

A utilização de diferentes bases de apoio com e sem informação visual na manutenção do equilíbrio corporal de idosas

Artigo Original

Recebido em 05/06/2008
Aprovado em 01/07/2008

The use of different support basis with and without visual information in the maintenance of the corporal balance in elderly people

- 1) Luana Mann: Graduação em Educação Física - Professora de Educação Física
- 2) Julio Francisco Kleinpaul: Graduação em Educação Física - Mestrando em educação física
- 3) Clarissa Stefani Teixeira: Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana - Doutoranda em Engenharia de Produção
- 4) Luis Felipe Dias Lopes: Doutor em Engenharia de Produção - Professor de Estatística
- 5) Carlos Bolli Mota: Doutor em Ciência do Movimento Humano - Professor de Biomecânica

Instituição: Laboratório de Biomecânica da Universidade Federal de Santa Maria

Correspondência: Rua Dep. Antônio Edu Vieira, nº 694 – Servidão anexa – Bloco B – apto 203 – Residencial Estudantil Santa Rita de Cássia. Bairro Pantanal – Florianópolis – SC – Brasil – CEP 880-40000 – Email: luanamann@gmail.com

RESUMO

O equilíbrio atualmente é uma área de grande interesse de estudiosos de diversas áreas por proporcionar meios para minimizar e diminuir o risco de quedas. Durante tarefas diárias é comum a utilização de diferentes bases de apoio, porém existe uma carência em indicar em quais dessas bases o sistema de controle postural é mais influenciado. Objetivo: Este estudo objetivou verificar o equilíbrio de idosas fisicamente ativas em diferentes bases de apoio, e com a manipulação do sistema visual. Método: Foram avaliadas 40 idosas da comunidade praticantes de hidroginástica. Para coleta de dados foi utilizada uma plataforma de força AMTI. Os indivíduos foram avaliados em três diferentes bases de apoio, sendo P1: pés juntos, P2: pés na largura do quadril e P3: pé direito em afastamento anterior, e em duas condições visuais, sendo olhos abertos e olhos fechados. Resultados: A manipulação da base de apoio influencia as oscilações corporais. A P3 foi a base de apoio que mais diferiu estatisticamente das demais, principalmente na direção ântero-posterior, na qual encontra-se com os limites de estabilidade aumentados. A informação visual não se

ABSTRACT

Balance is an area of great interest of students from many fields, due to the fact of propitiating ways to minimize and reduce the risk of falls. During the daily tasks it is common the use of different support basis, however, there is a lack in indicate which of these basis the system of postural control is more influenced. Objective: This study had as objective to verify the balance of elderly people physically active in different support basis, and with the manipulation of visual system. Method: it was assessed 40 hydrogimnastics practicing elderly women from the community. For the data collection it was used a platform of force AMTI. The individuals were assessed in three different support basis, which were P1: feet together; P2: feet in the width of the hip; and P3: right foot in anterior distant; and in two visual conditions: open eyes and closed eyes. Results: the results showed that the manipulation of the support basis influences the corporal oscillations: P3 is the support basis that most statistically differed from the others, mainly in the anterior-posterior direction, in which this base has higher limits of stability. The visual information was not determinant

mostrou determinante para obtenção dos resultados, já que apenas a amplitude de deslocamento do centro de força no sentido médio-lateral foi estatisticamente diferente na condição olhos fechados. Conclusão: Conclui-se que diferentes bases de apoio influenciam o equilíbrio estático de idosos fisicamente ativos e que a base de apoio que oferece maior estabilidade corporal é a P3.

Descritores: equilíbrio, bases de apoio, idosos

for the obtention of the results, once that only the variable amplitude of displacement of the force center in the medium-lateral direction was statistically different in the condition closed eyes. Conclusion: It is concluded that different support basis influence the static balance in elderly people physically active, and that the support basis able to offer better corporal stability is P3.

Keywords: balance, support basis, elderly people

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, na maioria das sociedades, tem havido um aumento da expectativa de vida, repercutindo no incremento do número de pessoas pertencentes à terceira idade. A literatura aponta uma série de eventos advindos do processo de envelhecimento, como alterações fisiológicas no organismo, bem como o surgimento de doenças crônico-degenerativas advindas de hábitos de vida inadequados como tabagismo, alimentação incorreta e ausência de atividade física regular¹.

O processo de envelhecimento está associado a mudanças na composição corporal, em parâmetros fisiológicos e neurofisiológicos, nos sistemas sensoriais, no sistema neuromuscular e na velocidade do processamento de informação^{2,3}. Nesse sentido, surge uma das maiores problemáticas relacionadas ao processo de envelhecimento, que é o declínio acentuado no controle postural. Este declínio acarreta prejuízos advindos de quedas e suas conseqüentes fraturas e imobilizações, fazendo com que o idoso perca sua autonomia e conseqüentemente diminua sua qualidade de vida.

O sistema de controle postural tem a tarefa de manter a projeção horizontal do centro de gravidade (CG) do indivíduo dentro da base de suporte definida pela área da base dos pés durante a postura ereta estática. Muitos autores sugerem a necessidade de se investigar se diferentes tipos de bases de apoio podem interferir na estabilidade de uma pessoa e, conseqüentemente, na postura corporal^{4,5}. A investigação do equilíbrio em diferentes posições da base de apoio pode ser útil para avaliar a desempenho do sistema de controle postural em controlar o equilíbrio em situações extremas em que o corpo humano possa cair. Cerca da metade das quedas em idosos ocorrem durante a tarefa do andar, na qual a manutenção do equilíbrio dinâmico é crítica. Quedas refletem a incapacidade do sistema de controle postural de recuperar-se de uma perturbação,

isto é, manter a projeção do CG dentro dos limites de estabilidade. Em situações cotidianas que colocam em risco o equilíbrio e que podem provocar quedas, os indivíduos devem ser capazes de manter o equilíbrio em diferentes posições de base de apoio e, às vezes, próximo aos limites de estabilidade⁶.

A prática de exercícios físicos está sendo apontada pela literatura^{7,8} como interveniente no processo de deterioramento do sistema de controle postural, retardando ou minimizando os déficits advindos do envelhecimento com impacto sobre a qualidade de vida. Diante de tais considerações, este estudo objetivou investigar se o equilíbrio corporal de idosos fisicamente ativos é influenciado pelo uso de diferentes bases de apoio e também pela manipulação do sistema visual.

MÉTODO

Idosos praticantes de hidroginástica da comunidade foram convidados a participar do estudo. Dos 80 idosos que compareceram ao local de coleta, foram incluídos no estudo 40 indivíduos do gênero feminino sem histórico de problemas musculoesqueléticos e/ou síndromes vestibulares. A idade média dos indivíduos foi de $65,52 \pm 3,74$ anos, peso corporal de $752,57 \pm 129,83$ N e estatura corporal de $1,57 \pm 0,07$ m; o tempo médio de prática de hidroginástica foi de $5,76 \pm 4,37$ anos.

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Maria, sob o número de protocolo 23081.007410/2007-17 no qual foram cumpridos os princípios éticos contidos na declaração de Helsinque, além do atendimento a legislação vigente.

O equilíbrio foi coletado por meio de uma plataforma de força OR6-5 AMTI (*Advanced Mechanical Technologies, Inc*). O posicionamento dos pés foi padronizado na primeira tentativa de cada indivíduo e em cada base de apoio, com fita adesiva, para assim ser repetido nas demais tentativas.

Os indivíduos foram avaliados em três diferentes bases de apoio de pés adaptadas do teste de *Romberg*⁹, assim como ilustra a Figura 1: posição 1 (P1) com os pés juntos, posição 2 (P2) com os pés na largura do quadril e, posição 3 (P3) com o pé direito em afastamento anterior. Cada uma dessas posições foi avaliada em duas condições sensoriais: olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF), sendo realizadas três tentativas para cada posição e condição, totalizando 18 tentativas para cada idosa.

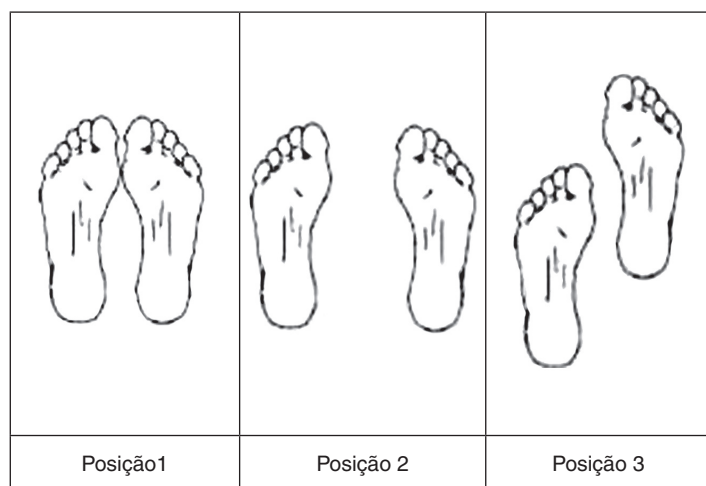


Figura 1 - Posicionamento dos pés durante a coleta de dados. Posição 1 (P1): Pés Juntos; Posição 2 (P2): Pés na largura do quadril e Posição 3 (P3): Pé direito em afastamento anterior. Adaptado do Teste de *Romberg*⁹.

Todos os indivíduos foram instruídos a olhar fixo em um ponto de referência posicionado a frente na parede, na altura dos olhos, distante dois metros da plataforma de força, conforme indicações de Freitas e Duarte¹⁰.

O equilíbrio corporal foi analisado por meio da amplitude do deslocamento do centro de força (COP) nas direções ântero-posterior (COPap) e médio-lateral (COPml), e da velocidade média do deslocamento do centro de força (Vel). Estas variáveis foram mensuradas pela plataforma de força, e dadas pelas seguintes equações:

$$COP_{a-p} = \frac{(My - h \cdot Fx)}{Fz}$$

$$COP_{m-l} = \frac{(Mx - h \cdot Fy)}{Fz}$$

$$Vm = \frac{L}{n \cdot \Delta t}$$

Onde:

COP_{a-p} = coordenada do centro de força na direção ântero-posterior;

COP_{m-l} = coordenada do centro de força na direção médio-lateral;

Mx = momento em torno do eixo ântero-posterior;

My = momento em torno do eixo médio-lateral;

Fx = componente ântero-posterior da força de reação do solo;

Fy = componente médio-lateral da força de reação do solo;

Fz = componente vertical da força de reação do solo;

h = distância da superfície até o centro geométrico da plataforma de força;

Vm = velocidade média;

L = comprimento total do caminho do COP;

n = número total de quadros;

Δt = mudança total de tempo.

O tempo de aquisição dos dados para cada tentativa foi de 30 segundos, após a estabilização visual do COP, a uma frequência de aquisição de 100 Hz. Foram mensurados a estatura, por meio de um estadiômetro da marca *Welmy*, com resolução de 1 (um) mm e o peso corporal, por meio da plataforma de força. Todos os indivíduos responderam a um questionário para aquisição de dados prévios e seleção do grupo de estudo.

Os dados foram submetidos à estatística descritiva. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, que mostrou que os dados podem ser considerados como tendo distribuição normal. Foi realizada uma comparação entre as diferentes bases de apoio, com e sem informação visual. Para estas análises foi utilizada ANOVA *One-Way* e teste de *Duncan* para o caso da identificação de onde estas diferenças se encontravam. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%. Para estas análises foi utilizado o pacote estatístico *Statistical Analysis System* versão 8.02.

RESULTADOS

Os resultados referentes às variáveis de equilíbrio CO-Pap, COPml e Vel para a condição olhos abertos estão descritos na Tabela 1 e, para os olhos fechados, na Tabela 2. A comparação referente às três diferentes bases de

apoio mostrou diferença estatisticamente significativa na variável COPap para ambas as condições sensoriais quando se comparou a P3 com as demais bases de apoio (P1 e P2). Já a variável COPml se apresentou com diferença estatisticamente significativa apenas para a condição sensorial olhos fechados ao se comparar as três bases de apoio (P1, P2 e P3).

Tabela 1 - Valores de média, desvio padrão e nível de significância (p-valor) das variáveis COPap, COPml e Vel nas diferentes bases de apoio, na condição olhos abertos.

Bases de apoio	Variáveis	COPap (cm)	COPml (cm)	Vel (cm/s)
P1	Media	1,51 ^a	1,39 ^a	21,45 ^a
	D.Padrão	0,45	0,39	7,40
P2	Media	1,57 ^a	1,36 ^a	22,62 ^a
	D.Padrão	0,51	0,38	7,17
P3	Media	0,87 ^b	1,37 ^a	21,26 ^a
	D.Padrão	0,42	0,52	7,17
p-valor*		<0,0001	0,89	0,43

* Anova One-Way. ^{ab} Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação às diferentes bases de apoio (Duncan).

Tabela 2 - Valores de média, desvio padrão e nível de significância (p-valor) das variáveis COPap, COPml e Vel nas diferentes bases de apoio, na condição olhos fechados.

Bases de apoio	variáveis	COPap (cm)	COPml (cm)	Vel (cm/s)
P1	Media	2,02 ^a	1,82 ^a	21,24 ^a
	D.Padrão	0,72	0,51	7,13
P2	Media	1,86 ^a	1,65 ^b	22,59 ^a
	D.Padrão	0,58	0,51	6,77
P3	Media	0,83 ^b	1,48 ^c	22,42 ^a
	D.Padrão	0,34	0,48	6,77
p-valor*		<0,0001	<0,0001	0,13

* Anova One-Way. ^{abc} Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação às diferentes bases de apoio (Duncan).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar a influência de diferentes bases de apoio sobre o equilíbrio corporal de idosas ativas com e sem a manipulação da informação visual. De

maneira geral, os resultados encontrados sugerem que o equilíbrio corporal estático é influenciado pelo uso de diferentes posições de pés.

Esses resultados corroboram com a literatura que afirma que o equilíbrio é influenciado pela manipulação da base de apoio^{4,5,6}. Segundo Horak e Macpherson¹¹ o tamanho da base de apoio ou suporte (quanto maior sua área, maiores são os limites de estabilidade do indivíduo e maior é a área disponível para o indivíduo controlar seu centro de massa e manter a estabilidade corporal) e a distância relativa entre o centro de massa e a base de suporte, devem ser considerados como fatores que interferem no equilíbrio corporal. Qualquer interferência sensorial seja ela visual (privação da visão), somatossensorial (variação da base de apoio) e vestibular (hipofusão, estimulação elétrica ou térmica) influenciará no equilíbrio corporal⁹.

Os resultados do presente estudo sugerem que a variável mais suscetível a modificação da base de apoio foi a COPap. Esta obteve os menores valores na P3, na qual os limites de estabilidade encontram-se aumentados para essa direção. Uma possível explicação estaria vinculada ao número de graus de liberdade na direção ântero-posterior, relacionado ao maior número de articulações envolvidas para manutenção do equilíbrio, quando comparada à direção médio-lateral, pois esta se resumiria basicamente a articulação do quadril e também em função da anatomia do tornozelo⁵.

Winter et al.¹² e Winter et al.¹³ reportaram que quando os membros inferiores são posicionados paralelamente na largura do quadril, os músculos adutores/abdutores do quadril são responsáveis pelo controle postural na direção médio-lateral por um mecanismo de contração/relaxamento, enquanto que os músculos do tornozelo regulam o controle postural na direção ântero-posterior. Em contraste, em uma posição onde os membros inferiores são posicionados um a frente do outro, ambos os mecanismos (estratégia de quadril e de tornozelo) atuam separadamente, mas não de forma independente para a regulação do equilíbrio na direção médio-lateral¹³. Os resultados do presente estudo vão ao encontro destas considerações, uma vez que, a COPap na P3 é menor que na P1 e P2.

Mochizuki et al.⁵ realizaram um estudo com nove indivíduos saudáveis, com objetivo de verificar mudanças durante a oscilação postural frente a manipulação da base de apoio. Os resultados mostram que o aumento de oscilação foi mais pronunciado quando a menor base de apoio foi utilizada. Segundo os mesmos autores, até mesmo pequenas alterações na base de apoio têm grande influência sobre o equilíbrio corporal.

Schieppati et al.¹⁴ investigaram a influência de diferentes bases de apoio e da informação visual no equilíbrio corporal na direção ântero-posterior em indivíduos normais e idosos patológicos. Estes autores observaram maior oscilação quando o COP estava perto dos limites de estabilidade (base de apoio reduzida). Os autores concluíram que a maior oscilação encontrada não indicou maior instabilidade corporal, mas uma exploração intencional da base de apoio para a manutenção da postura naquela posição. Esses achados corroboram com os resultados aqui encontrados, uma vez que, acredita-se que o aumento de oscilação corporal pode estar relacionado a uma adaptação neuromuscular ou a uma estratégia compensatória para manter a postura ereta em uma situação onde a projeção horizontal do centro de gravidade se encontre próximo aos limites da base de apoio.

Além disto, para Streepey e Ângulo-Kinzler¹⁵ é importante considerar o contexto em que a tarefa é realizada. Jeka, Oie e Kiemel¹⁶ afirmam que dependendo da tarefa o sistema de controle postural pode se basear mais em uma informação sensorial do que em outra. Para que o sistema de controle postural alcance seu objetivo, o peso atribuído a cada canal sensorial depende do quão útil é a informação fornecida por este. Assim, dependendo da tarefa, uma informação sensorial pode tornar-se mais preponderante do que outras; porém, em outra situação esta preponderância pode ser alterada ou até mesmo invertida. No presente estudo a supressão da informação visual não causou uma influência significativa sobre o equilíbrio, já que apenas a variável COPml demonstrou-se estatisticamente significativa com a ausência da visão (Tabela 2). Estes achados vão ao encontro do estudo de Buchanan e Horak¹⁷, que avaliaram as características da oscilação corporal e o papel da visão para a manutenção do equilíbrio em oito indivíduos adultos saudáveis. Segundo estes autores o sistema visual contribui para manter o balanço natural do corpo distante dos limites da base de apoio, informando como fixar a posição da cabeça e do tronco quando o centro de massa é perturbado pela translação da base de apoio. Para a lenta translação da base de apoio, Buchanan e Horak¹⁷ propõem que o sistema nervoso central tolera oscilações do campo visual e escolhe informações vestibulares e proprioceptivas para controle postural.

Quando o tema de estudo é a terceira idade, acredita-se que o bem-estar e a autonomia sejam importantes variáveis de análise. Em virtude desses aspectos, a participação do idoso em programas de exercício físico regular poderá influenciar no processo de envelhecimento, com impacto sobre a qualidade e expectativa de vida, melhoria das fun-

ções orgânicas, garantia de maior independência pessoal e um efeito benéfico no controle, tratamento e prevenção de doenças² e melhora no controle postural e diminuição de quedas⁸.

A prática de exercícios físicos de forma periódica pode ter influenciado o equilíbrio dos idosos do presente estudo. Estas inferências estão relacionadas às indicações de que há melhora do equilíbrio corporal principalmente em exercícios nos quais se sustenta o próprio peso e exercícios que aumentam a força e a resistência muscular. Além da diminuição das oscilações corporais há também diminuição da incidência de quedas, fraturas e suas complicações^{18,19,20}.

Especificamente relacionada a atividades de hidroginástica, o estudo de Teixeira²¹ demonstrou que a prática de apenas 12 sessões é importante para melhora do equilíbrio corporal. O mesmo ocorreu no estudo de Alves et al.⁷ que verificaram o efeito da prática da hidroginástica sobre a aptidão física associada à saúde em idosos. Os autores realizaram um ensaio controlado com 75 mulheres idosas, sem atividade física regular. Um grupo de 37 mulheres recebeu duas aulas semanais de hidroginástica, durante três meses e outras 37 mulheres serviram como controle. Os autores encontraram melhora em todas as qualidades físicas analisadas (força e resistência de membros inferiores, força e resistência de membros superiores, flexão dos quadris e da coluna vertebral, mobilidade física - velocidade, agilidade e equilíbrio, flexibilidade dos membros superiores e resistência aeróbica). Segundo os mesmos, a prática de hidroginástica para mulheres idosas contribuiu para a melhoria da aptidão física relacionada à saúde.

CONCLUSÃO

O equilíbrio corporal das idosas avaliadas foi influenciado com a manipulação da base de apoio, sendo a base de apoio com afastamento anterior a de maior estabilidade, tanto com quanto sem utilização da informação visual. Mesmo que a base de apoio influencie os valores de equilíbrio corporal, a utilização da visão não foi determinante para a estabilidade das idosas.

De maneira geral, a prática regular da hidroginástica pode ter minimizado os valores de oscilação do COP e, conseqüentemente, proporcionado maior estabilidade corporal.

Por fim, sugere-se estudos relacionando a influência da prática de exercícios físicos sobre o equilíbrio em diferentes bases de apoio. Idosos ativos e sedentários também podem ser avaliados a fim de identificar o real benefício das práticas físicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bouchard C. Can obesity be prevented? *Nutr Rev* 1996;54:125-30.
2. Spirduso WW, Francis KL, Macrae PG. Motor control, coordinations and skill. In: Spirduso WW, Francis KL, Macrae PG. *Physical Dimensions of Aging*. Champaign: Human Kinetics; 1995.
3. Prioli AC. Acoplamento entre informação visual discreta e contínua e oscilação corporal em idosos ativos e sedentários. 2003. [Trabalho de conclusão de curso]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2003.
4. Latash ML, Ferreira SS, Wieczorek AS, Duarte M. Movement sway: changes in postural sway during voluntary shifts of the center of pressure. *Exp Brain Res* 2003;150:314-24.
5. Mochizuki L, Duarte M, Amadio AC, Zatsiorsky VM, Latash ML. Changes in Postural Sway and Its Fractions in Conditions of Postural Instability. *J Appl Biomech* 2006;22:51-60.
6. Duarte M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esporte; 2000.
7. Alves RV, Mota J, Costa MC, Alves JGB. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(1):31-7.
8. Kaesler DS, Mellifont RB, Kelly PS, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: A pilot study. *J Bodw Mov Ther* 2007;11:37-43.
9. Ramos, BMB. Influência de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos [Monografia]. São Paulo: Universidade do Estado de São Paulo - Escola de Educação Física; 2003.
10. Freitas SMF, Duarte M. Métodos de análise do controle postural. [citado em 2005 out 20]. Disponível em: URL: <http://lob.incubadora.fapesp.br/portal.php>.
11. Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium: exercise: regulation and integration of systems multiple. In: Rowell LB, Shepard JT. *Handbook of physiology*. New York: Oxford University Press; 1996. p. 255-8.
12. Winter DA, Prince F, Stergiou P, Powell C. Medial-lateral and anterior-posterior motor responses associated with center of pressure changes in quiet standing. *Neurosci Res Commun* 1993;12:141-8.
13. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol* 1996;75:2334-43.
14. Schieppati M, Hugon M, Grasso M, Nardone A, Galante M. The limits of equilibrium in young and elderly normal subjects and in parkinsonians. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1994;93:286-98.
15. Streepey JW, Ângulo-Kinzler RM. The role of task difficulty in the control of dynamic balance in children and adults. *Hum Mov Sci* 2002;21:423-38.
16. Jeka JJ, Oie KS, Kiemel T. Multisensory information for human postural control: integrating touch and vision. *Exp Brain Res* 2000;134:107-25.
17. Buchanan JJ, Horak FB. Emergence of postural patterns as a function of vision and translation frequency. *J Neurophysiol* 1999;81:2325-39.
18. Simmons V, Hansen PD. Effectiveness of water exercise on postural mobility in the well elderly: an experimental study on balance enhancement. *J Gerontol Med Sci* 1996;51(5):233-8.
19. Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neurosci* 1999;273:81-4.
20. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RM, et al. Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: Atividade Física e Saúde no Idoso. Paraná; 1999.
21. Teixeira CS. Hidroginástica na reabilitação vestibular de idosos com queixas de tontura. [Dissertação de mestrado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria - Distúrbios da Comunicação Humana; 2008.