

Avaliação da regulação exteroceptiva e interoceptiva do equilíbrio corporal de idosas ativas

Evaluation of exteroceptive and interoceptive regulation of body balance of active seniors

NASCIMENTO MM, PEREIRA LGD, COELHO JÚNIOR ED, CASTRO HDG, APPELL HJ. Avaliação da regulação exteroceptiva e interoceptiva do equilíbrio corporal de idosos ativos. *R. bras. Ci. e Mov* 2019;27(1):50-61.

RESUMO: O processo do envelhecimento humano traz consigo um conjunto de alterações para o organismo, dentre elas há a diminuição da eficácia das estratégias motoras do equilíbrio corporal e o aumento do tempo de reação muscular, o que torna o indivíduo mais suscetível à queda. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho do equilíbrio de um grupo de idosas fisicamente ativas, com ênfase na regulação do sistema visual, vestibular e somatossensorial do equilíbrio estático e dinâmico, bem como sua performance em testes de marcha e flexibilidade. Trata-se de um estudo transversal analítico, realizado com 32 mulheres (67,48±4,88 anos), praticantes regulares de Pilates e hidroginástica. Os instrumentos utilizados foram: Escala do Equilíbrio de Berg (EEB), *Timed Up and Go Test* (TUG), Teste de Alcance Funcional (TAF) e o Teste de Equilíbrio Corporal (TEC). As idosas foram estratificadas em grupos: G1 (60-64 anos), G2 (65-69 anos), G3 (70-74 anos) e G4 (75-79 anos). A EEB atestou para um equilíbrio conservado [F(3,29)=1,766, p≥0,50], o TUG para independência funcional preservada [F(3,29)=0,418; p≥0,50] e o TAF sem risco para quedas [F(3,20)=2,228; p≥0,50]. O TEC identificou déficit da regulação interoceptiva do equilíbrio para todas as idades e comprometimento regulação interoceptiva do equilíbrio dinâmico para septuagenárias [F(3,29)= 0,301; p≥0,50]. Observou-se correlação moderada entre EEB-TEC (r=0,416; p=0,018), TEC-TUG (r=-0,345; p=0,013) e negativa entre EEB-TUG (r=-0,427; p=0,013). Sendo que, o TAF não se mostrou equivalente aos demais instrumentos. Conclui-se que mulheres sexagenárias e septuagenárias, praticantes regulares de exercícios físicos, apesar de indicarem bom desempenho nos testes de equilíbrio, marcha e flexibilidade, apresentaram comprometimento dos sistemas de regulação sensorial do equilíbrio estático e dinâmico.

Palavras-chave: Controle postural; Sistema sensorial; Envelhecimento; Teste de equilíbrio corporal.

ABSTRACT: The process of human aging brings with it a number of alterations to the organism, among them there is a decrease in the effectiveness of the motor strategies of the body balance and the increase of the time of muscular reaction, which makes the individual more susceptible to fall. The aim of this study was to evaluate the balance performance of a group of physically active elderly women, with emphasis on the regulation of the visual, vestibular and somatosensory systems of the static and dynamic balance, as well as their performance in gait tests and flexibility. This is a cross-sectional, analytical study of 32 women (67.48 ± 4.88 years), regular Pilates practitioners, and water aerobics. The instruments used were: Berg Balance Scale (BBS), Timed Up and Go Test (TUG), Functional Reach Test (TAF) and Body Balance Test (TEC). The elderly were stratified into groups: G1 (60-64 years), G2 (65-69 years), G3 (70-74 years) and G4 (75-79 years). BBS attained a conserved equilibrium [F(3,29)=1.766, p≥0.50], the TUG for preserved functional independence [F(3,29)=0.418; p≥0.50] and TAF without risk of falls [F(3,20)=2.228; p≥0.50]. The TEC identified deficit of interoceptive regulation of balance for all ages and compromise interoceptive regulation of dynamic balance for septuagenarians [F(3,29)=0.301; p≥0.50]. It was observed a moderate correlation between BBS-TEC (r=0.416, p=0.018), TEC-TUG (r=-0.345, p=0.013) and negative between BBS-TUG (r=-0.427, p=0.013). The TAF did not prove to be equivalent to the other instruments. It was concluded that sexagenarian and septuagenarian women, regular physical exercise practitioners, despite indicating good performance in tests of balance, gait and flexibility, presented impairment of the systems of sensorial regulation of the static and dynamic balance.

Key Words: Postural control; Sensory system; Aging; Body balance testing.

Marcelo de M. Nascimento¹
Luiz G. Dantas Pereira¹
Etevaldo D. Coelho Júnior¹
Hugo D. Gomes de Castro¹
Hans-Joachim Appell²

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco
²Deutsche Sporthochschule Koeln

Introdução

Conforme a Organização Mundial de Saúde¹, entre o ano 2000 e 2050, a proporção de indivíduos, no mundo, acima dos 60 anos aumentaria de 11% para 22%. Como agentes responsáveis pelo fato foram citados a combinação entre o conjunto de alterações do perfil epidemiológico e a transição demográfica². No caso do Brasil, o envelhecimento da população já é uma realidade. Em 1960, brasileiros viviam em média 51,2 anos³. Em 1980, a expectativa de vida subiu para 61,8 anos, neste período o país possuía 7,2 milhões de idosos. Atualmente, a expectativa média de vida da população é de 74 anos, sendo que as projeções para o ano de 2020 são de 212 milhões de habitantes, vivendo em média 76,7 anos. Assim, estima-se que, em 2050, o Brasil seja a quinta maior população do planeta com 253 milhões de habitantes. Desses, 19 milhões serão octogenários, uma população com alta incidência de doenças e limitações funcionais⁴.

Em consequência disso, cresce o interesse de diferentes áreas do conhecimento por temas relativos ao envelhecimento humano⁵, o qual não pode ser considerado como uma ação isolada, mas sim um processo⁶. Isso significa dizer, que ao longo dos anos um conjunto de fatores de ordem endógena e exógena causam ao organismo humano alterações de ordem biopsicossociais, as quais dificultam a adaptação do indivíduo ao ambiente^{7,8}. Dentre essas mudanças, encontram-se os comprometimentos neuromusculares, como a perda da massa muscular⁹ e a diminuição da força⁹. Aliado ao fato, idosos também tendem a apresentar declínio cognitivo¹⁰, o que diminui a capacidade de concentração, atenção e memória.

A partir dos 45 anos de idade, o padrão da marcha¹¹ e o controle do equilíbrio corporal^{12,13} também sofrem alterações, aumentando assim o risco de quedas e lesões¹⁴. O equilíbrio tem como função a estabilização do corpo, o qual é perturbado, durante a movimentação, por forças externas e internas^{7,15,16}. Nessa perspectiva, o equilíbrio mantém o centro de gravidade sobre a base de sustentação nos limites de estabilidade, com um mínimo de oscilação tanto na posição estática, como dinâmica⁶. Sua ação sobrevém da integração de *inputs* sensoriais elaborados a partir de sistemas neurais de aferências e eferências, que operam tanto sobre a musculatura antigravitária, como sobre a propriedade viscoelástica dos músculos¹⁷. Diante disso, e de diferentes fatores associados, o equilíbrio é considerado uma tarefa multifatorial^{14,15}.

O gerenciamento de suas ações se encontra sob responsabilidade do sistema nervoso central (SNC), que por intermédio do sistema visual, vestibular e somatossensorial recebe diferentes informações sobre a postura^{13,17}. Nessa perspectiva, pode-se dizer que o bom funcionamento desses analisadores é importante, pois a partir de seus dados, o SNC seleciona via sistema efetor (musculoesquelético) correções e compensações neuromusculares necessárias à estabilização da postura¹⁸. O caso se processo por meio de ajustes antecipatórios, os quais possibilitam o indivíduo coordenar e orientar seu corpo/movimentação, em três modos distintos: i) em relação às partes/segmentos do corpo; ii) em relação ao espaço/ambiente físico; e, iii) em relação aos objetos dispostos ao seu redor¹⁹.

A natureza da regulação sensorial requisitada para o controle da postura se encontra em dependência do tipo da tarefa a ser resolvida, bem como das características do ambiente²⁰. Assim, os dados posturais são apreendidos por três modalidades sensoriais: i) propriocepção, que está relacionada ao senso de posição e movimentação de um segmento corporal, em afinidade a outro segmento; ii) expropriocepção, responsável pela sensação dos posicionamentos e ações de um segmento corporal, em relação ao ambiente; e, iii) exterocepção, determinante à localização dos objetos dispostos no ambiente ou próximos ao corpo²¹.

Por ser tratar de uma tarefa multifatorial^{14,15}, a avaliação do equilíbrio requer o emprego de diferentes testes/instrumentos, os quais são considerados complementares, visto que cada teste/instrumento avalia uma diferente modalidade do equilíbrio^{16,22}. Segundo a literatura especializada, a associação entre diferentes instrumentos tanto apresenta vantagens, como desvantagens, pois a depender da população avaliada, os testes/instrumentos podem exibir

limitações¹⁹. Isso ocorre, principalmente, quando idosos praticantes regulares de exercícios físicos (EF) são avaliados por meio de escalas geriátricas¹⁸, as quais foram validadas com indivíduos portadores de comprometimentos e/ou fisicamente inativos^{19,20,21}. Assim, é possível que os resultados apresentem o efeito teto, quando a pontuação final do teste atinge escores máximos¹⁸.

Nessa perspectiva, torna-se importante o desenvolvimento de estudos que aprimorem instrumentos e metodologias à avaliação do equilíbrio corporal de idosos fisicamente ativos. O diagnóstico prematuro de déficits do equilíbrio é importante, pois, em idade avançada, quedas são responsáveis por lesões, dias de hospitalização, podendo conduzir a pessoa, até mesmo, a morte²³. Quedas e quedas recorrentes geram a exclusão social, reduzindo os níveis da qualidade da vida (QV) tanto do idoso, como de seus familiares²⁴. Estudos também salientam o impacto de quedas sobre os custos dos serviços de atendimento ambulatorial e de hospitalização, tornando o caso questão de saúde pública^{23,25}.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a regulação do sistema visual, vestibular e somatossensorial do equilíbrio estático e dinâmico, bem como o desempenho da marcha e da flexibilidade de um grupo de mulheres idosas praticantes regulares de exercícios físicos.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo comparativo transversal analítico de amostra não-probabilística e intencional. Participaram 32 mulheres (67,48±4,88 anos), praticantes regulares de exercícios físicos (Pilates e hidroginástica), duas vezes por semana (60 minutos). As atividades foram oferecidas pelo curso de Educação Física da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Com a finalidade de diferenciar e detalhar o desempenho das idosas nos testes, essas foram estratificadas em quatro grupos, segundo faixas etárias: G1 (60-64 anos), G2 (65-69 anos), G3 (70-74 anos) e G4 (75-79 anos). Como critério de inclusão foi adotado a idade ≥ 60 anos, ser praticante regular de exercícios físicos, com tempo mínimo de seis meses, frequência de 75% nas atividades, não apresentar lesão óssea, articular ou muscular no período da avaliação, apresentar histórico de queda inferior a dois eventos nos últimos 12 meses, além de ter assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram excluídos indivíduos que não atenderam aos critérios de inclusão ou não completaram as fases do estudo. A investigação foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Vale do São Francisco (CAAE: 44113715.3.0000.5196).

Procedimentos

O presente estudo foi realizado em três fases, executadas de forma sequencial:

Fase 1- Inicialmente foi aplicado o TCLE, seguido por duas etapas: i) preenchimento do formulário de informações sociodemográficas, contendo dados como idade, comorbidades, frequência de quedas e consumo de medicamentos; e, ii) aplicação do Minixame do Estado Mental (MEEM): este instrumento é utilizado para rastrear possíveis casos de demência, considerou-se o escore de ≥ 24 pontos como ponto de corte, uma vez que todos os participantes apresentaram tempo de instrução igual ou superior a quatro anos²⁶;

Fase 2- Dados antropométricos: os sujeitos foram avaliados quanto à altura em massa corpórea. O peso e a altura foram determinados por meio de uma balança mecânica, até 300 Kg (Welmy, Brasil), com régua antropométrica de escala até 2 metros. A seguir, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC) por meio da fórmula: massa corporal (kg)/estatura (m²). Os critérios adotados para o estabelecimento do estado nutricional foram os da Organização Mundial de Saúde (OMS)²⁷: baixo peso IMC < 18,5 kg/m², eutrofia IMC entre 18,5 kg/m² e 24,9 kg/m², sobrepeso IMC entre 25 e 29,9 kg/m² e obesidade IMC ≥ 30 kg/m²;

Fase 3- O desempenho do equilíbrio corporal foi determinado por intermédio dos instrumentos EEB, TUG, TAF e TEC:

- Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) foi utilizada à avaliação da capacidade funcional, estimando assim a probabilidade de queda. A adaptação e tradução transcultural da escala foi realizada por Miyamoto, apresentando alta confiabilidade intra e interobservadores (ICC 0,99 e 0,98)²⁸. Suas 14 tarefas avaliam situações de vida diária (AVD), como por exemplo: ficar de pé, levantar-se, andar, inclinar-se à frente, transferir-se e se virar, segundo grau de dificuldade. A pontuação máxima é de 56 pontos, já o sistema de avaliação para cada teste varia de 0 ponto (incapaz de executar) a 4 pontos (normal). Os critérios para pontuação são determinados pelo tempo de sustentação, tempo à realização das tarefas e a distância alcançada pelo membro superior à frente do corpo. No presente estudo, o ponto de corte assumido à classificação de idosos caidores foi de 45 pontos^{29,30};

- O “*Timed Up & Go*” (TUG) é um teste frequentemente utilizado à avaliação da capacidade da marcha da população idosa. Conforme Podsiadlo²³ ele apresenta correlação ($r=-0.72$) com a escala EEB. O teste permite quantificar, em segundos, a mobilidade funcional do indivíduo. Seu procedimento consiste em levantar de uma cadeira de 46 cm de altura, com apoio de braços de aproximadamente 65 cm de altura, caminhar 3 metros, retornando e sentando à cadeira. Por meio de suas normativas é possível estimar a probabilidade de quedas. Para sujeitos adultos e independentes, valores até 10 segundos são considerados dentro da normalidade³¹. Idosos com resultados entre 11-20 segundos são classificados como independentes, apto às atividades de vida diária, apresentando baixo risco de quedas. Pontuações entre 21 e 30 segundos demonstram déficit de mobilidade, com alto risco de queda.

- O Teste de Sentar e Alcançar (TAF) tem por fim, medir a flexibilidade do indivíduo. A flexibilidade é definida como a capacidade de uma articulação para se mover em uma amplitude ótima³². O TAF é um método linear que mensura a flexibilidade da articulação do quadril, coxofemoral e da região lombossacral, apresentando boa confiabilidade interexaminadores (ICC 81). Por ser um instrumento de baixo custo e de simples execução, ele é recomendado para uso com indivíduos de todas as idades e gênero. A realização incide em que o indivíduo descalço posicione os pés paralelos entre si, perpendicularmente em relação ao instrumento, colocando os punhos em posição neutra e estendendo os cotovelos. Os ombros são flexionados à 90°, ao inclinar o tronco à frente o marcador é deslocado sobre a fita métrica. Cabe ao avaliador verificar o deslocamento, em centímetros, do mesmo. O resultado final é obtido pela média registrada na régua, após três tentativas. O risco de queda varia de autor para autor, podendo variar de <15 cm ou <17 cm³². No presente estudo foi assumido o valor de <15 cm.

- O Teste de Equilíbrio Corporal (TEC) foi criado na Alemanha, sua versão original foi publicada por Wydra³³ sob o nome de “*Gleichgewichtstest*” (GGT). OGGT foi apresentado à comunidade de língua portuguesa por Nascimento, Coriolano Appell e Appell Coriolano³⁴ sob o nome de TEC. Em seu estudo original de validação com a população alemã (n=306), o TEC apresentou boa confiabilidade de teste-reteste (0.78) e consistência de alfa Cronbach de 0.92, seguido de correlação $r=0.60$ ($p<0,01$) em radiografias posturais. O teste é composto por 14 itens³⁴, 7 itens são direcionados à avaliação da regulação exteroceptiva, sendo divididos em: tarefa 1, 2, e 3 (equilíbrio estático) e tarefa 4, 6, 7 e 8 (equilíbrio dinâmico). Os outros 7 itens avaliam a regulação interoceptiva, do seguinte modo: tarefa 9, 10 e 13 (equilíbrio estático) e tarefa 5, 11, 12, e 14 (equilíbrio dinâmico). Com a intenção de aumentar a sensibilidade do teste, suas tarefas foram dispostas em ordem crescente de dificuldade. Outra peculiaridade deste instrumento incide na interpretação dos resultados que é realizada a partir de um sistema de normativas, categorizadas por faixas etárias e gênero. A pontuação do TEC é dicotômica, atribui-se zero (0) para o objetivo não atingido e um (1) para o atingido, evitando-se com isso a subjetividade na interpretação dos resultados. O valor final máximo do teste é de 14 pontos³⁴.

Análise estatística

Anormalidade dos dados foi verificada pelo Teste de *Shapiro Wilk*. Apresentação dos resultados relativos às características da amostra, bem como do desempenho nos testes EEB, TUG, TAF e TEC foi realizada pela estatística descritiva (média, frequência e desvio-padrão). Variáveis nominais foram determinadas pelo teste Qui-Quadrado. Na presença de valores menores que cinco, aplicou-se o teste exato de Fisher. A constatação de diferenças estatísticas entre os grupos foi determinada pela *ANOVA*, diferenças intergrupos foram estabelecidas pelo teste de *U Mann-Whitneys*, seguido do *post hoc* de *Tukey*. Associações entre as variáveis foram estabelecidas por meio do coeficiente de correlação de Spearman, determinando-se, então, a força e a direção da relação entre os testes/escalas. Os dados foram tabulados e processados no programa estatístico SPSS para *Windows®* versão 22.0. O nível de confiança adotado foi de 5%.

Resultados

A média de idade da população avaliada foi de 69,41±1,14 anos ($p<0,01$), com tempo médio de escolaridade de 3,8±1,8 anos ($p\geq 0,50$). De acordo com a análise do Índice de Massa Corporal (IMC) não foi verificada qualquer alteração do estado nutricional ($p\geq 0,50$), bem como as pontuações do MEEM não indicaram casos de demência ($p\geq 0,50$). Em se tratando das comorbidades, não foram identificadas diferenças significativas para pressão arterial ($p\geq 0,50$), visão ($p\geq 0,50$) e Diabetes ($p\geq 0,50$). Para o consumo diário de medicamentos, verificou-se que, comparativamente, septuagenárias apresentaram maior quantidade, o *post hoc* indicou diferença significativa ($p\leq 0,50$) entre os grupos G1-G4 e G2-G4. Com base no auto relato de quedas, para os últimos 12 meses, a população avaliada não foi identificada como caidora ($p\leq 0,50$).

Tabela 1. Principais características dos participantes.

Variáveis	G1 (n=8)	G2 (n=8)	G3 (n=8)	G4 (n=8)	p
	60-64 anos	65-69 anos	70-74 anos	75-79 anos	
	Média/dp	Média/dp	Média/dp	Média/dp	
Idade (anos)	62,27 ± 1,27 ^{a,b}	66,50 ± 1,65 ^c	72,40 ± 0,97 ^a	76,50 ± 0,70 ^{b,c}	<0,01*
Escolaridade (anos)	5,38 ± 0,74	5,63 ± 1,78	4,50 ± 1,93	4,00 ± 2,33	0,54
IMC (kg/m ²)	24,50 ± 2,29	28,65 ± 2,29	28,30 ± 6,07	26,04 ± 0,23	0,07
Medicamentos	2,36 ± 1,54 ^a	2,28 ± 2,22 ^b	3,08 ± 1,68	3,84 ± 1,38 ^{a,b}	0,04*
MEEM	25,82 ± 2,96	25,40 ± 4,42	26,20 ± 1,98	22,50 ± 2,12	0,19
Visão	1,28 ± 0,47	1,09 ± 0,38	1,22 ± 0,41	1,00 ± 0,00	0,50
HAS	1,34 ± 0,52	1,22 ± 0,41	1,30 ± 0,50	1,72 ± 0,50	0,48
Diabetes	1,88 ± 0,25	1,65 ± 0,38	1,78 ± 0,29	1,88 ± 0,41	0,36
Quedas	1,50 ± 0,50	1,66 ± 0,42	1,66 ± 0,48	1,56 ± 0,52	0,21

Legenda: dp= desvio padrão; kg= Quilograma; m²= metros ao quadrado; IMC= Índice de Massa Corporal, MEEM= Mini Exame do Mental. HAS= Hipertensão Arterial Sistêmica; * ANOVA; *U Man Whitney* ^{a,b,c} $p\leq 0,50$.

Na tabela 2 são apresentados os resultados do exame do desempenho do equilíbrio, da marcha e da flexibilidade. A *Anova* indicou melhor desempenho do equilíbrio no teste TEC para idosas sexagenárias, sem diferenças significativas entre os grupos [$F(4,29)= 0,232$; $p\geq 0,50$]. A EEB apontou para todos as faixas etárias equilíbrio funcional conservado, com baixo risco para queda [$F(4,29)=1,536$, $p\geq 0,50$]. Os resultados do TUG foram satisfatórios, sem risco para queda, identificando-se baixa do desempenho com o avanço da idade [$F(4,29)=0,378$; $p\geq 0,50$]. A análise do TAF apontou melhores níveis de flexibilidade para o grupo das septuagenárias [$F(4,20)=1,771$; $p\geq 0,50$].

Tabela 2: Resultados dos testes de equilíbrio corporal, marcha e alongamento.

Variáveis	G1 (n=8)		G2 (n=8)		G3 (n=8)		G4 (n=8)		p
	60-64 anos		65-69 anos		70-74 anos		75-79 anos		
	Média/dp		Média/dp		Média/dp		Média/dp		
TEC	7,25 + 2,31		6,50 + 2,44		4,50 + 2,39		4,13 + 3,22		0,82
EEB	51,00 + 3,33		52,38 + 1,40		52,13 + 1,95		50,13 + 4,61		0,17
TUG (s)	9,43 + 3,48		9,97 + 1,22		10,85 + 1,19		11,24 + 4,54		0,74
TAF (cm)	17,12 + 5,48		19,75 + 7,98		23,37 + 7,36		24,81 + 7,06		0,10

Legenda: dp= desvio padrão; s= segundos; cm= centímetros; Anova p≤0,50.

A Tabela 3 apresenta o aproveitamento das idosas, segundo faixas etárias, nas 14 tarefas do teste de equilíbrio TEC. Os resultados finais mostram, de forma comparativa, tanto número de tarefas atingidas, como aquelas não solucionadas. Sendo assim, septuagenárias indicaram maior déficit do equilíbrio.

Tabela 3. Desempenho nas 14 tarefas do Teste de Equilíbrio Corporal (TEC), segundo faixa etária.

Variáveis	G1 (n=8)		G2 (n=8)		G3 (n=8)		G4 (n=8)	
	60-64 anos		65-69 anos		70-74		75-79	
	sim	não	sim	não	sim	não	sim	não
TEC 1	7	1	5	3	5	3	4	4
TEC 2	6	2	5	3	3	5	5	3
TEC 3	7	1	6	2	6	2	3	5
TEC 4	1	7	1	7	1	7	0	8
TEC 5	7	1	4	4	4	4	3	5
TEC 6	0	8	0	8	0	8	0	8
TEC 7	0	8	0	8	0	8	1	7
TEC 8	1	7	1	7	1	7	0	8
TEC 9	8	0	7	1	6	2	5	3
TEC 10	6	2	7	1	5	3	5	3
TEC 11	5	3	6	2	1	7	2	6
TEC 12	4	4	5	3	3	5	3	5
TEC 13	4	4	4	4	1	7	2	6
TEC 14	2	6	1	7	0	8	2	6
TEC Total	58	<u>54</u>	52	<u>60</u>	36	<u>76</u>	35	<u>77</u>

A Figura 1 ilustra o déficit da regulação sensorial do equilíbrio estático e dinâmico, de acordo com as faixas etárias, nas 14 tarefas do teste TEC. Observa-se, que todos os grupos apresentaram déficit junto ao sistema de regulação interoceptiva do equilíbrio estático (itens 4, 6, 7 e 8), com nível de aproveitamento, entre 0-18%. Ademais, septuagenárias mostraram baixo desempenho nas tarefas responsáveis pelo exame do equilíbrio dinâmico, regulação interoceptiva (itens 11,13,14), com desempenho de 0-39%:

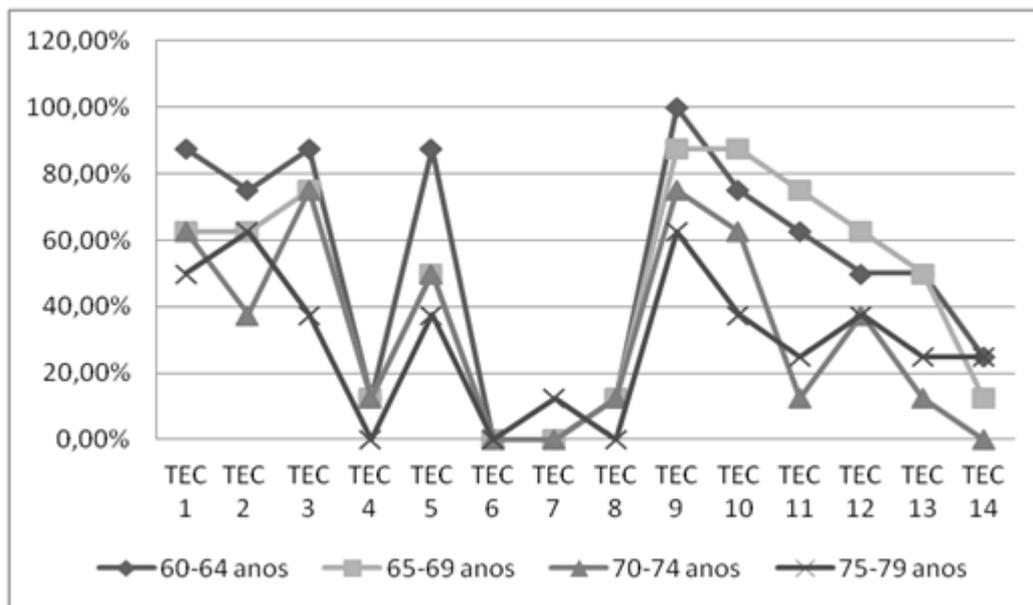


Figura 1. Frequência de resolução das tarefas do TEC, segundo faixas etárias.

A força e a direção da relação entre os instrumentos TEC, EEB, TUG e TAF é exibida na Tabela 4. A análise estatística indicou correlação significativa e moderada entre a escala EEB-TEC ($\leq 0,50$). Verificou-se correlação significativa ($p \leq 0,50$), negativa, de fraco a moderado entre os instrumentos TEC-TUG e EEB-TUG. As relações entre os testes TAF-TEC e TAF-TUG foram fracas e negativas ($p > 0,50$). Não foi constatada qualquer correlação entre os instrumentos TAF-EEB ($p > 0,50$):

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre as escalas TEC, EEB, TUG e TAF.

Instrumentos	r	p
TEC-EEB	0,416*	0,018
TEC-TUG	-0,345*	0,049
TEC-TAF	-0,041	0,810
EEB-TUG	-0,427*	0,013
EEB-TAF	0,000	0,998
TAF-TUG	-0,022	0,904

Legenda: TEC= Teste de Equilíbrio Corporal; EEB=Escala de Equilíbrio de Berg; TUG=*Timed Up and Go*; TAF=Teste de Alcance Funcional; Significância $p \leq 0,050^*$.

Discussão

Os achados do presente estudo mostraram que idosas praticantes regulares do método Pilates e da hidroginástica exibiram níveis de desempenho satisfatórios nas avaliações do equilíbrio funcional (TEC e EEB), padrão da marcha (TUG) e flexibilidade (TAF). No entanto, segundo a análise detalhada sobre o sistema de regulação sensorial do equilíbrio, oferecida pelas tarefas do TEC, foram verificados consideráveis comprometimentos no funcionamento dessas funções. Assim, sexagenárias e septuagenárias indicaram déficit na regulação interoceptiva (sistema vestibular e somatossensorial) do equilíbrio estático, enquanto que septuagenárias ainda exibiram déficit do sistema de regulação interoceptiva do equilíbrio dinâmico. Os achados advertiram para necessidade de uma avaliação mais aprofundada dos sistemas sensoriais responsáveis pela regulação do equilíbrio de idosas fisicamente ativas.

Em sentido às comorbidades, estado mental de saúde e quedas não foram verificadas diferenças significativas. Constatou-se maior consumo de medicamentos entre o grupo septuagenário, diferenças significativa foram encontradas entre os dois grupos de sexagenárias e idosas acima dos 75 anos. Conforme a especializada, a interação medicamentosa e, conseqüentemente, o aumento do risco de quedas, ocorre a partir do consumo diário superior a quatro tipos de drogas^{24,25,35}. No presente estudo, não foram identificados casos de polifarmácia, o que exclui este fator como possível causador de quedas, entre as idosas avaliadas. Sendo assim, o perigo da população avaliada vir a cair pode ser atribuído, bem mais ao déficit da condição sensorial do equilíbrio ou a fatores externos, como obstáculos dispostos no ambiente e problemas de iluminação^{19,20,21}.

A população do presente estudo mostrou déficit do desempenho junto ao sistema sensorial de regulação do equilíbrio estático e dinâmico. Porém, conforme, os resultados das pontuações finais dos instrumentos EEB, TUG, TEC e TAF não foi identificado qualquer risco para queda. Uma explicação para o fato pode ser a prática regular do EF. Estudos demonstraram os efeitos protetores gerados pelo EF para o controle da movimentação corporal de idosos^{36,37}. Os benefícios incidem na adaptação dos músculos e das articulações ao próprio EF, aumento do nível da aptidão física, bem como a melhora das funções dos órgãos sensoriais, responsáveis pela captação dos dados posturais^{16,25}. Diante disso, na comparação entre idosos ativos e sedentários, em geral, idosos fisicamente ativos mostram melhor desempenho em testes de equilíbrio, marcha e flexibilidade^{18,23,25}.

O método Pilates, por exemplo, é efetivo à estabilização da postura corporal de idosos porque seus exercícios fortalecem o controle da musculatura do tronco, aprimorando o equilíbrio e o desempenho funcional³⁸. Em estudo randomizado, Mesquita *et al.*³⁶ compararam o efeito do treinamento de facilitação neuromuscular proprioceptiva e do Pilates sobre o equilíbrio de idosas, constatando melhores médias na escala EEB para o grupo Pilates. No caso da hidroginástica, os benefícios são estabelecidos por meio da relação entre a movimentação corporal e as propriedades físicas da água, uma vez que o treinamento provocado pela desaceleração dos movimentos na água, retarda a queda. Por conseguinte, este efeito funciona como suporte para o aumento da confiança do idoso em seu equilíbrio, reduzindo assim o medo de cair³⁹. Os resultados do presente estudo para a EEB corroboraram com as investigações de Aguiar *et al.*⁴⁰ e De Souza *et al.*⁴¹, os quais verificaram, em idosas praticantes da hidroginástica EEB resultados médios finais entre 52-54 pontos.

Com a intensão de detalhar o déficit do controle postural, entre idosas fisicamente ativas, e diferenciar o caso, ao longo dos anos, a população avaliada foi estratificada em faixas estarias de cinco em cinco anos: dois grupos para sexagenárias e septuagenárias, respectivamente. Conforme a análise estatística da EEB seus escores atestaram para uma capacidade conservada do equilíbrio funcional, sem diferença significativa entre as faixas etárias ($p \geq 0,50$). Em estudo correlacional sobre instrumentos à avaliação do equilíbrio corporal, Karuka *et al.*²² constataram baixa especificidade da EEB quando aplicada com idosos hígidos e fisicamente ativos, atribuindo o caso a seu sistema de pontuação, que apresenta limitações para o exame de leves mudanças do equilíbrio, podendo determinar o efeito teto. O presente estudo não pode confirmar o fato, visto que não existiu o escore máximo de 56 pontos na EEB, apenas 6% (2/32) idosas alcançaram a média de 55/56 pontos.

A baixa do padrão da marcha é considerado como fator de risco para queda de idosos^{12,23}. Isso sobrevém da redução do comprimento da passada e alteração da variabilidade do passo^{5,32}. Em estudo randomizado, 60-86 anos, com e sem histórico de quedas, Calissa *et al.*¹² observaram aumento do risco relativo de queda, determinado pelo baixo desempenho da marcha, em especial, junto às idosas com quedas recorrentes. Bischoff *et al.*⁴² analisaram 413 idosas (73,2±2,3 anos) por meio do teste TUG para determinar pontos de corte do desempenho. Ao final, foi indicado o valor de 12 segundos à determinação da mobilidade segura. Os autores também verificaram que o desempenho a marcha foi inversamente proporcional à idade. Corroborando com a literatura especializada^{12,42,43}, o presente estudo observou

relativa lentidão da marcha a partir dos 70 anos, visto que sexagenárias mostraram médias de desempenho de 9,0 segundos, septuagenárias, entre 70-74 anos, valores entre 10,0 segundos e o grupo, entre 75-79 anos, mostrou resultados, entre 11,0 segundos. Confirmando os benefícios da prática regular do EF à prevenção de quedas junto à população idosa^{36,37}, é possível afirmar, que apesar das septuagenárias terem indicado maior lentidão, seus resultados podem ser considerados excelentes^{23,42}.

Becker *et al.*⁴⁵, em estudo de revisão sistemática, constataram melhora significativa da flexibilidade do ombro, bem como frontal e lateral do tronco, em idosas praticantes do método Pilates e da hidroginástica. No presente estudo, verificou-se bom desempenho no TAF para toda a população, com valores entre 17-24 cm. Conforme as normativas deste teste³², a probabilidade do risco de queda aumenta quando o desempenho é inferior a 15 cm. Um interessante achado foi que septuagenárias atingiram as melhores médias ($p \leq 0,50$). Neste grupo, a proporção de praticantes do Pilates foi de 6/8 (G3) e de 5/8 (G4). Assim, sabendo-se que o Pilates preconiza exercícios de alongamento e flexibilidade^{38,44}, uma explicação para o bom desempenho das septuagenárias no TAF incide na própria modalidade.

Conforme a avaliação do TEC, sexagenárias exibiram capacidade do equilíbrio qualificada como boa, enquanto que setuagenárias apontaram para um desempenho regular. Entretanto, de acordo com as normativas do teste^{33,34}, septuagenárias não indicaram risco para queda. Com a intenção de aprofundar a análise do desempenho do equilíbrio estático e dinâmico, segundo as faixas etárias, foi apresentado na Tabela 3 o aproveitamento dos grupos, em cada uma das tarefas do TEC. Sabendo-se que a escala possui 14 tarefas e que cada grupo avaliado foi composto por oito pessoas, estabeleceu-se um cálculo para o desempenho final: $x = 8 \times 14 = 112$ pontos.

Verificou-se que idosas do G1 (60-64 anos) atingiram 58/112 pontos na escala do TEC, o que significa 60,22% de tarefas não concluídas. Idosas do G2 (65-69 anos) atingiram escore inferior, 52/112 acertos, com 65,60% itens não atingidos. As integrantes do G3 (70-74 anos) não finalizaram 79,86% das tarefas: 36/112 pontos. Enquanto, que integrantes do G4 (75-79 anos) apresentaram o maior índice de reprovação, 80,75%, ou seja: 35/112 pontos. Os resultados corroboraram com estudos anteriores, os quais destacaram o comprometimento do sistema visual^{7,8}, vestibular¹⁷ e somatossensorial¹⁹ com o avanço da idade.

Partindo para o exame da condição da regulação do equilíbrio, verificou-se, de forma comparativa, o grau de comprometimento dos três sistemas sensoriais (Figura 1). Foram constatados déficits, em todos os grupos, no conjunto de tarefas 4, 6, 7 e 8 do TEC. Esses itens foram responsáveis pelo exame da condição do equilíbrio estático, com ênfase no sistema sensorial interoceptivo (aparelho vestibular e somatossensorial). A avaliação foi realizada na posição unipodal, com os olhos fechados. De acordo com Zhao e Kwongehung³⁷ e Oddsson, Boissy e Melzer⁴⁵, em se tratando da população idosa, o exame do desempenho dos ajustes posturais nesta condição é importante, visto que os resultados permitem a estimação da capacidade de deambulação funcional independente do indivíduo. Admite-se, que o exame do TEC não substitua avaliações laboratoriais sofisticadas, como sistemas de fotofilmagens, plataformas de força e eletromiografias^{46,47}. Contudo, sua aplicação além de ser simples e apresentar baixo custo, possibilitou a identificação de comprometimentos do sistema sensorial do equilíbrio, o que não foi obtido pelos demais instrumentos.

Em sentido à força e à direção da relação entre as escalas, a análise estatística apresentou correlação significativa e moderada entre os instrumentos TEC-EEB. Isso significa dizer que para algumas idosas, quanto melhor a regulação sensorial do equilíbrio estático e dinâmico, maior foi o desempenho nas tarefas funcionais da EEB. Sendo também possível afirmar que tarefas de um teste foram solicitadas pelo outro instrumento. Logo tanto o TEC, como a EEB foram capazes de avaliar semelhantes facetas do equilíbrio corporal, apresentando-se como preditores do declínio da capacidade funcional e do risco de queda de idosas fisicamente ativas.

Seguindo a ordem dos resultados, a velocidade da marcha mostrou efeito inversamente proporcional sobre as tarefas do controle postural, visto que as correlações, entre TEC-TUG e EEB-TUG, foram negativas, moderadas e

significativas. Os resultados sugerem, que quanto maior o tempo de desempenho no TUG, mais baixa foi a capacidade das idosas à resolução das atividades funcionais. Em estudo de coorte Montero-Odasso *et al.*³² identificaram que a lentidão do idoso, consistiu em fator para o aumento da incidência de queda. Todavia há controvérsias sobre isso, pois além dos efeitos sobrevividos dos distúrbios dos sistemas visual, vestibular, somatossensorial e auditivo¹⁶, quedas também estão relacionadas à redução da força dos membros inferiores⁴¹, limitação da musculatura flexora do quadril³⁸, deficiência para estabilização do tornozelo⁴³, elasticidade muscular limitada³² e a interação medicamentosa³⁵. Outro fator associado consiste no declínio cognitivo⁴³. Em estudo longitudinal, Tian *et al.*⁴⁸ constataram a baixa do desempenho das funções executiva como risco potencial para queda de idosos.

Com respeito a relação entre a flexibilidade e o equilíbrio, Karuka *et al.*²² realizaram um estudo de correlação de instrumentos com idosos hígidos, com diferentes níveis de aptidão física, encontrando relação moderada, positiva e significativa entre o TAF-EEB. No presente estudo, não foi verificado qualquer relação para esses instrumentos. Uma possível explicação para o caso pode ser a diferença de objetivos de cada instrumento. Pois o TAF avalia o deslocamento anterior do tronco, em uma só direção, enquanto, que a EEB ao simular atividades diárias, estima o controle postural antecipatório e estável por meio de diferentes vetores de força²⁹. Seguindo a ordem dos resultados, verificou-se correlação negativa, fraca e não significativa entre TAF-TUG e TAF-TEC. Os achados demonstram que não existir relação direta entre a flexibilidade, o padrão da marcha e o controle postural. Nessa perspectiva, pode-se observar, que para a população avaliada, o TAF moderada ou nenhuma afinidade com os instrumentos aplicados.

Conclusões

Conclui-se, que tanto idosas sexagenárias, como septuagenárias praticantes regulares do método Pilates e da hidroginástica não indicaram risco de queda, segundo a pontuação final dos testes de equilíbrio funcional EEB e TEC, marcha TUG e flexibilidade TAF. Por outro lado, verificou-se comprometimento sensorial do sistema de regulação visual, vestibular e somatossensorial do equilíbrio estático e dinâmico. Por sua simples aplicação, baixo custo e capacidade para detalhar o desempenho do sistema sensorial responsável pela regulação do equilíbrio, admite-se que o TEC pode ser utilizado à qualificação de procedimentos da avaliação funcional de idosos fisicamente ativos. Como limitação deste estudo, considera-se a falta de indivíduos do sexo masculino e o pequeno número de participantes. Assim, os achados são válidos apenas para a população estudada, não sendo conclusivos para outros grupos.

Referências

1. WHO-World Health Organization. Ageing and health. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/en/>. [2017 dez 22].
2. WHO-World Health Organization. Healthy ageing: moving forward. <http://www.who.int/bulletin/volumes/95/11/17-203745/en/>. [2017 dez 22].
3. IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 2000-2060. https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default.shtm. [2017 dez 22].
4. McPhee JS, French DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton NDH. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*. 2016; 17(3): 567-580. doi:10.1007/s10522-016-9641-0.
5. Gonçalves CD. Envelhecimento Bem-Sucedido, Envelhecimento Produtivo e Envelhecimento Ativo: Reflexões. *Estud Interdiscip sobre o Envelhec*. 2015; 20(2): 645-657.
6. Ferraz MA. Acoplamento Sensorio-Motor no Controle Postural de Indivíduos Idosos Fisicamente Ativos e Sedentários. *Motriz*. 2001; 7(2): 99-105.
7. De Macedo BG, Gomes PF. Impacto das alterações visuais nas quedas, desempenho funcional, controle postural e no equilíbrio dos idosos: uma revisão de literatura. *Rev Bras Geriatr e Gerontol*. 2006; 11(3): 419-432.
8. Soares AV. A contribuição visual para o controle postural. *Rev Neurociencias*. 2010; 18(3): 370-379.

9. Leite LEDA, Resende TDL, Nogueira GM, Cruz IBM Da, Schneider RH, Gottlieb MG. Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. *Rev Bras Geriatr e Gerontol.* 2012; 15(2): 365-380.
10. Muir-Hunter SW, Wittwer JE. Dual-task testing to predict falls in community-dwelling older adults: A systematic review. *Physiother (United Kingdom).* 2016; 102(1): 29-40.
11. Gomes GC, Teixeira-Salmela LF, De Freitas FAS, Fonseca MLM, Pinheiro MB, Morais VAC, *et al.* Gait performance of the elderly under dual-task conditions: Review of instruments employed and kinematic parameters. *Rev Bras Geriatr e Gerontol.* 2016; 19(1): 165-182.
12. Calissa ML, Buzzard L, Schimdt MD, Martin KL, MacGinley JL, Sanders LM, *et al.* Gait, gait variability and the risk of multiple incident falls in older people: A population-based study. *Age Ageing.* 2011; 40(4): 481-487.
13. Freitas Júnior PB, Barela JA. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. *Rev Port Ciências do desporto.* 2006; 6(1): 94-105.
14. Shumway-Cook A WH. *Controle Motor: Teoria E Aplicações Práticas.* 2. ed. Barueri: Manole; 2003. p. 179-208.
15. Silveira CR, Menuchi MR, Simões DS, Caetano MJ, Gobbi L. Validade de construção em testes de equilíbrio: ordenação cronológica apresentação das tarefas. *Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum.* 1980; 8(3): 66-72.
16. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: Ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Física.* 2000; (Supl. 3): 79-88.
17. Mochizuki L, Amadio AC. As informações sensoriais para o controle postural. *Fisioter em Mov.* 2006; 19(2): 11-18.
18. Toledo DR, Barela JA. Diferenças sensoriais e motoras entre jovens e idosos: contribuição somatossensorial no controle postural. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(3): 267-275.
19. Ricci NA, Gazzola JM, Coimbra IB. Sistemas sensoriais no equilíbrio corporal de idosos. *Arq Bras Ciên Saúde.* 2009; 34(2): 94-100.
20. Leiner AFR, De Camargo DX, Schlitter S-AM. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatossensorial e auditivo para o controle postural. *Rev Neurociencias.* 2011; 19(2): 349-357.
21. Kleiner AFR, Schlittler, Diana, Xavier Camargo, Sánchez-Arias MDR. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatossensorial e auditivo para o controle postural. *Rev Neurociencias.* 2011; 19(2): 349-357.
22. Karuka AH, Silva JAMG, Navega MT. Análise da concordância entre instrumentos de avaliação do equilíbrio corporal em idosos. *Rev Bras Fisioter.* 2011; 15(6): 460-466.
23. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: A comparison between fallers and non-fallers. *Age Ageing.* 2004; 33(6): 602-607.
24. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986; (34): 119-126.
25. Ribeiro ADSB, Pereira JS. Balance improvement and reduction of likelihood of falls in older women after Cawthorne and Cooksey exercises. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2005; 71(1): 38-46.
26. Bertollicci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral. Impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr.* 1994; 52(1): 1-7.
27. WHO-World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation on obesity/Obesity.* Geneva: 1995.
28. Miyamoto ST, Lombardi I, Berg KO, Ramos LR, Natour J. Brazilian version of the Berg balance scale. *Brazilian J Med Biol Res.* 2004; 37(9): 1411-1421.
29. Berg K. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument. *Can J public Heal.* 1992; 83(Suppl. 2): 7-11.
30. Chiu AY, Au-Yeung SS, Lo SK. A comparison of four functional tests in discriminating fallers from non-fallers in older people. *Disabil ity Rehabil.* 2002; 25(1): 45-50.
31. Podsiadlo D., Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39: 142-148.
32. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990; 45(6): 192-197.
33. Wydra G. Bedeutung, Diagnose und Therapie von Gleichgewichtstörung. *Motorik.* 1993; 16(3): 100-107.
34. Nascimento MM, Coriolano Appell I, Appell Coriolano HJ. Teste de equilíbrio corporal (TEC) para idosos independentes. *Rev Port Cienc Desp.* 2012; 12(2): 72-82.

35. Lucchetti G, Granero AL, Pires SL, Gorzoni ML. Fatores associados à polifarmácia em idosos institucionalizados. *Rev Bras Geriatr e Gerontol.* 2010; 13(1): 51-58.
36. Andrade MLS, Carvalho FT, Andrade FLS, Pinto Neto O, Zângaro RA. Effects of two exercise protocols on postural balance of elderly women: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* 2015; 15(1): 61.
37. Zhao Y, Kwongehung P. A preliminary design for a community-based exercise program for balance improvement and fall prevention. *Int J Sport Phys Educ.* 2015; 1(2): 5-14.
38. Parikson CMAM. Role of Pilates in Rehabilitation: A Literature Review. *Int J Ther Rehabil Res.* 2016; 5(4): 77.
39. Roaldsen KS, Halvarsson A, Sahlström T, Ståhle A. Task-specific balance training improves self-assessed function in community-dwelling older adults with balance deficits and fear of falling: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2014; 28(12): 1189-1197.
40. Aguiar J, Paredes P, Gurgel L. Análise da efetividade de um programa de hidroginástica sobre o equilíbrio, o risco de quedas e o IMC de mulheres idosas. *Rev Bras Atividade Física e Saúde.* 2010; 15(2): 115-119.
41. Souza LK, Coelho BS, Freire B, Delevatti RS, Roncada, Tiggemann CL, *et al.* Comparação dos níveis de força e equilíbrio entre idosos praticantes de musculação e de hidroginástica. *Rev Bras Atividade Física e Saúde.* 2014; 19(5): 647-655.
42. Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, Von Dechend M, *et al.* Identifying a cut-off point for normal mobility: A comparison of the timed “up and go” test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing.* 2003; 32(3): 315-320.
43. Soares WF, Moraes SA, Ferrioli E, Perricini MR. Fatores associados a quedas e quedas recorrentes em idosos: estudo de base populacional. *Rev Bras Geriatr e Gerontol.* 2014; 17(1): 49-60.
44. Becker Engers P, José Rombaldi A, Gouvêa Portella E, Cozzensa da Silva M. The effects of the Pilates method in the elderly: a systematic review. *Rev Bras Ortop (English Ed.).* 2016; 56(4): 352-365.
45. Oddsson LIE, Boissy P, Melzer I. How to improve gait and balance function in elderly individuals-compliance with principles of training. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2007; 4(1): 15-23.
46. Duarte M, Freitas SM. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(3): 183-192.
47. Sabchuk RAC, Bento PCB, Rodacki ALF. Comparison between field balance tests and force platform. *Rev Bras Med do Esporte.* 2012; 18(6): 404-408.
48. Tian Q, An Y, Resnick SM, Studenski S. The relative temporal sequence of decline in mobility and cognition among initially unimpaired older adults: Results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Age Ageing.* 2016; 46(3): 1-7.