

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO

***INFLUÊNCIA DO ESTADO NUTRICIONAL, DISTRIBUIÇÃO DA
GORDURA CORPORAL E FORÇA MUSCULAR NA
ESTABILOMETRIA DE IDOSAS – UM ESTUDO
EXPLORATÓRIO.***

FABIANO DA MOTA SILVA SIQUEIRA

MACEIÓ-2012

FABIANO DA MOTA SILVA SIQUEIRA

***INFLUÊNCIA DO ESTADO NUTRICIONAL,
DISTRIBUIÇÃO DA GORDURA CORPORAL E FORÇA
MUSCULAR NA ESTABILOMETRIA DE IDOSAS – UM
ESTUDO EXPLORATÓRIO.***

Dissertação apresentada à
Faculdade de Nutrição da
Universidade Federal de Alagoas
como requisito à obtenção do título
de Mestre em Nutrição.

Orientador: **Prof. Dr. Amandio Aristides Rihan Gerales**
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas

MACEIÓ-2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

- S383i Siqueira, Fabiano da Mota Silva.
Influência do estado nutricional, distribuição da gordura corporal e
força muscular na estabilometria de idosos – um estudo exploratório /
Fabiano da Mota Silva Siqueira. – 2012.
94 f.
- Orientador: Amandio Aristides Rihan Geraldês.
Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Alagoas.
Faculdade de Nutrição. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Maceió,
2014.
- Inclui bibliografia
- Apêndices: f. 90-92.
Anexos: f. 93-94.
1. Idosos - Estado nutricional. 2. Idosos - Gordura corporal. 3. Idosos –
Força muscular. 4. Estabilometria. 5. Controle postural. I. Título.

CDU: 612.39-053.9



**MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO**

***INFLUÊNCIA DO ESTADO NUTRICIONAL, DISTRIBUIÇÃO DA
GORDURA CORPORAL E FORÇA MUSCULAR NA
ESTABILOMETRIA DE IDOSAS – UM ESTUDO
EXPLORATÓRIO.***

por

Fabiano da Mota S. Siqueira

A Banca Examinadora, reunida aos 30 dias do mês de Março do
ano de 2012, considera o candidato **APROVADO**.

Prof. Dr. Amandio Aristides Rihan Geraldes
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)

Prof. Dr. César Ferreira Amorim
Universidade Cidade de São Paulo
(Examinador)

Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva
Faculdade de Nutrição
Universidade Federal de Alagoas
(Examinador)

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos aqueles que me mostraram que a educação é o bem maior – meus pais, Fábio e Marlene, e meus irmãos, Fábio, Fabíola e Fabiana.

Dedico, especialmente, à minha querida esposa Waléria, e à minha linda filha Lara, que foram o arrimo necessário para que mais essa etapa de nossas vidas fosse concluída com êxito. Não sei se teria conseguido sem a força e a compreensão de vocês.

“Os bons e os maus resultados dos nossos ditos e obras vão-se distribuindo, supõe-se que de uma maneira bastante uniforme e equilibrada, por todos os dias do futuro, incluindo aqueles, infindáveis, em que já cá não estaremos para poder comprová-lo, para congratularmo-nos ou para pedir perdão, aliás, há quem diga que é isto a imortalidade de que tanto se fala”.

José Saramago

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof.Dr. Amandio Aristides Rihan Geraldês, que gentilmente aceitou participar e colaborar com este trabalho, a minha eterna gratidão.

Às Professoras Terezinha Ataíde e Suzana de Oliveira por todo apoio e incentivo durante essa pós-graduação.

À Auzeni, minha amiga, com seu bom humor e dedicação, tornou mais leve nossa jornada. Muito obrigado por tudo!

Ao amigo Ewerton Amorim e ao Prof. Silvio Chagas pelas valiosas contribuições em estatística necessárias para a realização deste estudo.

Às amigas que fiz durante a realização desse mestrado: Karla, Denise, Rose, Suank, Vitor, Ewerton, Kelly, Icléa, “a turma da cafeína”... Fizemos desta etapa, apesar de difícil, algo muito prazeroso e divertido. Sou eternamente grato pelo privilégio de termos estado juntos esses dois anos.

Aos integrantes do NEPAFIDES. Foram 10 meses de coleta e sem vocês “nosso” estudo não poderia ter sido realizado. Agradeço especialmente à Christiane Tenório e Giselda Alcântara pela dedicação durante esse período, e pelos nossos eternos laços de amizade.

À Amanda (secretaria de pós-graduação) que além de excelente profissional, tornou-se uma amiga querida.

À todas as idosas que participaram do estudo, pela confiança, disponibilidade e por tornar possível a realização deste trabalho.

RESUMO

O controle postural é mantido por vários sistemas, como por exemplo: sensoriais, motor e um sistema de controle central de integração, envolvendo complexas interações entre os vários sistemas neurais. Esses sistemas são afetados, de maneira independente, pelo envelhecimento. Além dos fatores extrínsecos e/ou patológicos que influenciam negativamente o controle postural e, conseqüentemente, elevam o risco de quedas, as alterações da morfologia e composição corporal relacionadas ao envelhecimento são indicadas como possíveis fatores intrínsecos de instabilidade postural. Mais recentemente, medidas como: o índice de massa corporal (IMC), porcentagem de gordura corporal (%GC), massa muscular esquelética, razão cintura-quadril (RCQ), circunferência de cintura (CC), circunferência de quadril (CQ) e a força muscular vêm chamando a atenção dos pesquisadores pelo fato de, possivelmente, influenciarem negativamente o controle postural dos indivíduos. O exame da literatura revela-se controverso quando se tenta estabelecer se as alterações de equilíbrio, principalmente quando avaliadas pela estabilometria, estão associadas à massa corporal, à quantidade de massa ou força muscular, bem como, à adiposidade e sua distribuição. Além do mais, ainda não estão totalmente esclarecidas as associações entre as variáveis estabilométricas e estas variáveis, especialmente, dentre a população idosa para a qual, o risco de queda, além de mais elevado, representa um dos mais importantes preditores de morbimortalidade. Visando contribuir com a discussão do problema, esta dissertação apresenta dois artigos: uma revisão sistemática que visa estabelecer o nível de evidência dos estudos que tiveram como objetivo verificar a influência de diferentes medidas do estado nutricional e da

distribuição da gordura corporal na estabilometria de idosos; o segundo artigo refere-se a um estudo de corte transversal, de caráter exploratório, e teve como objetivo investigar a associação entre diversas medidas estabilométricas com três diferentes medidas de EN (IMC, %GC e AMBc), tipo de distribuição de gordura corporal e força muscular em uma amostra de idosos, além de verificar a contribuição relativa dessas para as variáveis estabilométricas. Foi observado que quase todas variáveis explicativas associam-se significativamente com um ou mais variáveis estabilométricas, e que a análise de regressão sugere que a distribuição de gordura corporal (especialmente a circunferência de cintura) associada à diminuição de força muscular é a variável mais relevante dentre todas do presente estudo em explicar a variação da estabilometria.

Palavras-chave: *controle postural, estabilometria, estado nutricional, distribuição de gordura corporal, força muscular.*

ABSTRACT

The posture control is maintained by various systems, for example, sensory, motor and a central control system integration, which involves complex interactions among the various neuronal systems. These systems are affected, independently of aging. In addition to extrinsic factors and / or disease that negatively influence postural control and thus increase the risk of falls, changes in morphology and body composition related to aging are indicated as possible intrinsic factors of postural instability. More recently, measures such as body mass index (BMI), body fat percentage (BF%), skeletal muscle mass, waist-hip ratio (WHR), waist circumference (WC), hip circumference (HC) and muscle strength have attracted the attention of researchers because, possibly, negative influence on postural control of individuals. Examination of the literature reveals controversial when trying to establish whether the balance changes, largely when evaluated by stabilometry, are associated with body weight, the amount of mass or muscle strength, as well as fat and the distribution. Besides, are not yet fully clarified stabilometric associations between variables and these variables, especially among the elderly population for which the risk of falling, and highest, is one of the most important predictors of mortality. To contribute to the discussion of the problem, this dissertation presents two articles: a systematic review that aims to establish the level of evidence from studies that were aimed at checking the influence of different measures of nutritional status and body fat distribution in stabilometry elderly; the second article refers to a cross-sectional study, exploratory, and aimed to investigate the association between various measures stabilometric with three different measures of EN (BMI,% BF and

CAMA), type of body fat distribution and muscle strength in a sample of elderly, and to identify the relative contribution of these variables for stabilometric variables. It was observed that almost all variables associated with a significantly stabilometric or more variables, and that the regression analysis suggests that the body fat distribution (especially the waist circumference) associated with reduced strength are among the most important variables all of this study in explaining the variation in stabilometry.

Keywords: *postural balance, stabilometry, nutritional status, body fat distribution, muscle strenght.*

LISTA DE FIGURAS

Página

1º artigo: artigo de revisão

Figura 1	Processo de seleção dos estudos incluídos na revisão sistemática.....	30
Figura 2	Representação de uma plataforma de força de quatro células com seus respectivos eixos de ação.....	35
Figura 3	Exemplo de um estatocinesiograma com a respectiva elipse ajustada à trajetória do centro de pressão e o estabilograma.....	36
Figura 4	Representação da distância da plataforma de força ao alvo de observação.....	37

LISTA DE TABELAS

1º artigo: artigo de revisão

Tabela 1	Resumo dos estudos primários incluídos na revisão sistemática...	32
----------	--	----

2º artigo: artigo de resultados

Tabela 1	Características físicas das voluntárias incluindo as medidas de estado nutricional, medidas antropométricas e idade.....	63
Tabela 2	Parâmetros estabilométricos das voluntárias nas situações olhos abertos e fechados.....	64
Tabela 3	Coeficientes de correlação das variáveis explicativas e parâmetros estabilométricos na condição olhos abertos.....	66
Tabela 4	Coeficientes de correlação das variáveis explicativas e parâmetros estabilométricos na condição olhos fechados.....	67
Tabela 5	Resumo dos modelos de regressão múltipla (<i>forward</i>) examinando o efeito das variáveis explicativas sobre os parâmetros estabilométricos na condição de olhos abertos.....	68
Tabela 6	Resumo dos modelos de regressão múltipla (<i>forward</i>) examinando o efeito das variáveis explicativas sobre os parâmetros estabilométricos na condição de olhos fechados.....	69

Lista de abreviaturas

% GC – Porcentagem de Gordura Corporal
AEE – Área Elíptica do Estatocinesiograma
AMBc – Área Muscular do Braço Corrigida
AmpAP – Amplitude Média Anteroposterior
AmpML – Amplitude Média Mediolateral
CB – Circunferência de Braço
CC – Circunferência da cintura
CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima
COP – Centro de Pressão
CP – Controle Postural
CQ – Circunferência de quadril
DCB – Dobra Cutânea Bicipital
DCT – Dobra Cutânea Tricipital
DOT – Deslocamento da Oscilação Total
DPAP – Desvio Padrão Anteroposterior
DPML – Desvio Padrão Mediolateral
EN – Estado Nutricional
Est – Estatura
FMAP - Frequência Média Anteroposterior
FMML – Frequência Média Anteroposterior
GC – Gordura Corporal
IMC – Índice de Massa Corporal
MC – Massa Corporal
Mg – Massa Gorda
Mm – Massa Magra
OA – Olhos Abertos
OF – Olhos Fechados
PF – Plataforma de Força
RCQ – Relação Cintura Quadril
VMAP – Velocidade Média Anteroposterior
VMML – Velocidade Média Mediolateral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2. COLETÂNEA DE ARTIGOS.....	20
2.1. 1º artigo: artigo de revisão Influência das Medidas do Estado Nutricional e da Distribuição da Gordura Corporal sobre a Estabilometria de Indivíduos Fisicamente Independentes – uma Revisão Sistemática.....	21
2.2. 2º artigo: artigo de resultados Influência do Estado Nutricional, Distribuição da Gordura Corporal e Força Muscular na Estabilometria de Idosas – um Estudo Exploratório.....	47
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
5. APÊNDICES.....	90
6. ANEXOS.....	93

O mundo está passando por uma transição demográfica jamais vista. Se por um lado, o envelhecimento populacional representa uma grande vitória, por outro, devido a seu impacto social e econômico, implica em importantes desafios para a sociedade e políticas públicas (WHO, 2000). Dentre os inúmeros problemas decorrentes do envelhecimento populacional, um dos mais evidentes é o aumento do custo para a saúde (HAYFLICK, 2000).

Com o envelhecimento, são verificadas alterações em todas as dimensões da vida dos sujeitos: sociais, psicológicas e fisiológicas. No âmbito fisiológico, verificam-se alterações na morfologia, no metabolismo e em todos os sistemas do organismo: nervoso, cardiovascular, neuromuscular, dentre outros (SONG *et al.*, 2004). Tais alterações podem contribuir para o aumento dos agravos à saúde, bem como, para o aumento das taxas de limitações funcionais, influenciando sobremaneira, a independência e a autonomia funcional, prejudicando a saúde e qualidade de vida (QV) dos sujeitos (ALFIERI e MORAES, 2008),

Em decorrência das alterações orgânicas relacionadas ao envelhecimento, um dos principais responsáveis pela limitação do desempenho funcional são os episódios de quedas (RUBENSTEIN, 2006). As quedas representam um sério problema de saúde pública, visto que ocorrem com frequência elevada, especialmente entre as mulheres e, dentre outras complicações, podem inclusive levar a óbito (COLLEDGE, 2003; PERRACINI e RAMOS, 2002; RUBENSTEIN, 2006).

Por outro lado, uma das mais importantes variáveis relacionadas às quedas é representada pelo declínio do desempenho do sistema do controle postural (CP), incluindo a manutenção do equilíbrio e a orientação corporal,

durante a postura ereta semiestática (BLASZCZYK, 1994; DUARTE e FREITAS, 2010; HORAK, 2006; WADE, 1995). A manutenção adequada do CP depende de vários sistemas sensoriais (somatossensorial, visual e vestibular), do sistema motor e de um sistema de controle central de integração, envolvendo complexas interações entre os vários sistemas neurais, fornecendo informações sobre a posição de segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao ambiente (BLASZCZYK, 1994; COLLEDGE, 2003; HORAK, 2006; DUARTE e FREITAS, 2010; HORAK, 2006).

O CP pode ser avaliado quantitativa e qualitativamente com o auxílio de diversos testes. Entretanto, por suas características psicométricas, de acordo com a literatura o mais utilizado instrumento para a avaliação do CP tem sido a estabilometria, baseada no uso da plataforma de força (COLLEDGE, 2003; DUARTE e FREITAS, 2010; MANCINI e HORAK, 2010). A plataforma de força (PF) é uma plataforma de superfície quadrada ou triangular que utiliza de três a quatro células de força - uma em cada um de seus cantos. As células de força são sensíveis à deformação, monitorando as forças verticais produzidas, quando o sujeito está em pé sobre a PF (DUARTE e FREITAS, 2010). Dessa forma, as forças captadas por cada uma das células podem ser calculadas para produzir um vetor, capaz de descrever o deslocamento do centro de pressão (COP) durante um período de tempo definido, chamado estatocinesiograma. Estes deslocamentos representam os efeitos das forças utilizadas para manter o equilíbrio durante o registro (COLLEDGE, 2003; WINTER, 1995).

A partir da aquisição do movimento do COP, é possível extrair as variáveis estabilométricas necessárias para avaliação estabilométrica

(DUARTE e FREITAS, 2010; MANCINI e HORAK, 2010). Ao contrário dos testes funcionais, as variáveis estabilométricas, obtidas através da PF, possibilitam uma avaliação quantitativa mais precisa e direta (MANCINI e HORAK, 2010; PIIRTOLA e ERA, 2006).

Além do declínio dos sistemas sensoriais, durante o envelhecimento, outros fatores atuam sinergicamente para a alteração do CP, contribuindo para a alteração do equilíbrio e frequência de quedas. Dentre tais fatores, destacam-se várias anormalidades ortopédicas (principalmente nas regiões dos pés), alterações neurológicas (exemplo, mal de Alzheimer e doença de Parkinson), disfunções musculoesqueléticas, uso e/ou interação medicamentosa, diminuição da sensibilidade cutânea plantar, hipotensão postural, fraqueza muscular, distribuição da gordura corporal (DGC) e estado nutricional (DOWNTON *et al.*, 1991; HASSINEN, 2005; IKEZOE *et al.*, 2003; TINETTI, 1997; VELLAS *et al.*, 1992).

Devido à praticidade das medidas e, principalmente, às suas associações com a capacidade funcional (equilíbrio e frequência de quedas), saúde e QV, o estado nutricional (EN), a DGC e os níveis de força muscular parecem desempenhar importante papel nas estratégias para monitorar e prever alterações precoces do CP (BAUMGARTNER, 1998; CORRIVEAU *et al.*, 2004; ORR, 2010; WATERS *et al.*, 2010).

Para os idosos, a avaliação do EN é de suma importância, pois permite prever as reservas energéticas e a massa metabolicamente ativa dos indivíduos, de modo a identificar possíveis desvios nutricionais (ACUÑA e CRUZ, 2004). Dentre os diversos métodos usados para a avaliação nutricional, por sua praticidade, baixo custo e consolidação na prática clínica e pesquisas

científicas, a antropometria tem tido papel de destaque. Nessa direção, por refletir o EN, o índice de massa corporal (IMC), a composição corporal (CC) e a área muscular dos membros são frequentemente utilizados e associados à capacidade funcional, e possivelmente ao CP (BAUMGARTNER, 1998; FRISANCHO, 1981; WATERS *et al.*, 2010).

Tem sido crescente a busca por estratégias que garantam a manutenção da aptidão física e funcional, incluindo a manutenção adequada do CP, durante o processo de envelhecimento. Nesse sentido, o conhecimento e a monitoração das alterações e relações verificadas no EN, DCG, níveis de força muscular e CP, podem desempenhar um papel importante nas estratégias destinadas a diminuir os riscos de quedas, garantindo a manutenção da saúde e QV em idosos, visto que, podem ser manipulados e monitorados com relativa facilidade.

Apesar do reconhecimento da associação entre o EN, DGC, força muscular e CP, o exame da literatura revela que em populações idosas tais associações não têm sido muito investigadas. Nesse contexto, identificar e entender as relações entre os diferentes fatores de risco modificáveis, inclusive os nutricionais, relacionados ao CP e à forma como se associam, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de programas de intervenções que tenham como objetivo a prevenção de quedas, e consequente saúde e QV.

Portanto, esta dissertação é composta por dois artigos: um de revisão no qual uma revisão sistemática visou estabelecer o nível de evidência dos estudos que tiveram como objetivo verificar a influência de diferentes medidas

do estado nutricional e da distribuição da gordura corporal na estabilometria de indivíduos fisicamente independentes; o segundo artigo refere-se a um estudo de corte transversal, de caráter exploratório, e teve como objetivo investigar a associação entre diversas medidas estabilométricas com três diferentes medidas de EN (IMC, %GC e AMBc), tipo de distribuição de gordura corporal e força muscular em uma amostra de idosos, além de verificar a contribuição relativa dessas para as variáveis estabilométricas.

1º artigo: artigo de revisão

SIQUEIRA, FMS; GERALDES, AR. Influência das Medidas do Estado Nutricional e da Distribuição da Gordura Corporal sobre a Estabilometria de Indivíduos Fisicamente Independentes – uma Revisão Sistemática.

Revista que será submetido: Revista Brasileira de Fisioterapia

RESUMO

Objetivos: O objetivo desta revisão sistemática (RS) foi examinar a influência das medidas antropométricas utilizadas para a predição do estado nutricional (EN) e a distribuição da gordura corporal no controle postural (CP) de indivíduos fisicamente independentes avaliados pela estabilometria. **Métodos:** A busca foi realizada nas seguintes bases de dados eletrônicas: CINAHL, EMBASE, PUBMED, OVID, PSYCINFO, SCOPUS, *Web of Science*, LILACS e SCIELO. Foram incluídos na revisão: Estudos primários sem restrição quanto ao tipo de investigação; Amostra composta por indivíduos fisicamente independentes; Estudos que entre as variáveis estudadas deveriam constar ao menos uma das seguintes variáveis: medidas de estado nutricional e/ou distribuição de gordura corporal, dentre eles, o índice de massa corporal (IMC), medidas de composição corporal, peso corporal, áreas musculares, circunferências de quadril, cintura, abdômen, ou ainda, a razão cintura-quadril; Estudos primários que utilizaram a estabilometria nos quais a plataforma de força foi utilizada para a avaliação do CP em bipedestação quieta nas condições com ou sem uso da visão em qualquer tipo de superfície. **Resultados e considerações finais:** Permaneceram 10 artigos para a análise, sendo que 163 documentos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão propostos. Apenas um estudo utilizou algum tipo de intervenção, todos os demais foram estudos transversais. A composição das amostras variou quanto à faixa etária, onde apenas um foi realizado exclusivamente com idosos. Os parâmetros da estabilometria mais comumente analisados referem-se aos parâmetros de análise global e apenas três estudos utilizaram medidas de análise estrutural. Esta revisão sistemática demonstrou a existência de

evidências que sugerem que o excesso de peso corporal, frequentemente avaliado pelo IMC, e a distribuição de gordura corporal podem influenciar a estabilometria de indivíduos fisicamente independentes. Os idosos são o escalão etário que mais sofre com as consequências de quedas e, curiosamente, não vem sendo utilizados em amostras em estudos sobre o tema. Além disso, pela relação entre o excesso de peso corporal e a força muscular, os estudos seguintes deveriam incluir medidas de força muscular afim de demonstrar a influência relativa de cada fator, incluindo idosos em sua amostra.

PALAVRAS-CHAVE: *controle postural, estado nutricional, adiposidade, IMC, distribuição de gordura corporal, composição corporal.*

ABSTRACT

Objectives: The objective of this systematic review (SR) was to examine the influence of anthropometric measurements used to predict the nutritional status (NS) and body fat distribution in postural control (PC) of physically independent subjects evaluated by stabilometry. **Methods:** the search was conducted in the following electronic databases: CINAHL, EMBASE, PUBMED, OVID, PSYCINFO, SCOPUS, Web of Science, LILACS and SciELO. It was Included in the review: primary studies without restriction as to the type of research; a sample of individuals physically independent; Studies among the studied variables should be included at least one of the following variables: measurements of nutritional status and / or body fat distribution, including the body mass index (BMI), body composition measurements, body weight, muscle areas, hip circumferences, waist, abdomen, or the waist-hip ratio. Primary studies that used stabilometry in which the force platform was used for PC evaluation during quiet standing position, with or without vision's use, in any type of surface. **Results and final considerations:** 10 articles remained for analysis, of which 163 papers were excluded for not meeting the inclusion criteria proposed. Only one study has used an intervention the others were cross-sectional studies. The samples' composition varied as to the age where only one was carried out exclusively with the elderly. Stabilometry parameters most commonly analysed refers to the global analysis parameters and only three studies using structural analysis measurements. This systematic review demonstrated that there is evidence to suggest that body weight excess, often assessed by BMI, and body fat distribution may influence the physically independent subjects' stabilometry. The elderly are the age group that suffers more intensively from the falls' consequences and, curiously, has not been taken

on samples in studies on the subject. Furthermore, the relation between the excess body weight and muscle strength, the following studies should include measures of muscle strength in order to demonstrate the relative influence of each factor including the elderly in their sample.

KEYWORDS: *postural balance, nutritional status, adiposity, BMI, body fat distribution, body composition.*

1. INTRODUÇÃO

A manutenção adequada do controle postural (CP), incluindo a manutenção do equilíbrio e da orientação corporal, durante a postura ereta, é fundamental para a execução de atividades de vida diária, sejam elas, ocupacionais, de transporte ou de lazer¹. A orientação corporal, por sua vez, é estabelecida pelo controle do alinhamento corporal em relação ao ambiente, enquanto o equilíbrio postural envolve a solicitação corporal para manter o centro de massa em relação à base de estabilidade, tanto numa posição estática quanto durante um dado movimento^{1,2}.

O CP é mantido através de vários sistemas sensoriais (somatossensorial, visual e vestibular), sistema motor e um sistema de controle central de integração, que envolve complexas interações entre os vários sistemas neurais².

Sendo assim, o sistema sensorial fornece informações sobre a posição de segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao ambiente. O sistema motor é responsável pela ativação correta e adequada de músculos para realização dos movimentos e o sistema nervoso central integra informações provenientes do sistema sensorial para, então, enviar impulsos nervosos aos músculos que geram respostas neuromusculares^{1, 3, 4}.

O equilíbrio (ou desequilíbrio) pode ser avaliado quantitativamente de diferentes maneiras, entretanto, o sistema mais utilizado para tal fim é a estabilometria, avaliada com auxílio de uma plataforma de força (PF).

A medida estabilométrica mais comumente utilizada na avaliação do CP é o centro de pressão ou COP. O COP representa o ponto de aplicação da

resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte, dessa forma é possível quantificar e realizar diferentes análises da oscilação corporal (balanço natural que o corpo apresenta quando está na postura ereta quieta), como: área da oscilação do estatocinesiograma, velocidade do COP, amplitude, entre outros^{1,5}.

Sabe-se que inúmeros fatores podem alterar a estabilidade postural e consequentemente as variáveis estabilométricas, como: deformidades ortopédicas, alterações oculomotoras, alterações neurológicas, neuropatias diabéticas, disfunções musculoesqueléticas, medidas antropométricas (que refletem o estado nutricional – EN) e a distribuição de gordura corporal (DGC), entre outros. Nesse contexto, devido à praticidade das medidas e, principalmente, às suas associações com a capacidade funcional (equilíbrio e frequência de quedas), saúde e QV, o EN e a distribuição da gordura corporal podem desempenhar importante papel nas estratégias para monitorar e prever possíveis alterações precoces do CP avaliados pela estabilometria.

Alterações morfológicas que levem a uma mudança do centro de massa ou influenciem o sistema sensorial na captação das perturbações posturais e nos ajustes posturais, podem resultar em uma diminuição na capacidade de manter o adequado controle postural levando ao desequilíbrio e consequente alterações da estabilometria⁶.

Levando-se em consideração que uma das principais consequências da alteração do CP é a queda. Nota-se um grande interesse por parte dos pesquisadores em verificar se as modificações corporais que incluem a distribuição da gordura corporal e as diferentes medidas relacionadas ao EN influenciam a estabilidade postural, sobretudo as variáveis estabilométricas.

Assim, identificar e entender as relações entre os diferentes fatores de risco – principalmente aqueles que permitam uma intervenção relativamente simples – relacionados ao CP pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de programas de intervenções que tenham como objetivo a prevenção de quedas.

Portanto, o principal objetivo desta revisão sistemática foi examinar a influência das medidas antropométricas utilizadas para a predição do EN e a distribuição da gordura corporal no controle postural de indivíduos fisicamente independentes avaliados pela estabilometria.

2. MÉTODOS

A presente revisão sistemática foi orientada pelas recomendações do *Center for Reviews Dissemination* e da Colaboração Cochrane.

A busca das publicações, nas bases de dados eletrônicas (artigos primários), foi a estratégia utilizada, sendo efetuada por dois revisores.

A busca foi realizada no período de Dezembro de 2011 a Março de 2012 nas bases de dados eletrônicas: uma base primária de enfermagem (CINAHL), uma base primária geral europeia (EMBASE), cinco bases primárias gerais norte-americanas (PUBMED, OVID, PSYCINFO, SCOPUS e *Web of Science*) e duas bases gerais latino-americanas (LILACS e SCIELO).

Os seguintes descritores foram utilizados em associação, e respeitando-se as especificações de cada base, estando os mesmos presentes como descritores em ciências da saúde (DeCS) e termos *Mesh* (*Medical Subject*

Headings): postural balance, nutritional status, adiposity, BMI, body fat, body fat distribution, body composition.

A seleção inicial foi realizada a partir da análise do título e resumo dos estudos em português e em Inglês, nenhum limite para o ano de publicação foi utilizado.

Foi construído um formulário padronizado para a seleção inicial. Caso algum estudo não possuísse resumo ou não esclarecesse suficientemente os objetivos da pesquisa, esses foram incluídos na seleção e analisados posteriormente. Isso evitou exclusões errôneas diminuindo as chances de vieses de seleção.

A leitura dos resumos e seleção foi realizada por dois revisores e possíveis divergências quanto às exclusões e inclusões entre os revisores foram solucionadas em reunião posterior na primeira etapa da seleção. Foram incluídos apenas estudos clínicos e observacionais em humanos.

Foram incluídos na presente revisão sistemática: 1) Estudos primários sem restrição quanto ao tipo de investigação; 2) Amostra composta por indivíduos fisicamente independentes; 3) Estudos que entre as variáveis estudadas deveriam constar ao menos uma das seguintes variáveis: medidas de estado nutricional e/ou distribuição de gordura corporal, dentre eles, o índice de massa corporal (IMC), medidas de composição corporal independente da técnica utilizada, peso corporal, áreas musculares, circunferências de quadril, cintura, abdômen, ou ainda, a razão cintura-quadril (RCQ); 4) Estudos primários que utilizaram a estabilometria nos quais a PF foi utilizada para a avaliação do CP em bipedestação quieta nas condições com ou sem uso da visão em qualquer tipo de superfície. Visto a escassez de publicações na área

optou-se por critérios de inclusão menos restritivos a fim refletir o estado da arte. Dessa forma, a presente pesquisa possibilitará a caracterização dos estudos sobre o tema e norteará, caso necessário, as pesquisas posteriores.

3. RESULTADOS

Em consonância com os critérios de inclusão, permaneceram 10 artigos para a análise, sendo que 163 documentos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão propostos (figura 1).

Na tabela 1, são apresentadas informações gerais sobre os 10 estudos incluídos. Esses foram publicados no período de 2001 a 2011. Apenas um estudo utilizou algum tipo de intervenção¹³, todos os demais foram estudos transversais^{7-12,14-16}. A composição das amostras variou quanto à faixa etária, sendo que três estudos incluíram crianças e adolescentes^{7,9,15}, e apenas um foi realizado exclusivamente com idosos¹⁴.

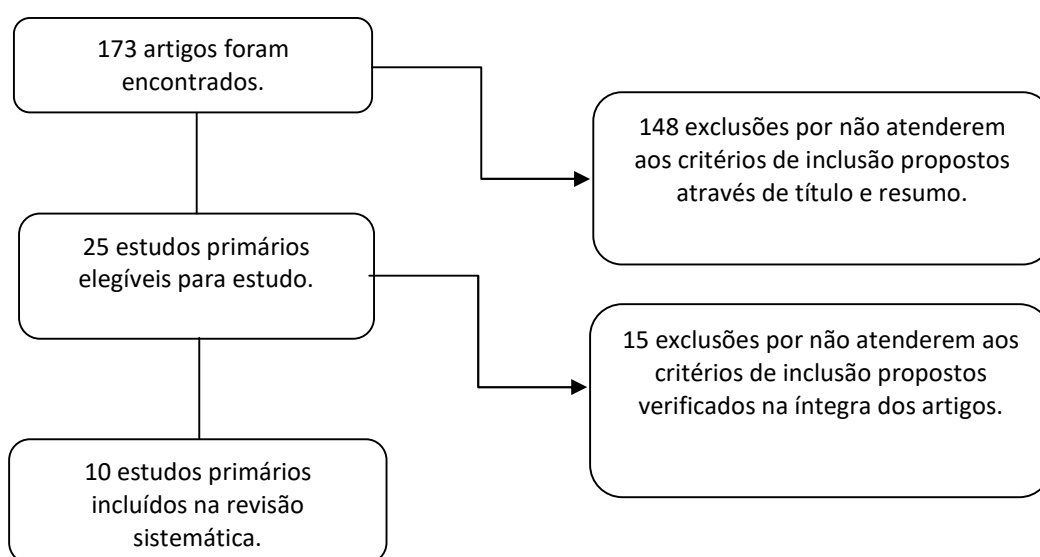


Figura 1. Processo de seleção dos estudos incluídos na revisão sistemática.

As variáveis de EN e DGC mais utilizados pelos estudos incluídos foram: IMC, percentual de gordura corporal, peso corporal e circunferências de cintura e quadril. Os parâmetros da estabilometria mais comumente analisados referem-se aos parâmetros de análise global, sendo que apenas três estudos utilizaram medidas de análise estrutural^{7,8}.

Tabela 1. Resumo dos estudos primários incluídos na revisão sistemática^a (N = 10).

Autores/Ano	Amostra	Idade média/% gênero	Tipo de estudo/Objetivos
<i>McGraw; McClenaghan; Williams et al./2000</i> ⁷	N = 20, 2 grupos - GO (n = 10; IMC > percentil 95); GC (n = 10; percentil entre 15 e 90).	GO: 9,1 anos; GC: 8,6 anos/100% masculino	Estudo transversal/Examinar as diferenças na estabilidade postural de meninos obesos e não obesos pré-púberes
<i>Chiari; Rocchi; Cappello et al./2002</i> ⁸	N = 50	27,5 anos/50% masculino	Estudo transversal/Identificar e quantificar a influência de fatores biomecânicos nas medidas estabilométricas.
<i>Bernard; Geraci; Hue et al./2003</i> ⁹	N = 16, 2 grupos - GO (n = 9; IMC > percentil 97); GC (n = 7; percentil entre 10 e 90).	14,67 anos/100% feminino	Estudo transversal/Definir a influência da obesidade sobre o controle postural estático de adolescentes.
<i>Hue; Simoneau; Marcotte et al./2007</i> ¹⁰	N = 59	40,5 anos/100% masculino	Estudo transversal/Determinar a contribuição do peso corporal em prever a estabilidade postural.
<i>Menegoni; Galli; Tacchini et al./2009</i> ¹¹	N = 64, 4 grupos - GHO (n = 22, IMC = 40,2 ± 5 kg/m ²); GMO (n = 22, IMC: 41,1 ± 4,1 kg/m ²);GHC (n = 10, IMC: 23,0 ± 2,2 kg/m ²); GMC (n = 10, IMC: 20,2 ± 1,0 kg/m ²).	Obesos - 34,2 anos; Controle - 30,15 anos/50% masculino	Estudo transversal/Investigar o efeito do aumento do peso corporal sobre o desempenho postural em homens e mulheres.
<i>Blaszczuk; Plewa; Cies et al./2009</i> ¹²	N = 133, 4 grupos - GO I (grau de obesidade I); GO II (grau de obesidade II); GO III (grau de obesidade III); GC.	37,4 anos/100% feminino	Estudo transversal/Quantificar algumas características da oscilação postural em indivíduos obesos
<i>Handrigan; Hue; Simoneau et al./2010</i> ¹³	N = 42, 3 grupos - GC (n = 15; IMC < 25kg/m ²); GO (n = 17; 30 < IMC < 39.9kg/m ²); GOM (n = 10; IMC > 40 kg/m ²).	38,6 anos/100% masculino	Estudo Experimental/Verificar a influência da perda de peso e diminuição do IMC nas variáveis estabilométricas.
<i>Mainenti; de Carvalho Rodrigues; de Oliveira et al./2011</i> ¹⁴	N = 45, 2 grupos (mediana da MG) - GBMG (n = 22, MG < 29,08 Kg) GEMG (n = 23, MG > 29,08 Kg).	66 anos/100% feminino	Estudo transversal/investigar a correlação entre adiposidade corporal e controle postural em mulheres idosas.
<i>King; Challis; Bartok et al./2011</i> ¹⁵	N = 125, 3 grupos - 25 meninos e 22 meninas (IMC < percentil 50); 20 meninos e 21 meninas (percentil 50 a 85); 20 meninos e 17 meninas (> percentil 85).	13 anos (meninos); 10,84 anos (meninas)/ 48% feminino	Estudo transversal/Investigar a influência da dimensão corporal e composição corporal como preditores do controle de movimento postural em adolescentes.
<i>Menegoni; Tacchini; Bigoni et al./2011</i> ¹⁶	N = 64, 2 grupos - GO: (n = 44, IMC = 40.6 ± 4.6 kg kg/m ²). GC: 21.6 ± 2.2 kg/m ²).	GO: 34,2 anos; GC: 30,5 anos/50% masculino	Estudo transversal/Avaliar se a capacidade de equilíbrio reduzida em indivíduos obesos é secundária à informação sensorial alterada.

Continuação Tabela 1. Resumo dos estudos primários incluídos na revisão sistemática^a (N = 10).

Variáveis Antropométricas*	Variáveis Estabilométricas**	Resultados
IMC	Para a análise temporal: DOT, energia total do vetor deslocamento, pico de Vel do COP e RMS (posição). Para a análise espectral: medidas de tendência central, frequência (média, mediana e moda) espectral e medida de dispersão espectral.	Meninos obesos apresentaram significativamente maiores áreas de oscilação, energia e variabilidade principalmente na direção ML.
Peso corporal, IMC, CC e CQ	Total de 55 parâmetros (corresponde a todas as análises do COP no domínio do tempo e da frequência) nas condições com e sem visão.	Peso foi considerado um fator biomecânico relevante de alteração da estabilometria. A AEE, VM do COP e a potência total AP estabeleceram correlação forte com a variável peso corporal.
IMC, CC, CQ e RCQ	DOT, AEE e as posições médias AP e ML do COP. Foi realizada estabilometria nas condições com e sem visão em superfície rígida e macia.	Para dados de comprimento, diferenças significativas foram observadas entre os dois grupos para a condição com visão e sem visão durante a condição sobre a superfície macia. Não foi possível analisar a RCQ.
Peso corporal	VM do COP, AEE, RMS AP e ML (posição e velocidade) e Amp AP e ML nas condições com e sem visão em superfície rígida.	Uma diminuição na estabilidade é fortemente correlacionada com um aumento no peso corporal e foi responsável por 8 a 55%, dependendo da variável postural.
IMC	VM do COP, Vel do COP AP e ML, AEE, RMS AP e ML (posição), Amp AP e ML, desvio angular do COP e a relação entre o DOT e o tempo.	Sem diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres obesos. Quando comparados aos grupos GHC e GMC observou-se diferenças para RMS, Amp, VM (todos AP e ML). Diversas correlações estatisticamente significantes. VM do COP foi a mais forte.
IMC	DOT AP e ML e Amp AP e ML nas condições com e sem visão.	Uma diminuição substancial da oscilação postural foi observada em todos os pacientes obesos, indicando que a sua estabilidade estática postural pode ser bem preservada.
Peso corporal e IMC	VM do COP; Amp AP e ML com e sem uso da visão.	Diminuição da VM do COP nos GO e GOM; GO - diminuição da Amp AP nas condições com e sem visão; GOM - diminuição da Amp ML nas condições com e sem visão e AP apenas na condição sem visão.
%GC e MG	VM do COP, AEE, DP AP e ML (posição) e Amp AP e ML e DOT.	Diferença estatisticamente significativa entre os grupos para as variáveis DP AP e Amp AP (ambas com base ampla e reduzida sem visão); AEE (com base ampla sem visão).
Peso corporal, IMC e %GC	VM do COP, AEE e RMS AP e ML (posição).	Correlações (positivas e fracas) estatisticamente significativas apenas para meninas onde o peso corporal e o IMC associam-se ao DP ML.
IMC.	Coefficiente de Romberg, Amp, VM do COP e RMS (posição) nas direções AP e ML e AEE nas condições com e sem visão.	Diferenças estatisticamente significantes entre obesos e controles em todas variáveis estabilométricas estudadas (exceção - Coeficiente de Romberg).

GO: grupo obeso; **GC:** grupo controle; **GOM:** grupo obesos mórbidos; **GHO:** grupo homens obesos; **GMO:** grupo mulheres obesos; **GHC:** grupo homens controle; **GMC:** grupo mulheres controle; **GBMG:** grupo baixa massa gorda; **GEMG:** grupo elevada massa gorda; **IMC:** índice de massa corporal; **CC:** circunferência de cintura; **CQ:** Circunferência de quadril; **RCQ:** relação cintura-quadril; **%GC:** porcentagem de gordura corporal; **MG:** massa gorda; **MLG:** massa livre de gordura; **COP:** centro de pressão; **AP:** anteroposterior; **ML:** mediolateral; **Vel:** velocidade; **VM:** velocidade média; **AEE:** área elíptica do estatocinesiógrama; **RMS:** *root mean square*; **DOT:** distância de oscilação total; **DP:** desvio padrão; **Amp:** amplitude.

^a As descrições dos estudos limitam-se às variáveis antropométricas que refletem o EN e variáveis estabilométricas em bipedestação. As demais variáveis e objetivos específicos de cada estudo primário não foram contemplados na presente revisão.

*Refere-se a variáveis que refletem o estado nutricional e distribuição de gordura corporal (morfologia).

** Refere-se às variáveis estabilométricas para avaliações realizadas em bipedestação quieta.

4. DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática objetivou examinar a influência das medidas antropométricas que refletem o EN e a distribuição da gordura corporal sobre o CP de indivíduos fisicamente independentes avaliados pela estabilometria.

A estabilometria tem despertado um interesse crescente por parte dos pesquisadores por permitir uma avaliação quantitativa mais precisa e direta do CP dos sujeitos e, dessa forma, identificar as alterações precoces do CP e permitir corrigir os problemas de estabilidade. Têm-se sugerido que as alterações na postura ereta quieta, avaliado através da estabilometria, são significativamente mais alteradas em indivíduos com história de quedas do que aqueles sem, e estudos prospectivos têm demonstrado que é também mais alterado em pessoas com risco de quedas futuras^{5,17}.

A ferramenta mais comumente utilizada para verificar o CP tem sido a plataforma de força (Figura 2)⁵. Este instrumento é constituído por uma placa de metal com células de carga, dispostas pelos quatro cantos. Tais células de carga são sensíveis às forças verticais produzidas quando o sujeito está na plataforma. Estas variam de acordo com a oscilação do indivíduo para perto ou para longe das células de carga. As forças de cada célula podem assim ser calculadas para produzir um vetor que descreve o movimento do centro de pressão (COP) durante um período de tempo definido, chamado estatocinesiograma, e representa os efeitos das forças utilizadas para manter o equilíbrio durante o registro^{4,17}.

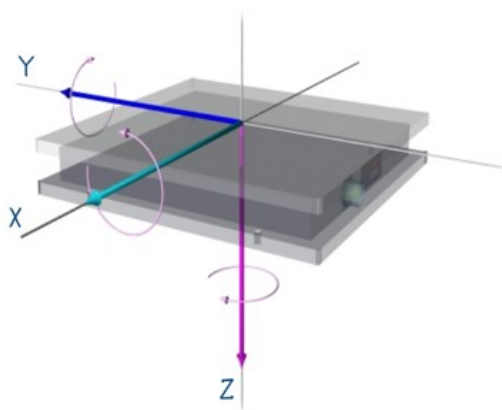


Figura 2. Representação de uma plataforma de força de quatro células com seus respectivos eixos de ação.

A partir da medida do COP, é possível realizar diferentes análises da oscilação corporal ou análises estabilométricas, como: área elíptica do estatocinesiograma (AEE) – superfície de confiança das posições amostradas do COP; desvio padrão (DP) – que comumente indica que altos valores do desvio padrão sugere grande instabilidade postural¹⁸, deslocamento da oscilação total (DOT) – comprimento da trajetória do COP sobre a base de suporte; a velocidade média do COP – média de velocidade do COP incluindo as duas direções de movimento; amplitude (Amp), a frequência média, entre outros. Essas correspondem à classe análise global¹, e está relacionada à mensuração da magnitude dos padrões de oscilação tanto no domínio do tempo, como no domínio das frequências, e são as medidas mais frequentemente realizadas. A figura 3 representa exemplos das apresentações gráficas do estabilograma e do estatocinesiograma com a respectiva elipse ajustada à trajetória do centro de pressão.

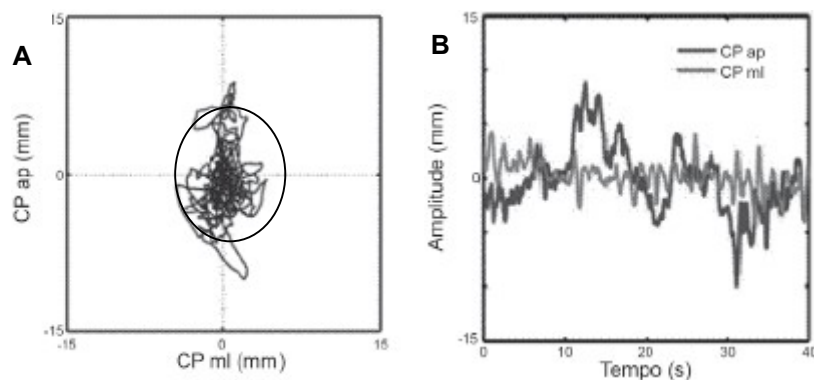


Figura 3. Exemplo de um estatocinesiógrama com a respectiva elipse ajustada à trajetória do centro de pressão (A) e o estabilograma (B). *Fonte:* adaptado de Duarte & Freitas¹

Além da análise global, alguns autores^{19,20,21} vêm propondo a chamada análise estrutural. Essa se baseia no conceito de que a oscilação do COP consiste em um movimento estocástico ou browniano. Segundo Duarte & Freitas¹, “o movimento browniano é um processo estocástico em que, para cada instante de tempo, um passo é dado com amplitude fixa e direção randômica”. Contudo, a maioria dos estudos tem utilizado com maior frequência as análises globais. Isso foi observado nos estudos incluídos nessa revisão onde apenas dois estudos incluíram elementos da análise estrutural^{7,8}.

Como não há consenso na literatura quanto a uma padronização de avaliação ao utilizar a estabilometria, torna-se impossível comparar resultados de estudos com diferentes métodos de avaliação empregados. Para a avaliação estabilométrica podem-se modificar desde o posicionamento dos pés, condições de superfície (rígida ou macia), condição visual (OA, OF e ainda a situação de conflito visual), distância da PF ao ponto de observação (figura 4), além dos parâmetros específicos de aquisição de sinais pela PF - frequência de aquisição, uso do filtro passa-baixa e sua frequência, tempo de aquisição.

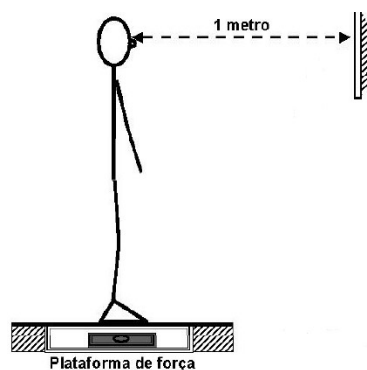


Figura 4. Representação da distância da plataforma de força ao alvo de observação. *Fonte:*

Autor

Apesar do número e escolha dos parâmetros estabilométricos analisados nos estudos diferirem entre si, observa-se que as alterações da morfologia e excesso de peso influenciam mais fortemente algumas variáveis estabilométricas, como a velocidade do COP, desvio padrão, AEE e amplitude. Parece que indivíduos com excesso de peso e maiores circunferências de cintura e/ou quadril tendem a oscilar mais rapidamente em uma maior área e com maior amplitude. Isso foi observado em 70% dos estudos incluídos^{7,8,10,11,13,14,16} que utilizaram pelo menos uma dessas variáveis.

É sugerido que as alterações morfológicas e o excesso de peso possam modificar a localização do centro de gravidade (CG), o que poderia levar a alterações do COP^{6,8}. Embora o COP não corresponda exatamente ao GC, em condições específicas, podem apresentar variações semelhantes, como na postura ereta quieta, principalmente quando a frequência de oscilação é menor. O CG é uma medida de deslocamento e independe da velocidade ou aceleração do corpo e de seus segmentos. O COP também é uma medida de deslocamento, contudo é dependente do CG e expressa a localização do vetor resultante de todas as forças que agem sobre a PF, como a força peso e as

forças internas (musculares e articulares). O deslocamento do CG é a grandeza que traduz a oscilação do corpo. Já o COP é uma combinação das respostas neuromusculares à localização e ao deslocamento do CG^{1,22}.

O CP estabelece um sistema contínuo e dinâmico dependente da informação sensorial e atividade motora, incluindo os componentes sensório-motores e musculoesqueléticos envolvidos na busca da adequada manutenção do CG e da postura. Sendo assim, pode ser comparado a um pêndulo invertido. Em um pêndulo invertido, para se obter adequada estabilidade postural, é necessário que o CG esteja posicionado sobre a base de suporte, no entanto, o CG é instável devido à força da gravidade, a posição da cabeça e as proporções e alinhamento vertical do corpo, além de outras forças desestabilizadoras que se fazem presentes, devido ao movimento do corpo e sua interação com o ambiente²².

É nesse contexto que os autores dos estudos incluídos^{7-11,13-16} sustentam a hipótese que modificações da morfologia corporal podem desestabilizar o CG e aumentar o risco de desequilíbrio e quedas, ou seja, por intermédio do aumento da massa dos diferentes segmentos que resultam na modificação corporal, levam a alterações do CG e modificações do alinhamento corporal.

Portanto, quando uma pessoa obesa é submetida a uma pequena oscilação para frente, a distribuição anormal de gordura corporal na região abdominal (posição do centro de massa comum relativa ao tornozelo) cede a um torque maior reestabilizante do tornozelo, necessário para recuperar o equilíbrio. Isto sugere que, quando submetidos a um estresse postural diário e outras perturbações, as pessoas obesas, particularmente aqueles com

distribuição excessiva de gordura na região abdominal, podem estar em maior risco de cair, quando comparadas com indivíduos com peso normal, visto que os indivíduos eutróficos possuem uma maior capacidade de gerar torque rápido no tornozelo para recuperar o equilíbrio⁶.

Em contrapartida, embora no modelo de pêndulo invertido, é esperada uma maior oscilação AP, é sugerido que a instabilidade postural é geralmente associada a um aumento da oscilação do corpo lateralmente²³, e essa afirmação corrobora com 50% dos estudos^{7,11,13,15,16} incluídos nessa revisão sistemática. Um achado intrigante foi observado em um desses estudos – uma diminuição significativa da oscilação ML entre os indivíduos obesos¹².

Os autores¹² sugerem que a diminuição observada da oscilação ML indica que as mulheres obesas talvez não tenham problemas com o equilíbrio postural. Esta menor quantidade de oscilação lateral observada nos sujeitos podem resultar tanto do seu peso elevado e uma modificação de compensação da sua base de suporte. Estas características são evidenciadas no peso corporal excessivo que, evidentemente, aumenta a inércia do corpo, e que nas mulheres, o excesso de peso tem características particulares. O excesso de peso corporal é combinado a um acúmulo relativamente maior de tecido gordo dos membros inferiores, especialmente nas regiões do quadril e coxas. Quanto maior o peso e maior largura das extremidades inferiores, maior a base de sustentação e isso pode reduzir a oscilação lateral. Esse achado reforça a hipótese de que o aumento do peso corporal tende a melhorar o equilíbrio postural e não necessariamente colocar as mulheres obesas em um maior risco de queda. Outros três estudos incluídos nessa revisão^{8,11,15} investigaram a influência do gênero sobre o CP.

Chiari *et al.*⁸ identificou que a única dentre todas as variáveis antropométricas investigadas que influenciava a estabilometria e com diferenças entre homens e mulheres foi a estatura. O autor não observou associações, por exemplo, entre as circunferências de cinturas e quadril relacionadas ao gênero, e a estabilometria. Menegonni *et al.*¹¹ observou diferenças estatisticamente significantes entre homens e mulheres obesos, apenas entre os grupos controle. Já King *et al.*¹⁵ identificou diferenças estatisticamente significativas entre homens e mulheres, embora fracas, apenas para o desvio padrão ML associadas ao peso corporal e IMC.

Além das hipóteses mecânicas, Handrigan¹³ e Hue¹⁰ sugerem que o aumento da massa corporal podem sobrecarregar os limiares de detecção dos mecanorreceptores plantares e reduzir a qualidade da informação sensorial necessária para o controle do equilíbrio. Na verdade, vários experimentos recentes, nos quais as áreas de contato e pressão plantar foram medidas em indivíduos obesos, apontam para esta possibilidade. Quando comparados aos não obesos, pessoas obesas, geralmente apresentam maiores áreas de contato plantar e maiores valores de pressão média para a maioria dos pontos anatômicos testados²⁴, bem como, aumentos significativos na pressão sob o calcanhar, mediopé e cabeças metatarsais²⁵.

Apesar de que há certo consenso de que o excesso de peso e a distribuição da gordura corporal implicam em uma maior instabilidade postural, em um dos estudos incluídos¹², com amostra de 133 mulheres com idade média de 37,4 anos (18 a 53 anos) dividida em quatro grupos (ver tabela 1), uma diminuição substancial da oscilação postural foi observada em todos os pacientes obesos. Sugere-se que a PF em postura ereta quieta talvez não seja

a melhor ferramenta para identificar instabilidade postural. Por exemplo, ginastas e bailarinos profissionais oscilam mais que indivíduos controle, embora o seu controle de estabilidade postural seja aparentemente superior²⁶.

Como citado, o CP é dependente da atividade motora, incluindo os componentes sensório-motores e musculoesqueléticos envolvidos na busca da adequada manutenção do CG. A influência da força muscular sobre o CP não foi objetivo da presente revisão sistemática e já foi adequadamente contemplada em outra²⁷. Contudo é necessário tecer alguns comentários, visto sua relevância frente às possíveis associações entre o excesso de peso e a força muscular. Além disso, alguns dos autores dos estudos incluídos^{11,13,15,16} na RS incluem o papel da atividade muscular e a relação com a obesidade de modo a influenciar a estabilidade postural.

É sugerido que a estabilidade postural é ideal dentro de um intervalo de atividade muscular: uma maior ou menor atividade muscular pode levar à instabilidade postural²⁸. O aumento do peso corporal, por sua vez, nos indivíduos obesos provoca um aumento de torque no nível do tornozelo e, conseqüentemente, um aumento da demanda de força muscular e atividade para manter a COP dentro da base de apoio, ou seja, o aumento da massa corporal amplifica a força de reação do solo, induzindo um torque mais elevado e, finalmente, maior atividade muscular.

Contudo, Hadrigan *et al.*¹³ (único estudo com delineamento experimental desta revisão) encontrou resultados curiosos ao investigar a perda de força muscular concomitante à grande perda de peso através da cirurgia bariátrica para grandes obesos ($IMC > 40 \text{ Kg/m}^2$) e dieta nutricional para obesos ($30 < IMC < 39,9 \text{ Kg/m}^2$). A força muscular foi medida através da força voluntária

máxima isométrica dos extensores do joelho. As medidas de força muscular e a estabilometria foram realizadas antes e após as intervenções dos grupos obesos, grandes obesos e controle. Houve perda de força muscular concomitante a perda de peso após as intervenções nos grupos obesos e grandes obesos e sem diferença no grupo controle. Apesar da perda de força, a oscilação postural diminuiu nos grupos experimentais. Já que a força muscular normalizada pela massa corporal (força muscular relativa) é menor nos obesos do que em suas magras²⁹, uma maior quantidade de atividade muscular poderia ser esperada para preservar a estabilidade postural, que pode levar a uma maior quantidade de oscilação postural.

Apenas um único estudo¹⁴ destinou-se a investigar os efeitos das medidas de EN e da distribuição de gordura corporal em idosos. Mainenti *et al.*¹⁴ em um estudo de corte transversal com uma amostra (n = 45) exclusivamente de mulheres com idade média de 66 anos (amplitude 62-72) verificou a associação entre o percentual de gordura corporal (%GC) avaliado pela bioimpedância, e a estabilometria em postura ereta quieta em diversos posicionamentos da base de suporte e condições visuais. Ao dividir a amostra em dois grupos, utilizando para tal a mediana da massa gorda, foi observado que o grupo com elevada gordura corporal apresentara valores significativamente mais elevados para desvio padrão e amplitude AP, avaliadas com base alargada e fechada, nas situações: com e sem uso da visão. Observou-se também que a AEE foi maior para este grupo apenas com base alargada e sem uso da visão (Tabela 1).

Diferenças estatisticamente significantes no DOT e velocidade média não foram observadas entre os grupos em qualquer situação de avaliação.

Jadelis *et al.*³⁰ demonstraram que altos valores de IMC em idosos indicam diminuição da força muscular relativa e estão associados com a falta de controle do equilíbrio dinâmico. Contudo, há a prerrogativa de que em idosos, um aumento de massa corporal tem uma tendência de diminuir o risco de quedas e consequentemente o risco de fraturas¹².

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática demonstrou a existência de evidências que sugerem que o excesso de peso corporal, frequentemente avaliado pelo IMC, e a distribuição de gordura corporal podem influenciar a estabilometria de indivíduos fisicamente independentes. Vale ressaltar, que os idosos são o escalão etário que mais sofre com as consequências de quedas e, curiosamente, não vem sendo utilizados em amostras em estudos sobre o tema.

Esse grupo singular, se beneficiaria de estudos que se propusessem investigar a influência das medidas de EN e distribuição de gordura corporal por ser um fator de risco relativamente mais simples de intervir. Além disso, pela relação entre o excesso de peso corporal e a força muscular previamente citada, os estudos seguintes deveriam incluir medidas de força muscular afim de demonstrar a influência relativa de cada fator de risco.

6. REFERÊNCIAS

1. Duarte M, Freitas SMSF Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Braz J Phys Ther* 2010;14(3).
2. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing* 2006 Sep;35 Suppl 2:ii7–11.
3. Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: *Handbook of Physiology, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. New York: Oxford, 1996, sect. 12, p. 255–292.
4. Colledge N. Falls. *Reviews in clinical gerontology* 2003;12(03):221–32.
5. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Med* 2010;46(2):239–48.
6. Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Engineering in Med and Biol Society* 2010;9(2):126–36.
7. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2000;81(4):484–9.
8. Chiari L, Rocchi L, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clinical biomechanics* 2002;17(9-10):666–77.
9. Bernard P, Geraci M, Hue O, Amato M, Seynnes O, Lantieri D. Effets de l'obésité sur la régulation posturale d'adolescentes. Étude préliminaire. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique* 2003;46(4):184–90.
10. Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, *et al.* Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & posture* 2007;26(1):32–8.
11. Menegoni F, Galli M, Tacchini E, Vismara L, Caviglioli M, Capodaglio P. Gender-specific effect of obesity on balance. *Obesity* 2009;17(10):1951–6.
12. Blaszczyk JW, Plewa M, Cies J, Zahorska-markiewicz B, Markiewicz A. Effects of excessive body weight on postural control. *Journal of biomechanics* 2009;42:1295–300.

13. Handrigan G, Hue O, Simoneau M, Corbeil P, Marceau P, Marceau S, *et al.* Weight loss and muscular strength affect static balance control. *International journal of obesity* 2010;34(5):936–42.
14. Mainenti M, de Carvalho Rodrigues E, de Oliveira JF, de Sa A, Ferreira CMD, dos Santos Silva AL. Adiposity and postural balance control: Correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signals in elderly Brazilian women. *Clinics* 2011;66(9):1513–8.
15. King AC, Challis JH, Bartok C, Costigan FA, Newell KM. Obesity, mechanical and strength relationships to postural control in adolescence. *Gait and posture* 2011;35(2):261–5.
16. Menegoni F, Tacchini E, Bigoni M, Vismara L, Priano L, Galli M, *et al.* Mechanisms underlying center of pressure displacements in obese subjects during quiet stance. *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 2011;8(1):20.
17. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review. *Gerontology* 2006;52(1):1–16.
18. Riley MA, Baker AA, Schmit JM, Weaver E. Effects of visual and auditory short-term memory tasks on the spatiotemporal dynamics and variability of postural sway. *Journal of motor behavior* 2005;37(4):311–24.
19. Collins JJ, De Luca CJ. Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. *Exp Brain Res.* 1993;95(2):308-18.
20. Duarte M, Zatsiorsky VM. Patterns of center of pressure migration during prolonged unconstrained standing. *Motor Control* 1999;3(1):12-27.
21. Baratto L, Morasso PG, Re C, Spada G. A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density versus other parameterization techniques. *Motor Control.* 2002;6(3):246-70.
22. Mochizuki L. Aspectos biomecânicos da postura ereta : a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Rev Port Cien Desp* 2003;3(3):77–83.
23. Błaszczyk JW, Orawiec R, Duda-Kłodowska D, Opala G. Assessment of postural instability in patients with Parkinson's disease. *Experimental brain research* 2007;183(1):107–14.

24. Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin Biomech* 2004;19:1055-9.
25. Hills A, Hennig E, McDonald M. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International journal of obesity* 2001;25:1674–9.
26. Blaszczyk JW, Fredek, A. Effects of professional training on postural stability in classical ballet dancers. In: *Proceedings of 1st Joint International Pre-Olympic Conference of Sports Science & Sports Engineering. Vol. II: Bio-Mechanics and Sports Engineering*. 2008; 96–100.
27. Orr R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly - A systematic review. *Eur Phys Rehabil Med*. 2010;46(2):183–220.
28. Newman DJ, Schultz KU, Rochlis JL. Closed-loop, estimator based model of human posture following reduced gravity exposure. *J Guidance Contr Dyn* 1996;19:1102-8.
29. Capodaglio P, Vismara L, Menegoni F, Baccalaro G, Galli M, Grugni G. Strength characterization of knee flexor and extensor muscles in Prader-Willi and obese patients. *BMC Musc Dis* 2009;10:47.
30. Jadelis K, Miller ME, Ettinger Jr WH, Messier SP. Strength, balance, and the modifying effects of obesity and knee pain: results from the Observational Arthritis Study in Seniors (oasis). *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 884–891.

2º artigo: artigo de resultados

SIQUEIRA, FMS; GERALDES, AR. Influência do Estado Nutricional, Distribuição da Gordura Corporal e Força Muscular na Estabilometria de Idosas – um Estudo Exploratório.

Revista a que foi submetido: Revista de Nutrição

RESUMO

O objetivo do presente estudo, de caráter exploratório, foi investigar a associação entre diversas medidas estabilométricas com três diferentes medidas utilizadas como indicadores do estado nutricional (EN): índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura corporal (%GC) e área muscular de braço corrigida (AMBc), tipo de distribuição de gordura corporal e força muscular em uma amostra de idosas. Adicionalmente, verificou-se a contribuição relativa das variáveis antropométricas e da força muscular para o desempenho de diferentes variáveis estabilométricas. Foi realizada a estabilometria de 108 idosas fisicamente independentes com idade média de 70,10 anos ($\pm 6,29$) e IMC médio 28,34 Kg/m² ($\pm 5,02$). Os sujeitos foram avaliados nas condições olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF). Os coeficientes de correlação foram analisados para determinar as associações simples entre as variáveis explicativas: Idade, massa corporal (MC), estatura, IMC, circunferência de quadril (CQ), circunferência de cintura (CC), relação cintura/quadril (RCQ), %GC, massa gorda (Mg), massa magra (Mm), AMBc e força isométrica voluntária máxima (FIVM) e as variáveis resposta, representadas pelas variáveis estabilométricas: desvio padrão anteroposterior (DPAP), desvio padrão mediolateral (DPML), deslocamento da oscilação total (DOT), amplitude anteroposterior (AmpAP), amplitude mediolateral (AmpML), velocidade média anteroposterior (VelAP), velocidade média mediolateral (VelML), área elíptica do estatocinesiograma (AEE), frequência média anteroposterior (FMAP) e frequência média mediolateral (FMML). A análise de regressão múltipla (*forward*) foi utilizada para determinar quais dentre as

variáveis explicativas, influenciavam as variáveis estabilométricas. Foi observado que quase todas variáveis explicativas associam-se significativamente com um ou mais variáveis estabilométricas, com exceção da estatura na condição OA e RCQ e FIVM na condição OF. Na condição OA, a análise de regressão múltipla (*forward*) indicou que a variável estabilométrica DPML foi o mais influenciado pelas variáveis explicativas. A CC foi responsável por 8,8% de toda variação do DPML e a FIVM contribuiu com 9,4% adicionais, sendo a FIVM negativa. Conclui-se que quase todas variáveis explicativas observadas, que se referiam ao EN, distribuição de gordura corporal e força muscular, apresentaram associações estatisticamente significantes com uma ou mais variáveis estabilométricas, podendo contribuir para alterações de estabilidade postural. Adicionalmente, a análise de regressão sugere que dentre as variáveis explicativas, a distribuição de gordura corporal associada à diminuição de força muscular são responsáveis, em parte, pelas alterações da estabilometria de idosas.

PALAVRAS-CHAVE: *controle postural, estado nutricional, força muscular, índice de massa corporal, distribuição de gordura corporal, composição corporal.*

ABSTRACT

The aim of this study, an exploratory research, was to investigate the association between various stabilometric measures, with three different measurements used as nutritional status indicators (NS): body mass index (BMI), body fat percentage (%BF) and corrected arm muscle area (CAMA), body fat distribution type and muscle strength in a elderly people sample. Additionally, it was found out that there was a relative contribution of anthropometric variables and muscle strength for the performance of different stabilometric variables. Stabilometry was performed with 108 independent elderly women with a mean age of 70.10 years (± 6.29) and mean BMI of 28.34 kg/m² (± 5.02). The subjects were evaluated under eyes open (EO) and eyes closed (EC) conditions. Correlation coefficients were analyzed to determine the simple associations between the explanatory variables: age, body mass (BM), height, BMI, hip circumference (HC), waist circumference (WC), waist to hip ratio (WHR), percentage of body fat (%BF), fat mass (FM), lean mass (LM), corrected arm muscle area (CAMA), maximum voluntary isometric strength (MVIS) and the response variables, represented by the stabilometric variables: anteroposterior standard deviation (ASD), standard mediolateral deviation (SMD), displacement of the total oscillation (DTO), anteroposterior width (AW), mediolateral width (MLW), average anteroposterior speed (AAS), average mediolateral speed (AMLS), estatocinesiograma elliptical area (ESA), average anteroposterior frequency (AAPF) and average mediolateral frequency (AMLF). The multiple regression analysis (forward) was used in order to determine which of the explanatory variables, had an influence on stabilometric variables. It was

observed that almost all variables associated significantly with one or more stabilometric variables, except height in the OA and WHR conditions and MVIS in the CE condition. In the OE condition the multiple regression analysis (forward) indicated that the stabilometric variable SMD was more affected by the explanatory variables. The WC condition was responsible for 8.8% of all variation of the SMD and the MVIS contributed with additional 9.4% and a negative MVIS. It is concluded that almost all observed variables, which refer to the NS, body fat distribution and muscle strength, showed statistically significant associations with one or more stabilometric variables that may contribute to changes in postural stability. Additionally, regression analysis suggests that among the explanatory variables, the distribution of body fat associated with reduced muscle strength is responsible, in part, by stabilometric changes in elderly women.

KEYWORDS: *postural balance, nutritional status, adiposity, body mass index, body fat distribution, body composition.*

1. INTRODUCAO

O envelhecimento é geralmente definido como a perda progressiva da função, que com o avançar da idade, é acompanhada pelo aumento da morbimortalidade¹. Uma das consequências mais drásticas, relacionada à perda de funcionalidade e contribuindo para as elevadas taxas de morbimortalidade, dentre os idosos, é a queda². Durante o envelhecimento, parte importante do dramático aumento no número de quedas, pode ser atribuído ao declínio do desempenho do sistema de controle postural³.

O controle postural (CP) é mantido por vários sistemas, como por exemplo: sensoriais (somatossensorial, visual e vestibular), motor e um sistema de controle central de integração, envolvendo complexas interações entre os vários sistemas neurais. Todos esses sistemas são afetados, de maneira independente, pelo envelhecimento³.

O CP pode ser avaliado através de um número considerável de métodos e instrumentos. Entretanto, devido às suas características, um dos testes mais utilizados e referidos na literatura é a estabilometria com o uso da plataforma de força (PF). Através da PF, é possível realizar manipulações dos *inputs* sensoriais que possibilitam acessar diferentes componentes do CP^{3,4}.

É sabido que, com o avançar da idade, a maioria das variáveis estabilométricas sofrem alterações significativas⁵, entretanto, são muitos os fatores que podem contribuir para as alterações do COP. Dentre estes, destacam-se: o medo de cair⁶, a interação medicamentosa⁷, algumas disfunções musculoesqueléticas⁸, patologias neurológicas³, dentre outras.

Além dos fatores extrínsecos e/ou patológicos que influenciam negativamente o CP elevando os riscos de quedas, as alterações da morfologia e/ou da composição corporal podem ser consideradas possíveis fatores intrínsecos de instabilidade postural durante o processo de envelhecimento^{9,10}. Nessa direção, mais recentemente, medidas e índices como o índice de massa corporal (IMC), a porcentagem de gordura corporal (%GC), a massa muscular esquelética, a razão cintura-quadril (RCQ), a circunferência de cintura (CC), a circunferência de quadril (CQ) e a força muscular vêm chamando a atenção dos pesquisadores pelo seu potencial de influenciar, negativamente, o CP dos sujeitos^{11,12,13,14}.

Durante o processo de envelhecimento, são verificadas alterações importantes na morfologia e na composição corporal (CC). Verifica-se, por exemplo, a diminuição da massa corporal magra, principalmente, da massa muscular esquelética, diminuição da força muscular, aumento progressivo e redistribuição da gordura corporal (GC) e acúmulo na região abdominal (distribuição centrípeta da GC) e quadris, que na mulher persiste até os 75 anos¹⁰. De forma geral, são notáveis as prevalências de alterações do EN na população idosa.

Dentre os idosos, a prevalência de sobrepeso e obesidade, especialmente, dentre as mulheres, é marcante e vem sendo associada às alterações do equilíbrio em alguns estudos^{14,15,16}. Ademais, tem-se sugerido que o excesso de massa corporal (MC), em associação com a distribuição centrípeta da GC, possa alterar o equilíbrio (tanto estático quanto dinâmico), portanto, podendo modificar a localização do centro de MC, levando à instabilidade do CP¹².

Apesar de reconhecida, a influência do excesso de peso e adiposidade, bem como, o tipo de distribuição da gordura central ou periférica sobre a instabilidade postural, há muito se fala que em sujeitos classificados com magreza excessiva ou baixo peso também são acometidos por maiores alterações de equilíbrio e risco de quedas^{17,18}. Alguns estudos vão além, observando que, em idosos, o aumento da MC pode reduzir o risco de cair¹⁹.

Sabe-se também que a redução da força muscular e da massa muscular têm sido citadas como importantes fatores de risco para limitações funcionais, representando um aspecto crítico para a alteração do equilíbrio postural do idoso^{17,20,21}. Há uma forte correlação positiva entre a massa muscular e a força muscular, entretanto, existem evidências indicando que as alterações quantitativas na massa muscular (hipotrofia) não são suficientes para explicar a perda de força associada ao envelhecimento²². Apesar da perda de força muscular poder prejudicar o CP e aumentar o risco de quedas, a influência da diminuição da massa muscular sobre esses mecanismos não está totalmente esclarecida^{9,21}.

Em se tratando da relação entre as variáveis antropométricas e o CP, um estudo recente¹³ comparou indivíduos eutróficos com obesos e grandes obesos (idade média de 40 anos), identificando que nos sujeitos com excesso de peso, a perda de peso é mais eficiente para melhorar o CP do que aumentar, ou mesmo manter a força muscular.

Conclui-se, portanto, que o exame da literatura revela-se controverso quando se tenta estabelecer se as alterações de equilíbrio, principalmente quando avaliadas pela estabilometria, estão associadas à MC, à quantidade de massa ou força muscular, bem como, à adiposidade e sua distribuição. Além

do mais, ainda não estão totalmente esclarecidas as associações entre as variáveis estabilométricas e estas variáveis, especialmente, dentre a população idosa para a qual, o risco de queda, além de mais elevado, representa um dos mais importantes preditores de morbimortalidade².

Devido ao exposto, o objetivo do presente estudo, de caráter exploratório, foi investigar a associação entre diversas medidas estabilométricas com três diferentes medidas, utilizadas como indicadoras do EN (IMC, %GC e AMBc), tipo de distribuição de gordura corporal e força muscular, em uma amostra de idosas. Adicionalmente, verificou-se a contribuição relativa das variáveis antropométricas e da força muscular para o desempenho de diferentes variáveis estabilométricas.

2. MÉTODOS

2.1. Amostra

Para compor a amostra deste estudo de corte transversal e de caráter exploratório, foram selecionadas, de maneira não probabilística e objetiva, 108 adultas idosas, fisicamente independentes, engajadas em atividades de lazer ofertadas por cinco instituições de terceira idade do Município de Maceió.

Para participar da amostra, os sujeitos deveriam ser do sexo feminino; não estar realizando, há pelo menos seis meses, treinamento objetivando o aumento da força muscular; ser voluntários e assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Apêndice A). Foram excluídos da amostra, os sujeitos que apresentassem: desordens neurológicas e cognitivas

autorrelatadas (exemplo: Parkinson, acidente vascular encefálico – AVE), tivessem realizado cirurgia da coluna vertebral e/ou membros inferiores; os portadores de condições clínicas que pudessem impedir a realização das atividades propostas (exemplos: cardiopatias agudas, doenças pulmonares, hipertensão não controlada, amputações de membros, dentre outras), alterações visuais graves e alterações brandas sem correção; e quaisquer alterações que impedissem o registro das medidas antropométricas, de força muscular e/ou estabilométricas.

O estudo foi realizado em conformidade com os padrões éticos estabelecidos na Declaração de Helsinque (1964), sendo realizado após a apreciação e aprovação da Comissão do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), sob o protocolo de número 000741/2011-01 (Anexo A). Todos os sujeitos da amostra leram e assinaram o TCLE.

2.2. Coleta dos dados e instrumentação

Todas as coletas foram realizadas nas dependências das próprias instituições de terceira idade em duas etapas. No primeiro encontro, os sujeitos foram informados e esclarecidos sobre os objetivos da pesquisa, os procedimentos e medidas a serem realizadas (medidas antropométricas e de força isométrica voluntária máxima – FIVM, além da avaliação estabilométrica) e a aplicação do TCLE.

Com o aceite da voluntária, deu-se o início da avaliação propriamente dita, iniciada com a aplicação do questionário de dados sociodemográficos e

dados gerais de saúde. Após o preenchimento e entrega dos questionários, era agendada uma data posterior para a realização das medidas antropométricas, da FIVM e da estabilometria.

Todos os sujeitos foram instruídos quanto ao vestuário (traje de banho ou menor quantidade de roupa possível) a ser utilizado no dia da coleta das variáveis antropométricas. Para a avaliação estabilométrica e FIVM, as voluntárias foram orientadas a não fazerem uso de qualquer bebida estimulante (café, chás, energéticos e/ou álcool) ou tabaco, durante as 24 horas que antecederem a realização das medidas.

Para as medidas da MC utilizou-se balança digital portátil (Plenna[®], *Modelo MEA-07400, Measurement Specialities, Inc., USA*) e, para a aferição da estatura, um estadiômetro de parede portátil (Seca[®], *Baystate Scale e Systems, USA*). Para a mensuração das circunferências utilizou-se uma trena antropométrica metálica, inextensível, com precisão de 0,1cm (Sanny[®]). As medidas das pregas cutâneas foram realizadas com um adipômetro com precisão de 0,1 mm (Lange[®], *Beta Technology Incorporated, Cambridge, Maryland*).

Neste estudo, escolheu-se a FIVM dos extensores de joelho como medida da força muscular, devido às suas correlações com a força global²³ e, pelo fato desta medida ser utilizada como preditora de quedas em idosos²¹.

A FIVM dos extensores do joelho foi avaliada com auxílio de um transdutor de força, tipo célula de força, com capacidade de 2000 N (EMG *System* do Brasil Ltda, São José dos Campos), adaptado a um aparelho de Bonnet modificado, sem os braços de resistência. Para a análise dos sinais,

utilizou-se o *software* MATLAB versão 7.10 (*autorun*). A taxa de amostragem foi de 2000 Hz e dotada de um filtro passa-faixa de 23 Hz.

A estabilometria foi realizada com auxílio de uma plataforma de força (EMG System do Brasil Ltda., São José dos Campos) com dimensões de 50 cm de largura por 50 cm de comprimento, composta por com quatro células de força. O processamento das variáveis estabilométricas foi realizado pelo *software* MATLAB 7.10 (*autorun*). A frequência de aquisição utilizada foi de 100 Hz e com o objetivo de minimizar os ruídos, utilizou-se um filtro passa-baixa de 23 Hz.

2.3. *Protocolos de avaliação e processamento dos dados*

Todos os procedimentos foram realizados por pesquisadores devidamente treinados para as funções, com instrumentos previamente calibrados e certificados pelos órgãos competentes.

Avaliação Antropométrica e Medidas de Estado Nutricional

Foram registradas as medidas de circunferência de braço, cintura, quadril e coxa, dobra cutânea bicipital, tricipital e coxa, além da MC e estatura. Todas as medidas antropométricas foram realizadas de acordo com os protocolos recomendados por Lohman *et al.*²¹.

O IMC foi calculado através da razão entre a MC e o quadrado da estatura ($IMC = Mc \text{ (Kg)} / Est^2 \text{ (m)}$).

A MC e a estatura foram incluídas na análise. A MC pela forte associação ao IMC e GC, e a estatura por serem frequentemente relacionadas às alterações do COP²⁵.

Para o cálculo da área muscular de braço corrigida (AMBc) foi utilizada a equação para mulheres proposta por Frisancho²⁶, onde a CB é a circunferência de braço e DCT é a dobra cutânea tricipital, ambas expressas em centímetros (cm).

$$AMBc (cm^2) = \frac{[CB (cm) - \pi \times DCT (cm) / 10]^2 - 6,5}{4 \pi}$$

A AMBc avalia a reserva de tecido muscular corrigindo a área óssea e tem sido descrita como a medida teórica mais correta para a avaliação indireta da massa muscular em idosos, além de permitir distinguir adequadamente indivíduos eutróficos e desnutridos²⁶.

A RCQ, um dos indicadores mais utilizados no diagnóstico de obesidade central, foi calculada pela razão entre as medidas de circunferência da cintura (CC) e quadril (CQ) em centímetros (cm), pela fórmula $RCQ = CC / CQ$. Tanto a RCQ quanto as circunferências de cintura e quadril isoladamente foram incluídas na análise visto que podem estar associadas às alterações da estabilidade postural^{11,25}.

Para o cálculo do %GC utilizou-se a equação proposta por Oliveira & Gerales²⁷, especialmente construída para a população da qual a amostra deste estudo foi selecionada.

$$\%GC = 15,329 + 1,044 (IMC) - 1,055 (Cant) + 0,282 (CQ) + 0,164 (DCCx) - 0,262 (CCox)$$

Onde: IMC representa o índice de massa corporal; Cant: a circunferência de antebraço expressa em cm; CQ: a circunferência de quadril; CCox: a circunferência de coxa e DCCx: a dobra cutânea de coxa, expressa em mm.

Avaliação da Força Isométrica Voluntária Máxima

Para a realização da medida da FIVM de extensores do joelho, a voluntária deveria estar sentada, com as costas apoiadas no encosto da cadeira de Bonnet adaptada, joelhos fletidos a 90° (medidos com auxílio de um goniômetro Universal) tendo suas coxas presas à cadeira com faixas de velcro, visando estabilizar sua postura²⁸. Durante a medida, uma cinta de couro, acoplada (através de corrente) a uma célula de força, fixada a um suporte fixo na base da cadeira era fixada, através de correia de couro, no tornozelo do membro a ser medido. Para esta medida eram realizadas três contrações voluntárias isométricas máximas do quadríceps femoral bilateralmente, no movimento de extensão do joelho. Cada contração deveria ser mantida durante cinco segundos. Como medida final, registrou-se o maior valor de força obtido dentre as três tentativas.

Avaliação Estabilométrica

Para a realização da avaliação estabilométrica, a plataforma foi posicionada em superfície plana em frente a uma parede branca com um alvo disposto à altura da glabella da voluntária avaliada, a um metro de distância. O

COP foi registrado em duas diferentes condições: olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF).

Foi solicitado a cada avaliada que permanecesse em bipedestação sobre a plataforma com os naviculares posicionados no centro da plataforma a uma distância de dois centímetros e um ângulo de abertura anterior de trinta graus. Na primeira medida da condição OA, os contornos dos pés foram marcados para que o sujeito retornasse à mesma posição após o período de repouso.

Durante a avaliação estabilométrica, os membros superiores dos sujeitos deveriam permanecer ao longo do tronco e foi solicitado que fixassem o olhar na marca posicionada (na condição OA) na parede. Os sujeitos foram orientados a permanecerem imóveis o máximo possível, por 60 segundos, em cada condição para registro do COP com um intervalo de dois minutos entre cada registro. Conforme as orientações de Lafond *et al.*²⁹, as medidas foram realizadas em duplicata e utilizaram-se as médias aritméticas de cada análise do COP.

Embora sejam várias as possibilidades de medidas obtidas através da estabilometria, um número limitado, composto pelas medidas consideradas variáveis fundamentais para a análise do COP, tem sido mais utilizado nas pesquisas⁴. Portanto, para o presente estudo, as seguintes medidas foram analisadas: 1) área elíptica do estatocinesiograma (AEE) - superfície de confiança que contém 95% das posições amostradas do COP; 2) desvio padrão anteroposterior e mediolateral (DPAP e DPML, respectivamente) – que comumente indica para altos valores do desvio padrão, grande instabilidade postural³⁰; 3) deslocamento da oscilação total (DOT) - ‘Tamanho’ ou

comprimento da trajetória do COP sobre a base de suporte; 4) a velocidade média anteroposterior e mediolateral (VMAP e VMML, respectivamente); amplitude anteroposterior e mediolateral (AmpAP e AmpML, respectivamente) e, 5) a frequência média anteroposterior e mediolateral (FMAP e FMML, respectivamente).

2.4. *Análise estatística*

Para a caracterização da amostra utilizou-se os valores da média aritmética, o desvio padrão e a amplitude. O Teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar se os dados apresentavam distribuição normal. Os coeficientes de correlação foram computados para determinar as associações simples entre as variáveis explicativas (Idade, MC, estatura, IMC, CQ, CC, RCQ, %GC, Mg, Mm, AMBc e FIVM) e as variáveis resposta (variáveis estabilométricas). A idade e a estatura foram incluídas na análise porque têm sido associadas às alterações do COP em alguns estudos sendo uma possível covariável²⁵. No caso de variáveis com distribuição não normal, realizou-se a transformação logarítmica neperiana das variáveis não normais.

A análise de regressão múltipla (*forward*) foi utilizada para determinar quais dentre as variáveis explicativas, influenciavam as variáveis estabilométricas. Antes da construção dos modelos de equações, realizou-se a verificação da colinearidade ou multicolinearidade entre as variáveis explicativas. Para a escolha do modelo de regressão, respeitaram-se os pressupostos de normalidade, linearidade, colinearidade e homocedasticidade.

O peso matemático de cada variável explicativa na equação (β) bem como seu teste t foi examinado e apresentado.

Tratando-se de um estudo exploratório, o modelo final de regressão escolhido para cada variável dependente (estabilométrica) deve conter o maior número de variáveis explicativas respeitando-se os pressupostos apresentados anteriormente, bem como valores de t e F com $p < 0,05$. Em caso de violação do pressuposto da colinearidade, a variável com maior correlação linear com a variável estabilométrica era incluída na análise de regressão múltipla. Todos os resultados foram considerados significantes para um nível de 5% ($p < 0,05$). O software estatístico PASW 18.0 foi utilizado para todas as análises.

3. RESULTADOS

As características físicas (Idade, medidas antropométricas, medidas de EN e FIVM) dos sujeitos estão dispostas na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas das voluntárias (n = 108) incluindo as medidas de estado nutricional, medidas antropométricas e idade.

Variável	Média $\pm$ DP	Amplitude
Idade (anos)	70,10 $\pm$ 6,29	60,00 - 87,00
Massa Corporal (Kg)	64,63 $\pm$ 12,00	41,90 - 99,90
Estatura (m)	1,51 $\pm$ 0,06	1,38 - 1,64
IMC (Kg/cm ²)	28,34 $\pm$ 5,02	18,14 - 45,52
Circunferência de Cintura (cm)	90,59 $\pm$ 11,56	37,00 - 123,00
Circunferência de Quadril (cm)	102,87 $\pm$ 10,01	66,30 - 139,00
Relação Cintura-Quadril	0,89 $\pm$ 0,11	0,74 - 1,79
AMBc (cm ²)	32,44 $\pm$ 12,00	11,04 - 80,49
% Gordura Corporal	40,82 $\pm$ 6,17	16,69 - 59,01
Massa Magra (Kg)	37,68 $\pm$ 4,47	28,40 - 50,16
Massa Gorda (Kg)	26,95 $\pm$ 8,82	6,99 - 57,60
FIVM (Kg.f)	22,27 $\pm$ 5,78	9,00 - 35,08

IMC: Índice de Massa Corporal; AMBc: Área Muscular de Braço Corrigida; FIVM: Força Muscular Máxima Isométrica de extensão do joelho.

Os valores médios de todas as variáveis estabilométricas nas condições OA e OF estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Variáveis estabilométricas das voluntárias nas situações olhos abertos e fechados.

Variáveis Estabilométricas	Olhos Abertos		Olhos Fechados	
	Média $\pm$ DP	Amplitude	Média $\pm$ DP	Amplitude
DPAP (cm)	0,41 $\pm$ 0,13	0,22 - 1,22	0,47 $\pm$ 0,19	0,23 - 1,69
DPML (cm)	0,34 $\pm$ 0,12	0,17 - 0,96	0,39 $\pm$ 0,15	0,18 - 1,00
DOT (cm)	83,94 $\pm$ 19,81	53,84 - 166,19	102,32 $\pm$ 36,67	56,12 - 281,01
AmpAP (cm)	2,33 $\pm$ 0,66	1,41 - 5,07	2,73 $\pm$ 1,02	1,38 - 8,83
AmpML (cm)	1,92 $\pm$ 0,66	0,95 - 4,88	2,22 $\pm$ 0,80	1,13 - 5,29
AEE (cm²)	2,78 $\pm$ 2,27	0,74 - 21,16	3,70 $\pm$ 3,29	0,98 - 28,80
VelAP (cm/s)	0,98 $\pm$ 0,26	0,62 - 2,17	1,23 $\pm$ 0,49	0,60 - 3,40
VelML (cm/s)	0,80 $\pm$ 0,20	0,56 - 1,71	0,94 $\pm$ 0,32	0,53 - 2,84
FMAP (Hz)	0,35 $\pm$ 0,12	0,12 - 0,74	0,38 $\pm$ 0,13	0,17 - 0,83
FMML (Hz)	0,34 $\pm$ 0,11	0,15 - 0,71	0,36 $\pm$ 0,12	0,15 - 0,86

DP AP: desvio padrão anteroposterior; DP ML: desvio padrão mediolateral; DOT: Deslocamento da oscilação total; AmpAP: amplitude anteroposterior; AmpML: amplitude mediolateral; VelAP: velocidade média anteroposterior; VelML: velocidade média mediolateral; AEE: área elíptica do estatocinesiograma; FMAP: frequência média anteroposterior; FMML: frequência média mediolateral.

Nas tabelas 3 e 4 encontram-se os coeficientes de correlação linear das associações entre as variáveis explicativas e as variáveis estabilométricas nas situações de OA e OF, respectivamente. Foi observado que quase todas variáveis explicativas associam-se significativamente com um ou mais variáveis estabilométricas, com exceção da estatura na condição OA, e RCQ e FIVM na condição OF.

Observa-se que todas as correlações foram classificadas como fracas, contudo algumas associações apresentaram-se ligeiramente mais fortes: CC – AmpML e FIVM – FMML na condição OA; MC – AmpAP ($r = 0,311$), CC – AmpAP ($r = 0,311$), Mm – DPAP ($r = 0,343$) e Mm – AmpAP ($r = 0,327$) na

condição OF. Correlações negativas apresentaram maior frequência quando as variáveis estabilométricas eram associadas à FIVM, AMBc e Mm.

Tabela 3. Coeficientes de correlação das variáveis explicativas e variáveis estabilométricas na condição olhos abertos.

Variável	Idade	MC	Est	IMC	CC	CQ	RCQ	%GC	Mm	Mg	AMBc	FIVM
DPAP	0,047	0,204*	0,073	0,168	0,218*	0,169	0,201*	0,076	0,241*	0,176	0,094	-0,107
DPML	0,204*	0,217*	0,074	0,208*	0,279**	0,231*	0,157	0,128	0,201*	0,191*	0,191*	-0,234*
DOT	0,281**	-0,054	-0,047	0,017	0,091	0,099	-0,006	0,109	-0,187	0,018	-0,061	-0,018
AmpAP	0,056	0,226*	0,054	0,205*	0,256**	0,201*	0,192*	0,138	0,222*	0,215*	0,101	-0,044
AmpML	0,260**	0,256**	0,088	0,243*	0,305**	0,271**	0,146	0,163	0,22*	0,237*	0,182	-0,193*
AEE	0,175	0,230*	0,087	0,203*	0,265**	0,211*	0,190*	0,113	0,238*	0,202*	0,151	-0,206*
VelAP	0,243**	0,034	-0,053	0,066	0,158	0,189*	0,009	0,206*	-0,140	0,109	-0,028	-0,026
VelML	0,266*	-0,058	-0,065	-0,042	0,061	-0,023	0,019	0,050	-0,209*	-0,079	-0,115	-0,089
FMAP	0,058	-0,024	-0,130	0,031	0,041	0,055	-0,034	0,182	-0,203*	0,035	-0,039	0,068
FMML	-0,095	-0,093	-0,026	-0,059	-0,067	-0,099	-0,031	0,030	-0,137	-0,043	-0,062	0,347**

MC: massa corporal; Est: estatura; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; CQ: circunferência de quadril; RCQ: relação cintura-quadril; %GC: porcentagem de gordura corporal; Mm: massa magra; Mg: massa gorda; AMBc : área muscular de braço corrigida; FIVM: força muscular máxima isométrica de extensão do joelho; DP AP: desvio padrão anteroposterior; desvio padrão mediolateral; DOT: Deslocamento da oscilação total; AmpAP: amplitude anteroposterior; AmpML: amplitude mediolateral; VelAP: velocidade média anteroposterior; VelML: velocidade média mediolateral; FMAP: frequência média anteroposterior; FMML: frequência média mediolateral.

Os valores apresentados são coeficientes de correlação de *Pearson* para os dados com distribuição normal e *Spearman* para os com distribuição não normal.

* 0,05 < p < 0,01

** p < 0,01

Tabela 4. Coeficientes de correlação das variáveis explicativas e variáveis estabilométricas na condição olhos fechados.

Variável	Idade	MC	Est	IMC	CC	CQ	RCQ	%GC	Mm	Mg	AMBc	FIVM
DPAP	0,059	0,285**	0,252**	0,165	0,255**	0,229*	0,121	0,064	0,343**	0,214*	0,144	-0,002
DPML	0,197*	0,208*	0,111	0,172	0,268**	0,255**	0,072	0,145	0,192*	0,185	0,184	-0,072
DOT	0,233*	0,080	0,089	0,074	0,150	0,193*	-0,011	0,165	-0,017	0,115	0,04	-0,002
AmpAP	0,062	0,311**	0,221*	0,211*	0,311**	0,276**	0,127	0,138	0,327**	0,256**	0,152	-0,015
AmpML	0,188	0,229*	0,113	0,203*	0,278**	0,262**	0,097	0,173	0,208*	0,212*	0,16	-0,061
AEE	0,142	0,281**	0,189*	0,205*	0,299**	0,276**	0,113	0,136	0,288**	0,235*	0,196*	-0,06
VelAP	0,187	0,148	0,079	0,142	0,221*	0,271**	0,005	0,255**	0,011	0,193*	0,058	0,000
VelML	0,256**	-0,069	0,023	-0,051	0,023	0,015	0,002	-0,009	-0,104	-0,034	-0,051	-0,051
FMAP	0,107	-0,013	-0,080	0,05	0,060	0,105	-0,036	0,213*	-0,180	0,070	-0,007	0,064
FMML	0,047	-0,239*	-0,149	-0,167	-0,210*	-0,202*	-0,098	-0,066	-0,279**	-0,170	-0,187	0,071

MC: massa corporal; Est: estatura; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; CQ: circunferência de quadril; RCQ: relação cintura-quadril; %GC: porcentagem de gordura corporal; Mm: massa magra; Mg: massa gorda; AMBc : área muscular de braço corrigida; FIVM: força muscular máxima isométrica de extensão do joelho; DP AP: desvio padrão anteroposterior; desvio padrão mediolateral; DOT: Deslocamento da oscilação total; AmpAP: amplitude anteroposterior; AmpML: amplitude mediolateral; VelAP: velocidade média anteroposterior; VelML: velocidade média mediolateral; FMAP: frequência média anteroposterior; FMML: frequência média mediolateral.

Os valores apresentados são coeficientes de correlação de *Pearson* para os dados com distribuição normal e *Spearman* para os com distribuição não normal.

* 0,05 < p < 0,01

** p < 0,01

A análise de regressão múltipla (forward) foi realizada para cada variável estabilométrica separadamente e dispostos nas tabelas 5 e 6 em ordem decrescente para valores de r^2 ajustados nas condições de OA e OF.

Tabela 5. Resumo dos modelos de regressão múltipla (*forward*) examinando o efeito das variáveis explicativas sobre as variáveis estabilométricas na condição de olhos abertos.

		β	t	IC 95%	r	r^2	r^2 aj	EPE	F
DPML									
	CC	0,349	3,893**	0,001 a 0,004	0,297	0,088	0,080	0,082	10,246**
	FIVM	-0,31	-3,463**	-0,007 a -0,002	0,426	0,182	0,166	0,078	11,649**
	(CC + FIVM)				0,426	0,182	0,166	0,078	11,649**
AmpML									
	CC	0,376	4,193*	0,004 a 0,010	0,332	0,110	0,102	0,195	13,142**
	FIVM	-0,264	-2,944**	-0,016 a -0,003	0,422	0,178	0,163	0,188	11,381**
	(CC + FIVM)				0,422	0,178	0,163	0,188	11,381**
AEE									
	CC	0,206	2,014*	0,000 a 0,014	0,266	0,071	0,062	0,385	8,049**
	FIVM	-0,331	-3,486**	-0,036 a -0,010	0,373	0,139	0,123	0,372	8,506**
	Mm	0,235	2,185*	0,074 a 1,525	0,421	0,177	0,153	0,337	7,466**
	(CC + FIVM + Mm)				0,421	0,177	0,153	0,337	7,466**
FMML									
	FIVM	0,321	3,488**	0,002 a 0,007	0,321	0,103	0,095	0,078	12,168**
	(FIVM)				0,321	0,103	0,095	0,078	12,168**
VelAP									
	% GC	0,229	2,475*	0,001 a 0,008	0,235	0,055	0,046	0,118	6,196**
	Idade	0,216	2,339*	0,045 a 0,547	0,319	0,102	0,085	0,116	5,965**
	(% GC + Idade)				0,319	0,102	0,085	0,116	5,965**
DOT									
	Idade	0,257	2,73**	0,171 a 1,07	0,257	0,066	0,057	0,209	7,480**
	(Idade)				0,257	0,066	0,057	0,209	7,480**
AmpAP									
	CC	0,223	2,350*	0,001 a 0,009	0,223	0,05	0,041	0,256	5,523*
	(CC)				0,223	0,05	0,041	0,256	5,523*
FMAP									
	Mm	-0,199	-2,09*	-0,413 a -0,011	0,199	0,04	0,031	0,122	4,368*
	(Mm)				0,199	0,04	0,031	0,122	4,368*
DPAP									
	RCQ	0,197	2,067*	0,014 a 0,648	0,197	0,039	0,03	0,083	4,274*
	(RCQ)				0,197	0,039	0,03	0,083	4,274*
VelIML									
	Idade	0,193	2,029*	0,010 a 0,842	0,193	0,037	0,028	0,193	4,118*
	(Idade)				0,193	0,037	0,028	0,193	4,118*

β : coeficiente padronizado de regressão da variável explicativa; t : teste t pareado; IC95%: intervalo de confiança a um nível de 95%; r : coeficiente de correlação de *Pearson*; r^2 : coeficiente de determinação; r^2 aj: coeficiente de determinação ajustado; EPE: erro padrão de estimativa; F: teste F; DPAP: desvio padrão anteroposterior; desvio padrão mediolateral; DOT: Deslocamento da oscilação total; AmpAP: amplitude anteroposterior; AmpML: amplitude mediolateral; VelAP: velocidade média anteroposterior; VelML: velocidade média mediolateral; FMAP: frequência média anteroposterior; FMML: frequência média mediolateral.

* $0,05 < p < 0,01$

** $p < 0,01$

Tabela 6. Resumo dos modelos de regressão múltipla (*forward*) examinando o efeito das variáveis explicativas sobre as variáveis estabilométricas na condição de olhos fechados.

		β	t	IC 95%	r	r^2	r^2 aj	EPE	F
Amp AP									
	CC	0,319	3,464*	0,004 a 0,013	0,319	0,102	0,093	0,292	11,996**
	(CC)				0,319	0,102	0,093	0,292	11,996**
FM ML									
	Mm	-0,326	-3,319**	-0,391 a -0,099	0,241	0,058	0,049	0,085	6,538*
	FIVM	0,243	2,471*	0,001 a 0,007	0,331	0,11	0,093	0,083	6,479**
	(Mm + FIVM)				0,331	0,11	0,093	0,083	6,479**
DOT									
	CQ	0,257	2,784**	0,226 a 1,344	0,249	0,062	0,053	0,286	6,978**
	Idade	0,218	2,365*	0,117 a 1,327	0,33	0,109	0,092	0,28	6,438**
	(CQ + Idade)				0,33	0,109	0,092	0,28	6,438**
AEE									
	CC	0,307	3,321**	0,006 a 0,025	0,307	0,094	0,086	0,572	11,028**
	(CC)				0,307	0,094	0,086	0,572	11,028**
VM AP									
	CQ	0,306	3,305**	0,240 a 0,960	0,306	0,093	0,085	0,18	10,923**
	(CQ)				0,306	0,093	0,085	0,18	10,923**
DP ML									
	CQ	0,302	3,260**	0,120 a 0,494	0,302	0,091	0,083	0,093	10,628**
	(CQ)				0,302	0,091	0,083	0,093	10,628**
Amp ML									
	CC	0,301	3,249**	0,003 a 0,014	0,301	0,091	0,082	0,311	10,553**
	(CC)				0,301	0,091	0,082	0,311	10,553**
DP AP									
	CC	0,25	2,655**	0,001 a 0,004	0,25	0,062	0,054	0,108	7,051**
	(CC)				0,25	0,062	0,054	0,108	7,051**
VM ML									
	Idade	0,219	2,309*	0,050 a 0,660	0,219	0,048	0,039	0,141	5,334*
	(Idade)				0,219	0,048	0,039	0,141	5,334*
FM AP									
	% GC	0,205	2,157*	0,000 a 0,006	0,205	0,042	0,033	0,0912	4,652*
	(% GC)				0,205	0,042	0,033	0,0912	4,652*

β : coeficiente padronizado de regressão da variável explicativa; t : teste t pareado; IC95%: intervalo de confiança a um nível de 95%; r : coeficiente de correlação de *Pearson*; r^2 : coeficiente de determinação; r^2 aj: coeficiente de determinação ajustado; EPE: erro padrão de estimativa; F: teste F; DP AP: desvio padrão anteroposterior; desvio padrão mediolateral; DOT: Deslocamento da oscilação total; Amp AP: amplitude anteroposterior; Amp ML: amplitude mediolateral; VelAP: velocidade média anteroposterior; VelML: velocidade média mediolateral; FM AP: frequência média anteroposterior; FM ML: frequência média mediolateral.

* 0,05 < p < 0,01

** p < 0,01

A amplitude do r^2 ajustado variou de 0,028 a 0,166 para OA, e de 0,033 a 0,093 para OF. Na condição OA, a análise de regressão múltipla (*forward*) indicou que a variável estabilométrica DPML foi a mais influenciada pelas variáveis explicativas. A CC era responsável por 8,8% de toda variação do

DPML, e a FIVM contribuiu com 9,4% adicionais, sendo a FIVM negativa ($\beta = -0,31$ e $p < 0,01$), ou seja, quanto menor a força muscular maior a DPML. Já para a condição OF, a análise de regressão múltipla (*forward*) indicou que a variável estabilométrica mais influenciada pelas variáveis explicativas foi a AmpAP, sendo a CC sozinha responsável por 10,2% da variação. Ao contrário do esperado, a condição OA foi mais influenciada pelas variáveis explicativas do que a condição OF.

As variáveis CC e FIVM estiveram presentes em quatro dos 10 modelos finais de regressão, na condição OA, seguida da idade (presente em três modelos), Mm (dois modelos) e, %GC e RCQ em apenas um modelo cada. Já para a condição OF, a CC esteve presente em quatro modelos, a CQ em três e a idade em dois. A FIVM, Mm e %GC foram incluídos em um único modelo cada uma. É importante observar que na condição OF, as circunferências de cintura e quadril prevaleceram frente a todas variáveis explicativas e foram inseridas isoladamente em 60% dos modelos finais de regressão.

4. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo, de caráter exploratório, foi investigar a associação entre diferentes medidas estabilométricas, três medidas indicadoras do EN: IMC, %GC e AMBc, o tipo de distribuição de gordura corporal e a força muscular em uma amostra de idosas. Adicionalmente, verificou-se a contribuição relativa das variáveis antropométricas e da força muscular para o desempenho de diferentes variáveis estabilométricas.

Com exceção da estatura, na condição OA, RCQ e FIVM na condição OF, a grande maioria das variáveis explicativas incluídas no presente estudo apresentou associações estatisticamente significantes com uma ou mais variáveis estabilométricas. A análise de regressão múltipla (*forward*) permitiu identificar que as variáveis estabilométricas desvio padrão mediolateral na condição OA e Amp AP na condição OF foram as mais influenciadas pelas variáveis explicativas.

Corroborando com o descrito na literatura¹⁰, também neste estudo, foram notáveis as alterações do EN verificadas na população idosa, sobretudo, no que se refere às elevadas médias observadas no IMC ($28,34 \pm 5,02$) e no %GC ($40,82 \pm 6,17$). A literatura indica a possibilidade do excesso de peso e do tipo de distribuição da gordura corporal, influenciar o controle postural (CP) dos indivíduos^{14,31}.

O CP depende da integração de informações de todos os sistemas sensório-motores (visual, vestibular e proprioceptiva). Uma pequena mudança da oscilação a partir de uma posição vertical neutra, leva a um torque que move e acelera o corpo, devido à gravidade, promovendo o afastamento da posição ortostática inicial. Dessa forma, um torque corretivo é exercido pelos pés que o contrabalança. A visão amplamente aceita pelos pesquisadores é que o torque corretivo é gerado pela ação de um sistema de controle tipo “feedback”³¹.

Há pelo menos duas possíveis razões (uma mecânica e a outra funcional) que poderiam explicar o fato da estabilidade postural ser associada às mudanças da composição corporal, incluindo aumento da MC, GC e modificações da distribuição da gordura corporal.

A primeira está relacionada à contribuição dos mecanorreceptores do pé e a sensibilidade cutaneaplanar para o CP. O poder discriminatório dos mecanorreceptores pode ser afetada por um estímulo constante e repetitivo, sendo assim, Hue *et al.*³¹ sugerem que o excesso de peso pode ser um provável candidato para reduzir a sensibilidade de mecanorreceptores. Na verdade, vários experimentos recentes, nos quais as áreas de contato e pressão plantar foram medidas em indivíduos obesos apontam para esta possibilidade.

Quando comparados aos não-obesos, pessoas obesas, geralmente apresentam maiores áreas de contato plantar e maiores valores de pressão média para a maioria dos pontos anatômicos testados³², bem como, aumentos significativos na pressão sob o calcanhar, mediopé e cabeças metatarsais³³.

Em consequência, os maiores valores de pressão e áreas de contato maior nas pessoas obesas, podem reduzir a qualidade e/ou a quantidade de informações sensoriais provenientes dos mecanorreceptores plantares. Na verdade, este fato é sugerido por Teasdale *et al.*³⁴ que demonstrou, em intervenção, que a perda de peso em pacientes obesos e obesos mórbidos, proporcionou uma melhora significativa da estabilidade postural (diminuição da amplitude e velocidade do COP). Ressalta-se que, em idosos, a sensibilidade cutaneaplanar e a aferência mecanoreceptora é prejudicada, tanto pelo processo de envelhecimento em si, quanto pela presença de patologias que influenciam negativamente o sistema nervoso periférico³⁵.

A segunda provável razão para explicar o motivo da estabilidade postural pode ser influenciada mecanicamente pelas alterações verificadas na CC, que inclui o aumento da MC, GC e modificações da distribuição da gordura

corporal, é o modelo de pêndulo invertido. Em outras palavras, quando em pé, o corpo humano é muitas vezes comparado a um pêndulo invertido, girando em torno da articulação do tornozelo¹¹. Tem-se sugerido, que a obesidade e/ou o sobrepeso, em associação com a distribuição centrípeta da GC, alterem o equilíbrio, o que modificaria a localização do centro de massa, levando à instabilidade biomecânica do CP^{12,13,34}.

Portanto, quando uma pessoa obesa é submetida a uma pequena oscilação para frente, a distribuição anormal de gordura corporal na região abdominal (posição do centro de massa comum relativa ao tornozelo) cede a um torque maior reestabilizante do tornozelo, necessário para recuperar o equilíbrio. Isto sugere que, quando submetidos a um estresse postural diário e outras perturbações, as pessoas obesas, particularmente aqueles com distribuição excessiva de gordura na região abdominal, podem estar em maior risco de cair, quando comparadas com indivíduos com peso normal, visto que os indivíduos eutróficos possuem uma maior capacidade de gerar torque rápido no tornozelo para recuperar o equilíbrio^{11,34}.

No presente estudo, observou-se que a MC, IMC, %GC e a Mg, bem como a RCQ, CC e CQ associaram-se significativamente a alterações das variáveis estabilométricas (Tabelas 3 e 4). Apesar de tanto a GC, quanto o IMC, a MC e Mg, sozinhas, influenciarem a estabilidade postural, parece que há uma maior contribuição da distribuição da gordura corporal do que o excesso de peso ou adiposidade. Quando analisados os modelos de regressão, pode-se observar que a influência das circunferências de cintura e quadril, ou seja, a distribuição de gordura corporal foi claramente marcante.

Para as variáveis desvio padrão mediolateral e amplitude mediolateral na condição OA, os quais obtiveram maiores valores de r^2 (cerca 18% cada) nos modelos finais de regressão, a CC foi determinante para explicar a variação da estabilidade postural, e nem a MC, %GC, Mg e IMC foram incluídas nos modelos. A CC foi responsável por 8,8% da variação do desvio padrão mediolateral e 11% da variação da amplitude mediolateral. Vale salientar que há evidências crescentes de que a instabilidade ML é um importante marcador estabilométrico de comprometimento do equilíbrio funcional³⁶.

Já na condição OF, o modelo final de regressão para a variável resposta, amplitude anteroposterior, a CC sozinha foi responsável por cerca de 10% da variação.

Nos demais modelos, a influência da CC variou de 5% a 6,8%, e a RCQ foi incluída em um modelo (desvio padrão anteroposterior) contribuindo com 3%. Contudo, o IMC, a MC e a Mg não foram inseridos em nenhum modelo de regressão, e a %GC em apenas um modelo contribuindo apenas com 4,7% da variação do variável velocidade anteroposterior (tabela 5).

Na condição OF, as circunferências de cintura e quadril prevaleceram nos modelos de regressão. Estas variáveis foram incluídas em 60% de todos os modelos, e em seis deles, foram as únicas variáveis explicativas presentes (tabela 6).

No presente estudo identificou-se uma elevada colinearidade entre as variáveis MC, IMC, %GC, Mg, RCQ, CC e CQ, sendo assim, foram incluídos nos modelos de regressão múltipla apenas as variáveis que não violaram os

pressupostos de inclusão, e que se correlacionavam mais fortemente com a variável resposta.

Hue *et al.*³¹, utilizando como amostra sujeitos com idades entre 24 a 61 anos, atribuíram à MC uma grande relevância para as alterações da estabilidade postural. No estudo citado, para a variável estabilométrica velocidade média, a MC foi responsável por 55% da variação observada. Vale salientar que, no estudo citado, a inclusão da MC nos modelos de regressão foi forçada, e as medidas que verificavam o estado nutricional (IMC) e a distribuição de GC como a RCQ, CC e CQ foram excluídas de suas análises pela elevada colinearidade com a MC, não permitindo atribuir um peso relativo à MC e sua distribuição isoladamente, ou seja, não foi possível verificar se, de fato, a MC era, entre todas as variáveis, a maior responsável pelas grandes variações observadas.

No presente estudo, observou-se, claramente, que as medidas de distribuição de gordura corporal (RCQ, CC e a CQ), influenciam sobremaneira o CP das idosas, visto que foram incluídas em 60% dos modelos de regressão (tabelas 5 e 6), enquanto a MC, ou mesmo o IMC, não esteve presente em nenhuma. Dessa forma, os achados do presente estudo sugerem que a instabilidade postural em idosos parece ser mais bem explicada, no tocante à composição corporal, pela influência do acúmulo anormal de gordura na região central do corpo, levando a um maior deslocamento do centro de massa no modelo de pêndulo invertido do que pelo excesso de peso em si.

Apesar de observada fortes evidências de que o aumento da GC e sua distribuição centrípeta estarem possivelmente relacionadas à maiores alterações do CP, pesquisas verificaram que indivíduos classificados em baixo

peso ou desnutridos, sobretudo em idosos, estão sob maior de risco de desequilíbrio e quedas^{17,18}.

No presente estudo não foram encontradas associações negativas e estatisticamente significativas entre as variáveis estabilométricas e o baixo peso, avaliado pelo IMC. Apenas para a variável explicativa MC, foi estabelecida uma associação, onde indivíduos com menor MC pareciam aumentar a frequência média de oscilação mediolateral do COP na condição OF ocasionando em maior instabilidade (tabela 4). A observação sugere que os indivíduos com baixos valores de MC, talvez solicitem maiores ajustes de controle neuromuscular para manter o equilíbrio, visto a diminuição de massa muscular associada. Contudo, nos modelos de regressão, nem a MC nem qualquer outra variável explicativa que se correlacione fortemente a ela (IMC, por exemplo) foi incluída de modo a associar-se negativamente a frequência de oscilação do COP.

Embora o IMC seja amplamente utilizado em estudos populacionais, em grande parte, devido a ser uma forma simples, barata e útil, tanto em nível individual quanto populacional, permitir comparações com outros estudos (nacionais ou internacionais), expressar as reservas energéticas do indivíduo, além de apresentar elevada correlação com a MC, não destingue adequadamente massa gorda e massa magra, especialmente a massa muscular. Além disso possui sérias restrições quanto ao uso na população idosa³⁷. Dessa forma, outras medidas que permitam um diagnóstico do EN e que possam ser utilizados sem grandes restrições nessa população são desejadas. No presente estudo foram incluídas mais duas medidas de EN: %GC e AMBc.

A avaliação do %GC permite quantificar a Mm, enquanto a AMBc permite verificar, indiretamente, e de maneira acurada a massa muscular do idoso²⁶. Sabe-se que com avançar da idade há um declínio na massa corporal magra, nomeadamente, no que se refere à massa muscular. Tais alterações têm sido descritas como importantes fatores de declínio da funcionalidade e capacidade física, além de elevar o risco de quedas^{9,17}. Entretanto, Visser *et al.*³⁸ não encontraram qualquer associação entre massa muscular e auto-relato de deficiência ou o desempenho de membros inferiores.

Nesse sentido, a Mm pareceu influenciar negativamente apenas a frequência anteroposterior e mediolateral nas situações OA e OF, respectivamente (tabelas 5 e 6). Ao contrário do que sugere a literatura, a AMBc não pareceu associar-se à alteração de controle postural em idosas visto que apresentou correlações fracas e positivas apenas com duas variáveis resposta: desvio padrão mediolateral (condição OA); e área elíptica do estatocinesiograma (na condição OF). Ora, era de se esperar que quanto menor a AMBc (que exprime a massa muscular) maiores as alterações de equilíbrio³⁹.

Associada à perda de Mm e massa muscular (medida aqui de forma indireta pela AMBc), o idoso normalmente apresenta grande redução da força muscular²¹. Na presente pesquisa a medida escolhida para verificar os níveis de força muscular foi a FIVM dos extensores do joelho e esta apresentou correlações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) com algumas variáveis estaibilométricas, apenas na condição OA.

Para as variáveis desvio padrão mediolateral, amplitude mediolateral e área elíptica do estatocinesiograma, as associações verificadas foram fracas e

negativas. Ou seja, quanto menor a força muscular maior a instabilidade postural. Contudo, para o variável frequência média mediolateral (condição OA), a correlação foi positiva ($r = 0,347$; $p < 0,01$), o que não era esperado.

Embora a perda de massa muscular esteja associada com o declínio da força em idosos, esta diminuição é muito mais rápida do que a perda concomitante de massa muscular, sugerindo um declínio na qualidade do músculo por causa de uma função deteriorada da junção neuromuscular⁴⁰. Além disso, manter ou ganhar massa muscular não impede diminuição da força muscular associada ao envelhecimento⁴¹.

A idade vem sendo citada em diversos estudos como um importante preditor de quedas e instabilidade postural³⁶. Em virtude disso, foi incluída nas análises de correlação e regressão múltipla. A média de idade amostral do presente estudo foi de 70,1 anos, com amplitude entre 60 a 87 anos, e obtiveram-se baixas correlações com as variáveis estabilométricas (tabelas 3 e 4). Nos modelos de regressão a idade foi incluída em três modelos na condição OA (tabela 5) e em dois modelos na condição OF (tabela 6). A maior influência da idade foi verificada na variável estabilométrica, deslocamento da oscilação total (OA), sendo responsável por 6,6% da variação total para esse parâmetro. Era esperada uma maior influência da idade sobre as variáveis estabilométricas visto que há um declínio significativo dos sistemas que regulam o controle postural como o visual, somatossensorial e o vestibular⁴².

Outra possível variável de confundimento incluída nas análises de correlação e regressão múltipla foi a estatura. A estatura, *per se*, é citada como um fator independente de alterações do CP²⁵. Em estudo clássico, Era *et al.*⁴³ identificaram que, em idosos, quanto menor a estatura melhor o desempenho

das mulheres nos teste de equilíbrio, quando comparados a indivíduos do sexo oposto. Na presente pesquisa, a estatura associou-se significativamente com as variáveis estabilométricas apenas na condição OF (ver tabela 4), corroborando com os achados de Era *et al.*⁴³, contudo não foi incluída nos modelos finais de regressão.

Algumas limitações do estudo merecem ser discutidas: 1) a estabilometria, sozinha, talvez não seja a melhor forma de identificar instabilidade postural. Apesar de poder-se quantificar as oscilações posturais, condições que imprimam desequilíbrio são desejadas; 2) outros métodos complementares, como registros eletromiográficos e medições de pressão do pé poderiam fornecer maiores informações. Este estudo investiga uma área limitada dos mecanismos fisiológicos envolvidos no controle da postura humana e a compreensão de toda a dinâmica relacionados ao CP ainda é um campo aberto de pesquisa; 3) o fato da amostra ter sido não probabilística pôde ter causado viés de seleção; 4) é provável que o uso de um teste sensorial plantar poderia fornecer informações sobre a neuropatia pré-clínica, especialmente em indivíduos idosos e obesos com índice elevado de sensibilidade à insulina.

5. CONCLUSÃO

Um adequado controle postural é um pré-requisito essencial para as tarefas diárias, servindo de base para a realização da maioria dos movimentos, sobretudo em idosos. Diante do exposto, pode-se concluir que quase todas

variáveis explicativas estudadas que se referem ao EN, distribuição de gordura corporal e força muscular associam-se significativamente com um ou mais variáveis estabilométricas podendo contribuir para alterações de estabilidade postural. Adicionalmente, a análise de regressão sugere que dentre as variáveis explicativas, a distribuição de gordura corporal associada à diminuição de força muscular, não o excesso de massa corporal, são responsáveis, em parte, pelas alterações da estabilometria de idosas.

6. REFERÊNCIAS

1. Kirkwood TBL, Austad SN. Why do we age? *Nature* 2000;408:233–8.
2. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing* 2006 Sep;35(2):37–41.
3. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010;46(2):239–48.
4. Duarte M, Freitas. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras de Fisiot* 2010;14(3).
5. Abrahamová D, Hlavacka F. Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiological research / Academia Scientiarum Bohemoslovaca*. 2008 Jan; 57(6):957–64.
6. Nardone A, Schieppati M. The role of instrumental assessment of balance in clinical decision making. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010;46(2):221–37.
7. Pajala S, Era P, Koskenvuo M, Kaprio J. Force Platform Balance Measures as Predictors of Indoor and Outdoor Falls in Community-Dwelling Women Aged 63 – 76 Years. *Journal of Gerontology* 2008;63(2):171–8.
8. Lihavainen K, Sipilä S, Rantanen T, Sihvonen S, Sulkava R, Hartikainen S. Contribution of musculoskeletal pain to postural balance in community-dwelling people aged 75 years and older. *The journals of gerontology* 2010;65(9):990–6.

9. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, *et al.* Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology* 1998; 147(8):755–63.
10. Waters DL, Hale L, Grant a M, Herbison P, Goulding a. Osteoporosis and gait and balance disturbances in older sarcopenic obese New Zealanders. *Osteoporosis international* 2010 Feb;21(2):351–7.
11. Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* 2001;9(2):126–36.
12. Blaszczyk JW, Plewa M, Cies J, Zahorska-markiewicz B, Markiewicz A. Effects of excessive body weight on postural control. *Journal of biomechanics* 2009;42:1295–300.
13. Handrigan G, Hue O, Simoneau M, Corbeil P, Marceau P, Marceau S, *et al.* Weight loss and muscular strength affect static balance control. *International journal of obesity* 2010 7;34(5):936–42.
14. Mainenti M, Rodrigues E de C. Adiposity and postural balance control: Correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signal in elderly Brazilian women. *Clinics* 2011;66(9):1513–8.
15. Winters K. Body composition predicts bone mineral density and balance in premenopausal women. *Journal of Women's Health & Gender-Based Medicine* 2000;9(8).
16. Hassinen M, Komulainen P, Lakka TA, Väisänen SB, Rauramaa R. Associations of Body Composition and Physical Activity with Balance and Walking Ability in the Elderly. *Journal of Physical Activity and Health* 2005:298–306.
17. Kinney JM. Nutritional frailty, sarcopenia and falls in the elderly. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care* 2004; 7(1):15.
18. Miller MD, Thomas JM, Cameron ID, Sheng Chen J, Sambrook PN, March LM, *et al.* BMI: a simple, rapid and clinically meaningful index of under-nutrition in the oldest old? *British Journal of Nutrition* 2008 Oct;101(09):1300.
19. Young Y, Myers AH, Provenzano G. Factors associated with time to first hip fracture. *Journal of aging and health* 2001;13(4):511–26.
20. Rantanen T, Guralnik JM, Sakari-Rantala R, Leveille S, Simonsick EM, Ling S, *et al.* Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the Women's Health and Aging Study. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 1999;80(2):130–5.

21. Orr R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly - A systematic review. *Eur Phys Rehabil Med* 2010;46(2):183–220.
22. Jubrias SA, Odderson IR, Esselman PC, Conley KE. Decline in isokinetic force with age: muscle cross-sectional area and specific force. *European journal of physiology* 1997; 434(3):246–53.
23. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke J-D, Pirlich M. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clinical nutrition* 2011;30(2):135–42.
24. Lohman, T.G., Roche, A.F., Martorell, R., (1991) *Anthropometric Standardization Reference Manual*, Human Kinetics Books: Champaign, IL.
25. Chiari L, Rocchi L, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clinical biomechanics* 2002;17(9-10):666–77.
26. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *American Journal of Clinical Nutrition* 1981;34(11):2540.
27. Oliveira, DWL, Geraldles, AR. Validação de equação preditiva para a composição corporal em idosos alagoanos. 2011. 98f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Nutrição, UFAL, Maceió, 2011.
28. Edwards RH, Young A, Hosking GP, Jones DA. Human skeletal muscle function: description of tests and normal values. *Clinical science and molecular medicine* 1977 Mar;52(3):283–90.
29. Lafond D, Corriveau H, Hebert R, Prince F. Intrasection reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2004;85(6):896–901.
30. Riley MA, Baker AA, Schmit JM, Weaver E. Effects of visual and auditory short-term memory tasks on the spatiotemporal dynamics and variability of postural sway *J Motor Behav* 2005;37:311–24.
31. Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, *et al.* Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & posture* 2007; 26(1):32–8.
32. Birtane M, Tuna H. The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin Biomech* 2004;19:1055–9.
33. Hills AP, Hennig EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *Int J Obest Relat Metab Disord* 2001;25:1674–9.

34. Teasdale N, Hue O, Marcotte J, Berrigan F, Simoneau M, Dore ´ J, *et al.* Reducing weight increases postural stability in obese and morbid obese men. *Int J Obest* 2007;31:153–60.
35. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Foot pain, plantar pressures, and falls in older people: a prospective study. *Journal of the American Geriatrics Society* 2010;58(10):1936–40.
36. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review. *Gerontology* 2006 Jan; 52(1):1–16.
37. Cervi A, Franceschini CC, Priore E, Federal U, Regional U, Grande R, *et al.* Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos. *Revista de Nutrição* 2005;18(6):765–75.
38. Visser M, Langlois J, Guralnik JM, Cauley J a, Kronmal R a, Robbins J, *et al.* High body fatness, but not low fat-free mass, predicts disability in older men and women: the Cardiovascular Health Study. *The American journal of clinical nutrition* 1998;68(3):584–90.
39. Broadwin J, Goodman-Gruen D, Slymen D. Ability of Fat and Fat-Free Mass Percentages to Predict Functional Disability in Older Men and Women. *Journal of the American Geriatrics Society* 2001;49(12):1641–5.
40. Goodpaster B, Park S. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *Journal of Gerontology* 2006; 61(10):1059–64.
41. Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Mayer J, Nair KS 2001 Sarcopenia. *J Lab Clin Med* 137:231–243.
42. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing* 2006;35(2):7–11.
43. Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E, Steen B. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study. *The journals of gerontology*. 1996;51(2):M53–63.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente dissertação, A revisão sistemática permitiu demonstrar a existência de evidências que sugerem que o excesso de peso corporal, frequentemente avaliado pelo IMC, e a distribuição de gordura corporal podem influenciar a estabilometria de indivíduos fisicamente independentes. Vale salientar que os idosos são o escalão etário que mais sofre com as consequências de quedas e, curiosamente, não vem sendo utilizados em amostras em estudos sobre o tema. Além disso, pela relação entre o excesso de peso corporal e a força muscular, os estudos seguintes deveriam incluir medidas de força muscular, afim de demonstrar a influência relativa de cada fator, incluindo idosos em sua amostra.

O artigo de resultados, por sua vez, permitiu observar que quase todas variáveis explicativas associam-se significativamente com um ou mais variáveis estabilométricas, e que a análise de regressão sugere que a distribuição de gordura corporal (especialmente a circunferência de cintura) associada à diminuição de força muscular é a variável mais relevante dentre todas do presente estudo em explicar a variação da estabilometria.

O aumento da expectativa de vida tem levado os pesquisadores a procurarem “soluções” para tentar minimizar, ou, se possível, evitar os efeitos negativos do processo do envelhecimento. Nesse sentido, identificar as alterações entre o estado nutricional, distribuição de gordura corporal, níveis de força muscular e o controle postural observadas nesse estudo, podem ter papel importante na diminuição dos riscos de quedas e manutenção da saúde e QV em idosos.

ACUÑA, K.; CRUZ, T. Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 48, n. 3, p. 345–6, 2004.

ALFIERI, F.M.; MORAES, M.C.L. Envelhecimento e o controle postural. **Saúde Coletiva**, v. 4, p. 30-33, 2008.

BAUMGARTNER, R.N.; KOEHLER, K.M.; GALLAGHER, D. *et al.* Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **Am J Epidemiol**, v. 147, p. 755-763, 1998.

BLASZCZYK, J.W.; LOWE, D.L.; HANSEN, P.D. Ranges of postural stability and their changes in the elderly. **Gait Posture**, v. 2, n. 1, p.11-7, 1994.

COLLEDGE, N. Falls. **Rev in Clin Geront**, v. 12, n.3, p. 221-232, 2003.

CORBEIL, P.; SIMONEAU, M.; RANCOURT, D.; TREMBLAY, A.; TEASDALE, N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. **IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering**, v. 9, n. 2, p. 126-36. jun. 2001.

CORRIVEAU, H.; HÉBERT, R.; RAÎCHE, M.; DUBOIS, M-F.; PRINCE, F. Postural stability in the elderly: empirical confirmation of a theoretical model. **Archives of gerontology and geriatrics**, v. 39, n. 2, p. 163-77, 2004.

DOWNTON, J.; SAYEGH, A.; ANDREWS, K. Preliminary study of measurements of sway in an elderly community population. **Clinical Rehabil**, v. 5, n. 3, p. 187, 1991.

DUARTE, M.; FREITAS, S. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Rev Bras Fisio**, v. 14, n. 3, p. 183-192, 2010.

HASSINEN, M.; KOMULAINEN, P.; LAKKA, T.A.; VÄISÄNEN, S.B.; RAURAMAA, R. Associations of body composition and physical activity with balance and walking ability in the elderly. **Jou Phys Act and Heal**, v. 3, p. 298-306, 2005.

HAYFLICK, L. The future of ageing. **Nature**, v. 408, n. 6809, p. 267-9, 2000.

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

IKEZOE, T. ASAKAWA, Y.A.; SUTOU, A.K.T. The relationship between quadriceps strenght and balance to fall of elderly admited to a nursing home. **Jour Phys Ther Sci**, v. 15, p. 75-79, 2003.

MANCINI, M.; HORAK, F.B. the relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. **Medicine**, v. 46, n. 2, p. 239-248, 2010.

ORR, R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly - a systematic review. **Europ Jour of Phys and Rehab Med**. v. 46, n. 2, p. 183-220, 2010.

PERRACINI, M.R.; RAMOS, L.R. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. **Rev Saúde Pública**, v. 36, n. 6, p. 709-716, 2002.

PIIRTOLA, M; ERA, P. Force platform measurements as predictors of falls among older people – a review. **Gerontology**, v. 52, p. 1-16, 2006.

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.

SONG, M.Y.; RUTS, E.; KIM, J. *et al.* Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. **The American journal of clinical nutrition**, v. 79, n. 5, p. 874-80. 2004.

TINETTI, M.E.; WILLIAMS, C.S. Falls, injuries due to falls, and the risk of admission to a nursing home. **N Engl J Med**, v. 337, p. 1279-1284. out. 1997.

VELLAS, B.; BAUMGARTNER, R.N.; WAYNE, S.J.; CONCEICAO, J.; LAFONT, C. *et al.* Relationship between malnutrition and falls in the elderly. **Nutrition**, v. 8, p. 105–108, 1992.

WADE, M.G.; LINDQUIST, R.; TAYLOR, J.R.; TREAT-JACOBSON, D. Optical flow, spatial orientation, and the control of posture in the elderly. **J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci**, v.50, n. 1, p. 51-8, 1995.

WATERS, D. L.; HALE, L.; GRANT, A.M.; HERBISON, P.; GOULDING, A. Osteoporosis and gait and balance disturbances in older sarcopenic obese New Zealanders. **Osteoporos Int**, v. 21, n. 2, p. 351-357, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Social development and ageing crisis or opportunity**, Geneva: World Health Organization, 2000. 4 p.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

“O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.” (Resolução. nº 196/96-IV, do Conselho Nacional de Saúde)

Eu,, tendo sido convidado(o,a) a participar como voluntário(o,a) do estudo **Influência do Estado nutricional, distribuição de gordura corporal e força muscular na Estabilometria de idosos**, recebi do(a) Sr. Fabiano da Mota Silva Siqueira e do Sr. Amandio Aristides Rihan Geraldês, responsáveis por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

- Que o estudo se destina a observar a importância das associações entre diferentes medidas do estado nutricional, localização da gordura corporal e a força dos músculos da coxa com o equilíbrio em idosos com mais de 60 anos;
- Que a importância deste estudo é a identificar outros fatores de risco modificáveis de alterações do equilíbrio e quedas que podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de programas de intervenção para prevenção de quedas em indivíduos com mais de 60 anos. □
- Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: identificar se o estado nutricional, tipo de localização da gordura corporal e a força dos músculos da coxa que interferem no equilíbrio de idosos, e quais destas variáveis são mais importantes.
- Que esse estudo começará em Setembro e terminará em Fevereiro de 2012.
- Que o estudo será feito da seguinte maneira: será realizada uma entrevista inicial (contendo dados como: idade, estado civil, atividades de trabalho e lazer, doenças, entre outras), seguido de uma avaliação física (medição do peso, altura, dobras de gordura e circunferências dos braços, pernas e barriga). Será agendado um segundo dia para a medir a força muscular da coxa e equilíbrio em pé.
- Que eu participarei das seguintes etapas: coleta dos dados acima citados.
- Que os outros meios conhecidos para se obter os mesmos resultados são as seguintes: para a gordura corporal – tomografia computadorizada e DEXA que tem radiação prejudicial à saúde; para a força muscular – testes funcionais e testes isocinéticos; para o equilíbrio – testes funcionais, mas não são sensíveis o bastante e não permitem uma avaliação detalhada do equilíbrio.
- Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: apesar de mínimos, poderei sentir leve sensação de desequilíbrio e possibilidade de fadiga (cansaço) muscular após as aferições de força que passa rapidamente; constrangimento pelo uso de traje de banho.
- Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: até o momento não estão descritos na literatura riscos à saúde. Caso haja necessidade serão realizados os devidos encaminhamentos para profissionais afins;
- Que deverei contar com a seguinte assistência: deslocamento ao serviço de emergência mais próximo em veículo particular sendo responsável(l, is) por ela :o pesquisador Fabiano da Mota S. Siqueira.
- Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: complementar os trabalhos existentes na área sobre os distúrbios do equilíbrio e prevenção de quedas.

- Que a minha participação será acompanhada do seguinte modo: caso a voluntária apresente alguma alteração física que mereça acompanhamento médico ou de outro profissional, essa será encaminhada ao profissional adequado.
- Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço d(o,a) participante-voluntári(o,a)

Domicílio: (rua, praça, conjunto):
 Bloco: /Nº: /Complemento:
 Bairro: /CEP/Cidade: /Telefone:
 Ponto de referência:

Contato de urgência: Sr(a).

Domicílio: (rua, praça, conjunto):
 Bloco: /Nº: /Complemento:
 Bairro: /CEP/Cidade: /Telefone:
 Ponto de referência:

Endereço d(os,as) responsável(eis) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Instituição: UFAL - LAFIDES
 Endereço: Rua Amazonas, Feitosa
 Bloco: /Nº: /Complemento: 22 ap. 303 A Caramuru I
 Bairro: /CEP/Cidade: Feitosa Maceió -Al
 Telefones p/contato: 33206767 88141943

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

**Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas:
 Prédio da Reitoria, sala do C.O.C. , Campus A. C. Simões, Cidade Universitária
 Telefone: 3214-1041**

Maceió, _____ de _____ de 2011.

(Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou responsável legal - Rubricar as demais folhas)	Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

ANEXO A

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

Maceió — AL, 11/01/2012

Senhor (a) Pesquisador (a), Amandio Aristides Rihan Geraldes
Fabiano da Mota Silva Siqueira

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), em 05/01/2012 e com base no parecer emitido pelo (a) relator (a) do processo nº 000741/2011-01 sob o título **Estado nutricional, composição corporal e força muscular isométrica: associações com a estabilidade postural de idosas**, vem por meio deste instrumento comunicar a aprovação do processo supra citado, com base no item VIII.13, b, da Resolução nº 196/96.

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 196/96, item V.4).

É papel do(a) pesquisador(a) assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária — ANVISA — junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e sua justificativa. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o(a) pesquisador(a) ou patrocinador(a) deve enviá-los à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem incluídas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item IV.2.e).

Relatórios parciais e finais devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos no Cronograma do Protocolo e na Res. CNS, 196/96.

Na eventualidade de esclarecimentos adicionais, este Comitê coloca-se a disposição dos interessados para o acompanhamento da pesquisa em seus dilemas éticos e exigências contidas nas Resoluções supra - referidas:

Esta aprovação não é válida para subprojetos oriundos do protocolo de pesquisa acima referido.

(*) Áreas temáticas especiais
Válido até: novembro de 2012


Prof.ª Daise Juliana Francisco
Coordenadora do Comitê de
Ética em Pesquisa UFAL