá a mais de 33 milhões de pessoas com 60 anos ou mais, levando o Brasil a assumir a sexta posição mundial em número absoluto de idosos⁴. No entanto, o aumento do número de anos vividos não vem acompanhado na mesma proporção por uma melhora na qualidade de vida dessa população. Em consequência, observa-se um predomínio de eventos incapacitantes nessa faixa etária, entre os quais se destaca a ocorrência de quedas, que representa um sério problema de saúde pública devido à alta incidência, altos índices de morbimortalidade e elevados custos assistenciais^{5,6,7}. Nos Estados Unidos, os custos com quedas fatais e não fatais em idosos comunitários são de 23,3 bilhões de dólares por ano, enquanto no Reino Unido os gastos estimados são de 1,6 bilhões de dólares anuais⁸. Visto que as projeções demográficas revelam um crescimento significativo do número de pessoas idosas nas próximas décadas^{1,4}, a gravidade do problema continuará a aumentar.

Queda pode ser definida como um evento inesperado no qual o indivíduo vai de encontro ao chão ou a um nível mais baixo em relação a sua posição inicial^{9,10}. Estudos internacionais reportam que 30% a 60% dos idosos residentes na comunidade caem anualmente^{11,12}. No Brasil, a prevalência de quedas segue os padrões internacionais. Em um estudo de coorte com seguimento por dois anos realizado na cidade de São Paulo, por meio de duas ondas de inquéritos domiciliares, a prevalência de quedas foi de 30,9% e 29,1% no primeiro e segundo inquéritos, respectivamente¹³. Similarmente, em um estudo realizado com idosos de sete estados brasileiros das regiões sul e nordeste, Siqueira *et al.* (2007)¹⁴ encontraram uma prevalência de quedas de 34,8% na amostra estudada. De acordo com Coimbra *et al.* (2010)¹⁵, a maior suscetibilidade dos idosos às quedas deve-se às alterações fisiológicas do envelhecimento, que progressivamente reduzem a reserva funcional e a competência do indivíduo para adaptar-se ao ambiente,

somadas à alta prevalência de doenças e deficiências e a diminuição da eficiência do controle postural nessa faixa etária.

A etiologia das quedas em idosos é de origem multifatorial, envolvendo uma complexa interação entre fatores intrínsecos (relacionados ao indivíduo) e fatores extrínsecos (associados às características do ambiente)^{5,16,17}. Os fatores intrínsecos compreendem idade avançada, doenças crônicas, fraqueza muscular, desordens da marcha e equilíbrio, deficiência visual, déficit cognitivo, depressão, declínio funcional, uso de medicamentos, síncope, hipotensão postural, entre outros^{16,18}. Já os fatores extrínsecos abarcam principalmente iluminação inadequada, superfícies escorregadias, tapetes soltos ou com dobras, degraus altos ou estreitos, ausência de corrimãos em corredores e banheiros, calçadas irregulares e calçados inadequados^{17,19}. Recentemente, uma revisão sistemática com 33 estudos mostrou que os principais fatores de risco para quedas em idosos comunitários incluem quedas prévias, medicações, deficiências de força e equilíbrio e alterações nos parâmetros da marcha²⁰. Em um dos estudos dessa revisão, o risco de cair em um ano aumentou linearmente de 8% para 19%, 32%, 60% e 78% quando o número de fatores de risco aumentou de zero para quatro ou mais⁷, sugerindo que a presença dos fatores de risco pode ser usada para estimar a chance de cair de cada indivíduo. Portanto, quanto maior o número de fatores de risco presentes, maior é a chance do idoso cair^{7,20,21,22,23}.

As quedas em idosos podem ter como consequências a ocorrência de fraturas, declínio funcional, piora do estado geral de saúde, restrição de atividades, bem como aumento do risco de institucionalização e de morte^{13,23}. A literatura reporta que 10% das quedas resultam em graves lesões, das quais 5% correspondem a fraturas²⁴. Aproximadamente 1% das quedas resulta em fratura de quadril²⁵. Idosos que sofreram fratura de quadril podem apresentar redução da expectativa de vida, além de piora da qualidade de vida. De acordo com Antapur, Mahomed e Gandhi (2011)²⁶, as taxas de mortalidade no primeiro ano após fratura de quadril variam de 14% a 36%.

Além das consequências físicas, o evento queda pode resultar em desfechos psicológicos negativos, como o medo de cair. Embora, este desfecho também possa

estar presente em idosos que nunca caíram^{27,28,29}. A prevalência do medo de cair em idosos residentes na comunidade varia de 29% a 92% entre os caidores e de 12% a 65% entre os idosos sem história de quedas^{28,30,31}. Uma possível explicação para essa grande variabilidade na prevalência do medo de cair deve-se às várias definições e instrumentos usados para medir tal constructo³¹. Portanto, o medo de cair pode ou não estar associado às quedas, porém idosos que já sofreram quedas têm maiores possibilidades de manifestar o medo³¹. Além disso, a prevalência do medo de cair é significativamente maior nas mulheres em comparação aos homens^{30,31,32,33}. Pesquisadores sugerem que provavelmente deve haver sub-retrato do medo de cair entre os homens devido ao estigma associado ao relato de seus medos^{31,34}.

O medo de cair pode ser descrito como um sentimento de grande inquietação diante de um perigo real, aparente ou imaginário de quedas³⁵. Tinetti e Powell (1993)³⁶ definiram medo de cair como uma preocupação duradoura sobre quedas que leva o indivíduo a evitar atividades que é capaz de realizar. Sendo assim, o medo de cair é compreendido como baixa auto-eficácia ou baixa autoconfiança para evitar quedas durante a realização de atividades do dia a dia^{36,37}. De acordo com a literatura, o medo de cair surge quando a pessoa reconhece o risco e os efeitos nocivos das quedas, reduzindo significativamente sua participação em atividades de vida diária^{38,39}. Essa restrição de atividades pode levar ao descondicionamento físico, a perda de força muscular e a diminuição do controle postural^{38,40}. Além disso, estudos vêm demonstrando que o medo de cair está associado a diversos desfechos adversos, tais como piora da qualidade de vida, aumento do uso de medicação, ansiedade, depressão, diminuição da mobilidade, anormalidades da marcha, declínio funcional, restrição da participação social e institucionalização^{29,32,39,41,42,43}.

A marcha é caracterizada por movimentos rítmicos que mantêm o corpo em locomoção progressiva à frente⁴⁴. À medida que o corpo desloca-se anteriormente, um membro funciona como fonte de apoio, enquanto o membro contralateral avança para uma nova posição de apoio. Esses movimentos rítmicos são a combinação de um perfeito equilíbrio entre as forças externas que agem sobre o corpo e a resposta das forças internas proveniente dos músculos, tendões, ossos, ligamentos e cápsulas⁴⁵. Embora seja um movimento inconsciente e quase automático, a marcha

é uma tarefa motora complexa, que depende da manutenção da função normal em múltiplos sistemas fisiológicos (nervoso, musculoesquelético, sensorial e cardiopulmonar), que devem trabalhar de maneira altamente coordenada e integrada⁴⁶. Por essa razão, a marcha tem sido utilizada para avaliar estado de saúde⁴⁷, qualidade de vida⁴⁸ e função física na população idosa⁴⁹.

Com o envelhecimento, ocorre deterioração nos diversos sistemas fisiológicos do corpo, afetando conseqüentemente o padrão da marcha. Dentre as principais alterações da marcha relacionadas à idade estão a redução da velocidade e do comprimento do passo e o aumento do tempo de duplo apoio^{50,51}. McGibbon (2003)⁵² sugere que tais alterações possuem base fisiológica, apresentando como causa o declínio na força muscular, na amplitude de movimento, na função vestibular, na acuidade visual e na função cardiopulmonar. O autor acrescenta ainda que as mudanças da marcha em idosos seriam adaptações neuromusculares em resposta às deficiências relacionadas à idade⁵². Além das alterações supracitadas, há forte evidência científica do aumento da variabilidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha com o envelhecimento, independentemente da altura, massa corporal e doença crônica auto-relatada⁵³.

A mensuração dos parâmetros espaciais e temporais da marcha tem sido habitualmente realizada por profissionais da reabilitação a fim de identificar distúrbios da marcha, fazer diagnósticos, monitorar o progresso de pacientes e determinar a efetividade de intervenções terapêuticas, como o exercício^{54,55,56}. Tais parâmetros também têm sido utilizados na tentativa de prever quedas em idosos^{57,58,59,60,61,62,63}.

Maki (1997)⁶¹, em estudo conduzido com idosos com média de idade de 82 anos, não encontrou associação significativa entre os parâmetros da marcha (velocidade, comprimento, largura e tempo da passada e tempo de duplo apoio) e quedas. Segundo o autor, a diminuição da velocidade da marcha e do comprimento da passada e o aumento do tempo de duplo apoio, comumente observados em idosos, são na verdade estratégias para ganho de estabilidade e adaptações do idoso relacionadas ao medo de cair⁶¹. Portanto, estas alterações da marcha ajudariam a reduzir a ocorrência de quedas em idosos e não poderiam ser consideradas como

fatores de risco para quedas. De modo similar, Hausdorff, Rios e Edelberg (2001)⁵⁸ não observaram diferença significativa na velocidade da marcha, no tempo da passada e no tempo de oscilação entre idosos comunitários (média de idade de 80,3 anos) caídores e não caídores acompanhados durante um ano. Somado a isso, um estudo prospectivo recente, de base populacional, com 412 indivíduos idosos (60 a 86 anos) realizado por Callisaya *et al.* (2011)⁵⁷ mostrou que nenhum parâmetro espaço-temporal da marcha estava significativamente associado com risco de uma única queda. Porém, a velocidade da marcha e a cadência apresentaram associação não linear com o risco de quedas recorrentes (duas ou mais quedas). Em outro estudo prospectivo, com 96 idosas comunitárias com 65 anos ou mais de idade, Lord, Lloyd e Li (1996)⁶⁰ encontram que idosas que sofreram quedas recorrentes durante o seguimento de um ano tinham menor cadência e maior duração da fase de apoio em relação às idosas que não caíram ou àquelas que sofreram uma única queda. A duração da fase de duplo apoio (em % do ciclo da marcha) também foi identificada como um forte preditor de quedas recorrentes⁵⁹.

Verghese *et al.* (2009)⁶², em uma coorte envolvendo 597 idosos comunitários com idade igual ou superior a 70 anos, encontraram que a fase de oscilação, a fase de duplo apoio e a velocidade da marcha podem predizer risco de quedas. Os resultados mostraram que a diminuição de 10% na fase de oscilação e o aumento de 10% na fase de duplo apoio estavam associados com o aumento no risco de quedas em 41% e 17%, respectivamente. Os autores encontraram ainda que a diminuição de 0,1 m/s na velocidade aumentou o risco de cair em 7% e que idosos com velocidade da marcha menor ou igual a 0,7 m/s tinham 1,5 chances a mais de cair comparados a idosos com velocidade normal (> 1,0 m/s). Outros estudos também observaram associação significativa entre redução da velocidade da marcha e aumento do risco de quedas em idosos da comunidade^{22,46,64,65,66,67}. Entretanto, recentemente, Quach *et al.* (2011)⁶⁸ evidenciaram a existência de uma relação não linear entre velocidade da marcha e quedas. Nesse estudo, os autores observaram que idosos com velocidade da marcha menor que 0,6 m/s e maior ou igual a 1,3 m/s apresentaram risco de cair maior do que aqueles com velocidade normal (1,0 a < 1,3 m/s). Segundo os autores, idosos com baixa velocidade são menos ativos, geralmente mais doentes e mais propensos a cair dentro de casa, enquanto idosos com maior velocidade são mais ativos e mais propensos a cair fora

de casa, provavelmente por estarem mais expostos aos riscos ambientais⁶⁸. Além disso, Quach *et al.* (2011)⁶⁸ encontraram que um declínio na velocidade da marcha maior que 0,15 m/s por ano foi preditivo de quedas. O Quadro 1 fornece uma visão geral dos principais estudos prospectivos sobre os parâmetros espaço-temporais da marcha e quedas em idosos encontrados na literatura.

1.2 Justificativa

Considerando os prejuízos socioeconômicos, físicos e psicológicos das quedas e o crescimento da população idosa, é essencial identificarmos precocemente aqueles indivíduos que estão em risco de cair para que programas preventivos e tratamento adequado possam ser implantados. Neste sentido, os parâmetros espaço-temporais da marcha parecem ser ferramentas úteis. Contudo, ainda não há consenso na literatura se tais parâmetros da marcha podem prever quedas em idosos.

Dentre os fatores que podem contribuir para essa falta de consenso estão os métodos estatísticos que não levam em consideração a correlação entre os parâmetros da marcha⁶⁹. Deste modo, ao se testar hipóteses estatísticas por meio de métodos para variáveis independentes usando variáveis correlacionadas corre-se o risco de não se perceber os efeitos independentes das variáveis devido às intercorrelações^{69,70}. Neste caso, o uso de técnicas multivariadas, como a análise de componentes principais (ACP), é mais apropriado. O objetivo da ACP é reduzir o volume dos dados, identificando novos grupos de variáveis, não correlacionados, que contém a maior parte da variabilidade dos dados originais⁷¹. A partir das novas variáveis formadas, denominadas componentes principais, outras técnicas estatísticas podem ser empregadas, como a análise discriminante, a fim de determinar qual(is) variável(is) discrimina(m) os grupos em estudo⁷².

QUADRO 1

Panorama dos estudos prospectivos sobre os parâmetros espaço-temporais da marcha e quedas em idosos

Autoria e Ano País do Estudo	Amostra	Seguimento das Quedas	Parâmetros da Marcha	Instrumentação e Métodos	Resultados
Nevitt <i>et al.</i> (1989) ⁶⁴ Estados Unidos	325 idosos comunitários com história de quedas no ano anterior (≥ 60 anos) 266 mulheres e 59 homens 138 idosos (43%) na faixa etária de 70 - 79 anos Marcha independente	Acompanhamento semanal por meio de cartão postal durante 1 ano + visita domiciliar após cada queda	Velocidade da marcha Comprimento do passo	Registro do número de passos e tempo gasto para caminhar 5 metros no passo normal Média de 2 tentativas	Velocidade da marcha $< 0,6$ m/s estava significativamente associada com aumento do risco de 2 ou mais quedas com RR de 1,6 (1,2 - 2,2)
Feltner <i>et al.</i> (1994) ⁶³ Estados Unidos	17 idosas comunitárias Média de idade de 73,4 anos (63 - 84 anos) Marcha independente	Acompanhamento semanal durante 10 meses por meio de encontros com o pesquisador	Velocidade da marcha Comprimento do passo Comprimento da passada Largura do passo Largura da base de suporte Tempo do passo Tempo da passada Fase de oscilação (%) Fase de apoio simples (%)	Mensuração dos parâmetros da marcha usando um sistema de análise de movimento (<i>Peak Performance Technologies</i>) associado a duas câmeras Participantes caminharam uma distância de 8,2 metros na velocidade auto-selecionada por no mínimo 3 vezes	Nenhum parâmetro da marcha foi preditor de futuras quedas
Lord <i>et al.</i> (1996) ⁶⁰ Austrália	96 idosas comunitárias (≥ 65 anos) Idade: $72,8 \pm 6,2$ anos Marcha independente	Acompanhamento durante 1 ano por meio de questionário de quedas enviado ao participante por correio a cada 2 meses com envelope de resposta pago	Velocidade da marcha Cadência Comprimento da passada Tempo de apoio Fase de apoio (%) Medida composta da marcha (os 5 parâmetros associados)	Passarela de 11,2 metros de comprimento com plataforma de força no centro + 2 acelerômetros sensíveis para detectar o choque de calcanhar + 2 sensores de proximidade para medir a velocidade Participantes caminharam descalço na velocidade confortável por até 20 voltas	Idosas caídas recorrentes (≥ 2 quedas) tinham significativamente menor cadência, maior tempo de apoio (mensurado em termos absoluto e como % da passada) e pior medida composta da marcha comparadas a caídas não recorrentes

<p>Maki (1997)⁶¹ Canadá</p>	<p>75 idosos residentes em duas instituições de auto-cuidado 61 mulheres e 14 homens Idade: 82,0 ± 6,0 anos (62 - 96 anos) Independentes para AVDs e capazes de caminhar 10 metros sem auxílio</p>	<p>Acompanhamento semanal por meio de cartão postal durante 1 ano</p>	<p>Velocidade da marcha Comprimento da passada Largura da passada Tempo da passada Fase de duplo apoio (%)</p>	<p>Medida dos parâmetros espaciais por meio de pegadas digitalizadas e dos parâmetros temporais usando <i>footswitches</i> 4 travessias em uma passarela de 8 metros de comprimento por 3 metros de largura na velocidade preferida</p>	<p>Ausência de associação independente entre os parâmetros da marcha e futura queda (<i>p</i>-valores variando de 0,23 a 0,74)</p>
<p>Hill <i>et al.</i>(1999)⁵⁹ Austrália</p>	<p>96 idosas comunitárias saudáveis e ativas (≥ 70 anos) Idade: 74,1 ± 4,0 anos Marcha independente</p>	<p>Acompanhamento durante 1 ano por meio de diário de quedas + telefonemas mensais</p>	<p>Velocidade da marcha Cadência Comprimento da passada Fase de duplo apoio (%)</p>	<p>Mensuração dos parâmetros da marcha na velocidade confortável usando o <i>Clinical Stride Analyser</i>® Medida realizada nos 6 metros centrais de uma passarela de 10 metros</p>	<p>Duração da fase de duplo apoio (% do ciclo da marcha) estava associada com predição de quedas recorrentes (> 1 queda) com OR de 1,13 (1,00 - 1,28)</p>
<p>Hausdorff <i>et al.</i>(2001)⁵⁸ Estados Unidos</p>	<p>52 idosos comunitários (≥ 70 anos) 36 mulheres e 16 homens Idade: 80,3 ± 5,9 anos</p>	<p>Acompanhamento semanal durante 1 ano</p>	<p>Velocidade da marcha Tempo da passada Tempo de oscilação Fase de oscilação (%)</p>	<p>Caminhar no passo normal por até 6 minutos usando palmilhas com transdutores de força colocadas no sapato</p>	<p>Não houve diferença significativa nos parâmetros da marcha avaliados entre idosos que caíram e não caíram durante o período de acompanhamento</p>
<p>Biderman <i>et al.</i>(2002)⁶⁵ Israel</p>	<p>283 idosos comunitários (≥ 60 anos) 58,8% de mulheres Média de idade de 71 anos</p>	<p>Questionamento sobre ocorrência de quedas em entrevista após 1 ano do início do estudo</p>	<p>Velocidade da marcha</p>	<p>Mensuração do tempo gasto para percorrer 5 metros Baixa velocidade: tempo > 10 segundos</p>	<p>Baixa velocidade da marcha (< 0,5 m/s) foi preditora independente de quedas (≥ 2 quedas) com RR de 1,41 (1,16 - 1,73)</p>

Chu <i>et al.</i> (2005) ²² China	1517 idosos comunitários (≥ 65 anos) 49,2% de mulheres Idade: 73,17 ± 6,26 anos Uso de dispositivo de auxílio para marcha (10,5%)	Acompanhamento por telefone a cada 2 meses durante 1 ano	Velocidade da marcha	Mensuração do tempo gasto para caminhar, o mais rápido possível, uma distância de 5 metros	Velocidade da marcha foi preditora independente de quedas (≥ 1 queda) com RR de 0,23 (0,11 - 0,50) Idosos não caidores tinham velocidade da marcha significativamente maior (0,80 ± 0,06 m/s) comparados aos caidores (1 queda) (0,70 ± 0,02 m/s) e aos caidores recorrentes (≥ 2 quedas) (0,61 ± 0,03 m/s)
Montero-Odasso <i>et al.</i> (2005) ⁴⁶ Argentina	102 idosos comunitários saudáveis e com alta funcionalidade (≥ 75 anos) Idade: 79,6 ± 4,0 anos (75 - 95 anos) 71,3% de mulheres Marcha independente	Dados do acompanhamento por 2 anos obtidos no banco de dados de uma organização de manutenção de saúde e validados em entrevista por telefone	Velocidade da marcha	Mensuração do tempo gasto para caminhar, no passo confortável, 8 metros centrais de um percurso de 10 metros (1° e último metros para aceleração e desaceleração) 2 tentativas após 1 prática não cronometrada	RR de nova queda para idosos com baixa velocidade (< 0,7 m/s) foi de 5,4 (2,0 - 14,3) quando comparado ao grupo alta velocidade (> 1,1 m/s) e 2,6 (1,4 - 4,9) quando comparado ao grupo média velocidade (0,7 - 1,0 m/s)
Tiedemann <i>et al.</i> (2008) ⁶⁶ Austrália	362 idosos comunitários Idade: 74 - 98 anos	Acompanhamento por meio de calendário de quedas mensal durante 1 ano	Velocidade da marcha	Mensuração do tempo gasto para percorrer 6 metros na velocidade normal Participantes iniciaram e finalizaram o teste a 2 metros do início e do final do percurso para garantir uma velocidade constante ao longo dos 6 metros	Idosos que sofreram quedas recorrentes gastaram significativamente mais tempo para percorrer 6 metros (6,4 ± 1,8 segundos) comparados aos idosos que não sofreram quedas recorrentes (5,8 ± 1,6 segundos) Tempo ≥ 6 segundos para percorrer 6 metros (velocidade ≤ 1,0 m/s) estava associado com aumento do risco de sofrer quedas recorrentes com RR de 1,8 (1,2 - 2,6), sensibilidade de 0,5 (0,39 - 0,61) e especificidade de 0,68 (0,62 - 0,73)

Vergheze <i>et al.</i> (2009) ⁶² Estados Unidos	597 idosos comunitários (≥ 70 anos) 370 mulheres e 227 homens Idade: 80,5 ± 5,4 anos Inclusão de idosos que deambulavam com dispositivo de auxílio	Contato telefônico a cada 2 - 3 meses + visita anual Média do período de acompanhamento: 20 ± 11 meses	Velocidade da marcha Cadência Comprimento da passada Fase de duplo apoio (%) Fase de oscilação (%)	Mensuração dos parâmetros da marcha usando o sistema <i>GAITRite</i> ® (4,6 metros de comprimento) Participantes iniciaram e finalizaram a marcha a 91 centímetros das bordas do tapete para aceleração e desaceleração 2 voltas sobre o tapete no passo normal usando calçados confortáveis	Idosos com velocidade da marcha < 0,7 m/s (RR 1,54; 1,095 - 2,150) e com velocidade entre 0,7 e 1,0 m/s (RR 1,276; 0,906 - 1,768) tinham risco aumentado de quedas comparados aos idosos com velocidade normal (> 1,0 m/s) Diminuição de 0,1 m/s na velocidade da marcha estava associada com aumento de 7% no risco de quedas Diminuição de 10% na fase de oscilação estava associada com aumento de 41% no risco de quedas Aumento de 10% na fase de duplo apoio estava associado com aumento de 17% no risco de quedas
Callisaya <i>et al.</i> (2011) ⁵⁷ Austrália	412 idosos comunitários (≥ 60 anos) Idade: 60 - 86 anos Marcha independente	Acompanhamento durante 1 ano por meio de questionário de quedas enviado ao participante a cada 2 meses com envelope de resposta pago	Velocidade da marcha Cadência Comprimento do passo Largura do passo Tempo do passo Fase de duplo apoio (%)	Mensuração dos parâmetros da marcha usando o sistema <i>GAITRite</i> ® (4,6 metros de comprimento) Participantes iniciaram e finalizaram a marcha a 2 metros das bordas do tapete para aceleração e desaceleração 6 voltas sobre o tapete na velocidade preferida	Nenhum parâmetro da marcha estava associado com o risco de uma única queda Velocidade da marcha e cadência apresentaram associação não linear com o risco de quedas recorrentes (> 1 queda)

Vicarro <i>et al.</i> (2011) ⁶⁷ Estados Unidos	457 idosos comunitários (≥ 65 anos) 199 mulheres e 258 homens Idade: 74,0 ± 5,7 anos Capacidade para caminhar 4 metros Ter velocidade da marcha entre 0,2 e 1,3 m/s	Questionamento sobre ocorrência de quedas em avaliações realizadas a cada 3 meses durante 1 ano	Velocidade da marcha	Mensuração do tempo gasto para caminhar 4 metros no passo usual Média de 2 tentativas	A velocidade da marcha apresentou capacidade preditiva aceitável, tanto para qualquer queda (≥ 1 queda) (nos idosos com história prévia de quedas), quanto para quedas recorrentes (área sob a curva ROC de 0,726 e 0,792, respectivamente) OR de qualquer queda (≥ 1 queda) nos idosos com história prévia de quedas foi de 22,23 (4,26 - 115,97) comparando os grupos baixa (< 0,6 m/s) e alta velocidade (> 1,0 m/s) OR de quedas recorrentes foi de 14,94 (3,56 - 62,68) comparando os grupos baixa (< 0,6 m/s) e alta velocidade (> 1,0 m/s)
Quach <i>et al.</i> (2011) ⁶⁸ Estados Unidos	763 idosos comunitários 487 mulheres e 276 homens Idade: 78,1 ± 5,4 anos (64 - 97 anos)	Acompanhamento por meio de calendário de quedas mensal durante 18 meses	Velocidade da marcha	Mensuração do tempo gasto para caminhar 4 metros na velocidade usual 2 tentativas (velocidade mais rápida usada nas análises)	Existência de uma relação não linear (forma de U) entre velocidade da marcha e quedas, com idosos com velocidade < 0,6 m/s (IRR = 1,60; 1,06 - 2,42) e ≥ 1,3 m/s (IRR = 2,12; 1,48 - 3,04) em maior risco de cair comparados aos idosos com velocidade normal (1,0 a < 1,3 m/s) Um declínio na velocidade da marcha > 0,15 m/s por ano foi preditivo de quedas (IRR = 1,86; 1,15 - 3,01)

1.3 Objetivos do Estudo

1.3.1 Objetivo Geral

Determinar, por meio da análise de componentes principais e análise discriminante, qual(is) parâmetro(s) espaço-temporal(is) da marcha pode(m) prever quedas em mulheres idosas comunitárias com 65 anos ou mais de idade.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar entre os parâmetros espaço-temporais da marcha – velocidade (cm/s), cadência (passos/minuto), comprimento do passo (cm), base de suporte (cm), tempo de oscilação (s), tempo de apoio (s) e tempo de duplo apoio (s) – qual melhor discrimina mulheres idosas comunitárias caídas de não caídas.
- Caracterizar a amostra quanto ao perfil sociodemográfico, antropométrico e clínico.
- Caracterizar a amostra quanto ao medo de cair, a auto-eficácia para quedas e a mobilidade funcional.
- Descrever a frequência de quedas da amostra quanto ao local de ocorrência, mecanismo da queda, ocorrência de lesão e tipo de lesão.

CAPÍTULO 2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento do Estudo

Foi conduzido um estudo observacional longitudinal com medidas realizadas no início e ao final de 12 meses em uma amostra de mulheres idosas residentes na comunidade. A Figura 1 mostra o fluxograma do estudo.

2.2 Aspectos Éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP – ETIC 442/08) (ANEXO A). Antes de iniciar a coleta de dados, as idosas receberam esclarecimentos sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa, e aquelas que concordaram em participar do estudo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

2.3 Amostra

A amostra composta por mulheres idosas residentes em Belo Horizonte e região metropolitana foi selecionada por conveniência e recrutada em grupos de convivência da terceira idade, grupos de atividade física e por demanda voluntária a partir de divulgação realizada pelas próprias idosas.

Os critérios de inclusão do estudo foram: A) ser do sexo feminino; B) ter idade igual ou superior a 65 anos; C) residir na comunidade; D) ter capacidade para marcha independente (sem assistência humana ou uso de dispositivo mecânico de auxílio à locomoção); E) ter telefone fixo ou celular.

Os critérios de exclusão do estudo foram: A) apresentar distúrbio cognitivo detectável pelo Miniexame do Estado Mental (MEEM), considerando os pontos de corte brasileiros relacionados ao grau de escolaridade⁷³; B) apresentar distúrbio vestibular sintomático caracterizado por queixa de tontura, zumbido ou instabilidade postural; C) ter sequela motora devido a doenças reumáticas, ortopédicas e/ou neurológicas; D) relatar dor intensa na coluna ou em membros inferiores; E) ter

desvio postural acentuado; F) possuir deformidade grave nos pés; G) possuir deficiência visual não corrigida por lentes; H) ter deficiência auditiva não corrigida por prótese auditiva; I) apresentar histórico de fratura e/ou cirurgia em membros inferiores nos últimos dois anos; J) ter sofrido trauma em membros inferiores nas duas semanas prévias ao início do estudo.

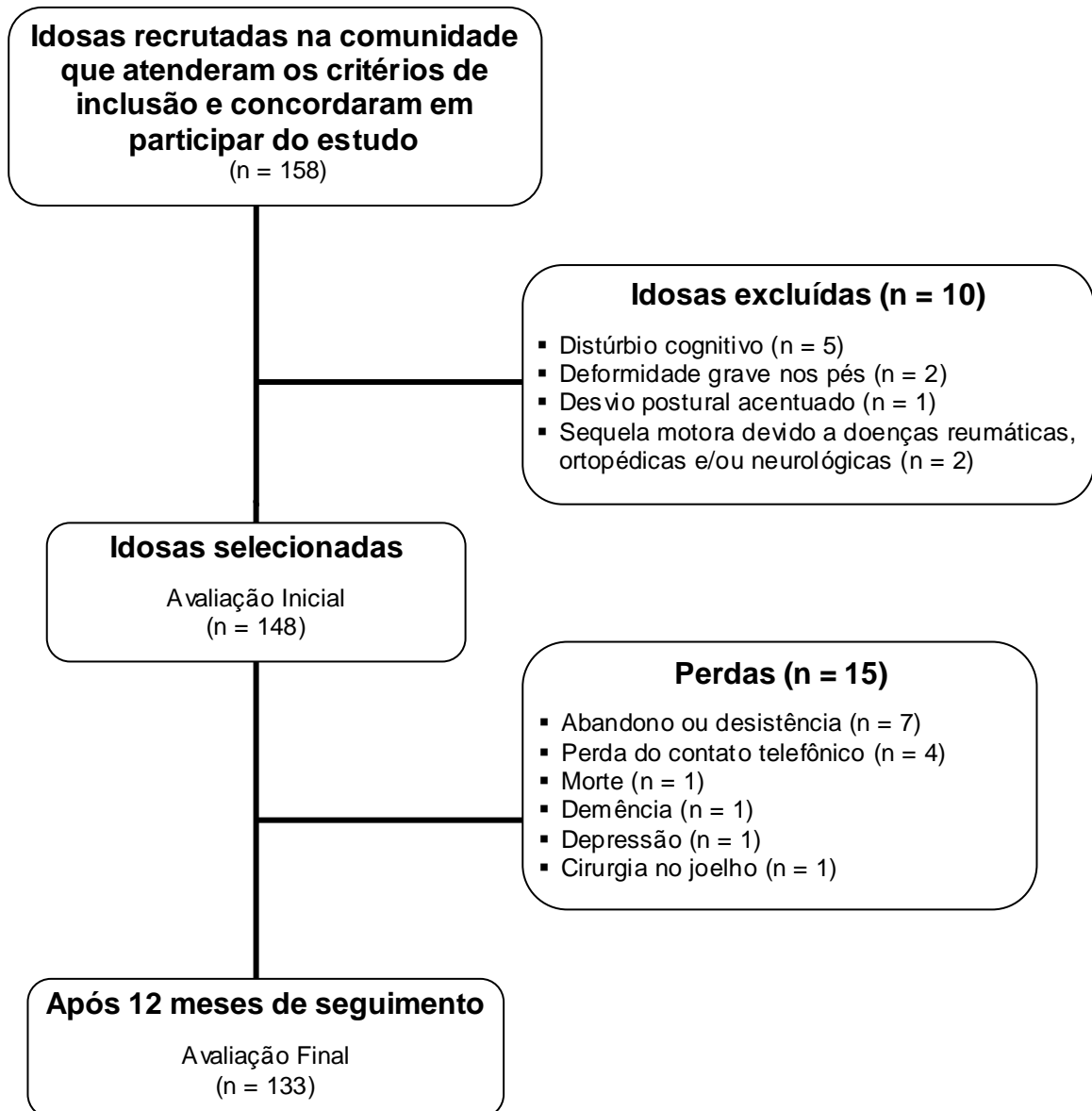


FIGURA 1 – Fluxograma do estudo descrevendo a seleção das participantes com os critérios de exclusão, bem como os motivos para a não realização da avaliação final após 12 meses de seguimento.

2.4 Instrumentos de Medida

2.4.1 Miniexame do Estado Mental

O MEEM foi utilizado para rastreio de comprometimento cognitivo e como critério de exclusão. No presente estudo, foi usada a versão proposta por Bertolucci *et al.* em 1994⁷³ (ANEXO B). Este instrumento é composto por diversas questões que avaliam funções cognitivas específicas, tais como: orientação temporal e espacial, registro, atenção e cálculo, memória de evocação, aspectos de linguagem e capacidade construtiva visual⁷⁴. O escore do MEEM varia de 0 a 30 pontos com valores mais altos indicando melhor desempenho. No entanto, o escore total do MEEM é fortemente influenciado pelo nível educacional, justificando a adoção de diferentes pontos de corte de acordo com a escolaridade⁷³. A ausência de comprometimento cognitivo foi determinada por valores iguais ou maiores a 13 pontos para analfabetas, 18 pontos para idosos com um a sete anos de escolaridade e 26 pontos para aquelas com oito ou mais anos de escolaridade⁷³. Nesses pontos de corte, a sensibilidade do instrumento é de 82,4%, 75,6% e 80% e a especificidade é de 97,5%, 96,6% e 95,6%, respectivamente⁷³.

2.4.2 Escala Internacional de Auto-eficácia para Quedas

A auto-eficácia para quedas foi avaliada sob a forma de entrevista por meio da versão brasileira do questionário *Falls Efficacy Scale–International (FES-I)*⁷⁵ (ANEXO C). A FES-I foi desenvolvida pelo grupo *Prevention of Falls Network Europe (ProFaNE)*⁷⁶ a partir da escala originalmente desenvolvida por Tinetti, Richman e Powell em 1990³⁷. A adaptação transcultural da FES-I para o português do Brasil mostrou excelente consistência interna (α de *Cronbach* de 0,93) e boa confiabilidade intra e interexaminadores, com coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,836 e 0,912, respectivamente⁷⁵.

A FES-I apresenta questões sobre a preocupação do indivíduo com a possibilidade de cair ao realizar 16 atividades, incluindo atividades básicas e instrumentais de vida diária, além de atividades externas ao domicílio e de participação social⁷⁶. A pessoa

deve responder às questões pensando em como ela habitualmente faz cada atividade. Se o indivíduo não realizar uma determinada atividade, ele deverá responder a questão imaginando como se sentiria em relação à queda caso fizesse tal atividade. Cada item do questionário apresenta quatro possibilidades de resposta, com escores variando de 1 (nem um pouco preocupado) a 4 (extremamente preocupado). O escore total é calculado pela soma dos valores obtidos em cada item e pode variar de 16 a 64 pontos⁷⁶. Assim, quanto maior o escore final obtido, menor é a auto-eficácia para quedas.

2.4.3 Timed Up and Go

A mobilidade funcional das participantes foi avaliada por meio do teste *Timed Up and Go* (TUG). Este teste quantifica o tempo gasto pelo indivíduo para realizar a tarefa de levantar-se de uma cadeira, caminhar uma distância de 3 metros, girar, retornar para a cadeira e sentar-se novamente⁷⁷. O TUG possui validade concorrente de moderada a alta quando correlacionado com a velocidade da marcha ($r = -0,61$) e com a Escala de Equilíbrio de Berg ($r = -0,81$) e apresenta alta confiabilidade intra e interexaminadores (CCI = 0,99)⁷⁷.

2.4.4 Sistema GAITRite®

Os parâmetros espaço-temporais da marcha foram obtidos por meio do sistema *GAITRite®* (CIR Systems Inc., Clifton, NJ, USA), que corresponde a um tapete eletrônico emborrachado portátil de 5,74 metros de comprimento por 91 centímetros de largura e 0,6 centímetros de espessura. O tapete contém 18.432 sensores de pressão embutidos que delimitam uma área ativa de 4,88 metros de comprimento por 61 centímetros de largura. À medida que o indivíduo deambula sobre a área ativa do tapete, a pressão mecânica dos pés sobre o tapete ativa os sensores e o sistema registra a geometria e a configuração relativa de cada pegada por meio de algoritmos⁷⁸. Uma vez formada a pegada, a mesma é dividida em áreas quadriláteras, o que permite a identificação das regiões plantares do pé (antepé, mediopé e retropé) e do centróide de cada região. A partir dessas regiões e dos centróides são calculadas as relações espaciais e temporais de cada pegada⁷⁸.

Este equipamento é conectado a um computador que através de *software* próprio permite o registro de diversos parâmetros espaciais e temporais da marcha, além da visualização da distribuição da pressão plantar durante os ciclos da marcha e do deslocamento do centro de pressão. O sistema *GAITRite®* apresenta alta validade concorrente quando comparado ao padrão-ouro, o sistema tridimensional de análise de movimento⁷⁹, e excelente confiabilidade teste-reteste em idosos⁵⁵.

2.5 Procedimentos

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Análise do Movimento da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. Após a leitura e assinatura do TCLE, foi aplicado um questionário estruturado para obtenção dos dados sociodemográficos e clínicos das participantes (APÊNDICE B). Os dados coletados incluíam idade, profissão, estado civil, escolaridade, história de quedas no ano anterior (avaliada pela pergunta “A senhora sofreu quedas nos últimos 12 meses?” Em caso afirmativo, as idosas foram questionadas sobre o número de quedas), medo de cair (avaliado pela pergunta “Em geral, a senhora tem medo de cair?”, com opção dicotômica de resposta SIM ou NÃO), comorbidades auto-relatadas, medicamentos usados regularmente nos últimos três meses e informações sobre exercício físico. Em seguida, foi avaliada a auto-eficácia para quedas por meio da FES-I-Brasil. Depois foram coletadas as variáveis antropométricas: massa corporal, altura, comprimento de ambos os membros inferiores (do trocânter maior do fêmur até o solo, passando pelo maléolo lateral) e número do calçado, sendo as duas últimas variáveis obtidas para registro no sistema *GAITRite®*. A partir da massa corporal e altura foi calculado o índice de massa corporal ($IMC = \text{massa corporal} \div \text{altura}^2$, expresso em kg/m^2). Por fim, foram avaliados a mobilidade funcional por meio do TUG e os parâmetros espaço-temporais da marcha por meio do sistema *GAITRite®*.

Para a execução do TUG, foi escolhida entre duas cadeiras sem braços com assento de 40 ou 44 centímetros de altura, a que possibilitava o melhor posicionamento das idosas, sentadas com flexão de quadril e joelho a 90°, respeitando as diferentes estaturas. As participantes foram instruídas a não utilizar os membros superiores como auxílio para se levantar e a caminhar, de forma

segura, o mais rápido possível (sem correr). As idosas também foram orientadas a não conversar durante a execução do teste. Nenhuma ajuda física foi disponibilizada. O teste foi realizado com o uso dos calçados habituais das idosas. Ao comando “vai”, as idosas iniciaram o movimento e o cronômetro foi acionado assim que as costas das participantes perderam o contato com o encosto da cadeira. A cronometragem foi interrompida quando as idosas encostaram as costas novamente no encosto da cadeira. Primeiramente, foi realizada uma etapa de familiarização com o teste. Em seguida, as idosas realizaram o teste duas vezes e o resultado final foi calculado como o tempo médio das duas tentativas.

Para a avaliação da marcha, as participantes foram instruídas a caminhar sobre o tapete na velocidade usual (auto-selecionada), utilizando seus calçados habituais. O início e o final do percurso foram marcados por cones colocados a dois metros das bordas do tapete para permitir aceleração inicial e desaceleração terminal. Inicialmente, as idosas foram posicionadas ao lado de um cone e, em seguida, o sistema foi acionado para iniciar a coleta. Após receber o comando “vai”, as idosas caminharam na direção do outro cone. Novo comando foi dado, e as idosas retornaram ao cone inicial. Foram registradas seis voltas para cada idosa. A coleta de dados do presente estudo ocorreu no período de dezembro de 2008 a junho de 2010, com tempo estimado de coleta de aproximadamente uma hora em cada ocasião.

2.6 Seguimento das Quedas

O acompanhamento das participantes foi através de contatos telefônicos quinzenais durante um período de 12 meses, onde as idosas eram questionadas sobre a ocorrência ou não de quedas. Foi considerada queda o deslocamento não intencional do corpo em direção ao solo ou a um nível inferior à posição inicial^{9,80}. Esta definição operacional de queda foi apresentada às participantes do estudo.

Em caso positivo de queda, as idosas foram indagadas sobre o número de quedas sofridas nos últimos quinze dias, onde e como ocorreu a(s) queda(s) e qual a consequência da(s) queda(s) em termos de lesão. O Apêndice C corresponde ao questionário de seguimento das quedas utilizado neste estudo. Quando não

conseguimos entrar em contato com a participante na data definida, no próximo telefonema, ou seja, após 15 dias, a idosa, se contatada, era questionada sobre a ocorrência de quedas desde o último contato telefônico.

A perda de consciência ou paralisia repentina tal como durante um acidente vascular encefálico ou ataque epilético, ir de encontro a uma parede ou outra estrutura, quedas de grande trauma (por exemplo, cair de uma escada) e cair em consequência a um golpe violento não foram considerados como queda⁸⁰. Durante os telefonemas, as participantes reportavam todas as situações de deslocamento não intencional do corpo para o solo ou para um nível inferior. As informações eram anotadas e, posteriormente, o pesquisador principal julgava se aquele evento seria ou não considerado como queda.

Para evitar o viés de memória, foram excluídas do estudo as idosas cujo contato telefônico não foi possível por um período de três meses. Este período foi escolhido porque a literatura tem demonstrado que a subestimação da história de quedas por idosos resulta do uso de métodos de recordação de longo prazo⁸¹.

2.7 Redução dos Dados

Os parâmetros espaço-temporais da marcha foram processados utilizando o *software* próprio do sistema *GAITRite*® para a edição das impressões plantares. Este *software* calcula os parâmetros da marcha para cada passo direito e esquerdo a partir das áreas quadriláteras e dos centróides de cada pegada identificada pelos sensores de pressão presentes na área ativa do tapete⁷⁸. Cada uma das seis voltas registradas foi processada separadamente. Nos casos de impressão plantar com registro parcial, essa impressão foi eliminada da análise. Após o processamento de cada uma das seis voltas coletadas, o recurso do *software* denominado *Manually Add Walks to Tests* uniu os seis testes criando um arquivo único com todas as passadas juntas. Uma vez processados os dados, os mesmos foram exportados e armazenados em planilhas do *Microsoft Excel*.

Os parâmetros da marcha de interesse considerados neste estudo foram: 1) velocidade, distância percorrida dividida pelo tempo de deambulação, expressa em

centímetros/segundo; 2) cadência, número de passos por minuto; 3) comprimento do passo, medido ao longo da linha de progressão, sendo a distância do centro do calcanhar da pegada em questão ao centro do calcanhar da pegada anterior do pé oposto, expresso em centímetros; 4) base de suporte, distância vertical do centro do calcanhar de uma pegada até a linha de progressão formada por duas pegadas consecutivas do pé oposto, expressa em centímetros; 5) tempo de oscilação, parte do ciclo da marcha sem suporte de peso, expresso em segundos; 6) tempo de apoio, parte do ciclo da marcha com suporte de peso, expresso em segundos; 7) tempo de duplo apoio, os dois períodos do ciclo da marcha em que ambos os pés estão em contato com o solo, expresso em segundos⁷⁸.

2.8 Análise Estatística

Os dados sociodemográficos, antropométricos, clínicos e funcionais da amostra total e dos grupos no início do estudo foram apresentados como porcentagem e número para as variáveis categóricas e como média e desvio-padrão para as variáveis contínuas. O teste qui-quadrado (X^2) com correção de Fisher foi utilizado nas variáveis categóricas para comparar os grupos. O teste Kolmogorov-Smirnov foi usado para avaliar a normalidade das variáveis contínuas. Nos casos de normalidade, utilizou-se o teste t independente para comparar os grupos e, nos casos em que a hipótese nula de normalidade foi rejeitada, aplicou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney. A correção de Bonferroni foi realizada para evitar o erro Tipo I.

A análise estatística foi conduzida nos dados coletados na primeira avaliação e os grupos foram divididos conforme o histórico de quedas obtido durante o acompanhamento prospectivo por telefone no período de 12 meses. O objetivo era determinar qual(is) parâmetro(s) da marcha coletado(s) na primeira avaliação já apresentava(m) diferença(s) entre as idosas que sofreram e as que não sofreram quedas durante o ano de acompanhamento. Foram consideradas caidoras, as idosas que reportaram duas ou mais quedas neste período. A ACP e a análise discriminante seguidas pela interpretação do gráfico *biplot* foram aplicadas aos parâmetros espaço-temporais da marcha. Todos os dados foram analisados com nível de significância de 0,05 por meio dos programas *Statistical Package for the*

Social Sciences (SPSS – versão 19) e *Matrix Laboratory* (MATLAB – versão R2010A).

2.8.1 Análise de Componentes Principais e Análise Discriminante

A ACP tem como objetivo reduzir a dimensionalidade dos dados, a dependência temporal e a variabilidade entre os parâmetros espaciais e temporais da marcha⁸². O primeiro passo da análise foi dar a todas as variáveis a mesma importância; portanto, as variáveis foram padronizadas para ter média zero e variância um. As 133 observações e as sete variáveis originais padronizadas (velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo, base de suporte, tempo de oscilação, tempo de apoio e tempo de duplo apoio) estavam contidas em uma matriz de análise. Esta matriz foi então transformada em uma matriz de covariância por meio de uma combinação linear para determinar a variação da distribuição ou como as variáveis covariam^{83,84}. Em seguida, a matriz de covariância foi transformada em componentes principais (CPs) pelo método de decomposição em valor singular, que transforma as variáveis padronizadas correlacionadas em CPs não correlacionadas que são realinhadas na direção da variação máxima dos dados^{85,86}. O objetivo é transformar uma matriz de dados altamente dimensional em um grupo de dados alternativos de menor dimensão, sem perder informação dos dados originais.

Na matriz de covariância, os elementos diagonais são os autovalores e as colunas são os autovetores ou cargas vetoriais das CPs^{85,87}. Os autovalores correspondem à medida da variação associada com cada componente ou a porcentagem que cada componente explica. Uma importante propriedade dos autovalores é que a soma de sua variância é igual à soma da variância das variáveis originais. Portanto, de certo modo, as CPs representam toda a variação dos dados originais⁸⁸. As CPs estão alinhadas de acordo com sua contribuição; a primeira componente principal (CP1) contribui mais para a explicação da variância seguida pela segunda (CP2), terceira (CP3) e assim por diante. Como cada CP está estruturada de acordo com a importância de cada variável para aquela CP específica, é possível interpretar as primeiras CPs baseado nos pesos das variáveis nas CPs. Quanto maior o peso, mais influência aquela variável específica tem na CP, indicando a direção da quantidade máxima de variação daquela CP específica⁷¹. Portanto, cada CP

representa uma característica especial dos dados, permitindo ao pesquisador interpretar o seu significado clínico⁸⁵.

Além das CPs, a análise gera os escores dos indivíduos. Cada indivíduo tem um escore para cada variável em cada componente. O escore é obtido pela multiplicação do valor original da variável pelo peso da variável na componente. Então, o escore do indivíduo na componente é a somatória dos escores de todas as variáveis naquela componente. Esses escores representam a distância que cada indivíduo está da média de cada componente. Quanto maior o escore, mais próximo o indivíduo está daquela característica específica da componente, enquanto escores menores significam o oposto. Portanto, os escores são importantes para comparar características entre grupos⁸⁶. No presente estudo, somente as variáveis da marcha com carga vetorial maior ou igual a $\pm 0,4$ foram consideradas na composição das componentes⁷¹.

Em seguida, foi realizada uma análise discriminante com procedimento *step wise* para determinar a hierarquia entre as CPs em termos de importância relativa para discriminar os grupos.

2.8.2 Biplot

O *biplot* é uma representação gráfica de uma matriz que permite o exame visual de dados multidimensionais⁸⁹. Para fins ilustrativos, o Gráfico 1 mostra um exemplo simplificado de um *biplot* construído a partir dos resultados de uma análise de componentes principais. Neste exemplo, uma matriz X , com n observações (sujeitos) x p variáveis (variáveis A, B, C e D), está representada. Os eixos do *biplot* representam as duas primeiras componentes, CP1 e CP2, da matriz X . Os vetores representam as variáveis e suas relações com as componentes 1 e 2, a origem dos vetores corresponde a média de todas as variáveis e o escore médio do Grupo 1 e do Grupo 2 está representado por um círculo e um quadrado, respectivamente.

A interpretação do *biplot* envolve observar o comprimento, a proximidade e a direção dos vetores das variáveis. De acordo com a literatura, o comprimento do vetor aproxima-se da variância da variável original^{90,91}. Sendo assim, vetores mais longos

indicam maior variância. No exemplo, a variável C tem a maior variância. Ao contrário, quando o comprimento do vetor é muito pequeno significa que a variância é pequena, além de ser uma indicação que a variável não está bem representada no espaço bidimensional das CP1 e CP2⁹². No exemplo, a variável D possivelmente seria melhor representada por outras componentes.

O ângulo entre dois vetores de variáveis representa a correlação entre essas variáveis^{93,94}. Então, quanto mais próximo os vetores estão um do outro (ângulo $< 90^\circ$), maior a correlação. Ângulos de 90° ou 270° (vetores perpendiculares) indicam que as variáveis têm pequena ou nenhuma correlação, enquanto ângulos de 0° ou 180° (vetores colineares) refletem uma correlação de 1 ou -1, respectivamente. No exemplo, as variáveis A e B mostram forte correlação positiva.

A direção dos vetores em relação aos eixos indica a componente que cada variável está mais fortemente relacionada. No exemplo, as variáveis A e B apresentam valores negativos altos na direção da CP1, enquanto a variável C apresenta valor positivo alto na direção da CP2. Portanto, as variáveis A e B contribuem mais para a componente 1 e a variável C mais para a componente 2. Devemos ressaltar também que o sinal das variáveis em qualquer CP é arbitrário. Então, se todos os sinais na componente forem invertidos, a variância e a ortogonalidade não mudarão; portanto, a interpretação permanecerá a mesma⁷¹.

Outra importante característica que pode ser extraída do *biplot* da ACP é a proximidade espacial ou distância entre grupos e destes com as variáveis. No exemplo, o Grupo 1 está próximo das variáveis A e B e a projeção perpendicular do Grupo 1 nessas variáveis está na direção do vetor das variáveis, o que significa valores maiores. Entretanto, se a projeção perpendicular cai na direção oposta dos vetores, ou seja, na extensão dos vetores (linha pontilhada), o valor médio para esse grupo nessas variáveis específicas é menor. Se o pesquisador entende que a CP1 captura a dimensão “saúde”, o Grupo 1 seria considerado mais saudável comparado com o Grupo 2. Além disso, a projeção dos grupos nos vetores das variáveis mostra que os Grupos 1 e 2 estão mais distantes um do outro ao longo do vetor da variável A. Deste modo, a variável A é a mais importante na separação dos grupos. Portanto,

o *biplot* da ACP é uma ferramenta importante para determinar as características gerais dos dados⁹².

No presente estudo, o *biplot* da ACP originalmente desenvolvido por Gabriel em 1971⁸⁹ foi modificado, de modo que todos os vetores das variáveis e as CPs estivessem dimensionados por um fator constante para que as distâncias entre os grupos e o comprimento dos vetores estivessem na mesma escala. O objetivo foi realçar a distância real entre os grupos para ajudar na identificação da dimensão e da(s) variável(is) mais importante(s) na separação dos grupos de idosas que sofreram e que não sofreram quedas recorrentes no decorrer dos 12 meses de acompanhamento.

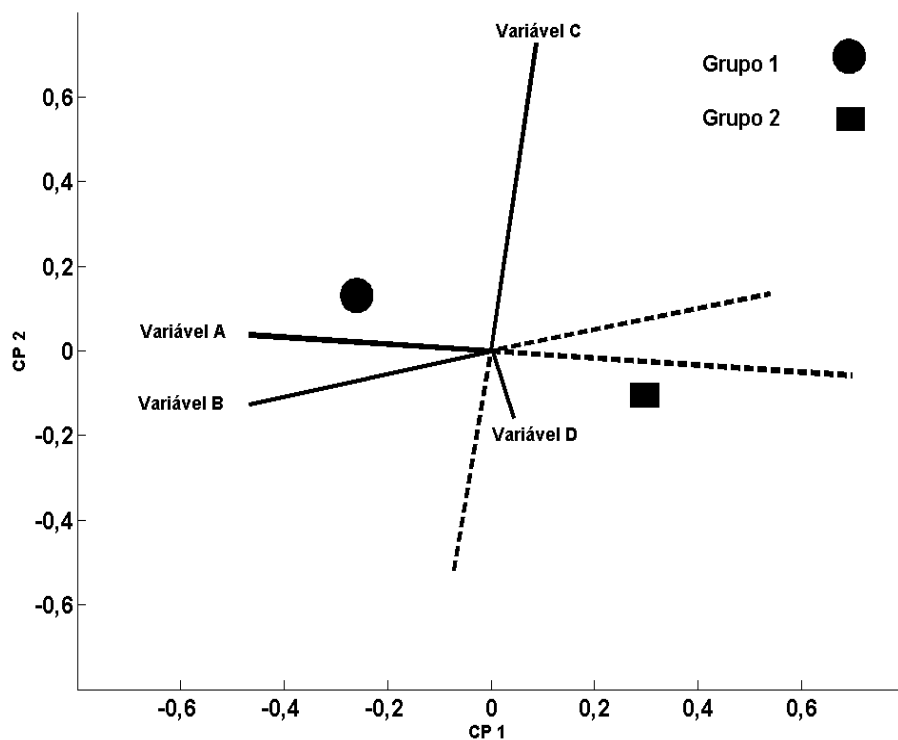


GRÁFICO 1 – Exemplo de um *biplot* construído a partir dos resultados de uma análise de componentes principais.

REFERÊNCIAS

1. CARVALHO, J.A.; RODRIGUEZ-WONG, L.L. [The changing age distribution of the Brazilian population in the first half of the 21st century]. **Cadernos de Saúde Pública**, v.24, n.3, p.597-605, 2008.
2. CHAIMOWICZ, F. [Health of Brazilian elderly just before of the 21st century: current problems, forecasts and alternatives]. **Revista de Saúde Pública**, v.31, n.2, p.184-200, 1997.
3. DE CARVALHO, J.A.; GARCIA, R.A. [The aging process in the Brazilian population: a demographic approach]. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, n.3, p.725-733, 2003.
4. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Active ageing: a policy framework. WHO: Madrid, 2002.
5. BUENO-CAVANILLAS, A. *et al.* Risk factors in falls among the elderly according to extrinsic and intrinsic precipitating causes. **European Journal of Epidemiology**, v.16, n.9, p.849-859, 2000.
6. SORIANO, T.A.; DECHERRIE, L.V.; THOMAS, D.C. Falls in the community-dwelling older adult: a review for primary-care providers. **Clinical Interventions in Aging**, v.2, n.4, p.545-554, 2007.
7. TINETTI, M.E.; SPEECHLEY, M.; GINTER, S.F. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. **The New England Journal of Medicine**, v.319, n.26, p.1701-1707, 1988.
8. DAVIS, J.C. *et al.* International comparison of cost of falls in older adults living in the community: a systematic review. **Osteoporosis International**, v.21, n.8, p.1295-1306, 2010.
9. 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. **Danish Medical Bulletin**, v. 34, Suppl.4, p.1-24, 1987.
10. LAMB, S.E. *et al.* Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.53, n.9, p.1618-1622, 2005.

11. RUBENSTEIN, L.Z.; JOSEPHSON, K.R. The epidemiology of falls and syncope. **Clinics in Geriatrics Medicine**, v.18, n.2, p.141-158, 2002.
12. RUBENSTEIN, L.Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. **Age and Ageing**, v.35, Suppl.2, p.37-41, 2006.
13. PERRACINI, M.R.; RAMOS, L.R. [Fall-related factors in a cohort of elderly community residents]. **Revista de Saúde Pública**, v.36, n.6, p.709-716, 2002.
14. SIQUEIRA, F.V. *et al.* [Prevalence of falls and associated factors in the elderly]. **Revista de Saúde Pública**, v.41, n.5, p.749-756, 2007.
15. COIMBRA, A.M. *et al.* Falls in the elderly of the Family Health Program. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v.51, n.3, p.317-322, 2010.
16. GASSMANN, K.G.; RUPPRECHT, R.; FREIBERGER, E. Predictors for occasional and recurrent falls in community-dwelling older people. **Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie**, v.42, n.1, p.3-10, 2009.
17. VOERMANS, N.C. *et al.* Why old people fall (and how to stop them). **Practical Neurology**, v.7, n.3, p.158-171, 2007.
18. LIN, J.T.; LANE, J.M. Falls in the elderly population. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v.16, n.1, p.109-128, 2005.
19. MESQUITA, G.V. *et al.* Morbimortalidade em idosos por fratura proximal do fêmur. **Texto & Contexto Enfermagem**, v.18, n.1, p.67-73, 2009.
20. TINETTI, M.E.; KUMAR, C. The patient who falls: "It's always a trade-off". **The Journal of the American Medical Association**, v.303, n.3, p.258-266, 2010.
21. GUIDELINE FOR THE PREVENTION OF FALLS IN OLDER PERSONS. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.49, n.5, p.664-672, 2001.
22. CHU, L.W.; CHI, I.; CHIU, A.Y. Incidence and predictors of falls in the chinese elderly. **Annals of the Academy of Medicine, Singapore**, v.34, n.1, p.60-72, 2005.

23. FINLAYSON, M.L.; PETERSON, E.W. Falls, aging, and disability. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v.21, n.2, p.357-373, 2010.
24. CLOSE, J.C. *et al.* What is the role of falls? **Best Practice & Research. Clinical Rheumatology**, v.19, n.6, p.913-935, 2005.
25. MASUD, T.; MORRIS, R.O. Epidemiology of falls. **Age and Ageing**, v.30, Suppl.4, p.3-7, 2001.
26. ANTAPUR, P.; MAHOMED, N.; GANDHI, R. Fractures in the elderly: when is hip replacement a necessity? **Clinical Interventions in Aging**, v.6, p.1-7, 2011.
27. DELBAERE, K. *et al.* Falls and catastrophic thoughts about falls predict mobility restriction in community-dwelling older people: A structural equation modelling approach. **Aging & Mental Health**, v.13, n.4, p.587-592, 2009.
28. RUGGIERO, C. *et al.* Validation of the Italian version of the falls efficacy scale international (FES-I) and the short FES-I in community-dwelling older persons. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v.49, Suppl.1, p.211-219, 2009.
29. SCHEFFER, A.C. *et al.* Fear of falling: measurement strategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. **Age and Ageing**, v.37, n.1, p.19-24, 2008.
30. JORSTAD, E.C. *et al.* Measuring the psychological outcomes of falling: a systematic review. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.53, n.3, p.501-510, 2005.
31. LEGTERS, K. Fear of falling. **Physical Therapy**, v.82, n.3, p.264-272, 2002.
32. ARFKEN, C.L. *et al.* The prevalence and correlates of fear of falling in elderly persons living in the community. **American Journal of Public Health**, v.84, n.4, p.565-570, 1994.
33. VELLAS, B.J. *et al.* Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. **Age and Ageing**, v.26, n.3, p.189-193, 1997.
34. MAKI, B.E.; HOLLIDAY, P.J.; TOPPER, A.K. Fear of falling and postural performance in the elderly. **Journal of Gerontology**, v.46, n.4, p.123-131, 1991.

35. LOPES, K.T. *et al.* Prevalência do medo de cair em uma população de idosos da comunidade e sua correlação com mobilidade, equilíbrio dinâmico, risco e histórico de quedas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.13, n.3, p.223-229, 2009.
36. TINETTI, M.E.; POWELL, L. Fear of falling and low self-efficacy: a case of dependence in elderly persons. **Journal of Gerontology**, v.48, p.35-38, 1993.
37. TINETTI, M.E.; RICHMAN, D.; POWELL, L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. **Journal of Gerontology**, v.45, n.6, p.239-243, 1990.
38. DELBAERE, K. *et al.* Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. **Age and Ageing**, v.33, n.4, p.368-373, 2004.
39. FRIEDMAN, S.M. *et al.* Falls and fear of falling: which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.50, n.8, p.1329-1335, 2002.
40. DELBAERE, K. *et al.* The risk of being fearful or fearless of falls in older people: an empirical validation. **Disability and Rehabilitation**, v.28, n.12, p.751-756, 2006.
41. CUMMING, R.G. *et al.* Prospective study of the impact of fear of falling on activities of daily living, SF-36 scores, and nursing home admission. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v.55, n.5, p.299-305, 2000.
42. GAGNON, N. *et al.* Affective correlates of fear of falling in elderly persons. **The American Journal of Geriatric Psychiatry**, v.13, n.1, p.7-14, 2005.
43. REELICK, M.F. *et al.* The influence of fear of falling on gait and balance in older people. **Age and Ageing**, v.38, n.4, p.435-440, 2009.
44. ROSE, J.; GAMBLE, J.G. **Human walking**. 2nd ed. London: Williams & Wilkins, 1994.
45. KIRKWOOD, R.N.; ARAÚJO, P.A.; DIAS, C.S. Biomecânica da marcha em idosos caidores e não caidores: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.14, n.4, p.103-110, 2006.

46. MONTERO-ODASSO, M. *et al.* Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v.60, n.10, p.1304-1309, 2005.
47. CESARI, M. *et al.* Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people--results from the Health, Aging and Body Composition Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.53, n.10, p.1675-1680, 2005.
48. FERRUCCI, L. *et al.* Disease severity and health-related quality of life across different chronic conditions. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.48, n.11, p.1490-1495, 2000.
49. STUDENSKI, S. *et al.* Physical performance measures in the clinical setting. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.51, n.3, p.314-322, 2003.
50. CALLISAYA, M.L. *et al.* Sex modifies the relationship between age and gait: a population-based study of older adults. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v.63, n.2, p.165-170, 2008.
51. HOLLMAN, J.H.; MCDADE, E.M.; PETERSEN, R.C. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. **Gait & Posture**, v.34, n.1, p.111-118, 2011.
52. MCGIBBON, C.A. Toward a better understanding of gait changes with age and disablement: neuromuscular adaptation. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.31, n.2, p.102-108, 2003.
53. CALLISAYA, M.L. *et al.* Ageing and gait variability--a population-based study of older people. **Age and Ageing**, v.39, n.2, p.191-197, 2010.
54. BILNEY, B.; MORRIS, M.; WEBSTER, K. Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. **Gait & Posture**, v.17, n.1, p.68-74, 2003.
55. 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**, v.20, n.1, p.20-25, 2004.

56. YODAS, J.W. *et al.* Agreement between the GAITRite walkway system and a stopwatch-footfall count method for measurement of temporal and spatial gait parameters. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.87, n.12, p.1648-1652, 2006.
57. CALLISAYA, M.L. *et al.* Gait, gait variability and the risk of multiple incident falls in older people: a population-based study. **Age and Ageing**, v.40, n.4, p.481-487, 2011.
58. HAUSDORFF, J.M.; RIOS, D.A.; EDELBERG, H.K. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.82, n.8, p.1050-1056, 2001.
59. HILL, K. *et al.* Falls among healthy, community-dwelling, older women: a prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v.23, n.1, p.41-48, 1999.
60. LORD, S.R.; LLOYD, D.G.; LI, S.K. Sensori-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling women. **Age and Ageing**, v.25, n.4, p.292-299, 1996.
61. MAKI, B.E. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.45, n.3, p.313-320, 1997.
62. VERGHESE, J. *et al.* Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v.64, n.8, p.896-901, 2009.
63. FELTNER, M.E.; MACRAE, P.G.; MCNITT-GRAY, J.L. Quantitative gait assessment as a predictor of prospective and retrospective falls in community-dwelling older women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.75, n.4, p.447-453, 1994.
64. NEVITT, M.C. *et al.* Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. **The Journal of the American Medical Association**, v.261, n.18, p.2663-2668, 1989.
65. BIDERMAN, A. *et al.* Depression and falls among community dwelling elderly people: a search for common risk factors. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v.56, n.8, p.631-636, 2002.

66. TIEDEMANN, A. *et al.* The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. **Age and Ageing**, v.37, n.4, p.430-435, 2008.
67. VICCARO, L.J.; PERERA, S.; STUDENSKI, S.A. Is timed up and go better than gait speed in predicting health, function, and falls in older adults? **Journal of the American Geriatrics Society**, v.59, n.5, p.887-892, 2011.
68. QUACH, L. *et al.* The nonlinear relationship between gait speed and falls: the Maintenance of Balance, Independent Living, Intellect, and Zest in the Elderly of Boston Study. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.59, n.6, p.1069-1073, 2011.
69. KIRKWOOD, R.N. *et al.* Step length appears to be a strong discriminant gait parameter for elderly females highly concerned about falls: a cross-sectional observational study. **Physiotherapy**, v.97, n.2, p.126-131, 2011.
70. MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**. 1^a ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
71. JOLLIFFE, I.T. **Principal component analysis**. 2nd ed. New York: Springer, 2004.
72. KIRKWOOD, R.N. *et al.* Application of principal component analysis on gait kinematics in elderly women with knee osteoarthritis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.15, n.1, p.52-58, 2011.
73. BERTOLUCCI, P.H. *et al.* [The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status]. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v.52, n.1, p.1-7, 1994.
74. FOLSTEIN, M.F.; FOLSTEIN, S.E.; MCHUGH, P.R. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v.12, n.3, p.189-198, 1975.
75. 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). **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.14, n.3, p.237-243, 2010.

76. YARDLEY, L. *et al.* Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age and Ageing**, v.34, n.6, p.614-619, 2005.

77. PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.39, n.2, p.142-148, 1991.

78. CIR SYSTEMS I. The GAITRite electronic walkway measurements & definitions, 2006.

79. WEBSTER, K.E.; WITTEWER, J.E.; FELLER, J.A. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. **Gait & Posture**, v.22, n.4, p.317-321, 2005.

80. SWANENBURG, J. *et al.* Falls prediction in elderly people: a 1-year prospective study. **Gait & Posture**, v.31, n.3, p.317-321, 2010.

81. SHIMADA, H. *et al.* Physical factors underlying the association between lower walking performance and falls in older people: a structural equation model. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v.53, n.2, p.131-134, 2011.

82. CHAU, T. A review of analytical techniques for gait data. Part 1: Fuzzy, statistical and fractal methods. **Gait & Posture**, v.13, n.1, p.49-66, 2001.

83. RAMSAY, J.O.; SILVERMAN, B.W. Principal components analysis for functional data. In:_____. **Functional data analysis**. 1st ed. Montreal: Springer, 1997.

84. RENCHER, A.C. **Methods of mutivariate analysis**. 2nd ed. Danvers: Wiley-Interscience, 2002.

85. ASTEPHEN, J.L.; DELUZIO, K.J. A multivariate gait data analysis technique: application to knee osteoarthritis. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H, Journal of Engineering in Medicine**, v.218, n.4, p.271-279, 2004.

86. BRANDON, S.C.; DELUZIO, K.J. Robust features of knee osteoarthritis in joint moments are independent of reference frame selection. **Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)**, v.26, n.1, p.65-70, 2011.

87. ASTEPHEN, J.A.; DELUZIO, K.J. Techniques in modern gait analysis and their application to the study of knee osteoarthritis. In: LEONDES, C.T.; Zhai, Y. (Ed.) **Biomechanical systems technology: muscular skeletal systems**. New Jersey: World Scientific, 2009.
88. MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods: a primer**. 3rd ed. New York: Chapman & Hall, 2004.
89. GABRIEL, K.R. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. **Biometrika**, v.58, p.453-467, 1971.
90. GABRIEL, K.R.; ODOROFF, C.L. Biplots in biomedical research. **Statistics in Medicine**, v.9, n.5, p.469-485, 1990.
91. KOHLER, U.; LUNIAK, M. Data inspection using biplots. **The Stata Journal**, v.5, n.2, p.208-223, 2005.
92. RAWLINGS, J.O.; PANTULA, S.G.; DICKEY, D.A. Collinearity. In:_____. **Applied regression analysis. A research tool**. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1998.
93. DE WIT, L. *et al.* The use of a biplot in studying outcomes after stroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v.23, n.8, p.825-830, 2009.
94. LE ROUX, N.J.; GARDNER, S. Analysing your multivariate data as a pictorial: case for applying biplot methodology? **International Statistical Review**, v.73, p.365-387, 2005.

CAPÍTULO 3 – ARTIGO

PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA E QUEDAS EM IDOSAS COMUNITÁRIAS: UM ESTUDO LOGITUDINAL

RESUMO

Contextualização: Não há consenso na literatura se os parâmetros espaciais e temporais da marcha podem identificar idosos em risco de cair. A maioria dos estudos prévios tem utilizado técnicas estatísticas que não levam em consideração a correlação entre os parâmetros da marcha. **Objetivo:** Determinar, por meio de análise multivariada, qual(is) parâmetro(s) espaço-temporal(is) da marcha pode(m) prever quedas em idosas comunitárias. **Método:** Participaram do estudo 148 idosas com idade entre 65 e 85 anos. Sete parâmetros espaço-temporais da marcha foram obtidos por meio do sistema GAITRite® (velocidade, cadência, comprimento do passo, base de suporte, tempo de oscilação, tempo de apoio e tempo de duplo apoio). As quedas foram registradas prospectivamente durante 12 meses por meio de contatos telefônicos quinzenais. A análise de componentes principais (ACP) e a análise discriminante seguidas pela interpretação do gráfico *biplot* foram aplicadas aos parâmetros da marcha coletados na primeira avaliação e os grupos foram divididos de acordo com o histórico de quedas obtido durante o acompanhamento. Foram consideradas caidoras, as idosas que reportaram duas ou mais quedas durante o ano de acompanhamento. **Resultados:** A ACP resultou em três componentes que explicaram 88,3% da variância dos dados. A análise discriminante mostrou que nenhuma das componentes discriminou significativamente o grupo caidor do não caidor ($P > 0,05$). Embora o teste estatístico tenha falhado em discriminar os grupos, a inspeção visual do *biplot* mostrou uma tendência na separação dos grupos. A projeção do escore médio do grupo caidor nos vetores das variáveis mostrou que as idosas caidoras tendem a caminhar com menor velocidade, cadência e comprimento do passo e maior tempo de oscilação e tempo de apoio em relação às idosas não caidoras. **Conclusão:** Os parâmetros espaço-temporais da marcha analisados não predizem quedas em mulheres idosas comunitárias, saudáveis, ativas e sem déficit de mobilidade. Além disso, o *biplot* demonstrou ser uma ferramenta exploratória importante que deve ser adicionada aos resultados da ACP para auxiliar na compreensão dos dados.

Palavras-chave: marcha; acidentes por quedas; idoso; análise multivariada

SPATIOTEMPORAL GAIT PARAMETERS AND FALLS IN COMMUNITY-DWELLING ELDERLY WOMEN: A LONGITUDINAL STUDY

ABSTRACT

Background: There is no consensus in the literature if the spatial and temporal gait parameters could identify elderly people at risk of falling. Most previous studies have used statistical techniques that do not take into account the correlation between the gait parameters. **Objective:** To determine, by means of multivariate analysis, which spatiotemporal gait parameter(s) could predict falls in community-dwelling elderly women. **Method:** One hundred forty-eight elderly women aged 65 to 85 years participated on this study. Seven spatiotemporal gait parameters were obtained through the GAITRite® system (gait velocity, cadence, step length, base of support, swing time, stance time and double support time). Falls were recorded prospectively during 12 months through biweekly phone contacts. Principal components analysis (PCA) and discriminant analysis followed by the biplot graph interpretation were applied to the gait parameters collected in the first evaluation and the groups were divided according with the fall history obtained during follow-up. Elderly women who reported two or more falls throughout the one-year follow-up period were considered as fallers. **Results:** PCA resulted in three components that explained 88.3% of the data variance. Discriminant analysis showed that none of the components discriminated significantly the group of elderly fallers from non-fallers ($P > 0.05$). Although the statistical test failed to discriminate between the groups, the visual inspection of biplot showed a trend towards group separation. The projection of the average score of the fallers group onto the variables' vectors showed that elderly female fallers tend to walk with lower velocity, cadence and step length, and increased swing and stance time in relation to the elderly female non-fallers. **Conclusion:** The spatiotemporal gait parameters analyzed do not predict falls in healthy, active and without mobility impairment community-dwelling elderly women. In addition, the biplot demonstrated to be an important exploratory tool that should be added to the PCA results in order to help in data comprehension.

Keywords: gait; accidental falls; aged; multivariate analysis

1 INTRODUÇÃO

Apesar de pesquisa extensa, as quedas em idosos continuam um grande problema de saúde pública devido à alta incidência, substanciais taxas de morbimortalidade e elevados custos assistenciais^{1,2,3}. Estima-se que 30 a 60% dos idosos residentes na comunidade caem anualmente e que 10 a 20% das quedas resultam em lesão, hospitalização e/ou morte^{4,5}. Além das lesões físicas, as quedas podem produzir sérias consequências psicológicas e sociais. Como resultado de uma queda, o idoso pode desenvolver medo de cair, restrição de atividades e perda de confiança, que por sua vez, pode levar ao declínio funcional, depressão e isolamento social⁶. A maior suscetibilidade dos idosos às quedas deve-se aos declínios fisiológicos secundários ao processo de envelhecimento, que progressivamente reduzem a reserva funcional e a capacidade do indivíduo de adaptar-se ao ambiente, somados à prevalência de doenças e deficiências e a diminuição da eficiência do controle postural nessa faixa etária⁷. Considerando os desfechos adversos associados às quedas e o aumento da população idosa, é imperativo identificar aqueles indivíduos que estão em risco de cair para que estratégias preventivas e intervenções terapêuticas efetivas possam ser implantadas.

As quedas em idosos frequentemente ocorrem durante a deambulação^{8,9}, e as alterações da marcha estão incluídas entre os principais fatores de risco para quedas¹⁰. Alguns estudos prospectivos prévios têm identificado mudanças em certos parâmetros espaciais e temporais da marcha como preditores de risco de quedas. A redução na velocidade da marcha^{11,12,13,14,15,16}, na cadência¹⁷ e na fase de oscilação¹⁵, bem como o aumento na fase de apoio¹⁷ e na fase de duplo apoio^{12,15} têm sido associados com quedas. Ao contrário, outros estudos prospectivos falharam em reportar associações significativas entre parâmetros espaço-temporais da marcha e quedas em idosos^{8,18,19}. Por exemplo, Maki (1997)¹⁹ observou que a velocidade da marcha e outros parâmetros da passada tais como comprimento, largura, tempo e fase de duplo apoio não eram preditivos de futuras quedas. Sendo assim, não há consenso na literatura se os parâmetros espaço-temporais da marcha podem ser usados para identificar potenciais caidores.

Dentre os fatores que podem contribuir para essa falta de consenso estão os métodos estatísticos que não levam em consideração a correlação entre os parâmetros da marcha^{15,20}. Deste modo, ao se testar hipóteses estatísticas por meio de métodos para variáveis independentes usando variáveis correlacionadas corre-se o risco de não se perceber os efeitos independentes das variáveis devido às intercorrelações²⁰. Neste caso, o uso de técnicas multivariadas, como a análise de componentes principais (ACP), é mais apropriado. O objetivo da ACP é reduzir o volume dos dados, identificando novos grupos de variáveis, não correlacionados, que contém a maior parte da variabilidade dos dados originais²¹. A partir das novas variáveis formadas, denominadas componentes principais (CPs), outras técnicas estatísticas podem ser empregadas, como a análise discriminante, a fim de determinar qual(is) variável(is) discrimina(m) os grupos em estudo²². Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar, por meio da ACP e análise discriminante, qual(is) parâmetro(s) espaço-temporal(is) da marcha pode(m) prever quedas em mulheres idosas comunitárias com 65 anos ou mais de idade.

2 MÉTODO

2.1 Desenho

Foi conduzido um estudo observacional longitudinal em uma amostra de mulheres idosas residentes na comunidade. O estudo consistiu de uma primeira avaliação, seguida pelo acompanhamento durante 12 meses por meio de contatos telefônicos quinzenais para obter informações sobre a ocorrência de quedas, além de uma segunda avaliação após este período. A amostra foi selecionada por conveniência e recrutada em grupos de convivência da terceira idade, grupos de atividade física e por demanda voluntária. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP – ETIC 442/08) e o consentimento livre e esclarecido foi obtido de todas as participantes antes do início do estudo.

2.2 Participantes

Participaram do estudo 148 idosas com idade entre 65 e 85 anos. Os critérios de inclusão do estudo foram: mulheres com idade igual ou superior a 65 anos, residir na comunidade, capacidade de deambular independentemente sem dispositivo de auxílio (bengala, muleta ou andador) e ter telefone fixo ou celular. Os critérios de exclusão do estudo foram: presença de distúrbio cognitivo detectável pelo Miniexame do Estado Mental, considerando os pontos de corte brasileiros relacionados ao grau de escolaridade²³, distúrbio vestibular sintomático (tontura, zumbido ou instabilidade postural), sequela motora devido a doenças reumáticas, ortopédicas e/ou neurológicas, dor intensa na coluna ou em membros inferiores, desvio postural acentuado, deformidade grave nos pés, deficiência visual não corrigida por lentes, deficiência auditiva não corrigida por prótese auditiva, histórico de fratura e/ou cirurgia em membros inferiores nos últimos dois anos e ter sofrido trauma em membros inferiores nas duas semanas prévias ao início do estudo.

2.3 Avaliação Clínica

Um questionário sociodemográfico e clínico foi aplicado para obtenção das características das participantes. A história de quedas no ano anterior foi avaliada pela pergunta “A senhora sofreu quedas nos últimos 12 meses?” Em caso afirmativo, as idosas foram indagadas sobre o número de quedas. O medo de cair foi avaliado pela pergunta “A senhora tem medo de cair?”, com opção dicotômica de resposta SIM ou NÃO. A auto-eficácia para quedas foi avaliada sob a forma de entrevista por meio da versão brasileira do questionário *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I)²⁴. A adaptação transcultural da FES-I para o português do Brasil demonstrou boa confiabilidade intra e interexaminadores, com coeficiente de correlação intraclassa (CCI) de 0,836 e 0,912, respectivamente²⁴. O escore total da FES-I varia de 16 a 64. Quanto maior o escore, menor é a auto-eficácia para quedas²⁵. A mobilidade funcional foi avaliada por meio do teste *Timed Up and Go* (TUG). Este teste quantifica o tempo gasto pelo indivíduo para realizar a tarefa de levantar-se de uma cadeira, caminhar uma distância de 3 metros, girar, retornar para a cadeira e sentar-se novamente²⁶. A confiabilidade intra e interexaminadores do TUG tem sido reportada como alta na população idosa (CCI = 0,99)²⁶. Para a

realização do teste, as participantes foram instruídas a caminhar, de forma segura, o mais rápido possível (sem correr). Primeiramente, foi realizada uma etapa de familiarização com o teste. Em seguida, o TUG foi realizado duas vezes e o resultado final foi calculado como o tempo médio das duas tentativas. Foram coletados também os dados antropométricos (massa corporal e altura) e informações sobre a prática de exercícios físicos. Foram consideradas ativas, as idosas que reportaram realizar regularmente exercício aeróbico e/ou de fortalecimento muscular duas ou mais vezes por semana.

2.4 Parâmetros Espaço-temporais da Marcha

Os parâmetros da marcha foram mensurados por meio do sistema *GAITRite*® (CIR Systems Inc., Clifton, NJ, USA), que consiste de um tapete eletrônico de 5,74 metros de comprimento por 91 centímetros de largura. Este tapete contém múltiplos sensores embutidos dispostos em centros a cada 1,27 centímetros, que são ativados pela pressão dos pés e desativados no *toe-off*, permitindo o sistema capturar o arranjo relativo das pegadas em função do tempo. Os dados foram capturados em uma frequência de 120 Hz. A velocidade da marcha (cm/s), cadência (passos/minuto), comprimento do passo (cm), base de suporte (cm), tempo de apoio (s), tempo de oscilação (s) e tempo de duplo apoio (s) foram coletados. Foram registradas seis voltas na velocidade auto-selecionada para cada idosa. As participantes começaram a deambulação 2 metros antes do tapete e continuaram 2 metros depois, para permitir aceleração e desaceleração. Os dados de todas as voltas foram combinados e considerados como um único teste.

2.5 Quedas

Queda foi definida como o deslocamento não intencional do corpo em direção ao solo ou a um nível inferior à posição inicial^{27,28}. A perda de consciência ou paralisia repentina tal como durante um acidente vascular encefálico ou ataque epilético, ir de encontro a uma parede ou outra estrutura, quedas de grande trauma (por exemplo, cair de uma escada) e cair em consequência a um golpe violento não foram considerados como queda²⁸. Durante os contatos telefônicos, as idosas foram questionadas sobre a ocorrência de quedas. Em caso positivo, as participantes

foram indagadas sobre o número de quedas sofridas nos últimos quinze dias, onde e como ocorreu a(s) queda(s) e qual a consequência da(s) queda(s) em termos de lesão. Quando não conseguimos entrar em contato com a voluntária na data definida, no próximo telefonema, ou seja, após 15 dias, a idosa, se contatada, era questionada sobre a ocorrência de quedas desde o último contato telefônico. Para evitar o viés de memória, foram excluídas do estudo as participantes cujo contato telefônico não foi possível por um período de três meses. Este período foi escolhido porque a literatura tem demonstrado que a subestimação da história de quedas por idosos resulta do uso de métodos de recordação de longo prazo²⁹.

2.6 Análise Estatística

A análise estatística foi conduzida nos dados coletados na primeira avaliação e os grupos foram divididos de acordo com o histórico de quedas obtido durante o acompanhamento por telefone no período de 12 meses. Foram consideradas caidoras, as idosas que reportaram duas ou mais quedas neste período. Para a análise descritiva, foi usado o teste qui-quadrado (X^2) com correção de Fisher nas variáveis categóricas. Em relação às variáveis contínuas, utilizou-se o teste t independente nos casos de normalidade e o teste não paramétrico de Mann-Whitney, caso contrário. A correção de Bonferroni foi realizada a fim de evitar o erro Tipo I. Todos os dados foram analisados com nível de significância de 0,05.

Para a ACP, as variáveis da marcha foram primeiramente padronizadas e centradas na média para maximizar a variância. As CPs foram extraídas da matriz de covariância pelo método de decomposição em valor singular, que realinha os dados na direção da variação máxima²¹. As CPs são não correlacionadas e exibidas de acordo com a quantidade da variância explicada, conhecida como autovalor. A falta de correlação significa que as CPs estão medindo diferentes características; portanto, é possível interpretar as primeiras componentes baseado na contribuição das variáveis para cada CP³⁰. A primeira componente principal (CP1) explica mais da variância total, seguida pela CP2, CP3 e assim por diante^{31,32}. No presente estudo, somente as variáveis da marcha com carga vetorial maior ou igual a $\pm 0,4$ foram consideradas na composição das componentes²¹.

A estrutura das CPs combinada com as variáveis individuais padronizadas resulta nos escores dos sujeitos, que representam a distância que cada indivíduo está da média da componente específica³¹. Em seguida, uma análise discriminante foi conduzida para determinar a hierarquia entre as CPs em termos da importância relativa na discriminação dos grupos.

Para melhor compreender a relação entre as variáveis da marcha e o comportamento dos grupos em relação um ao outro e com as variáveis da marcha, um *biplot* da ACP foi construído. A técnica do *biplot* também utiliza a decomposição em valor singular de uma matriz para fornecer uma representação gráfica bidimensional³³. Os eixos são representados pelas duas primeiras componentes, CP1 e CP2, que contém a variância máxima. No *biplot* original, desenvolvido por Gabriel em 1971³³, as variáveis foram padronizadas e os vetores foram dimensionados para ter um comprimento único no espaço dimensional. Quando o comprimento do vetor desvia da unidade no *biplot*, é uma indicação que este vetor não está bem representado no espaço; portanto, mais dimensões devem ser construídas^{33,34}.

A interpretação do *biplot* envolve observar o comprimento, a proximidade e a direção dos vetores das variáveis. O comprimento do vetor aproxima-se da variância das variáveis; onde vetores mais longos indicam maior variância. O ângulo entre dois vetores de variáveis representa a correlação entre essas variáveis; quanto mais próximo os vetores estão um do outro (ângulo $< 90^\circ$), maior a correlação. Ângulos de 90° ou 270° (vetores perpendiculares) indicam que as variáveis têm pequena ou nenhuma correlação, enquanto ângulos de 0° ou 180° (vetores colineares) refletem uma correlação de 1 ou -1, respectivamente. Além disso, os vetores das variáveis estão alinhados à componente que a variável está mais fortemente relacionada. Deve-se ressaltar ainda que o sinal das variáveis em qualquer CP é arbitrário. Se todos os sinais na componente forem invertidos, a variância e a ortogonalidade não mudarão; portanto, a interpretação permanecerá a mesma²¹.

Outra característica importante que pode ser extraída do *biplot* da ACP é a proximidade espacial ou distância dos grupos entre si e em relação ao conjunto de variáveis, que reflete suas similaridades. Quando a projeção perpendicular dos

grupos cai na direção do vetor das variáveis, significa valores maiores para os grupos nessas variáveis específicas. Se a projeção perpendicular cai na direção oposta dos vetores, ou seja, na extensão dos vetores (linha pontilhada), o valor médio dos grupos para essas variáveis seria menor. Além disso, a projeção nos vetores das variáveis que mostra a maior distância entre os grupos pode ser interpretada como a variável mais importante na separação dos grupos. Portanto, o *biplot* da ACP é importante para determinar as características gerais dos dados. A explicação matemática da construção do *biplot* tem sido descrita em detalhes por alguns autores^{33,35,36}.

No presente estudo, o *biplot* da ACP foi modificado de modo que todos os vetores das variáveis e as CPs estivessem dimensionados por um fator constante para que as distâncias entre os grupos e o comprimento dos vetores estivessem na mesma escala. Nosso objetivo foi realçar a distância real entre os grupos para identificar a dimensão e a(s) variável(is) mais importante(s) na separação dos grupos. Dimensionar os vetores por um fator constante muda o comprimento dos vetores; portanto, no *biplot* modificado da ACP, a variância relativa é descrita. Todas as outras propriedades do *biplot* são interpretadas do mesmo modo como mencionado anteriormente.

3 RESULTADOS

Das 148 participantes avaliadas no início do estudo, 133 (89,9%) completaram o acompanhamento prospectivo por 12 meses e a segunda avaliação, sendo portanto, incluídas nas análises. As razões pelas quais as idosas não completaram o estudo incluíram desistência ou abandono (n = 7), ausência de contato telefônico por um período de 3 meses (n = 4), morte (n = 1), demência (n = 1), depressão (n = 1) e cirurgia no joelho (n = 1).

Durante o acompanhamento, 70 participantes (52,6%) reportaram não ter sofrido quedas, 40 (30,1%) reportaram uma única queda e 23 (17,3%) reportaram duas ou mais quedas (frequência variando de 2 a 9 quedas). Foi reportado um total de 108 quedas, sendo que a maioria das quedas ocorreu fora de casa (55,6%). Vinte e oito quedas (25,9%) ocorreram enquanto as idosas caminhavam na rua ou na calçada. O

principal mecanismo responsável pela ocorrência das quedas foi o tropeção, correspondendo a 45,4% do total de quedas. Sessenta e oito quedas (63%) resultaram em algum tipo de lesão, com a maior parte das quedas causando lesões de pequena gravidade, como escoriações e contusões. As consequências mais graves das quedas na amostra foram 1 luxação (joelho) e 3 fraturas (braço, nariz e punho).

A Tabela 1 apresenta os dados descritivos de todas as participantes do estudo e dos grupos de idosas caídas e não caídas. Não houve diferença significativa entre os grupos nas características demográficas, médicas, psicológicas e de mobilidade (Tabela 1).

A Tabela 2 mostra os valores dos parâmetros espaço-temporais da marcha da amostra total e de acordo com o grupo de quedas. A ACP resultou em três componentes que explicaram 88,3% da variância dos dados. As cargas vetoriais mostrando a contribuição dos parâmetros da marcha para as CPs, com os autovalores e a porcentagem acumulada da variância total estão apresentados na Tabela 3. A CP1 teve maior contribuição das variáveis velocidade, cadência e tempo de apoio. A CP2 apresentou contribuição positiva similar das variáveis comprimento do passo e tempo de oscilação e a CP3 foi fortemente carregada pela variável base de suporte.

A análise discriminante com procedimento *stepwise* foi então conduzida nas componentes. As matrizes de covariância foram similares entre grupos ($P = 0,304$); entretanto, o teste de Wilks' lambda não foi significativo, indicando que nenhuma das três componentes discriminou o grupo caído do não caído ($P > 0,05$).

A configuração do *biplot* modificado mostra que a maioria das variáveis está bem representada nas dimensões da CP1 e CP2, exceto as variáveis base de suporte e tempo de duplo apoio (Figura 1). A maior variância relativa é atribuída ao comprimento do passo e tempo de oscilação, seguida pela cadência, velocidade e tempo de apoio. Em relação à proximidade dos vetores, a velocidade e o comprimento do passo mostraram a maior correlação. Todas as outras variáveis mostraram algum grau de correlação, no entanto, em menor magnitude.

A projeção do escore médio do grupo de idosas caidoras nos vetores mostra que as caidoras deambularam com menor velocidade, cadência e comprimento do passo e maior tempo de oscilação e tempo de apoio. O grupo de idosas não caidoras deambulou com o padrão exatamente oposto, com maior velocidade, cadência e comprimento do passo e menor tempo de oscilação e tempo de apoio. As maiores distâncias entre grupos estão ao longo dos vetores das variáveis velocidade e tempo de apoio; portanto, essas duas variáveis ou a CP1 são importantes na separação dos grupos. A CP1 teve maior contribuição das variáveis velocidade e cadência com os vetores indo na direção negativa e do tempo de apoio com o vetor indo na direção positiva. Portanto, a CP1 é uma medida de ritmo, uma vez que a diminuição da velocidade e da cadência e o aumento do tempo de apoio reduziriam o ritmo da marcha e o oposto aumentaria o ritmo.

Para uma interpretação aprofundada do comportamento dos grupos de idosas caidoras e não caidoras em relação à dimensão ritmo da CP1, a Tabela 4 foi construída com os coeficientes da CP1 representados somente por sinais, positivo (+) ou negativo (-), de acordo com a direção dos vetores das variáveis. Além disso, quando a projeção perpendicular do escore médio do grupo caiu na direção do vetor da variável, um (+) foi atribuído indicando um valor alto e quando a projeção perpendicular caiu na extensão do vetor, um (-) foi atribuído indicando um valor baixo. O objetivo foi interpretar os resultados do *biplot* com a estrutura da ACP. Os resultados mostraram que as idosas caidoras tendem a diminuir o ritmo quando deambulam e as idosas não caidoras fazem o oposto, aumentam o ritmo da marcha. Embora o teste estatístico tenha falhado em discriminar os grupos, a interpretação do *biplot* da ACP mostra uma tendência das idosas caidoras em diminuir o ritmo da marcha por reduzir a velocidade e cadência e por aumentar o tempo em apoio.

Como a velocidade da marcha tem sido descrita como uma importante medida clínica^{37,38} e para ilustrar ainda mais a importância dos resultados do *biplot* modificado da ACP, a amostra foi dividida em dois grupos de acordo com o percentil 25 da velocidade. O objetivo foi identificar diferenças no estado de saúde, em desfechos psicológicos, na mobilidade funcional e quedas da amostra estudada. Os grupos foram divididos da seguinte forma: Grupo I, velocidade da marcha entre 80 e < 120 cm/s (n = 35) e Grupo II, velocidade da marcha \geq 120 cm/s (n = 98). O Grupo

II foi significativamente mais jovem, tinha menos relato de medo de cair e apresentou melhor desempenho no TUG em relação ao Grupo I (Tabela 5).

4 DISCUSSÃO

O processo de envelhecimento no Brasil segue uma tendência global caracterizada pela predominância do sexo feminino entre os idosos³⁹. Somado a isso, as mulheres têm um risco maior de cair em comparação aos homens⁴⁰; portanto, cuidado e suporte apropriado para este grupo vulnerável é essencial. O presente estudo foi um desenho observacional longitudinal com objetivo de investigar, por meio da ACP e análise discriminante, se os parâmetros espaciais e temporais da marcha poderiam prever quedas em uma amostra de idosas comunitárias. Como os parâmetros da marcha são altamente correlacionados¹⁷, o uso de técnicas estatísticas multivariadas é apropriado para observar o efeito independente destes parâmetros em relação ao evento quedas^{15,20}. Além disso, para compreender a relação das variáveis da marcha com as características das componentes principais e os grupos, uma representação gráfica denominada *biplot* também foi introduzida³³.

Estudos prévios têm mostrado que idosos que sofreram uma única queda se assemelham mais aos idosos não caidores do que aos idosos caidores recorrentes em uma série de fatores de risco médicos, físicos e psicológicos^{41,42}. Por isso, consideramos como caidoras, as idosas que reportaram duas ou mais quedas durante o período de acompanhamento. A análise discriminante mostrou que nenhuma das três componentes discriminou significativamente o grupo que sofreu quedas recorrentes do grupo que não sofreu quedas ou sofreu uma única queda durante o ano. Portanto, nenhum parâmetro espaço-temporal da marcha foi preditor significativo de quedas. Outros estudos prospectivos também não encontraram associação significativa entre marcha e quedas em idosos^{8,18,19}. No estudo de Feltner, MacRae e McNitt-Gray (1994)¹⁸, 17 idosas residentes na comunidade (média de idade de 73,4 anos) foram filmadas durante a deambulação na velocidade auto-selecionada e 21 parâmetros da marcha foram registrados, incluindo as medidas espaciais e temporais da marcha como velocidade, comprimento do passo e da passada, largura do passo, tempo do passo e da passada, fase de oscilação e de apoio simples. Nenhum dos parâmetros da marcha avaliados diferenciou as

idosas com e sem história prévia de quedas ou foi preditor significativo de futuras quedas. De acordo com os autores, esses resultados podem ser atribuídos ao pequeno tamanho amostral e ao baixo poder estatístico associado. Em outro estudo com 75 idosos (média de idade de 82 anos, 61 mulheres) independentes nas atividades de vida diária e capazes de caminhar 10 metros sem dispositivo de auxílio, Maki (1997)¹⁹ encontrou que a diminuição da velocidade e do comprimento da passada e o aumento da duração da fase de duplo apoio não eram preditores de quedas. Para o autor, tais mudanças na marcha são adaptações relacionadas ao medo de cair para aumentar a estabilidade e, portanto, reduziriam a ocorrência de quedas.

Por outro lado, dois estudos prospectivos recentes, de base populacional, usando instrumentação similar a do presente estudo, encontraram que os parâmetros espaço-temporais da marcha estavam associados com o risco de futuras quedas em idosos^{15,43}. Verghese *et al.* (2009)¹⁵, em um estudo conduzido em 597 idosos (62% de mulheres), com idade maior ou igual a 70 anos, encontraram que a velocidade da marcha, a fase de oscilação e a fase de duplo apoio eram preditores fortes e independentes de quedas. Os autores observaram que uma redução na velocidade da marcha de 0,1 m/s aumentou o risco de cair em 7%, e indivíduos com velocidade da marcha $\leq 0,7$ m/s tinham 1,5 chances a mais de cair comparados àqueles com velocidade normal ($> 1,0$ m/s). Além disso, a diminuição de 10% na fase de oscilação e o aumento de 10% na fase de duplo apoio estavam associados com o aumento no risco de quedas em 41% e 17%, respectivamente. No segundo estudo, com 412 idosos de ambos os sexos, com idade entre 60 e 86 anos, Callisaya *et al.* (2011)⁴³ encontraram que a velocidade da marcha e a cadência estavam associadas de forma não linear com o risco de quedas recorrentes. Nesse estudo, as variáveis da marcha foram divididas em quartis e os resultados para a velocidade da marcha mostraram que os participantes do segundo, terceiro e quarto quartis apresentaram risco reduzido de sofrer quedas recorrentes. Entretanto, os idosos do segundo quartil (velocidade entre 1,02 e 1,16 m/s) apresentaram o menor risco de cair. Esses resultados indicam que a velocidade da marcha $> 1,02$ m/s é um fator de proteção para quedas recorrentes, porém, o efeito protetor reduz quando a velocidade da marcha excede 1,16 m/s. De acordo com os autores, essa redução da proteção ocorre porque alguns idosos caminham rápido demais para suas capacidades físicas

ou participam de atividades físicas de alto risco, o que conseqüentemente, aumentaria o risco de cair.

Estudos de base populacional adotam critérios de seleção são mais abrangentes, incluindo participantes que deambulam com dispositivo de auxílio¹⁵ e que apresentam condições de saúde que afetam a mobilidade e a marcha, tais como demência, acidente vascular encefálico e doença de Parkinson^{15,43}. Portanto, a inclusão de idosos com prejuízo na função motora e as diferenças nas características dos participantes, como sexo e idade, podem justificar os diferentes resultados entre os estudos de Verghese *et al.* (2009)¹⁵ e Callisaya *et al.* (2011)⁴³ e o presente estudo.

Um dos pontos fortes de nosso estudo foi a adoção de rigorosos critérios de elegibilidade, resultando em uma amostra homogênea e com características bem definidas⁴⁴. Nossa amostra era relativamente jovem (média de idade de 71,6 anos), não apresentava comprometimento cognitivo, possuía poucas comorbidades, fazia uso de poucos medicamentos, apresentava excelente mobilidade funcional como demonstrado pelo desempenho no teste TUG⁴⁵ e a maioria das idosas praticava exercícios físicos regularmente (73%). Além disso, comparado com os dados normativos da marcha de idosas saudáveis e robustas da mesma faixa etária⁴⁶, as idosas de nossa amostra apresentavam desempenho superior na maioria dos parâmetros espaço-temporais da marcha. Portanto, os resultados do presente estudo contribuem de forma significativa para a literatura, pois revelam que idosas saudáveis, ativas e sem disfunção de mobilidade podem até sofrer quedas, mas os dados espaciais e temporais da marcha não são capazes de prever essas quedas.

Nos últimos anos, novos métodos estatísticos vêm sendo utilizados na análise dos dados da marcha, entre os quais se destacam as técnicas multivariadas⁴⁷. Alguns estudos prévios aplicaram tais técnicas estatísticas nos parâmetros da marcha de idosos com diferentes condições de saúde, como osteoartrite²², alta preocupação com quedas²⁰ e deficiência cognitiva leve⁴⁸. De nosso conhecimento, apenas um estudo aplicou a análise multivariada nos parâmetros da marcha para identificar domínios independentes da marcha associados com o risco de quedas em idosos¹⁵. Verghese *et al.* (2009)¹⁵ aplicaram a análise fatorial em sete parâmetros da marcha

e encontraram três fatores, que explicaram 82% da variância no desempenho da marcha, que foram nomeados de fator passo constituído pelas variáveis velocidade, comprimento da passada e cadência, fator ritmo composto pelas variáveis fase de oscilação e fase de duplo apoio e fator variabilidade formado pelas medidas de variabilidade do comprimento da passada e variabilidade do tempo de oscilação. Após ajustar para diversas covariáveis, apenas os fatores ritmo e variabilidade estavam associados com o risco de quedas. No presente estudo, foi aplicada outra técnica multivariada, a análise de componentes principais, nos parâmetros da marcha. A análise resultou em três componentes que explicaram 88,3% da variância dos dados. A CP1 teve maior contribuição das variáveis velocidade, cadência e tempo de apoio, a CP2 do comprimento do passo e tempo de oscilação e a CP3 da base de suporte. Já o tempo de duplo apoio não contribuiu significativamente para nenhuma das componentes, uma vez que apresentou carga vetorial inferior a 0,4 nas três componentes²¹. O fato da base de suporte estar isolada na CP3 e o tempo de duplo apoio contribuir pouco para a composição das componentes significa que essas variáveis correlacionaram-se pouco uma com a outra e com os demais parâmetros da marcha, uma vez que a base da componente é construída pela correlação de todas as variáveis²¹.

Para explorar as relações dos grupos de idosas caidoras e não caidoras com as componentes principais e com os parâmetros espaço-temporais da marcha, a técnica do *biplot* foi usada. O *biplot* mostrou que as idosas caidoras têm menor velocidade, cadência e comprimento do passo e maior tempo de oscilação e tempo de apoio em comparação com as idosas não caidoras. Embora estas diferenças entre grupos não foram estatisticamente significativas, o *biplot* conseguiu captar tendências entre os grupos em estudo. Além disso, o gráfico revelou que a velocidade e o tempo de apoio - variáveis que contribuem para a formação da CP1 - são as mais importantes na separação dos grupos. Evidências prévias demonstraram a capacidade destes parâmetros da marcha em diferenciar idosos não caidores ou que sofreram uma única queda de caidores recorrentes^{11,17}. Interpretando a contribuição das variáveis para a composição da CP1, concluiu-se que esta componente descreve o ritmo da marcha. A análise exploratória do *biplot* mostrou que as idosas caidoras tendem a diminuir o ritmo quando deambulam,

enquanto as idosas não caidoras adotam um padrão de deambulação contrário, aumentando o ritmo da marcha.

Como a velocidade é um dos parâmetros mais utilizados na avaliação da marcha devido a sua relevância clínica e facilidade de mensuração⁴⁹ e pelo fato do *biplo*t ter evidenciado a importância desta variável na separação dos grupos de idosas caidoras e não caidoras, as participantes do presente estudo foram divididas em dois grupos usando como ponto de corte o percentil 25 da velocidade da marcha a fim de investigar possíveis diferenças clínico-funcionais na amostra. Nossos resultados foram similares aos de outros estudos que demonstraram associação da redução da velocidade da marcha com o aumento da idade⁴⁶, com o maior relato do medo de cair¹⁹ e com o pior desempenho no TUG²⁶. É interessante notar também que embora tenha havido uma porcentagem significativamente maior de idosas com medo de cair no grupo com menor velocidade, não houve diferença entre grupos quanto ao escore da FES-I. Deste modo, pode-se concluir que apesar da auto-eficácia ter um papel importante no medo de cair, estes construtos, embora similares, não são idênticos⁵⁰. Observamos ainda que mesmo como variável categórica, a velocidade da marcha não estava associada nem com quedas retrospectivas nem prospectivas, reforçando a falta de associação entre marcha e quedas em nossa população.

Além dos critérios de seleção da amostra, este estudo tem outros pontos fortes que devem ser mencionados. A marcha foi avaliada por meio de um instrumento válido⁵¹ e confiável⁵² para a determinação dos parâmetros espaço-temporais da marcha. O registro prospectivo das quedas e o contato quinzenal com as idosas potencialmente minimizaram a ocorrência do viés de memória. Embora a literatura considere o calendário de quedas como padrão ouro para registro de quedas em estudos longitudinais⁵³, foi utilizado o contato por telefone para obter informações sobre a ocorrência de quedas com suas circunstâncias e consequências devido à baixa escolaridade das participantes. O contato telefônico permitiu esclarecer quaisquer dúvidas das idosas se evento ocorrido era ou não considerado como queda de acordo com a definição operacional adotada no estudo. Outro aspecto importante foi a baixa taxa de perda no acompanhamento (10,1%), reduzindo a probabilidade da ocorrência do viés de atrito.

O presente estudo tem algumas limitações que necessitam ser consideradas. A seleção da amostra foi por conveniência; tal fato limita a generalização dos achados. Além disso, nosso estudo poderia ter sido fortalecido pelo acréscimo de medidas fortemente associadas com quedas recorrentes em idosas comunitárias, tais como sensibilidade visual ao contraste, propriocepção em membros inferiores, força de quadríceps, tempo de reação e estabilidade postural⁴¹. Estes dados poderiam ter propiciado uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos com quedas em nossa população. Estudos futuros devem investigar a capacidade dos parâmetros da marcha para prever quedas em situações de “vida real” como caminhando sobre obstáculos e marcha em diferentes velocidades ou associada a tarefas cognitivas ou motoras tais como falar, fazer cálculo ou carregar objetos. Tarefas mais desafiadoras podem ser mais sensíveis para identificar déficits sutis ou subclínicos na marcha.

5 CONCLUSÃO

Nossos resultados mostraram que os parâmetros espaço-temporais da marcha analisados não predizem quedas em mulheres idosas comunitárias, saudáveis, ativas e sem disfunção de mobilidade com idade entre 65 e 85 anos. No entanto, o *biplot* revelou uma tendência de padrões de deambulação contrários entre os grupos de idosas caídas e não caídas. Isto demonstra que o *biplot* é uma ferramenta exploratória importante que deve ser adicionada aos resultados da ACP para auxiliar na compreensão dos dados.

REFERÊNCIAS

1. DAVIS, J.C. *et al.* International comparison of cost of falls in older adults living in the community: a systematic review. **Osteoporosis International**, v.21, n.8, p.1295-1306, 2010.
2. SORIANO, T.A.; DECHERRIE, L.V.; THOMAS, D.C. Falls in the community-dwelling older adult: a review for primary-care providers. **Clinical Interventions in Aging**, v.2, n.4, p.545-554, 2007.
3. TINETTI, M.E.; SPEECHLEY, M.; GINTER, S.F. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. **The New England Journal of Medicine**, v.319, n.26, p.1701-1707, 1988.

4. RUBENSTEIN, L.Z.; JOSEPHSON, K.R. The epidemiology of falls and syncope. **Clinics in Geriatrics Medicine**, v.18, n.2, p.141-158, 2002.
5. RUBENSTEIN, L.Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. **Age and Ageing**, v.35, Suppl.2, p.37-41, 2006.
6. PEEL, N.M. Epidemiology of falls in older age. **Canadian Journal on Aging**, v.15, p.1-13, 2011.
7. COIMBRA, A.M. *et al.* Falls in the elderly of the Family Health Program. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v.51, n.3, p.317-322, 2010.
8. HAUSDORFF, J.M.; RIOS, D.A.; EDELBERG, H.K. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.82, n.8, p.1050-1056, 2001.
9. BERG, W.P. *et al.* Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. **Age and Ageing**, v.26, n.4, p.261-268, 1997.
10. TINETTI, M.E.; KUMAR, C. The patient who falls: "It's always a trade-off". **The Journal of the American Medical Association**, v.303, n.3, p.258-266, 2010.
11. CHU, L.W.; CHI, I.; CHIU, A.Y. Incidence and predictors of falls in the chinese elderly. **Annals of the Academy of Medicine, Singapore**, v.34, n.1, p.60-72, 2005.
12. HILL, K. *et al.* Falls among healthy, community-dwelling, older women: a prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v.23, n.1, p.41-48, 1999.
13. MONTERO-ODASSO, M. *et al.* Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v.60, n.10, p.1304-1309, 2005.
14. TIEDEMANN, A. *et al.* The comparative ability of eight functional mobility tests for predicting falls in community-dwelling older people. **Age and Ageing**, v.37, n.4, p.430-435, 2008.

15. VERGHESE, J. *et al.* Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. **The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, v.64, n.8, p.896-901, 2009.
16. VICCARO, L.J.; PERERA, S.; STUDENSKI, S.A. Is timed up and go better than gait speed in predicting health, function, and falls in older adults? **Journal of the American Geriatrics Society**, v.59, n.5, p.887-892, 2011.
17. LORD, S.R.; LLOYD, D.G.; LI, S.K. Sensori-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling women. **Age and Ageing**, v.25, n.4, p.292-299, 1996.
18. FELTNER, M.E.; MACRAE, P.G.; MCNITT-GRAY, J.L. Quantitative gait assessment as a predictor of prospective and retrospective falls in community-dwelling older women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.75, n.4, p.447-453, 1994.
19. MAKI, B.E. Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.45, n.3, p.313-320, 1997.
20. KIRKWOOD, R.N. *et al.* Step length appears to be a strong discriminant gait parameter for elderly females highly concerned about falls: a cross-sectional observational study. **Physiotherapy**, v.97, n.2, p.126-131, 2011.
21. JOLLIFFE, I.T. **Principal component analysis**. 2nd ed. New York: Springer, 2004.
22. KIRKWOOD, R.N. *et al.* Application of principal component analysis on gait kinematics in elderly women with knee osteoarthritis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.15, n.1, p.52-58, 2011.
23. BERTOLUCCI, P.H. *et al.* [The Mini-Mental State Examination in a general population: impact of educational status]. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v.52, n.1, p.1-7, 1994.
24. 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). **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.14, n.3, p.237-243, 2010.

25. YARDLEY, L. *et al.* Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). **Age and Ageing**, v.34, n.6, p.614-619, 2005.
26. PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.39, n.2, p.142-148, 1991.
27. 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. **Danish Medical Bulletin**, v. 34, Suppl.4, p.1-24,1987.
28. SWANENBURG, J. *et al.* Falls prediction in elderly people: a 1-year prospective study. **Gait & Posture**, v.31, n.3, p.317-321, 2010.
29. SHIMADA, H. *et al.* Physical factors underlying the association between lower walking performance and falls in older people: a structural equation model. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v.53, n.2, p.131-134, 2011.
30. MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods: a primer**. 3rd ed. New York: Chapman & Hall, 2004.
31. ASTEPHEN, J.L.; DELUZIO, K.J. Changes in frontal plane dynamics and the loading response phase of the gait cycle are characteristic of severe knee osteoarthritis application of a multidimensional analysis technique. **Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)**, v.20, n.2, p.209-217, 2005.
32. ASTEPHEN, J.A.; DELUZIO, K.J. Techniques in modern gait analysis and their application to the study of knee osteoarthritis. In: LEONDES, C.T.; Zhai, Y. (Ed.) **Biomechanical systems technology: muscular skeletal systems**. New Jersey: World Scientific, 2009.
33. GABRIEL, K.R. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. **Biometrika**, v.58, p.453-467, 1971.
34. GABRIEL, K.R. Analysis of meteorological data by means of canonical decomposition and biplots. **Journal of Applied Meteorology**, v.11, n.7, p.1071-1077, 1972.
35. GABRIEL, K.R.; ODOROFF, C.L. Biplots in biomedical research. **Statistics in Medicine**, v.9, n.5, p.469-485, 1990.

36. GOWER, J.; GARDNER-LUBBE, S.; LE ROUX, N. **Understanding Biplots**. 1st ed. London: John Wiley & Sons Ltda, 2011.
37. ABELLAN VAN, K.G. *et al.* Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v.13, n.10, p.881-889, 2009.
38. FRITZ, S.; LUSARDI, M. White paper: "walking speed: the sixth vital sign". **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v.32, n.2, p.46-49, 2009.
39. CARVALHO, J.A.; RODRIGUEZ-WONG, L.L. [The changing age distribution of the Brazilian population in the first half of the 21st century]. **Cadernos de Saúde Pública**, v.24, n.3, p.597-605, 2008.
40. DEANDREA, S. *et al.* Risk factors for falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. **Epidemiology**, v.21, n.5, p.658-668, 2010.
41. LORD, S.R. *et al.* Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.42, n.10, p.1110-1117, 1994.
42. NEVITT, M.C. *et al.* Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. **The Journal of the American Medical Association**, v.261, n.18, p.2663-2668, 1989.
43. CALLISAYA, M.L. *et al.* Gait, gait variability and the risk of multiple incident falls in older people: a population-based study. **Age and Ageing**, v.40, n.4, p.481-487, 2011.
44. LAUPACIS, A. *et al.* Users' guides to the medical literature. V. How to use an article about prognosis. Evidence-Based Medicine Working Group. **JAMA**, v.272, n.3, p.234-237, 1994.
45. BOHANNON, R.W. Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v.29, n.2, p.64-68, 2006.
46. HOLLMAN, J.H.; MCDADE, E.M.; PETERSEN, R.C. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. **Gait & Posture**, v.34, n.1, p.111-118, 2011.

47. CHAU, T. A review of analytical techniques for gait data. Part 1: Fuzzy, statistical and fractal methods. **Gait & Posture**, v.13, n.1, p.49-66, 2001.
48. VERGHESE, J. *et al.* Gait dysfunction in mild cognitive impairment syndromes. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.56, n.7, p.1244-1251, 2008.
49. GUEDES, R.C. *et al.* Total hip arthroplasty in the elderly: impact on functional performance. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.15, n.2, p.123-130, 2011.
50. LEGTERS, K. Fear of falling. **Physical Therapy**, v.82, n.3, p.264-272, 2002.
51. WEBSTER, K.E.; WITTEWER, J.E.; FELLER, J.A. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. **Gait & Posture**, v.22, n.4, p.317-321, 2005.
52. 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**, v.20, n.1, p.20-25, 2004.
53. FREIBERGER, E.; DE VREEDE, P. Fall recall - limitations of the most used inclusion criteria. **European Review of Aging and Physical Activity**, v.8, n.2, p.105-108, 2011.

TABELA 1

Características descritivas de todas as participantes do estudo e dos grupos de idosas caídas e não caídas

Características	Amostra Total (n = 133)	Grupos		P-valor
		Caídas (n = 23)	Não caídas (n = 110)	
Demográficas e médicas				
Idade, média (DP)	71,6 (4,8)	73,2 (5,3)	71,2 (4,6)	0,1 ^a
IMC (kg/m ²), média (DP)	27,2 (4,4)	26,4 (4,3)	27,4 (4,4)	0,3 ^c
Escolaridade (anos), média (DP)	6,4 (4,8)	6,5 (5,1)	6,4 (4,8)	0,8 ^a
Medicação, média (DP)	3,0 (2,1)	4,0 (2,9)	2,8 (1,8)	0,1 ^a
Comorbidade, média (DP)	2,6 (1,8)	3,3 (2,5)	2,4 (1,6)	0,2 ^a
Hipertensão, % (n)				
Não	30% (40)	22% (5)	32% (35)	0,5 ^b
Sim	70% (93)	78% (18)	68% (75)	
Diabetes, % (n)				
Não	87% (116)	91% (21)	86% (95)	0,7 ^b
Sim	13% (17)	9% (2)	14% (15)	
Osteoartrite, % (n)				
Não	77% (103)	83% (19)	76% (84)	0,6 ^b
Sim	23% (30)	17% (4)	24% (26)	
Osteoporose/Osteopenia, % (n)				
Não	73% (97)	70% (16)	74% (81)	0,8 ^b
Sim	27% (36)	30% (7)	26% (29)	
Atividade física [†] , % (n)				
Não	27% (36)	39% (9)	25% (27)	0,2 ^b
Sim	73% (97)	61% (14)	75% (83)	
Psicológicas e de mobilidade				
Medo de cair, % (n)				
Não	55% (73)	65% (15)	53% (58)	0,4 ^b
Sim	45% (60)	35% (8)	47% (52)	
FES-I (escore), média (DP)	22,9 (5,9)	24,8 (7,0)	22,5 (5,6)	0,2 ^a
TUG (s), média (DP)	8,3 (0,9)	8,4 (0,9)	8,3 (0,8)	0,6 ^c

^aTeste de Mann-Whitney significativo em $P < 0,01$; ^bTeste exato de Fisher significativo em $P < 0,05$;

^cTeste *t* independente significativo em $P < 0,025$.

IMC = índice de massa corporal; FES-I = *Falls Efficacy Scale-International* (variação de 16 a 64);

TUG = *Timed Up and Go*; s: segundo; DP: desvio-padrão; n: número.

[†]Realização de exercícios aeróbicos e/ou de fortalecimento muscular ≥ 2 vezes/semana.

TABELA 2

Média (desvio-padrão) dos parâmetros espaço-temporais da marcha da amostra total e de acordo com o grupo de quedas

Parâmetros da marcha	Amostra Total (n = 133)	Caidoras (n = 23)	Não caidoras (n = 110)
Velocidade (cm/s)	127,9 (15,6)	125,8 (15,9)	128,3 (15,6)
Cadência (passos/minuto)	120,6 (7,7)	119,4 (9,0)	120,8 (7,5)
Comprimento do passo (cm)	63,6 (5,9)	63,2 (6,5)	63,7 (5,8)
Base de suporte (cm)	7,5 (2,6)	8,0 (2,8)	7,4 (2,5)
Tempo de oscilação (s)	0,388 (0,03)	0,391 (0,03)	0,388 (0,03)
Tempo de apoio (s)	0,611 (0,04)	0,620 (0,05)	0,609 (0,04)
Tempo de duplo apoio (s)	0,225 (0,03)	0,231 (0,03)	0,224 (0,03)

TABELA 3

Cargas vetoriais mostrando a contribuição dos parâmetros da marcha para cada componente principal, os autovalores e a porcentagem acumulada da variância total

Parâmetros da marcha	Cargas vetoriais		
	CP1	CP2	CP3
Velocidade (cm/s)	-0,46	0,24	0,24
Cadência (passos/minuto)	-0,47	-0,32	-0,09
Comprimento do passo (cm)	-0,28	0,55	0,38
Base de suporte (cm)	0,06	-0,35	0,86
Tempo de oscilação (s)	0,33	0,55	0,04
Tempo de apoio (s)	0,49	0,12	0,12
Tempo de duplo apoio (s)	0,35	-0,28	0,13
Autovalor	3,76	1,47	0,93
Porcentagem acumulada da variância total (%)	53,7	74,5	88,3

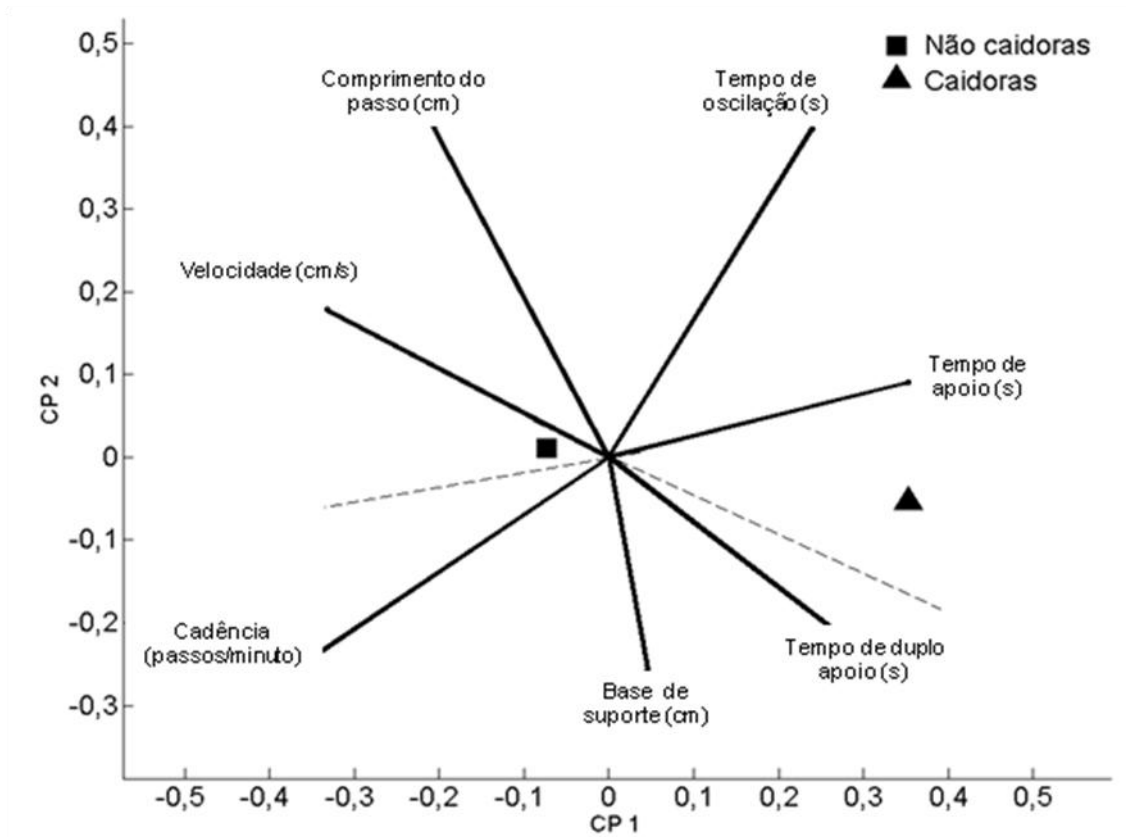


FIGURA 1 – *Biplot* modificado da análise de componentes principais com os escores médios dos grupos de idosas caidoras e não caidoras.

TABELA 4

Direção das cargas vetoriais da CP1 e o resultado da projeção do escore médio de cada grupo nos vetores das variáveis da CP1 no *biplo*t modificado da análise de componentes principais

Parâmetros da marcha	Cargas vetoriais		
	CP1	C	NC
Velocidade (cm/s)	-	-	+
Cadência (passos/minuto)	-	-	+
Tempo de apoio (s)	+	+	-
	Interpretação		Ritmo

Para a CP1, os sinais (+) e (-) representam a direção do vetor das variáveis, enquanto para os grupos de caídas (C) e não caídas (NC), o sinal (+) indica valor alto e (-) valor baixo.

TABELA 5

Características descritivas das participantes idosas de acordo com a velocidade da marcha

Características	Velocidade da marcha		P-valor
	Grupo I 80 a < 120 cm/s (n = 35)	Grupo II ≥ 120 cm/s (n = 98)	
Demográficas e médicas			
Idade, média (DP)	74,2 (5,1)	70,6 (4,3)	0,000^a
IMC (kg/m ²), média (DP)	26,2 (4,5)	27,6 (4,3)	0,2 ^a
Escolaridade (anos), média (DP)	5,3 (4,5)	6,8 (4,9)	0,2 ^a
Medicação, média (DP)	3,3 (2,0)	2,9 (2,1)	0,2 ^a
Comorbidade, média (DP)	2,5 (1,8)	2,6 (1,8)	0,8 ^a
Hipertensão, % (n)			
Não	23% (8)	33% (32)	0,4 ^b
Sim	77% (27)	67% (66)	
Diabetes, % (n)			
Não	83% (29)	89% (87)	0,4 ^b
Sim	17% (6)	11% (11)	
Osteoartrite, % (n)			
Não	83% (29)	76% (74)	0,5 ^b
Sim	17% (6)	24% (24)	
Osteoporose/Osteopenia, % (n)			
Não	63% (22)	77% (75)	0,1 ^b
Sim	37% (13)	23% (23)	
Atividade física [†] , % (n)			
Não	34% (12)	24% (24)	0,3 ^b
Sim	66% (23)	76% (74)	
Psicológicas e de mobilidade			
Medo de cair, % (n)			
Não	37% (13)	61% (60)	0,018^b
Sim	63% (22)	39% (38)	
FES-I (escore), média (DP)	23,7 (6,3)	22,6 (5,7)	0,4 ^a
TUG (s), média (DP)	8,8 (0,7)	8,1 (0,8)	0,000^c
Quedas			
No ano anterior, % (n)			
0 ou 1 queda	71% (25)	86% (84)	0,07 ^b
≥ 2 quedas	29% (10)	14% (14)	
No acompanhamento, % (n)			
0 ou 1 queda	83% (29)	83% (81)	0,98 ^b
≥ 2 quedas	17% (6)	17% (17)	

^aTeste de Mann-Whitney significativo em $P < 0,008$; ^bTeste exato de Fisher significativo em $P < 0,05$;

^cTeste t independente significativo em $P < 0,05$.

IMC = índice de massa corporal; FES-I = *Falls Efficacy Scale-International* (variação de 16 a 64);

TUG = *Timed Up and Go*; s: segundo; DP: desvio-padrão; n: número.

[†]Realização de exercícios aeróbicos e/ou de fortalecimento muscular ≥ 2 vezes/semana.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A análise de componentes principais aplicada em sete parâmetros espaço-temporais da marcha de idosas comunitárias com idade entre 65 e 85 anos reduziu a dimensionalidade dos dados, resultando em três componentes que explicaram 88,3% da variância dos dados originais.
- A análise discriminante conduzida nas componentes não foi significativa, indicando que nenhuma das três componentes discriminou o grupo de idosas caídas do grupo de idosas não caídas.
- Os parâmetros espaço-temporais da marcha analisados não predizem quedas em mulheres idosas comunitárias, saudáveis, ativas e sem disfunção de mobilidade.
- A maioria das quedas ocorreu fora de casa enquanto as idosas caminhavam na rua ou na calçada. O principal mecanismo envolvido com as quedas foi o tropeção. Na maior parte das quedas ocorreram lesões, no entanto, a maioria das lesões foi de pequena gravidade, como escoriações e contusões.
- De nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a utilizar o *biplot*, uma representação gráfica de dados multidimensionais, para melhor compreender as relações entre as variáveis da marcha, as características das componentes principais e o comportamento dos grupos de idosas caídas e não caídas.
- O *biplot* mostrou que as idosas caídas tendem a deambular com menor velocidade, cadência e comprimento do passo e com maior tempo de oscilação e tempo de apoio em relação às idosas não caídas.
- O *biplot* revelou ainda que a velocidade da marcha e o tempo de apoio – variáveis que compõem a primeira componente principal (CP1) – são mais importantes na separação dos grupos.
- A análise das variáveis e de suas relações na formação da CP1 indica que esta componente é uma medida do ritmo da marcha.
- A interpretação do *biplot* mostrou que as idosas caídas tendem a diminuir o ritmo quando deambulam e as idosas não caídas fazem o oposto, aumentam o ritmo da marcha.
- O grupo de idosas com menor velocidade da marcha foi significativamente mais idoso e apresentou maior relato do medo de cair e pior desempenho no teste de mobilidade funcional comparado com o grupo de idosas com maior velocidade da marcha.

- A maior limitação do presente estudo envolve o processo de seleção das participantes que foi por conveniência, o que conseqüentemente, limita a generalização dos achados.
- Estudos futuros devem investigar a capacidade dos parâmetros espaço-temporais da marcha para predizer quedas diante de situações mais desafiadoras como marcha em diferentes superfícies, em diferentes velocidades ou associada à outra tarefa, visto que a literatura tem sugerido que tais situações podem ser mais sensíveis na identificação de distúrbios sutis ou subclínicos da marcha.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do projeto: A velocidade da marcha como fator de risco de quedas em uma coorte de idosas residentes na comunidade.

Este termo de consentimento pode conter palavras que a senhora não entenda. Peça ao pesquisador que explique as palavras ou informações não compreendidas completamente.

1) Introdução

A senhora está sendo convidada a participar da pesquisa **A VELOCIDADE DA MARCHA COMO FATOR DE RISCO DE QUEDAS EM UMA COORTE DE IDOSAS RESIDENTES NA COMUNIDADE**. Se decidir participar dela, é importante que leia estas informações sobre o estudo e o seu papel nesta pesquisa. A decisão de participar neste estudo é voluntária e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento a senhora pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição envolvida. É preciso entender a natureza e os riscos da sua participação e dar o seu consentimento livre e esclarecido por escrito.

2) Objetivo

O objetivo deste estudo é fazer algumas medidas para melhor entender como a senhora está caminhando. Iremos lhe acompanhar por um período de um ano. Entraremos em contato com a senhora a cada quinze dias, para que nos informe sobre seu estado de saúde e se sofreu ou não queda(s).

3) Procedimentos do estudo

Se concordar em participar deste estudo, a senhora terá de comparecer ao Laboratório de Análise do Movimento Humano, localizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Pampulha. Solicitaremos que a senhora leia o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e, caso concorde em participar da pesquisa, assine este termo.

Algumas informações como idade, data de nascimento, estado civil, profissão, escolaridade (anos de estudo), doenças, ocorrência de queda(s) nos últimos 12

meses, medicamentos usados, peso, altura, número do calçado e comprimento das pernas serão registradas. A senhora terá que responder a dois questionários, um para avaliar o seu medo quanto a sofrer quedas durante a realização de algumas atividades do dia a dia e outro para avaliar sua memória e atenção. A senhora será solicitada a andar por 6 vezes, da maneira mais confortável possível, sobre um tapete emborrachado. A senhora terá também que fazer um teste, onde deverá levantar de uma cadeira comum, andar o mais rápido possível, mas de forma segura até um cone que está a 3 metros da cadeira, contornar o cone e depois voltar e sentar novamente na cadeira. Este teste será realizado 3 vezes. O tempo de permanência no laboratório será no máximo de uma (1) hora e meia (30 min). Depois disso, durante os próximos 12 meses, um de nossos pesquisadores entrará em contato com a senhora por telefone a cada quinze dias. Vamos querer saber como a senhora está passando e se sofreu ou não alguma queda. Caso tenha caído, a senhora terá que nos informar o número de queda(s), onde e como ocorreu a queda e se machucou com a queda. Essas informações serão arquivadas para a análise futura de dados. Ao final dos 12 meses, a senhora será convidada a voltar ao nosso laboratório e realizar esses mesmos procedimentos descritos acima. Depois dessa segunda medida, os telefonemas terminarão e a senhora não terá que voltar mais ao nosso laboratório.

4) Riscos e desconforto

Os testes realizados apresentam um risco mínimo de quedas, mas serão feitos em condições de muita segurança e por pessoas bem treinadas. A senhora também poderá se cansar durante os testes, mas apresentará melhora rápida (em alguns minutos) após a coleta dos seus dados.

5) Benefícios

Os resultados desta pesquisa não trarão nenhum benefício imediato à senhora, mas futuramente poderão ajudar várias pessoas com alterações da caminhada.

6) Tratamento alternativo

Não aplicável.

7) Custos e ressarcimento das despesas

A participação na pesquisa não acarretará gastos para a senhora, sendo totalmente gratuita. A senhora também não receberá dinheiro para custear seus gastos para se locomover de casa até o local da pesquisa e para retornar a sua casa.

8) Responsabilidade

Toda responsabilidade do presente estudo é da coordenadora do mesmo, Professora Dra. Renata Noce Kirkwood e do fisioterapeuta Bruno de Souza Moreira.

9) Caráter confidencial dos registros

Algumas informações obtidas a partir de sua participação neste estudo não poderão ser mantidas estritamente confidenciais. Além dos profissionais de saúde responsáveis pela pesquisa, agências governamentais locais, o Comitê de Ética em Pesquisa da instituição onde o estudo está sendo realizado, o patrocinador do estudo e seus representantes podem precisar consultar seus registros. A senhora não será identificada quando o material de seu registro for utilizado, seja para propósitos de publicação científica ou educativa. Ao assinar este consentimento informado, a senhora autoriza as inspeções em seus registros. Para registro de suas informações será assinalado um número ao seu nome, e toda informação buscada será referenciada usando este número.

10) Participação

A senhora terá que realizar os testes 2 vezes, com um intervalo de 1 ano entre os procedimentos. É importante que a senhora esteja consciente de que sua participação neste estudo de pesquisa é completamente voluntária e que a senhora pode recusar-se a participar ou sair do estudo a qualquer momento sem penalidades ou perda de benefícios aos quais a senhora tenha direito de outra forma. Caso decidir retirar-se do estudo, deverá comunicar ao(s) pesquisador(es) responsável(is). A recusa em participar ou a saída do estudo não influenciarão seus cuidados nesta instituição.

11) Para obter informações adicionais

A senhora receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone dos pesquisadores principais deste estudo, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e

sua participação, agora ou a qualquer momento. Caso a senhora venha a sofrer uma reação adversa ou danos relacionados ao estudo, ou tenha mais perguntas sobre o estudo, por favor, ligue para Professora Dra. Renata Noce Kirkwood, no telefone (31) 3409-4791 ou (31) 9985-0707 ou para o fisioterapeuta Bruno de Souza Moreira, no telefone (31) 3533-1514 ou (31) 8412-2458.

Se a senhora tiver perguntas com relação a seus direitos como participante do estudo, poderá também contatar uma terceira parte/pessoa, que não participa desta pesquisa, Professora Maria Teresa Marques Amaral, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, no endereço Avenida Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais ou no telefax (31) 3049-4592.

12) Declaração de consentimento

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que fui informada sobre os métodos e meios a serem utilizados, as inconveniências, riscos, benefícios e eventos adversos que podem vir a ocorrer em consequência dos procedimentos.

Declaro que tive tempo suficiente para ler e entender as informações acima. Declaro também que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para participar como paciente deste estudo.

Nome da participante

Assinatura da participante ou representante legal

Data

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e o objetivo deste estudo, os possíveis riscos e benefícios da participação no mesmo, junto à participante e/ou

seu representante autorizado. Acredito que a participante e/ou seu representante recebeu todas as informações necessárias, que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que ela compreendeu essa explicação.

Assinatura do pesquisador

Data

APÊNDICE B – Ficha de Avaliação

Identificação (código): _____

Data da coleta: ___/___/___

DADOS PESSOAIS E INFORMAÇÕES SOBRE QUEDAS

Nome: _____

Idade: _____ Telefone: _____ Data de nascimento: ___/___/___

Profissão: _____

Estado civil: _____ Escolaridade (anos): _____

História de quedas no ano anterior: _____ Medo de cair: _____

COMORBIDADES, MEDICAMENTOS E EXERCÍCIO FÍSICO

Hipertensão: _____ Osteopenia ou Osteoporose: _____

Diabetes Mellitus: _____ Osteoartrite/Osteoartrose: _____

Outras doenças: _____

Medicamentos em uso: _____

Exercício Físico: _____

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Comprimento do membro inferior (cm): D _____ E _____

Massa corporal (kg): _____ Número do calçado: _____

Altura (cm): _____ IMC (kg/m²): _____

TIMED UP AND GO TEST

Tempo (s): _____ / _____ Média: _____

APÊNDICE C – Questionário de Seguimento das Quedas

<p>1. A senhora sofreu alguma queda nos últimos quinze dias?</p> <p style="text-align: right;">Não sofreu quedas []</p> <p style="text-align: right;">1 vez []</p> <p style="text-align: right;">2 vezes []</p> <p style="text-align: right;">3 ou mais vezes []</p> <p style="text-align: center;">Caso a participante não tenha sofrido quedas, favor terminar a entrevista aqui.</p>	
<p>2. Aonde a senhora caiu?</p> <p>Dentro de casa:</p> <p style="text-align: right;">Levantando da cama []</p> <p style="text-align: right;">Levantando da cadeira []</p> <p style="text-align: right;">Tomando banho []</p> <p style="text-align: right;">Usando o banheiro []</p> <p style="text-align: right;">Subindo ou descendo escadas []</p> <p>Entrando ou saindo de casa:</p> <p style="text-align: right;">No degrau de casa []</p> <p style="text-align: right;">No jardim, quintal ou varanda []</p> <p>Longe de casa:</p> <p style="text-align: right;">Andando na rua ou na calçada []</p> <p style="text-align: right;">Entrando ou saindo do carro ou ônibus []</p> <p style="text-align: right;">Na casa de amigo ou parente []</p> <p style="text-align: right;">Ao atravessar a rua []</p> <p style="text-align: right;">Degrau da calçada (meio-fio) []</p> <p>Outros locais e situações de quedas: _____</p>	
<p>3. Como a senhora caiu?</p> <p style="text-align: right;">Tropeção []</p> <p style="text-align: right;">Escorregão []</p> <p style="text-align: right;">Perda de equilíbrio []</p> <p style="text-align: right;">Tontura []</p> <p style="text-align: right;">Cansaço []</p> <p style="text-align: right;">Pernas falharam []</p> <p style="text-align: right;">Não tem certeza []</p>	
<p>4. A senhora sofreu alguma lesão como consequência da queda?</p> <p style="text-align: right;">Não []</p> <p style="text-align: right;">Sim []</p>	
<p>5. Faça esta pergunta caso a resposta anterior tenha sido sim. Qual tipo de lesão a senhora sofreu?</p> <p style="text-align: right;">Escoriação (“ralar ou esfolar”) []</p> <p style="text-align: right;">Contusão (“dor persistente decorrente da pancada e/ou hematoma e/ou edema”) []</p> <p style="text-align: right;">Corte []</p> <p style="text-align: right;">Fratura []</p> <p>Outro tipo de lesão: _____</p>	

ANEXOS**ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Parecer nº. ETIC 442/08

**Interessado(a): Profa. Renata Noce Kirkwood
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO - UFMG**

DECISÃO

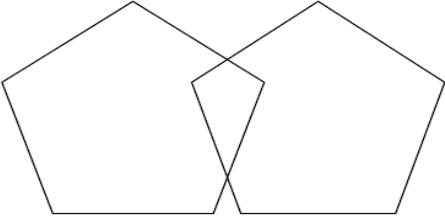
O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 28 de outubro de 2008, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**A velocidade da marcha como fator de risco de quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

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

Assinatura manuscrita em tinta preta, correspondente ao nome da coordenadora do COEP-UFMG.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**

ANEXO B – Miniexame do Estado Mental (MEEM)

Que dia é hoje?	1	0
Em que mês estamos?	1	0
Em que ano estamos?	1	0
Em que dia da semana estamos?	1	0
Que horas são agora aproximadamente? (Considere correta variação de mais ou menos 1 hora.)	1	0
Em que local nós estamos? (Dormitório, sala, apontando para o chão)	1	0
Que local é este aqui? (Apontando ao redor e num sentido mais amplo)	1	0
Em que bairro nós estamos ou qual o nome de uma rua próxima?	1	0
Em que cidade nós estamos?	1	0
Em que estado nós estamos?	1	0
Vou dizer 3 palavras e o(a) senhor(a) irá repeti-las a seguir: CARRO, VASO, TIJOLO . (Falar as 3 palavras em sequência. Caso o(a) idoso(a) não consiga, repetir no máximo 3 vezes para aprendizado. Pontue a primeira tentativa.)	3	0
Gostaria que o(a) senhor(a) me dissesse quanto é: 100-7; 93-7; 86-7; 79-7; 72-7; 65 (Se houver erro, corrija e prossiga. Considere correto se o examinado espontaneamente se corrigir.)	5	0
O(A) senhor(a) consegue se lembrar das 3 palavras que lhe pedi que repetisse agora há pouco? (Única tentativa sem dicas. Considerar acerto a repetição das 3 palavras em qualquer ordem.)	3	0
Mostre um relógio e peça ao entrevistado que diga o nome.	1	0
Mostre uma caneta e peça ao entrevistado que diga o nome.	1	0
Vou lhe dizer uma frase e quero que repita depois de mim “Nem aqui, nem ali, nem lá”. (Considere somente se a repetição for perfeita.)	1	0
Agora pegue este papel com sua mão direita. Dobre-o ao meio e coloque-o no chão”. (Falar todos os comandos de uma vez só.)	3	0
Vou lhe mostrar uma folha onde está escrito uma frase. Gostaria que fizesse o que está escrito: “FECHE OS OLHOS”	1	0
Gostaria que o(a) senhor(a) escrevesse uma frase de sua escolha, qualquer uma, não precisa ser grande.	1	0
Vou lhe mostrar um desenho e gostaria que o(a) senhor(a) copiasse, tentando fazer o melhor possível.	1	0
		
TOTAL:		

ANEXO C – Escala Internacional de Auto-eficácia para Quedas (FES-I)

Eu vou lhe fazer algumas perguntas sobre qual é a 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.

Atividades	Nem um pouco preocupada	Um pouco preocupada	Muito preocupada	Extremamente preocupada
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 da cabeça ou do chão	1	2	3	4
Ir atender ao 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 (ex: 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
TOTAL:				

TABELA 1

Características da amostra no início do estudo (n = 133)

Características	
Idade (anos), média (DP)	71,6 (4,8)
Altura (cm), média (DP)	154,1 (5,9)
Massa corporal (kg), média (DP)	64,7 (11,0)
IMC (kg/m ²), média (DP)	27,2 (4,4)
Estado Civil, % (n)	
Solteira	10,5% (14)
Casada	37,6% (50)
Viúva	43,6% (58)
Separada / Divorciada	8,3% (11)
Aposentadoria e/ou Pensão, % (n)	88,0% (117)
Escolaridade (anos), média (DP)	6,4 (4,8)
Número de comorbidades, média (DP)	2,6 (1,8)
História médica (auto-relato), % (n)	
Hipertensão	69,9% (93)
Diabetes Mellitus	12,8% (17)
Osteoartrite	22,6% (30)
Osteopenia / Osteoporose	27,1% (36)
Número de medicamentos em uso, média (DP)	3,0 (2,1)
Atividade física [†] , % (n)	72,9% (97)
FES-I (escore), média (DP)	22,9 (5,9)
Medo de cair, % (n)	45,1% (60)
História de quedas no ano anterior (auto-relato), % (n)	
0 queda	64,7% (86)
1 queda	17,3% (23)
≥ 2 quedas	18% (24)
TUG (s), média (DP)	8,3 (0,9)
Parâmetros da marcha, média (DP)	
Velocidade da marcha (cm/s)	127,9 (15,6)
Cadência (passos/minuto)	120,6 (7,7)
Comprimento do passo (cm)	63,6 (5,9)
Base de suporte (cm)	7,5 (2,6)
Tempo de oscilação (s)	0,39 (0,03)
Tempo de apoio (s)	0,61 (0,04)
Tempo de duplo apoio (s)	0,23 (0,03)

IMC: índice de massa corporal; FES-I: *Falls Efficacy Scale-International* (variação de 16 a 64); TUG: *Timed up and Go*; kg: Quilograma; kg/m²: Quilograma por metro quadrado; s: segundo; cm: centímetro; DP: desvio-padrão; n: número.

[†]Realização de exercícios aeróbicos e/ou de fortalecimento muscular ≥ 2 vezes/semana.

TABELA 2

Frequência de quedas das 133 participantes durante 12 meses de seguimento

Quedas	% (n)
0	52,6% (70)
1	30,0% (40)
2	9,8% (13)
3	3,8% (5)
4	1,5% (2)
5	1,5% (2)
9	0,8% (1)

n: número.

TABELA 3

Frequência de quedas quanto ao local de ocorrência, mecanismo da queda, ocorrência de lesão e tipo de lesão durante 12 meses de seguimento (n = 108)

Caracterização das quedas	% (n)
Local	
Dentro de casa (incluindo área externa)	44,4% (48)
Levantando da cama	1,8% (2)
No banheiro ou tomando banho	3,7% (4)
Subindo ou descendo escadas	3,7% (4)
Entrando ou saindo de casa	2,8% (3)
No jardim / quintal / varanda / corredor	15,7% (17)
Outros	16,7% (18)
Fora de casa	55,6% (60)
Andando na rua ou na calçada	25,9% (28)
Entrando ou saindo do carro ou ônibus	5,6% (6)
Na casa de amigo ou parente	2,8% (3)
Ao atravessar a rua	1,8% (2)
No degrau da calçada ou meio-fio	6,5% (7)
Em prédios públicos ou comerciais	9,3% (10)
Outros	3,7% (4)
Mecanismo da queda	
Tropeção	45,4% (49)
Escorregão	18,5% (20)
Perda de equilíbrio	24,1% (26)
Tontura	3,7% (4)
Cansaço	2,8% (3)
Pernas falharam	0,9% (1)
Não tem certeza	4,6% (5)
Ocorrência de lesão	
Queda sem lesão	37% (40)
Queda com lesão	63% (68)
Tipo de lesão*	
Escoriação (ralar ou esfolar)	27
Contusão**	30
Corte	11
Luxação	1 [§]
Fratura	3 [†]

n: número.

* A soma ultrapassa o número total de queda com lesão porque em algumas quedas houve mais de um tipo de lesão simultaneamente.

** Dor persistente decorrente da pancada e/ou hematoma e/ou edema.

§ Joelho.

† Braço, nariz e punho.