

# Avaliação sensorial do equilíbrio e estimativa do risco de queda de idosas praticantes do Pilates mate

## Sensory assessment of balance and estimation of the risk of falling in old women practicing Pilates mate

Marcelo de Maio Nascimento<sup>1</sup>, Paloma Sthefane Teles Silva<sup>2</sup>

### RESUMO

**Introdução:** Déficits dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial de idosos afetam o controle postural, elevando o risco de queda. **Objetivos:** Avaliar a diferença do equilíbrio entre idosas caídas e não, praticantes do método Pilates Mat nas diferentes situações de entradas sensoriais, verificar a correlação entre a queda e o equilíbrio, estimar o risco de queda da população, e estabelecer um modelo de mediação para o caso. **Método:** Estudo transversal quantitativo e analítico realizado na cidade de Petrolina-PE, entre os anos de 2017 e 2018, com 94 mulheres (67,90 ± 5,19 anos), divididas em caídas (n=29) e sem histórico de quedas (n=65), cálculo definido “a posteriori”. Dados sociodemográficos, medicamentos e frequência de quedas foram coletados por meio de um questionário. O equilíbrio foi avaliado utilizando teste *clinical test of sensory interaction and balance* (CTSIB) e o teste de equilíbrio corporal (TEC). **Resultados:** A taxa de queda observada foi de 29% e o tempo médio de prática do Pilates de 27 meses. A análise de regressão logística indicou resultados negativos, revelando como fator protetor de quedas o bom desempenho no teste EDRI, CTSIB 1 e CTSIB 5, com diminuição da chance de queda de 64, 78 e 75%, respectivamente. Associação positiva com queda foi mostrada pelo CTSIB 2 (OR=0,286; 95% CI [-0,119 – 0,063]), indicando aumento da chance de cair em até 71%. **Conclusão:** Embora, o grupo de mulheres idosas fossem praticante regular de exercícios físicos, verificou-se que o risco de cair independe do histórico de quedas anteriores e o déficit da regulação sensorial do equilíbrio estático e dinâmico é comum ao avanço da idade.

**Palavras-Chave:** Envelhecimento; Equilíbrio Postural; Acidentes por Quedas.

### ABSTRACT

**Introduction:** Deficits in the elderly's visual, vestibular, and somatosensory systems affect postural control, which increases the risk of falling. **Objectives:** To evaluate the difference in postural balance between elderly fallers and non-fallers in different situations of sensory inputs by practitioners of the Mat Pilates; To verify the correlation between fall and balance; To estimate the risk of fall between the population, and to establish a mediation model for the case. **Method:** This was a cross-sectional study using a quantitative approach of analytical design carried out in the city of Petrolina, Pernambuco State, from 2017 to 2018. Study population was composed of 94 women (67.90 ± 5.19 years) divided into fallers (n = 29) and those with no history of falls (n=65). Calculation was defined “a posteriori.” Sociodemographic data, medications and frequency of falls were collected using a questionnaire. Body balance was assessed using the Clinical Test of Sensory Interaction and Balance test (CTSIB) and the Body Balance Test (TEC). **Results:** The observed rate of fall was 29%, and the average Pilates practice time was 27 months. The logistic regression analysis indicated negative results. A positive association with a fall was shown by CTSIB 2 (OR = 0.286; 95% CI [-0.119 - 0.063]), indicating an increased chance of falling by up to 71%. **Conclusion:** Although the group of elderly women was a regular practitioner of physical exercises, it was found that the risk of falling does not depend on the history of previous falls and the deficit in the sensory regulation of static and dynamic balance is common with advancing age.

**Keywords:** Aging; Postural Balance; Accidental Falls.

**Contribuição dos autores:** MMN, orientação do projeto, delineamento do estudo, elaboração do manuscrito e discussão dos achados. PSTS, coleta, tabulação e elaboração do manuscrito.

**Contato para correspondência:**  
Marcelo de Maio Nascimento

**E-mail:**  
marcelo.nascimento@univasf.edu.br

**Conflito de interesses:** Não

**Financiamento:** CNPq

**Recebido:** 03/08/2019  
**Aprovado:** 30/11/2020



## INTRODUÇÃO

O equilíbrio corporal permite controlar o centro de gravidade do corpo humano sobre uma base de suporte estável ou instável tanto na posição estática como dinâmica<sup>1</sup>. O processo é complexo, exigindo o funcionamento adequado do sistema musculoesquelético, dos três aparelhos sensoriais (visual, somatossensorial e vestibular) e da cognição<sup>2</sup>. Com o envelhecimento, o organismo sofre alterações fisiológicas que afetam todos esses sistemas e conseqüentemente o desempenho do controle postural, elevando o risco de quedas<sup>3</sup>.

Em se tratando da população idosa, quedas sobrevêm de um conjunto de fatores extrínsecos e

intrínsecos<sup>4</sup>. Dentre os intrínsecos, há o déficit do desempenho dos três sistemas sensoriais, que são responsáveis pela extração de informações nas zonas periféricas do corpo e posterior envio dos dados ao Sistema Nervoso Central (SNC). O SNC integra os dados e decide sobre a melhor estratégia de resgate do equilíbrio, emitindo comandos às extremidades<sup>5</sup>. Sendo assim, alterações nos sistemas receptivos da entrada sensorial visual, somatossensorial e vestibular causam distorção na interpretação dos dados pelo SNC<sup>6</sup>. Por essa razão, pode haver atraso no envio dos comandos necessários para os ajustes posturais<sup>7</sup>, deixando o indivíduo impedido de recuperar o equilíbrio em tempo hábil, elevando o risco de queda<sup>8</sup>.

A literatura aponta que entre 28% a 35% dos indivíduos com 65 anos ou mais, bem como, entre 32% a 42% dos septuagenários apresentam pelo menos um episódio de queda por ano<sup>3-9</sup>, sendo que o caso é mais frequente entre mulheres<sup>10</sup>. Queda isoladas e quedas recorrentes são responsáveis por lesões, dias de hospitalização, podendo conduzir o idoso inclusive à óbito<sup>11</sup>. Além do mais, após cair, há chances de que o indivíduo perca a confiança no equilíbrio e passe a ter medo de cair, o que pode gerar novas quedas<sup>12</sup>.

Em se tratando da população idosa, uma medida sugerida à prevenção e/ou redução do risco de queda consiste na prática regular de exercícios físicos<sup>13</sup>. Dentre os exercícios, destaca-se o método Pilates mate<sup>14</sup>, pois seus exercícios beneficiam tanto a estabilização da musculatura do centro de força (*power haus*)<sup>15</sup>, como a propriocepção<sup>16</sup>, aumentando também a força dos membros inferiores e os níveis de flexibilidade<sup>17</sup>. No entanto, sabe-se que quedas são multifatoriais, logo idosos fisicamente ativos também estão sujeitos a cair<sup>18-19</sup>. O fato justifica o desenvolvimento de investigações que aprimorem o rastreamento dos déficits posturais, como, por exemplo, o desempenho do sistema sensorial responsável pela regulação do equilíbrio corporal. Ademais, sabe-se que o diagnóstico prematuro do risco de queda facilita o tratamento do caso<sup>20</sup>.

O objetivo deste estudo foi avaliar se há diferença no equilíbrio de idosas caídas ou não, praticantes do método Pilates mate, frente a diferentes situações de inputs sensoriais. Além disso, verificar se há correlação entre a queda e o equilíbrio corporal nas diferentes situações das entradas sensoriais. Por fim, estimar o risco de queda e estabelecer um modelo de mediação para o risco de queda

## MÉTODOS

A investigação foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Vale do São Francisco, parecer 088832/2017 (CAAE: 72954317.0.0000.5196). Trata-se de um estudo transversal de caráter quantitativo e analítico. A coleta dos dados ocorreu entre os anos de 2017 e 2018. Os participantes foram recrutados no projeto de Extensão universitária, intitulado "Pilates e o Idoso: Contribuições para o equilíbrio corporal", oferecido à comunidade idosa da cidade de Petrolina-PE (Brasil) pelo curso de Educação Física da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

## Participantes

Considerando a diferença entre duas médias independentes, a sensibilidade para análise "a posteriori" nesta população foi de tamanho do efeito moderado  $d = 0,559$ , com parâmetro de não centralidade  $\delta = 2,505$ . O cálculo foi realizado assumindo erro  $\beta = 0,20$  e  $\alpha = 0,05$ . A análise foi realizada no software G\*Power 3<sup>21</sup>. As 94 participantes (67,90  $\pm$  5,19 anos) foram divididas nos grupos: G1: caídas (n = 29), histórico de quedas nos últimos 12 meses, e G2: sem histórico de quedas (n = 65).

Todas as participantes praticavam o método Pilates mate<sup>22</sup> duas vezes por semana (60 minutos/seção). Como critérios de inclusão foram adotados a idade 60-79 anos, participação mínima de seis meses no programa de prevenção de quedas, apresentar 75% de frequência nas atividades, não possuir lesão muscular, articular ou óssea no período da avaliação, além de doenças neurológicas como Parkinson ou Acidente Vascular Encefálico. No presente estudo, foram excluídos indivíduos que não completaram todas as etapas da investigação ou não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

## Coleta de dados

Os dados do presente estudo foram coletados em dois momentos que incluíram os seguintes procedimentos:

## Coleta de dados antropométricos

- I) O peso corporal foi mensurado utilizando uma balança mecânica antropométrica da marca Filizola™ com capacidade máxima de 150 kg. A estatura foi medida em estadiômetro portátil fixado na parede (marca WCS), com resolução de 0,1cm.
- II) O estado nutricional foi obtido por meio do Índice de Massa Corporal (IMC), conforme o cálculo: massa corporal (Kg)/estatura<sup>2</sup>(cm). A classificação do IMC foi estabelecida com base nos pontos de corte da Organização Mundial de Saúde<sup>23</sup>.

Exame da regulação do sistema sensorial do equilíbrio corporal

Teste de Equilíbrio Corporal (TEC), a versão original deste teste é de Wydra<sup>24</sup>. Instrumento foi apresentado à comunidade de língua portuguesa por Nascimento et al.<sup>25</sup> como Teste de Equilíbrio Corporal (TEC). O TEC é composto por 14 itens, possuindo sete tarefas que avaliam o equilíbrio estático e outras sete responsáveis pelo equilíbrio dinâmico. O TEC possui 6 tarefas próprias para o exame do desempenho da regulação exteroceptiva (sistema visual) do equilíbrio estático e dinâmico e outras 8 tarefas direcionadas à avaliação da regulação interoceptiva (sistema vestibular e proprioceptivo) do equilíbrio estático e dinâmico. A partir da tarefa de número 9 a avaliação é realizada sobre uma trave de madeira (4 metros de comprimento, 10 cm de largura e 3 cm de altura), própria para o exame de estratégias do tornozelo, em diferentes situações sensoriais. Os 14 itens do TEC são organizados em ordem crescente de dificuldade, sendo próprios à avaliação do equilíbrio corporal de indivíduos independentes, entre 18 a 85 anos. A execução é ajuizada por um sistema dicotômico (0= não conseguido, 1= conseguido), o que evita subjetividades no exame do desempenho. Seu valor máximo de pontuação é 14. A interpretação dos resultados ocorre por meio de uma normativa de êxito, estabelecida por faixas etárias e sexo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Dimensões do teste TEC segundo o sistema sensorial de regulação do equilíbrio corporal.

Equilíbrio	Sistema sensorial	
	Regulação Exteroceptiva (RE)	Regulação Interoceptiva (RI)
Equilíbrio Estático (EE)	(EERE)	(EERI)
	Tarefas: 1, 2, 3	Tarefas: 4, 6, 7, 8
Equilíbrio Dinâmico (ED)	(EDRE)	(EDRI)
	Tarefas: 9, 10, 13	Tarefas: 5, 11, 12, 14

EERE: Equilíbrio Estático Regulação Exteroceptiva; EERI: Equilíbrio Estático Regulação Interoceptiva; EDRE: Equilíbrio Dinâmico Regulação Exteroceptiva; EDRI: Equilíbrio Dinâmico Regulação Interoceptiva.

II) *Clinical Test of Sensory Interaction and Balance* (CTSIB): Este instrumento foi desenvolvido por Shumway-Cook e Horak<sup>26</sup> para avaliar a organização das entradas sensoriais do controle postural pelo SNC. O teste possui seis tarefas, intituladas por Condições, que simulam conflitos sensoriais, exigindo do sistema visual, somatossensorial e vestibular (labiríntico) a superação das situações para manutenção da boa estabilidade postural. O protocolo do CTSIB necessita dos seguintes materiais: i) uma espuma de 40 cm<sup>2</sup>; ii) um cronômetro; e, ii) uma cúpula visual (lanterna japonesa de papel adaptada). A execução do teste foi a seguinte: com o indivíduo de pé, com os pés juntos (base diminuta), braços ao lado do corpo, foi solicitado a se manter na postura ereta por 30 segundos, nas seguintes posições: Condição 1: em superfície firme com os olhos abertos; Condição 2: em superfície firme com os olhos fechados; Condição 3: em superfície firme com conflito visual (lanterna japonesa); Condição 4: em superfície instável com os olhos abertos; Condição 5: em superfície instável com os olhos fechados; Condição 6: em superfície instável com conflito visual (lanterna japonesa). O teste foi interrompido na presença de instabilidade ou movimentação compensatória dos avaliados. O presente estudo, adotou

a seguinte classificação do desempenho: i) anormal: execução abaixo de 30 segundos, e ii) normal: permanência até 30 segundos.

### Coleta de informações complementares

Por meio de um questionário foram coletadas informações sobre idade, tempo de prática do exercício físico, histórico de quedas (últimos 12 meses), comorbidades e medicamentos de uso contínuo.

### Análise dos dados

A normalidade dos dados foi analisada utilizando o teste de *Shapiro Wilk*. Dados que apresentaram normalidade foram apresentados usando média e desvio padrão. Enquanto que dados que não mostraram distribuição normal foram apresentados por meio da média e intervalos de confiança IC 95%. O teste do Qui-quadrado foi utilizado para comparação das variáveis nominais e, na presença de valores menores que cinco, aplicou-se o teste exato de Fisher. A determinação dos níveis de significância para a comparação entre os grupos G1 e G2 das variáveis idade, tempo de prática do exercício e antropometria foi calculado pelo teste *U Mann-Whitney*. Para verificar o nível de associação (força e a direção) entre as entradas sensoriais e o equilíbrio foi utilizado o coeficiente de correlação (Spearman). Os valores assumidos para interpretação dos resultados foram: 0 – 39 (fraco), 40 – 69 (moderado), 70 – 1,00 (forte)<sup>27</sup>.

Com a análise de regressão logística foi calculado o risco relativo para queda (B), bem como, a razão de chance (*Odds Ratio*-OR) para ocorrência do evento queda junto à população avaliada. A ordem de inserção das variáveis seguiu o modelo *forward*, do maior para o menor, respeitando a magnitude do coeficiente de correlação de *r* Spearman. O ajuste de um modelo estatístico linear foi obtido pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Os dados foram processados no *Statistical Package for the Social Sciences* (IBM SPSS®), versão 22.0. O nível de significância adotado foi de  $\alpha = 5\%$ . Por fim, um modelo de mediação foi apresentado para detalhar melhor o efeito mediador do desempenho da regulação sensorial do equilíbrio estático e dinâmico sobre quedas. Para tanto, utilizou-se o software Amos (IBM SPSS®) com recurso para o procedimento *Bootstrapping*.

## RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta as principais características da população avaliada. Verificou-se prevalência de quedas de 28,6% junto à

**Tabela 2.** Características de uma população de idosas praticantes de Pilates mate, com e sem histórico de quedas, nos doze meses anteriores à avaliação de regulação sensorial do equilíbrio corporal. Petrolina – Pernambuco (Brasil), 2017 a 2018.

Variáveis	G1 (n=29)	G2 (n=65)	p
Idade	69,07±5,80	67,38±4,85	0,147
60-69 anos (f %)	69 (20/29)	73 (48/65)	
70-79 anos (f %)	31 (9/29)	26 (17/65)	
Estatura (cm)	1,53±0,06	1,53±0,05	0,868
Peso (kg)	61,66±10,06	66,98±11,95	0,040*
IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	26,15±3,63	28,46±4,66	0,020*
Tempo AF (meses)	28,00±8,6	26,40±10,7	0,039*
<b>Comorbidades</b>			
Hipertensão (f %)	41 (12/29)	55 (36/65)	0,490
Diabetes (f %)	6 (2/29)	21 (14/29)	0,001†
Deficiência auditiva (f %)	6 (2/29)	7 (5/65)	0,001†
Deficiência visual (f %)	41 (12/29)	92 (60/65)	0,001†
Labirintite (f %)	17 (5/29)	21 (14/65)	0,001††
Vertigem (f %)	27 (8/29)	41 (27/65)	0,002††
Osteoporose (f %)	10 (3/29)	27 (18/65)	0,001†
Reumatismo (f %)	20 (6/29)	32 (21/65)	0,001†
<b>Medicamentos</b>			
Quantidade	2,38±1,67	2,31±1,42	0,840
Polifarmácia (f % ≥5 medicamentos)	17 (5/29)	7 (5/65)	0,432

f: frequência; cm: centímetros; kg: quilogramas; cm<sup>2</sup>: centímetros ao quadrado; IMC: Índice de Massa Corporal; AF: Atividade física; \* teste t para amostras independentes p≤0,05; †Qui-quadrado p≤0,05; ††Qui-quadrado pelo exato de Fisher p≤0,05.

população examinada. O tempo médio de prática de exercícios físicos regulares pelo G1 foi de 28,0±8,6 e o G2 de 26,4±10,7 meses (p≤0,05). Diferenças significativas (p≤0,05) foram observadas para a peso e o IMC. Em relação às comorbidades, com exceção da hipertensão, todas as demais variáveis mostraram diferenças significativas (p≤0,05), sendo que, comparativamente, idosas caídas mostraram maior prevalência para Diabetes, déficit auditivo e visual, vertigem, osteoporose e reumatismo.

A Tabela 3 mostra os resultados do exame do desempenho da regulação sensorial do equilíbrio corporal com base nas quatro dimensões do instrumento TEC e as seis condições do teste CTSIB. Em se tratando do instrumento TEC, a comparação entre idosas com e sem histórico de quedas apontou diferença significativa (p< 0,001) para o conjunto de tarefas responsáveis pelo exame da regulação interoceptiva do equilíbrio dinâmico (EDRI), bem como, para a soma total de pontos atingidos no final do teste. No teste CTSIB, observou-se diferença significativa (p = 0,049), entre os grupos, apenas para a Condição 2, que examinou a permanência de 30 segundos, em superfície estável com os olhos fechados: rastreamento de alterações sensoriais junto ao desempenho dos sistemas vestibular e proprioceptivo.

**Tabela 3.** Análise comparativa do exame clínico da regulação sensorial do equilíbrio corporal, segundo faixas etárias de idosas praticantes de Pilates mate, com e sem histórico de quedas, nos doze meses anteriores à avaliação. Petrolina – Pernambuco (Brasil), 2017 a 2018.

Variáveis	G1 (n= 29)	G2 (n= 65)	t	p
	Média/DP	Média/DP		
<b>TEC</b>				
EERE	1,21±1,06	1,49±1,03	1,143	0,256
EERI	0,48±0,63	0,58±0,74	0,638	0,525
EDRE	1,76±0,74	2,42±1,02	3,496	0,186
EDRI	1,17±1,04	1,48±0,94	1,332	0,001*
TEC-total	4 (1-10)	6 (0-14)	2,288	0,024*
<b>CTSIB</b>				
Condição 1	1,00±0,00	1,02±0,12	0,666	0,507
Condição 2	1,14±0,35	1,03±0,17	-1,983	0,049*
Condição 3	1,07±0,25	1,09±0,29	0,371	0,712
Condição 4	1,17±0,38	1,14±0,34	-0,423	0,673
Condição 5	1,69±0,47	1,80±0,40	1,163	0,248
Condição 6	1,79±0,42	1,71±0,41	-0,092	0,927

EERE: Equilíbrio estático regulação exteroceptiva; EERI: Equilíbrio estático regulação interoceptiva; EDRE: Equilíbrio dinâmico regulação exteroceptiva; EDRI: Equilíbrio dinâmico regulação interoceptiva; TEC: Teste de Equilíbrio Corporal; CTSIB: Clinical Test of Sensory Interaction and Balance; \*U Mann Whitney p<0,05.

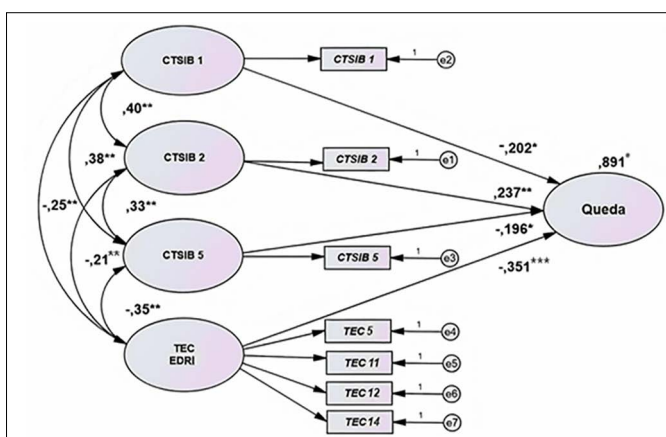
Em relação à força e a direção da relação entre às variáveis do estudo, a análise estatística mostrou correlação negativa e moderada entre quedas com a dimensão EDRE (r = -0,433; p = 0,002) do teste TEC. Enquanto, que o teste CTSIB apresentou correlação positiva e moderada entre quedas com a Condição 1 (r = 0,418; p = 0,038), Condição 2 (r = 0,470; p = 0,024) e Condição 5 (r = 0,424; p = 0,041). Por intermédio da análise de regressão linear foi estimado o efeito da condição do sistema de regulação sensorial do equilíbrio corporal sobre quedas (Tabela 4). A análise indicou um modelo estatisticamente significativo [F(10,83)= 2,474; p = 0,012; R<sup>2</sup>= 0,230], mostrando como precursores de queda junto ao TEC a dimensão EDRI (OR= -0,362; 95% IC [-0,306 – 0,072]), assim como, as Condições CTSIB 1 (OR= -0,215, 95% IC [-1,975 – 0,035]), CTSIB 2 (OR=0,286; 95% IC [-0,119 – 0,063]), CTSIB 5 (OR= -0,255; 95% IC [-0,545 – 0,010]).

A Figura 1 apresenta o modelo de mediação criado para explicar as variáveis sensoriais precursoras de queda de idosas fisicamente ativas. Foram incluídas no modelo ajustado da regressão linear múltipla, apenas aquelas que se mostraram diferentemente significativas na

**Tabela 4.** Resultados do modelo de predição de queda, conforme o desempenho nos testes de regulação sensorial do equilíbrio corporal, de idosas praticantes de Pilates mate, com e sem histórico de quedas, nos doze meses anteriores à avaliação. Petrolina – Pernambuco (Brasil), 2017 a 2018.

Variáveis	B	OR (IC95%)	P
<b>TEC</b>			
EERE	0,019	0,047 (-0,082 – 1,321)	0,705
EERI	-0,088	-0,135 (-0,246 – 1,070)	0,270
EDRE	0,033	0,072 (-0,069 – 1,134)	0,526
EDRI	-0,183	-0,362 (-0,306 – 0,072)	0,002*
<b>CTSIB</b>			
Condição 1	-0,970	-0,215 (-1,975 – 0,035)	0,048*
Condição 2	0,541	0,286 (-0,119 – 0,063)	0,013*
Condição 3	-0,138	-0,083 (-0,486 – 1,219)	0,445
Condição 4	0,149	0,115 (-0,136 – 1,434)	0,302
Condição 5	-0,278	-0,255 (-0,545 – 0,010)	0,045*
Condição 6	0,018	0,016 (-0,259 – 1,296)	0,895

EERE: Equilíbrio estático regulação exteroceptiva; EERI: Equilíbrio estático regulação interoceptiva; EDRE: Equilíbrio dinâmico regulação exteroceptiva; EDRI: Equilíbrio dinâmico regulação interoceptiva; CTSIB: Clinical Test of Sensory Interaction and Balance; \*p≤0,05.



**Figura 1.** Modelo de mediação para o risco de queda, considerando as variáveis responsáveis pela regulação sensorial do equilíbrio corporal, segundo a análise de regressão logística de idosas praticantes de Pilates mate, com e sem histórico de quedas, nos doze meses anteriores à avaliação (Petrolina – PE, Brasil, 2017 a 2018). TEC: teste de equilíbrio corporal; EERE: Equilíbrio estático regulação exteroceptiva; EERI: Equilíbrio estático regulação interoceptiva; EDRE: Equilíbrio dinâmico regulação exteroceptiva; EDRI: Equilíbrio dinâmico regulação interoceptiva; CTSIB: clinical test of sensory interaction and balance; \*p≤0,05; \*\*p≤0,01

comparação entre os grupos com e sem histórico de quedas (Tabela 4). Obteve-se um modelo estatisticamente significativo ( $F(4,89) = 5,766$ ;  $p = 0,001$ ). Verificou-se como previsores de queda, as variáveis: EDRI (OR= -0,351; 95% IC [-0,306 – 0,072]), CTSIB 1 (OR= -0,202, 95% IC [-1,975 – 0,035]), CTSIB 2 (OR=0,237; 95% IC [-0,119 – 0,063]), CTSIB 5 (OR= -0,196; 95% IC [-0,545 – 0,010]). Por conseguinte, a análise das entradas sensoriais mostrou correlação significativa moderada entre o CTSIB 1 e CTSIB 2 ( $p = 0,043$ ), correlação regular entre o CTSIB 1 com o CTSIB 5 ( $p = 0,038$ ) e CTSIB 2 com CTSIB 5 ( $p = 0,041$ ). Em relação à condição EDRI do teste TEC, verificou-se correlações fracas e negativas com CTSIB 1 ( $p = 0,044$ ), CTSIB 2 ( $p = 0,039$ ) e CTSIB 5 ( $p = 0,033$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo identificou risco de queda para idosas com e sem histórico de quedas. Conforme o modelo de mediação, o teste TEC mostrou déficit do desempenho junto ao equilíbrio dinâmico, precisamente, em circunstâncias que exigiram entradas da regulação sensorial interoceptiva (EDRI). O exame do teste CTSIB sobre a base estável revelou déficit sensorial do sistema visual (CTSIB 1) e vestibular (CTSIB 2), por conseguinte, foi identificado sobre a base instável déficit em circunstâncias que exigiram a associação entre o sistema vestibular e proprioceptivo (CTSIB 5).

A literatura especializada destaca que o avanço da idade afeta o desempenho dos três sistemas responsáveis pela regulação do equilíbrio corporal<sup>3,28</sup>. Entretanto, sabe-se que a prática regular do exercício físico é um agente protetor capaz de reduzir o risco de queda<sup>3,13</sup>. Dentre as atividades recomendadas há Pilates mate que se apresenta como estratégia eficaz à prevenção de quedas da população idosa<sup>14-17</sup>. No presente estudo, verificou-se tempo médio de treinamento do Pilates mate de 27 meses. A taxa de queda observada foi de 29%, o achado corrobora com a literatura especializada<sup>3,4</sup> e mostra que quedas são eventos multifatoriais. Isso significa dizer que sua ocorrência não depende exclusivamente do déficit do sistema sensorial, portanto, deve-se considerar sua taxonomia que é composta por fatores intrínsecos e extrínsecos<sup>29,30</sup>. Contrariando a literatura<sup>1-6</sup>, verificou-se maior prevalência de quedas (69%) entre o grupo das idosas jovens: sexagenárias. Uma possível explicação é que a distribuição das participantes quanto à faixa etária não foi homogênea, pois apenas 27,7% eram septuagenárias.

Conforme o autorelato para comorbidades, a Diabetes mellitus (DM) mostrou níveis de significância para comparação entre o grupo caidor e não caidor. Em estudo de revisão sistemática e metanálise<sup>31</sup> que analisou 14.585 indivíduos (65-88 anos) foi verificado risco elevado para queda em idosos com DM, principalmente entre os usuários de insulina. Por conseguinte, 70% dos indivíduos com DM apresentaram disfunção vestibular central e periférica, seguido por instantes de tontura<sup>31</sup>. Segundo D’Silva et al.<sup>32</sup>, indivíduos com neuropatia e retinopatia periférica apresentam duas vezes mais risco de queda. Alterações no sistema vestibular periférico e nos canais semicirculares impactam a transmissão das informações sensoriais relativas à velocidade dos movimentos da cabeça, que são processados pelos órgãos otolíticos (utrículo e sáculo), responsáveis por detectar a aceleração linear<sup>33</sup>.

Outro ponto a considerar no contexto de queda junto à população idosa são os medicamentos<sup>34</sup>. Sabe-se que algumas classes farmacológicas aumentam o risco de queda de idosos, como os psicotrópicos, os cardíacos, os opióides e os antiepilépticos<sup>35</sup>. No presente estudo, o número de medicamentos consumidos por ambos os grupos foi baixo, entretanto, verificou-se interação medicamentosa junto ao grupo caidor. A polifarmácia é definida como o uso concomitante de cinco ou mais medicamentos<sup>36</sup>. A literatura destaca haver relação direta entre a queda de idosos e os efeitos adversos das drogas medicamentosas, como, por exemplo, a sonolência durante o dia e a hipotensão, que altera a tonicidade muscular<sup>35</sup>.

A população avaliada também relatou problemas do aparelho vestibular e visual, bem como, labirintite e vertigem. Macedo et al.<sup>33</sup> investigaram idosos vestibulopatas por meio do instrumento CTSIB verificando aumento do risco de queda durante à permanência na posição estática com os olhos fechados sobre a superfície estável (Condição 2) e superfície instável (Condição 5). Yuki et al.<sup>37</sup> observaram influência da disfunção visual sobre o aumento do risco de queda de sexagenários. Segundo os autores, também existiu associação significativa entre o glaucoma com a queda e fraturas do quadril, principalmente, em indivíduos do sexo feminino.

A análise de regressão logística (Tabela 4) indicou o conjunto de tarefas EDRI do teste TEC como previsoras de queda. As quatro tarefas avaliam o desempenho do sistema de regulação sensorial interoceptivo do equilíbrio dinâmico. Com base no resultado negativo oferecido pela razão de chance (OR), admite-se que o bom desempenho do sistema vestibular causa efeito protetor, reduzindo em 64% a chance de queda. As tarefas da dimensão EDRI exigiram a capacidade das idosas para caminharem à frente com leves oscilações, além de

ajustes posturais efetuados pela contração dos músculos abdutores do quadril e estabilizadores do tornozelo. Em estudo que avaliou a contribuição mecânica dos músculos do tornozelo à manutenção do equilíbrio de jovens e adultos, Cattagni et al.<sup>38</sup> verificaram nos idosos alta relação entre o comprometimento da estabilidade postural com a fraqueza da musculatura do tornozelo.

Seguindo a ordem dos resultados, três tarefas do teste CTSIB mostraram resultados significativos sobre quedas (Tabela 4). Duas delas foram realizadas em base estável, o CTSIB 1 apontou resultado negativo, indicando efeito protetor com redução de chance de cair em até 78%, enquanto, que o CTSIB 2 mostrou resultado positivo, indicando aumento da chance de queda de até 71% para permanência em posição estática com restrição visual completa. O fato merece atenção, visto que a prevalência do déficit visual junto ao grupo caidor foi de 41% e de 92% no grupo sem histórico de quedas. A literatura evidencia haver relação entre quedas e doenças do aparelho visual desenvolvidas com a idade<sup>37</sup>, além de que em ambientes com iluminação reduzida idosos apresentam alto nível de ansiedade, o que provoca erro da pisada devido a busca visual<sup>39</sup>.

O CTSIB 5 também se mostrou previsor com resultado negativo, indicando redução da chance de queda em 75% para idosas com bom desempenho neste teste. Sua função foi examinar os inputs sensoriais do aparelho vestibular e somatossensorial, incluindo a propriocepção, responsável por reconhecer a posição e orientação do corpo, bem como, a força exercida pelos músculos em relação aos membros, independente da visão<sup>40</sup>. Os achados corroboraram com o estudo de Zhou et al.<sup>19</sup>, que analisaram 738 indivíduos (≥70 anos) em situações de desequilíbrio, verificando maior tempo de reação entre aqueles com baixa sensibilidade periférica e níveis de força muscular.

O modelo de mediação criado para quedas (Figura 1) mostrou a força e a direção da associação entre as tarefas dos testes CTSIB 1, 2 e 5 com a dimensão EDRI. Os resultados confirmaram haver afinidade quanto aos objetivos dessas tarefas. Isso significa dizer que essas tarefas são complementares, logo podem ser aplicadas de forma conjunta à predição do risco de queda de mulheres idosas praticantes regulares de exercícios físicos. O modelo elaborado apontou níveis de correlação de fraco a moderado, entre as tarefas do CTSIB. A associação entre a condição EDRI com o CTSIB 1, 2, e 5 mostrou resultados inversamente proporcionais e níveis de correlação fraco, indicando que o aumento do desempenho na dimensão do teste TEC implicou em redução dos níveis de oscilação nas três tarefas do teste CTSIB, logo menor risco de queda.

Embora os resultados deste estudo ofereçam contribuições importantes à literatura sobre a relação entre o desempenho das entradas sensoriais e quedas de mulheres idosas praticantes regulares de exercícios físicos, é necessário considerar algumas limitações. Primeiro, os achados são baseados em dados transversais que não permitem explorar a temporalidade das associações encontradas, bem como, realizar inferências de causalidade. Em segundo lugar, quedas são eventos multifatoriais, portanto, não podem ser explicadas unicamente pelo desempenho do controle postural. Terceiro, as informações relativas às comorbidades foram obtidas por intermédio do autorelato, não existindo exames laboratoriais ou laudo médico. Outra questão a considerar consiste no baixo poder observado (21%), revelado pelo cálculo amostral *a posteriori*, mostrando que o tamanho da amostra foi pequeno. Portanto, nossos resultados não podem ser generalizados para populações maiores. Deste modo, aconselha-se a realização de estudos com número maior de indivíduos, prospectivos para aprofundar e qualificar o entendimento dos achados do presente estudo, além da inclusão do acompanhamento longitudinal.

## CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que independente do histórico de quedas e da prática regular do método Pilates mate foram verificados déficits no funcionamento dos sistemas de regulação sensorial do equilíbrio. O déficit do desempenho foi constatado nas entradas sensoriais visual, vestibular e somatossensorial do equilíbrio estático e também junto ao equilíbrio dinâmico em sua regulação vestibular e proprioceptiva.

## REFERÊNCIAS

- Lusardi MM, Fritz S, Middleton A, Allison L, Wingood M, Phillips E, et al. Determining risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis using posttest probability. *J Geriatr Phys Ther.* 2017;40(1):1-36. doi:10.1519/JPT.0000000000000099
- Cavazzana A, Röhrborn A, Garthus-Niegel S, Larsson M, Hummel T, Croy I. Sensory-specific impairment among older people. An investigation using both sensory thresholds and subjective measures across the five senses. *PLoS One.* 2018;13(8):e0202969. doi:10.1371/journal.pone.0202969
- McMullan II, McDonough SM, Tully MA, Cupples M, Casson K, Bunting BP. The association between balance and free-living physical activity in an older community-dwelling adult population: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2018;18(431):1-21. doi:doi.org/10.1186/s12889-018-5265-4
- Gelbard R, Inaba K, Okoye OT, Morrell M, Saadi Z, Lam L, et al. Falls in the elderly: a modern look at an old problem. *Am J Surg.* 2014;208(2):249-53. doi:10.1016/j.amjsurg.2013.12.034
- Fasano A, Plotnik M, Bove F, Berardelli A. The neurobiology of falls. *Neurol Sci.* 2012;33(6):1215-23. doi:10.1007/s10072-012-1126-6
- Nascimento MM, Castro HDG, Ramos MA. Evaluation of systems of sensory regulation of body balance and risk of fall of adult and elderly physically active. *Pan Am J Aging Res.* 2019;7(2):e32683. https://doi.org/10.15448/2357-9641.2019.2.32683
- Chaikereee N, Saengsirisuwan V, Chinsongkram B, Boonsinsukh R. Interaction of age and foam types used in Clinical Test for Sensory Interaction and Balance (CTSIB). *Gait Posture.* 2015;41(1):313-5. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.09.011
- Leme GLM, Carvalho IF, Scheicher ME. Melhora do equilíbrio postural em mulheres idosas com o uso de informação sensorial adicional. *Fisioter e Pesqui.* 2017;24(1):68-73. doi:10.1590/1809-2950/16753224012017
- Maranesi E, Merlo A, Fioretti S, Zemp DD, Campanini I, Quadri P. A statistical approach to discriminate between non-fallers, rare fallers and frequent fallers in older adults based on posturographic data. *Clin Biomech.* 2016;32:8-13. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.12.009
- Khanuja K, Joki J, Bachmann G, Cuccurullo S. Gait and balance in the aging population: fall prevention using innovation and technology. *Maturitas.* 2018;110:51-6. doi:10.1016/j.maturitas.2018.01.021
- Florence CS, Bergen G, Atherly A, Burns E, Stevens J, Drake C. Medical costs of fatal and nonfatal falls in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2018;66(4):693-8. doi:10.1111/jgs.15304
- Oliveira DB, Paciência TDG, Souza GCA, Carbone ESM, Silva JM. Medo de cair e risco de quedas em idosos assistidos por uma clínica escola de reabilitação. *Arq Ciências da Saúde.* 2019;26(1):19. doi:10.17696/2318-3691.26.1.2019.1367
- Lam FMH, Huang MZ, Liao LR, Chung RCK, Kwok TCY, Pang MYC. Physical exercise improves strength, balance, mobility, and endurance in people with cognitive impairment and dementia: a systematic review. *J Physiother.* 2018;64(1):4-15. doi:10.1016/j.jphys.2017.12.001
- Roller M, Kachingwe A, Beling J, Ickes DM, Cabot A, Shrier G. Pilates Reformer exercises for fall risk reduction in older adults: a randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(4):983-98. doi:10.1016/j.jbmt.2017.09.004
- Parikson CM, Arora M. Role of pilates in rehabilitation: a literature review. *Int J Ther Rehabil Res.* 2016;5(4):77-83. doi:10.5455/ijtr.000000148
- Nascimen MM, Silva PST, Oliveira LVFV. Efeitos de 16 semanas do método pilates mat sobre o equilíbrio, marcha, mobilidade funcional e força de idosas, 60-79 anos. *Saúde (Santa Maria).* 2019;45(1):1-11. doi:10.5902/22365834332799
- Nascimento MM. Benefits of the pilates method in preventing elderly falls. *J Phys Fit Med Treat Sport.* 2018;4(1):1-3. doi:10.19080/JPFMTS.2018.04.555630
- Wrightson JG, Ross EZ, Smeeton NJ. The effect of cognitive-task type and walking speed on dual-task gait in healthy adults. *Motor Control.* 2016;20(1):109-21. doi:10.1123/mc.2014-0060
- NASCIMENTO MM, MAIA NJS, RAMOS LS, APPELL HJ. Influência das funções executivas sobre a marcha e o equilíbrio de idosas praticantes regulares de exercícios físicos. *Rev Bras Ciências da Saúde.* 2018;22(2):139-48. doi:10.4034/RBCS.2018.22.02.07
- Carvalho VL, Clementino AA, Magalhães EQFF, Silva EMB, Baggio JAO. Prevalence of falls among elderly participants of a health promotion group and comparison of balance tests to detect risk of falls. *Fisioter em Mov.* 2017;30(3):519-25. https://doi.org/10.1590/1980-5918.030.003.ao10
- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39(2):175-91.
- Robinson L. Exercícios Inteligentes com Pilates e Yoga. *São Paulo: Editora Pensamento;* 2005.
- World Health Organization - WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO; 1995.
- Wydra G. Bedeutung, diagnose und therapie von Gleichgewichtstörung. *Motorik.* 1993;16(3):100-7.

25. Nascimento MM, Coriolano-Appell I, Coriolano-Appell HJ. Teste de equilíbrio corporal (TEC) para idosos independentes. *Rev Port Cienc Desp.* 2012;12(2):71-81. DOI: 10.5628/rpcd.12.02.71
26. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. *Phys Ther.* 1986;66(10):1548-50. doi: 10.1093/ptj/66.10.1548
27. Pearson K. Determination of the coefficients of correlation. *Science.* 1909;30(757):23-5. DOI: 10.1126/science.30.757.23
28. Chang VC, Do MT. Risk factors for falls among seniors: Implications of gender. *Am J Epidemiol.* 2015;181(7):521-31. doi:10.1093/aje/kwu268
29. Wollesen B, Wanstrath M, Van Schooten KS, Delbaere K. A taxonomy of cognitive tasks to evaluate cognitive-motor interference on spatiotemporal gait parameters in older people: a systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2019;16(12):1-27. doi:10.1186/s11556-019-0218-1
30. Schoene D, Heller C, Aung YN, Sieber CC, Kemmler W, Freiburger E. A systematic review on the influence of fear of falling on quality of life in older people: is there a role for falls? *Clin Interv Aging.* 2019;14:701-19. doi: 10.2147/CIA.S197857
31. Yang Y, Hu X, Zhang Q, Zou R. Diabetes mellitus and risk of falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing.* 2016;45(6):761-7. doi:10.1093/ageing/afw140
32. D'Silva LJ, Whitney SL, Santos M, Dai H, Kluding PM. The impact of diabetes on mobility, balance, and recovery after repositioning maneuvers in individuals with benign paroxysmal positional vertigo. *J Diabetes Complications.* 2017;31(6):976-82. doi:10.1016/j.jdiacomp.2017.03.006
33. Macedo C, Gazzola JM, Ricci NA, Doná F, Ganança FF. Influence of sensory information on static balance in older patients with vestibular disorder. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2015;81(1):50-7. doi:10.1016/j.bjorl.2014.11.004
34. Helgadóttir B, Laflamme L, Monárrez-Espino J, Möller J. Medication and fall injury in the elderly population; do individual demographics, health status and lifestyle matter? *BMC Geriatr.* 2014;14(1):92. doi:10.1186/1471-2318-14-92
35. Seppala LJ, Wermelink AMAT, Vries M, Ploegmakers KJ, Van de Glind EMM, Daams JG, et al. Fall-risk-increasing drugs: a systematic review and meta-analysis: ii. psychotropics. *J Am Med Dir Assoc.* 2018;19(4):371.e11-371.e17. doi:10.1016/j.jamda.2017.12.098
36. Marques PP, Assumpção D, Rezende R, Neri AL, Francisco PMSB. Polifarmácia em idosos comunitários: resultados do estudo Fibra. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2019;22(5):e190118. <https://doi.org/10.1590/1981-22562019022.190118>
37. Yuki K, Asaoka R, Tsubota K. Investigating the influence of visual function and systemic risk factors on falls and injurious falls in glaucoma using the structural equation modeling. *PLoS One.* 2015;10(6):1-13. doi:10.1371/journal.pone.0129316
38. Cattagni T, Scaglioni G, Laroche D, Gremeaux V, Martin A. The involvement of ankle muscles in maintaining balance in the upright posture is higher in elderly fallers. *Exper Gerontol.* 2016;77:38-45. doi:10.1016/j.exger.2016.02.010
39. Ellmers TJ, Cocks AJ, Young WR. Evidence of a link between fall-related anxiety and high-risk patterns of visual search in older adults during adaptive locomotion. *J Gerontol.* 2020;75(5):961-7. doi:10.1093/gerona/glz176
40. Harridge SDR, Lazarus NR. Physical activity, aging, and physiological function. *Physiol.* 2017;32(2):152-61. doi:10.1152/physiol.00029.2016