

## Artigo original

# Estudo do equilíbrio estático de idosos e sua correlação com quedas

## *Study of elderly static balance and its correlation with falls*

Mário Antônio Baraúna, D.Sc.\*, Suzi Rosa Miziara Barbosa, M.Sc.\*\*\*, Roberto Sérgio Tavares Canto, D.Sc.\*\*\*, Ruiz Angelo Ventura da Silva\*\*\*\*, Cristiano Diniz Campelo Silva\*\*\*\*, Karla Maria Pereira Baraúna\*\*\*\*

.....

\*Fisioterapeuta, Centro Universitário do Triângulo, UNITMG, \*\*Fisioterapeuta, docente da UNIDERP, Centro Universitário do Triângulo, UNITMG, \*\*\*Médico, pós-doutorado em Traumatologia, Centro Universitário do Triângulo, UNITMG, \*\*\*\*Fisioterapeuta, Centro Universitário do Triângulo, UNITMG

**Palavras-chave:**  
equilíbrio, queda, idoso.

### Resumo

Os objetivos desse estudo foram a quantificação das oscilações corporais em idosos, nos planos sagital e frontal através do teste de Romberg adaptado utilizando-se como instrumento a biofotogrametria computadorizada, bem como a verificação de correlação entre as oscilações do equilíbrio estático com as quedas. Foram captadas imagens das oscilações em ambos os planos, de 68 indivíduos do sexo feminino, na faixa etária compreendida entre 65 e 84 anos. Posteriormente, as imagens foram selecionadas e quantificadas pelo aplicativo ALCimage® 2.1. Os resultados exibiram oscilações do corpo no plano frontal de  $8,87 \pm 5,51$  para o lado direito e de  $10,81 \pm 5,61$  para o lado esquerdo, sendo comprovado maior tendência do corpo a cair para esse lado. No plano sagital as oscilações posteriores foram de  $12,42 \pm 7,07$  e as anteriores  $19,00 \pm 9,58$ , confirmando a maior tendência do corpo a cair para frente.

**Key-words:**  
balance, fall, elderly.

### Abstract

The aims of this study were to quantify the corporal swing in elderly, in the sagittal and frontal plane through the Romberg test that was adapted using as instrument the computerized biophotogrammetry, as well as the correlation verification among the swing of the static postural balance with the falls. Images of the oscillations were captured in both plans of 68 individuals of the feminine gender, with the age ranging from 65 to 84 years. After that, the images were selected and quantified by the software ALCimage® 2.1. The results exhibited oscillations of the body in the frontal plane  $8,87 \pm 5,51$  to the right side and  $10,81 \pm 5,61$  to the left side. In the sagittal plane the anterior oscillations ( $19,00 \pm 9,58$ ) and the posterior ones ( $12,42 \pm 7,07$ ), confirming the tendency of the body drop to front.

Recebido 5 de janeiro de 2004; aceito 15 de março de 2004.

Endereço para correspondência: Secretaria da Pós-Graduação/UNITMG, Av. Nicomedes Alves dos Santos, 4545 – Bloco E – B, Gávea 38411-106 Uberlândia MG, E-mail: [baraúna@unitmg.com.br](mailto:baraúna@unitmg.com.br)

## Introdução

Apesar da divergência de opiniões a respeito, o envelhecimento é considerado um fenômeno natural, progressivo, não uniforme variando de indivíduo para indivíduo, estando na dependência de alguns fatores como hábito de vida e herança genética [1,2]. Este promove uma série de alterações no ser humano, envolvendo aspectos psicológicos, fisiológicos e patológicos [3]. O processo de envelhecimento fisiológico do cérebro é lento, gradual e não incapacitante na maioria dos idosos, levando à diminuição das reservas funcionais do organismo em todos os aparelhos e sistemas do corpo (muscular, ósseo, nervoso, circulatório, pulmonar, endócrino e imunológico) [4]. O declínio destes é principalmente devido à perda normal e gradual de células, sendo o déficit neurofuncional devido ao fato do tecido nervoso (elementos neuronais) não dispor de capacidade reparadora, ou atividade reprodutora, estando então sujeitas aos agentes moleculares do envelhecimento [4,5]. Independente de qualquer alteração sofrida, este processo se dá de forma continuada, alterando várias funções corpóreas, sendo uma das mais comprometidas a capacidade do homem manter-se em pé em equilíbrio na posição ortostática [1]. Este fato justifica-se devido não ser este um evento estático, mas sim dinâmico, onde o corpo realiza movimentos corporais involuntários – oscilações posturais – mesmo quando se tenta mantê-lo parado. Dessa forma os mecanismos neuromusculares corretivos devem estar íntegros, para que as respostas tanto estáticas quanto dinâmicas sejam eficientes, preservando assim o equilíbrio [6].

Entretanto, o sistema de controle postural é bastante complexo, envolvendo a recepção de informações sensoriais dos sistemas vestibular, visual e proprioceptivo por via aferente, sendo estas decodificadas no Sistema Nervoso Central (SNC) onde são feitas alterações necessárias para manutenção do equilíbrio. A seguir são emitidas respostas, sendo estas conduzidas por via eferente promovendo a ativação dos músculos antigravitacionais, que são os responsáveis pela manutenção do controle do equilíbrio corporal [1,4,7].

Com o avanço da idade e a deterioração ocorrida nos diversos sistemas, as habilidades de controle postural são alteradas, gerando anormalidades na marcha e instabilidades posturais [3,8,9]. Estas interferências são justificadas pelo decréscimo na velocidade de condução das informações, bem como no processamento de respostas, que, por serem lentas e inadequadas geram situações de instabilidade, colocando em risco a habilidade de mover-se com segurança, aumentando a predisposição a queda [10, 11].

Esta tem sido definida como um evento não esperado, no qual a pessoa cai ao chão de um mesmo nível ou de um nível superior [11]. Decorre da perda total do equilíbrio postural, relacionando-se à insuficiência súbita dos mecanismos neurais e osteoarticulares envolvidos na

manutenção da postura, sendo essas insuficiências resultantes de alterações no processo de senescência e senilidade [10]. Vem sendo considerada como um dos mais importantes fatores de mudança na vida do idoso em virtude das restrições que esta pode imputar, variando desde escoriações leves, restrições na mobilidade, limitações nas atividades da vida diária (AVD's), perda da independência funcional, até o isolamento social provocando diminuição na qualidade de vida do idoso. Também devido aos altos custos sociais com institucionalizações e o aumento nos índices de mortalidade e morbidade [11-13]. Sua incidência aumenta exponencialmente com a idade e sua prevalência é sobre o sexo feminino [2,10,12,14].

A natureza multifatorial do problema sinaliza a dificuldade da identificação do idoso com tendência a queda, tornando difícil a intervenção ante a ocorrência do evento. Entretanto, a identificação das causas e de pessoas com tendência à queda, é tão importante quanto o tratamento de suas conseqüências [1,11,12]. Em decorrência desse fato, observa-se em revisão de literatura, inúmeros testes específicos e métodos tanto qualitativos quanto quantitativos, desenvolvidos a fim de se identificar as causas das instabilidades, avaliar o controle postural, mensurar o equilíbrio e a mobilidade dos idosos [9,15] na tentativa de se estabelecer o perfil e/ou parâmetros, que possam ajudar nessa identificação [10,12,16].

Os métodos qualitativos, apesar seu grau de efetividade possuem pouca confiabilidade quando comparados aos quantitativos. Já os quantitativos, apesar dos altos custos de material e pessoal, têm como suporte a simulação numérica, que embora conjugada à experimentação tradicional, assumem um papel fundamental quando interpretação e confiabilidade dos resultados, devido ao registro de dados extremamente precisos e impossíveis de serem percebidos ou registrados de outra forma [17-19].

Sendo assim, a identificação dos mecanismos causadores de padrões patológicos bem como a quantificação do afastamento da normalidade são passíveis de serem avaliados, pautados na precisão e confiabilidade dos dados obtidos. Dessa forma é possível planejar, direcionar terapeuticamente e desenvolver um programa de tratamento possibilitando o sucesso da reabilitação. Esta se apresenta como uma oportunidade ímpar para a redução dos altos custos com a saúde, taxas de mortalidade e melhoria da qualidade de vida da população idosa [13,14,16].

## Material e Métodos

Para verificar a correlação entre as oscilações do corpo em equilíbrio estático com a ocorrência de quedas, foi desenvolvido um protocolo de estudo que utiliza o sistema biofotogramétrico computadorizado como instrumento quantificador angular do desvio da linha de equilíbrio, sendo aplicado o Teste de Romberg.

Foram estudados 68 indivíduos do sexo feminino, destras, na faixa etária compreendida entre 65 e 84 anos, não institucionalizadas, residentes na cidade de Campo Grande/MS. Os procedimentos desenvolvidos e executados nesse estudo foram aprovados pela Comissão de Ética na Pesquisa em Humanos do Centro Universitário do Triângulo (UNIT).

Os critérios para a seleção dos indivíduos foram pré-estabelecidos em um protocolo de inclusão, sendo excluídos os indivíduos que apresentassem restrições neurológicas e/ou físicas; fossem portadores de qualquer tipo de comprometimento à sua permanência na posição ortostática; fizessem uso de órteses para membro inferior ou que tivessem sofrido fraturas, com ou sem implante metálico, nos membros inferiores.

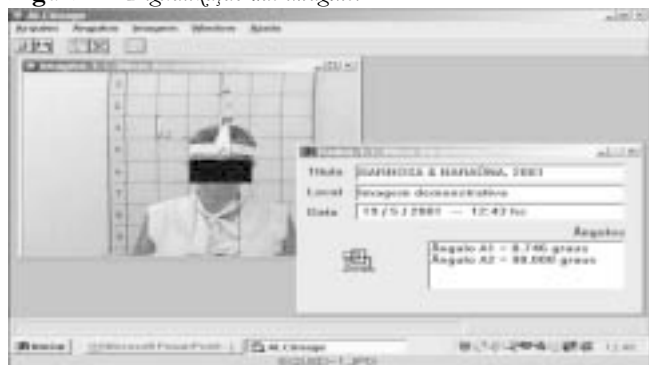
Posteriormente, em entrevista, foram colhidos dados pessoais, antropométricos, sendo calculado a seguir o índice de massa corpórea (IMC). Também foram colhidas informações a respeito das variáveis relevantes no processo de predisposição à queda, tais como uso e quantidade de medicação (M) ingerida/dia e prática de atividade física (AF).

Para que fosse possível observar as oscilações corporais nos planos sagital e frontal na etapa da fotointerpretação das imagens, foi confeccionado um capacete de PVC possuindo duas antenas reguláveis, sendo este acoplado à cabeça do voluntário. As antenas do capacete foram posicionadas de forma a coincidirem com pontos anatômicos pré-estabelecidos.

Foram utilizados dois quadros posturométricos fixados na parede atrás e na lateral esquerda do indivíduo. Dois fios de prumo foram presos ao teto a uma distância de 10 cm da parede na mesma disposição dos quadros posturométricos, coincidindo com a linha central destes, sendo alinhados juntamente com as antenas do capacete de forma a estarem em 0° para o início da aquisição das imagens.

As imagens colhidas foram registradas e armazenadas em fitas de vídeo cassete, sendo a seguir exportadas para um videocassete acoplado a um computador dotado de uma placa de aquisição de imagens. A seguir selecionamos a imagem que traduzisse o grau de oscilação corporal mais acentuado sendo demarcados três pontos seqüenciais sobre a mesma, sendo que o ângulo formado quantificado pelo aplicativo o ALCImage 2.1®.

**Figura 1 – Digitalização das imagens.**



Para a análise estatística, foi aplicado o método não-paramétrico do Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman ( $r_s$ ), tendo o nível de significância estabelecido em 5% ( $p < 0,05$ ) para uma prova bilateral.

## Resultados

Participaram desse estudo 68 voluntárias do sexo feminino com idade média de  $73,59 \pm 5,60$  anos; estatura de  $1,53 \pm 0,05$  cm; peso de  $63,99 \pm 10,80$  kg e IMC de  $27,31 \pm 4,06$ .

Em relação à ocorrência e ao número de quedas os resultados encontram-se demonstrados nas tabelas I e II.

**Tabela I - Resultados obtidos em ocorrência de quedas.**

	Quedas	
	n	%
Sim	43	32
Não	25	68
Total	68	100

*N = número de indivíduos*

**Tabela II - Valores obtidos em relação a relação ao número de quedas da população.**

Número de quedas	n	%
1	20	46,5
2	19	44,2
3	3	7
4	1	2,3
Total	43	100

## Fotointerpretação angular

As oscilações corporais, observadas no plano frontal, foram quantificadas pelo aplicativo ALCImage® 2.1, através de desvios do corpo a partir da linha média para os lados direito e esquerdo (Tabela III).

**Tabela III - Exposição da média, desvio padrão e mediana da quantificação das oscilações corporais registradas pela câmera anterior para os lados direito e esquerdo do corpo.**

	Câmera lateral	
	Ângulo anterior	Ângulo posterior
Média	19	12,42
Desvio-padrão	9,58	7,07
Mediana	18,44	10,75

Os dados angulares referentes às oscilações corporais dos indivíduos da amostra no sentido antero-posterior também foram avaliados pela biofotogrametria computadorizada e os valores obtidos estão registrados na Tabela IV.

**Tabela IV** - Exposição da média, desvio padrão e mediana da quantificação das oscilações corporais anteriores e posteriores registradas pela câmera lateral.

	Câmera Anterior	
	Ângulo anterior	Ângulo posterior
Média	8,87	10,81
Desvio-padrão	5,51	5,61
Mediana	7,65	9,21

### Comparação idade e as demais variáveis

A fim de verificarmos a existência de correlação entre a idade dos voluntários e as demais variáveis investigadas (queda, IMC, ângulos para direita (AD) e esquerda (AE), anterior (AA) e posterior (AP), elaborou-se a tabela V para ilustrar os resultados obtidos.

**Tabela V** - Correlação entre a variável idade e demais variáveis, queda, IMC, ângulos para direita/esquerda, anterior e posterior.

	Idade	Variáveis	$r_s$	p
1	Idade	Queda	0,1484	0,227
2	Idade	IMC	-0,2635	0,030*
3	Idade	AD	0,1896	0,187
4	Idade	AE	0,2095	0,118
5	Idade	AA	0,0561	0,657
6	Idade	AP	0,2367	0,113

$r_s$  = Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman.;

p = nível de significância (\*) significante em nível de 0,05;

IMC = índice de Massa Corpórea; AD = ângulo para direita;

AE = ângulo para esquerda; AA = ângulo anterior;

AP = ângulo posterior.

Ao analisarmos a tabela acima, verificamos a existência de correlação significativa somente entre idade e IMC. Observamos ainda não haver correlação significativa entre a idade e as demais variáveis, uma vez que todas as probabilidades associadas aos valores do nível de significância (p) foram superiores a 0,05.

### Comparações entre quedas e demais variáveis

Para verificarmos a possível correlação entre as quedas relatadas e as variáveis investigadas, confeccionamos a Tabela VI.

**Tabela VI** - Correlação entre variável queda e os ângulos de oscilação corporais nos planos frontal e sagital.

	Quedas	Oscilações corporais	$r_s$	p
1	Queda	AD	0,2257	0,115
2	Queda	AE	0,3677	0,005*
3	Queda	AA	0,383	0,002*
4	Queda	AP	0,0311	0,837

$r_s$  = Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman.;

p = nível de significância (\*) significante em nível de 0,05;

AD = ângulo para direita; AE = ângulo para esquerda;

AA = ângulo anterior; AP = ângulo posterior.

Os resultados, ilustrados na tabela acima, demonstram haver correlações estatisticamente significante nos itens 2 e 3. Esses resultados indicam existir correlação positiva entre as quedas e as oscilações corporais nos planos sagital e frontal.

### Discussão

O presente trabalho avaliou o grau das oscilações corporais de idosos nos planos sagital e frontal e sua correlação com quedas, utilizando com método de análise a biofotogrametria computadorizada.

A eleição da faixa etária da população investigada baseou-se em estudos da literatura [1,7,9,11], que relatam sobre a coincidência entre o avanço da idade e o declínio da integridade dos vários sistemas fisiológicos que participam do controle e dos ajustes posturais, acentuando a tendência à queda. Apesar dos relatos literários, ao correlacionarmos essa variável com a ocorrência de queda, nossos resultados não foram estatisticamente significantes, podendo ser este justificado em função do número de amostra de nosso experimento ser menor do que a dos estudos citados anteriormente, devendo este dado ser investigado posteriormente.

Em relação ao IMC, ao correlacionarmos este com a variável idade, nossos dados foram estatisticamente significantes, corroborando com os de Buchowski e Ming [20] ao relatarem que com o processo de envelhecimento os indivíduos tendem a um aumento de massa magra.

Em nosso experimento ao correlacionamos idade com AD; AE; AA e AP, nossos resultados não foram estatisticamente significantes. Também não foram encontrados na literatura, até a presente data, trabalhos que tenham investigado essa correlação e que tenham utilizado instrumento igual ao nosso.

A eleição do teste de Romberg para a avaliação do equilíbrio em nosso experimento pautou-se na praticidade e na aceitação de seus resultados na prática clínica. Entretanto, este é considerado suficiente apenas para a qualificação do equilíbrio em bom ou ruim, pois se baseia na observação não sistematizada, na visão clínica e na experiência do profissional. O teste não nos permite a reprodução fidedigna por outro avaliador como também a realização de comparações durante o tratamento, tornando-o um instrumento de medida frágil e muito susceptível ao erro [17]. Neste experimento, estabelecemos um modelo adaptando o teste de Romberg ao sistema biofotogramétrico computadorizado, devido à alta precisão de resultados, reprodutibilidade metodológica e secundariamente à viabilidade econômica, quando comparado aos instrumentos tradicionalmente utilizados, que embora precisos, a falta de operacionalidade e os altos custos inviabilizam a aplicação prática no cotidiano clínico. Em relação aos instrumentos de avaliação das oscilações corporais encontrados na literatura alguns observaram as oscilações em somente um

plano do corpo, antero/posterior (AP) ou médio/lateral (ML), outros observaram em dois planos [7,8,17,18,19]. Em nosso experimento, optamos pela observação em dois planos, pois as informações obtidas nos garantem maior precisão nos resultados [17,21].

Ao mensurarmos os graus de oscilação corporal no plano sagital (sentido A/P) e correlacionarmos com a ocorrência de quedas, pudemos constatar que as oscilações corporais anteriores foram superiores e estatisticamente significantes quando comparadas às posteriores, demonstrando uma maior tendência de o corpo cair para frente. Os referidos dados, corroboram com alguns estudos da literatura que se utilizaram instrumentos iguais aos nossos [22,23] e também plataformas de força [7,8]. Esse resultado pode ser justificado devido ao fato de que para iniciarmos um movimento, o corpo é projetado para frente, projetando o centro da massa para fora da base de suporte, podendo ocorrer perda da percepção dos limites de estabilidade que, associada à falha nas reações de retificação e endireitamento do corpo leva este ao desequilíbrio tendendo a queda [1,8].

Analisando comparativamente os graus de oscilações corporais no plano frontal (para os lados direito e esquerdo) e correlacionando-os com a ocorrência de quedas, nossos resultados apresentaram-se altamente significantes para o lado esquerdo, demonstrando haver uma maior tendência à queda do corpo para o lado esquerdo. Esses resultados corroboram com estudos literários [17], podendo também este ser justificado em função de serem as voluntárias deste experimento destros, demonstrando que a incidência de queda para o lado não dominante do corpo.

Em função dos resultados observados, entendemos que para a verificação da tendência do corpo a queda, as mensurações das oscilações corporais, deve ser realizada em mais de um plano do corpo devido ao fato de que um maior número de informações adquiridas, passa a ser conclusivo quando da detecção do evento. Observamos ainda que, o aspecto quantitativo imprimido pela biofotogrametria computadorizada, vem a somar no amplo espectro das variáveis subjetivas tradicionalmente investigadas, passando este a ser conclusivo na detecção do evento.

## Conclusão

Podemos concluir mediante os resultados obtidos nas condições experimentais do presente estudo, que o sistema de imagens (biofotogrametria computadorizada), pode ser utilizado para a quantificação das oscilações corporais nos planos sagital e frontal do corpo, mostrando-se eficaz e preciso. Concluímos ainda que o corpo apresenta maior tendência à queda no sentido anterior (plano sagital) e no

sentido da lateral esquerda do corpo (plano frontal). As quantificações das oscilações corporais devem ser investigadas na prática clínica sendo estas passíveis de serem utilizadas na identificação do idoso com tendência à queda, para que seja possível intervir na prevenção de recidivas ou ante a ocorrência do evento.

## Agradecimentos

À Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal –UNIDERP - (Campo Grande/ MS) pelo incentivo científico e financeiro.

## Referências

- Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42:93-108.
- Schult LJ. Motor system changes in the aging brain: What is normal and what is not. *Geriatrics* 1998;53:16-9.
- Pickles B, Compaton A, Cheryl C, Simpson J, Vandrvoort A. Fisioterapia na terceira idade. São Paulo: Santos; 1998.
- Machado ABM. Neuroanatomia funcional, 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 1998.
- Cançado FA. Noções práticas de geriatria. Coopmed; 1994.
- Bricot B. Posturologia. São Paulo: Ícone; 1999. 236p.
- Blaszczyk JW, Prince F, Raiche M et al. Effect of ageing and vision on limb load asymmetry during quiet stance. *J Biomech* 2000;33:1243-8.
- Fife TD, Baloh RW. Disequilibrium of unknown cause in older people. *Ann Neurological* 1993;34:694-702.
- Rodrigues RAP, Casagrande LDR. As idosas e as situações que as levaram a sofrer quedas. *Gerontologia* 1996;4:7-13.
- Mouton CP, Espino DV. Health screening in older women. *Am Fam Physician* 1999;59: 1835-43.
- Moura RN, Santos FC, Dremeier M, Santos LM, Ramos LR. Quedas em idosos: fatores de risco associados. *Gerontologia* 1999;7:15-21.
- King MB, Tinetti ME. Falls in community-dwelling older persons. *J Am Geriatr Soc* 1995;43:1146-54.
- Graafmans WC, Ooms ME, Hofstee HMA, Bezemer PD, Bouter LM, Lips P. Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol* 1996; 143:1129-36.
- Maki BE, McIlroy WE. Postural Control in the older adult. *Clin Geriatr Med* 1996;12(4): 635-58.
- Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther* 1999;79:1177-85.
- Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M, Liao S. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Phys Ther* 1997;77: 46-57.
- Baraúna MA. Estudo comparativo entre a avaliação do equilíbrio estático de indivíduos amputados [Tese]. Lisboa, Portugal: Universidade Técnica de Lisboa; 1997. 390p.
- Baraúna MA, Deloroso FO. Estudo do equilíbrio em hemiplégicos. In: Congresso de Fisioterapia 1995. Anais. p.32.

19. Ferreira CAR. Aquisição de dados cinemáticos da execução motora humana e a sua interpretação através de um modelo segmentar tridimensional [Tese]. Lisboa, Portugal: Universidade Técnica de Lisboa; 1998. 172p.
  20. Buchowski MS, Ming S. Nutrition in minority elders: current problems and future directions. *J Health Care Poor Underserved* 1996;7:184-210.
  21. Baloh RW, Spain S, Scotch TM, Jacobson KM, Bell T. Posturography and balance problems in older people. *J Am Geriatr Soc* 1995;43:638-44.
  22. Bracciali LMP, Baraúna MA, Ferreira C, Correa SK. Estudo comparativo entre o equilíbrio estático de indivíduos sedentários e não sedentários do sexo feminino. *Uberlândia: Ícone* 1995; 3(2):39-62.
  23. Cardoso FAG. Avaliação do equilíbrio estático em pacientes diabéticos portadores de neuropatia autonômica, através da fotogrametria computadorizada. [Dissertação]. Uberlândia: Centro Universitário do Triângulo; 1999. 87p. ■
-