

# Estratégias adaptativas durante o andar na presença de obstáculos em idosos: impacto da institucionalização e da condição física

CDD. 20.ed. 152.382  
613.7  
790.019

Márcia COZZANI\*  
Eliane MAUERBERG-deCASTRO\*

\*Universidade Estadual Paulista - Rio Claro.

## Resumo

O presente estudo teve como objetivo comparar parâmetros cinemáticos da marcha de idosos ativos, sedentários e institucionalizados e identificar as estratégias adaptativas durante o andar na presença de obstáculos. Participaram deste estudo 45 idosos, agrupados em três grupos: grupo institucionalizado (GI), 13 idosos residentes num asilo da cidade de Rio Claro, com idade média de 73,6 anos ( $\pm 9,18$ ); grupo ativo (GA), 13 idosos com idade média de 64,9 anos ( $\pm 6,22$ ), que participavam sistematicamente de um programa de atividade física para a terceira idade; grupo sedentário (GS), 19 idosos residentes na comunidade, com idade média de 72,9 anos ( $\pm 8,93$ ). Cada participante foi convidado a percorrer andando, uma distância de oito metros, na velocidade preferida e ultrapassar obstáculos de dois e de 15 cm de altura. As variáveis analisadas foram: comprimento e velocidade da passada que precedeu à ultrapassagem, distância horizontal pé-obstáculo e distância vertical pé-obstáculo. Os resultados revelaram que o GI se aproximou mais do obstáculo alto para realizar a ultrapassagem do que os outros grupos e manteve a elevação da perna constante nos dois obstáculos avaliados. A partir da análise e discussão dos resultados obtidos foi possível concluir que a tarefa de andar e ultrapassar obstáculos representa um desafio maior para os idosos institucionalizados do que para seus pares não institucionalizados. A invariância na altura da perna, independente da altura do obstáculo, durante a ultrapassagem do GI pode associar-se a uma restrição do organismo (i.e., força muscular). Ambas elevações são feitas com amplitudes semelhantes e revelam que a força durante a flexão do quadril é aquela possível para o idoso naquele momento.

UNITERMOS: Idosos; Institucionalização; Envelhecimento; Mobilidade; Andar e ultrapassar obstáculos.

## Introdução

Inevitavelmente os fatores ambientais, o avanço da idade e as conseqüências do estilo de vida interferem na qualidade da realização das atividades da vida diária (AVD), tais como: vestir-se, locomover-se, alimentar-se, fazer compras. Além disso, a perda da independência em realizar AVD está fortemente associada à institucionalização de pessoas idosas e, a partir disso, ao decréscimo progressivo de oportunidades para a mobilidade. Assim, para as pessoas idosas, algumas atividades que aparentemente são simples e corriqueiras como o andar, por exemplo, podem se tornar extremamente arriscadas e de difícil execução, principalmente em ambientes complexos, como o andar na presença de obstáculos.

Segundo PATLA, PRENTICE e GOBBI (1996), poucos estudos têm relacionado o andar do idoso com demandas no meio ambiente. Para entender a relação entre a informação sensorial e a modulação do sistema efetor é interessante saber quais as estratégias utilizadas pelos indivíduos de qualquer idade para se locomover com sucesso em terrenos irregulares. Quando o assunto refere-se aos indivíduos idosos, PATLA, PRENTICE e GOBBI (1996) constataram que estes têm uma menor capacidade para se adaptar a perturbações adicionais durante a locomoção e, portanto, em ambientes complexos (i.e., superfícies irregulares) a locomoção torna-se um grande risco.

As demandas ambientais, em geral, desafiam a capacidade adaptativa das funções de mobilidade. Por exemplo, entre idosos, é comum que, quando na presença de obstáculos transponíveis, níveis de força muscular sejam decisivos para a eficiência do gesto. Além da força muscular, outros fatores intrínsecos podem levar a escolha de estratégias motoras diferenciadas quando o ambiente é subitamente alterado.

Dois modalidades sensoriais são essenciais para ultrapassar obstáculos: o sistema visual e o sistema proprioceptivo. A visão é primordial para fornecer informação exteroceptiva sobre a localização do obstáculo e sobre características do obstáculo tais como altura e largura. Os sinais exteroceptivos são necessários para o planejamento das mudanças adaptativas a serem executadas. Além da função exteroceptiva, a visão tem um papel exproprioceptivo, que fornece informações sobre a velocidade e orientação do corpo e de seus segmentos, principalmente no controle da elevação da perna. Os sinais proprioceptivos, por sua vez, fornecem informações sobre a posição e a velocidade da perna e a orientação do corpo com referência ao solo (PATLA, PRENTICE & GOBBI, 1996).

Um paradigma experimental relativamente recente é a locomoção com ultrapassagem de obstáculos (PATLA, 1995; PATLA, PRENTICE & GOBBI, 1996; PATLA, PRENTICE, ROBINSON & NEUFELD, 1991; PATLA, RIETDYK, MARTIN & PRENTICE, 1996). Resultados de estudos que seguem este paradigma revelaram algumas adaptações dos indivíduos para ajustar o movimento na ultrapassagem de obstáculo: diminuição do comprimento da passada, maior distância vertical do pé ao obstáculo e diminuição da velocidade horizontal da perna antes de ultrapassar o obstáculo. Comparativamente com o comportamento de jovens, as estratégias de mobilidade em terrenos com obstáculos, exibidas por idosos, revelam que os mesmos otimizam seu sistema para prevenir quedas principalmente para compensar dificuldades sensoriais devidas ao envelhecimento (i.e., redução de acuidade visual).

SPARROW, SHINKFIELD, CHOW e BEGG (1996) avaliaram algumas características do andar em adultos durante a ultrapassagem de obstáculos em três diferentes alturas, 10, 25 e 40% do comprimento da perna. Os resultados encontrados confirmaram que as adaptações no movimento foram precisas durante a realização da tarefa, sendo que nas diferentes alturas, a variável distância vertical do pé ao obstáculo (DVPO) manteve uma margem de segurança adequada e constante para cada obstáculo. Além

disso, nesse estudo, foi verificado que a velocidade da passada diminuiu significativamente da tentativa sem obstáculo para a tentativa com o obstáculo mais alto, enquanto que para a variável duração da passada ocorreu o inverso. Assim, aumentar a DVPO pode indicar a escolha por uma margem ótima de segurança na ultrapassagem. Porém, manter a DVPO inalterada mesmo quando a altura do obstáculo se modifica pode estar associado com limitações na força de elevação da perna pelo idoso.

Segundo PATLA et al. (1991), padrões motores são sistematicamente alterados em função da altura, posição do obstáculo, e também do tempo disponível para implementar tais mudanças. Um alto índice de quedas atribuídas ao tropeço sugere claramente que as estratégias utilizadas na ultrapassagem de obstáculos são afetadas pelo envelhecimento e representam a falência do sistema de controle reativo do equilíbrio para recuperar-se diante de uma perturbação (PATLA, 1995).

Os aspectos limitantes ao comportamento de ultrapassar obstáculos podem também incluir ajustes realizados em outros ciclos da passada que não somente aquele da ultrapassagem. FREITAS JUNIOR e BARELA (2000) analisaram os ajustes feitos por indivíduos jovens durante a ultrapassagem de obstáculos horizontais. Foram observados três ciclos da passada: o ciclo anterior à ultrapassagem, o ciclo onde houve a ultrapassagem e o ciclo posterior à ultrapassagem do obstáculo para ambas as pernas (i.e., perna de abordagem e perna de suporte). Os resultados revelaram que o comprimento da passada foi maior no ciclo relativo à ultrapassagem. No ciclo anterior o comprimento da passada foi menor em relação ao ciclo posterior à ultrapassagem do obstáculo.

MARINS (1999) verificou as estratégias apresentadas por indivíduos jovens em tarefa de locomoção e ultrapassagem de obstáculos após uma perturbação vertical do sistema vestibular. O autor encontrou que os participantes realizaram a ultrapassagem sobre o obstáculo mantendo uma margem de segurança do pé até a borda superior do obstáculo, independente da altura do obstáculo e da perturbação vestibular. Entretanto, GONÇALVES, MORAES e GOBBI (2000) encontraram uma maior variabilidade na altura do pé sobre o obstáculo quando os participantes ultrapassavam um obstáculo baixo e estavam sem efeito da perturbação vestibular. Esse aumento na variabilidade é, segundo os autores, um indicativo de que a perturbação vestibular pode restringir as possibilidades comportamentais da tarefa.

PATLA (1995), comparando indivíduos idosos e jovens, realizou diferentes experimentos para avaliar a importância da visão em tarefas de ultrapassagem de obstáculos. Os resultados evidenciaram que, quando o terreno é desafiador, os idosos usam a visão por mais tempo para realizar a tarefa de andar do que em situação de ambiente previsível (i.e., sem a presença de obstáculos). O não compartilhamento dos recursos visuais com outras tarefas é uma estratégia para proteger o organismo contra eventos inesperados e assim o sistema de adaptação é dedicado à locomoção. De fato, indivíduos idosos apresentam escolhas diferentes quando lhes é dada a opção de ultrapassar por cima ou desviar de um obstáculo. Nesse estudo de PATLA, 12 dos 18 idosos escolheram uma ou outra estratégia (i.e., desviar ou transpor o obstáculo) para ultrapassá-lo. Sete dos 12 idosos escolheram, em todas as alturas, somente desviar do obstáculo, eliminando dessa forma a escolha durante o caminho e reduzindo a demanda cognitiva da tarefa. Os indivíduos jovens escolheram ultrapassar por cima os obstáculos.

BRADSHAW e SPARROW (2001) sugerem que ocorrem três fases de regulação do padrão de movimento nessa situação. A primeira fase é a da aceleração na qual o indivíduo começa o movimento em direção ao alvo e alcança a velocidade necessária em direção ao alvo. A segunda fase é a do controle visual global. Nesta fase o controle da posição dos pés é sincronizado de acordo com o alvo. E por último, a fase do controle visual local, na qual o indivíduo regula a posição dos pés para de fato realizar a ultrapassagem. Seu estudo mostra que a forma e altura do obstáculo, têm influência direta nos ajustes do andar. Ou seja, o comprimento da passada e a velocidade de abordagem diminuem e a cadência da passada aumenta antes da ultrapassagem.

SPARROW et al. (1996) sugerem que, durante o andar, o comprimento da passada é regulado tão precisamente que a distância horizontal do pé ao obstáculo da perna de abordagem (DHPO) torna-se invariante. Eles mostraram que participantes adultos, com idade média de 38 anos, ultrapassam obstáculos com a posição do calcanhar cruzando verticalmente o obstáculo a 78% do ciclo da passada independente da altura do obstáculo. Para a pessoa idosa, a adaptação do movimento não pode ser vista sem o contexto das restrições que o organismo apresenta por conta de envelhecer. A adaptação no

comportamento de transposição de obstáculos pode ser evidenciada na precisão, rapidez e recuperação da passada sobre o obstáculo. Para o idoso, mecanismos de antecipação, precaução por causa de histórico de quedas, consciência da capacidade de força dos seus membros inferiores, entre outros podem ser relevantes ao que chamamos de boa adaptação.

Os estudos confirmam que, no adulto jovem, o sistema é bastante flexível e integra as restrições impostas pelo organismo, ambiente e tarefa. Entretanto, a invariância do sistema mantém-se até que um parâmetro crítico demande esta flexibilidade. Entre idosos é possível que invariância e flexibilidade também desempenhem seu papel enquanto mecanismos adaptativos. De fato, é possível que as diferenças nas estratégias entre jovens e idosos reflitam para o último, escolhas comportamentais muito diferentes das do primeiro grupo. Isso não exclui adaptabilidade ou flexibilidade na ação. São apenas contextos relativamente diferenciados. Um movimento menos abrupto e controlado ao ultrapassar o obstáculo pode ser encarado como uma forma adaptativa de prevenção à quedas.

A população idosa progride com declínios específicos de seus sistemas de ação, sistemas sensoriais, entre outros. Mas isto não exclui formas adaptativas de compensação a estas perdas progressivas. Idosos não estimulados, como aqueles dentro da instituição podem estar em desvantagem, não por serem menos adaptativos, mas por encontrarem cada vez menos situações e desafios ao seu sistema de ação, ou locomotor. De fato, asilos, reduzem oportunidades de mobilidade porque controlam ao extremo os fatores de risco à quedas. Com isso, reduzem os estímulos aos idosos cujos organismos estão em progressiva mudança com o avanço da idade. Está mudança popularmente vemos como declínio.

Estar ativo fisicamente e mentalmente é uma condição associada com saúde e, para o idoso, diretamente com a qualidade da mobilidade e independência para AVDs. O presente trabalho teve como objetivos: a) Comparar o desempenho de idosos institucionalizados, sedentários e ativos na tarefa de ultrapassagem de obstáculo; b) Identificar as estratégias adaptativas durante o andar em ambiente complexo (i.e., terrenos com obstáculos) a partir da manipulação das dimensões do obstáculo.

## Materiais e métodos

### Participantes

Quarenta e cinco idosos participaram deste estudo e, de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos antes do período de recrutamento desses indivíduos, três grupos foram formados: grupo institucionalizado (GI), grupo sedentário (GS) e grupo ativo (GA). Todos os participantes foram voluntários. O grupo institucionalizado (GI) foi composto por 13 idosos residentes no Asilo São Vicente de Paulo da cidade de Rio Claro, com idade média de 73,6 anos ( $\pm 9,18$ ) de ambos os sexos e que exibiram locomoção independente. O grupo sedentário (GS) foi composto por 19 idosos, de ambos os sexos, com idade média de 72,9 anos ( $\pm 8,93$ ), que apresentaram locomoção independente, pontuação no questionário modificado de Baecke inferior a cinco pontos e não participavam em programas de atividades físicas sistematizados. O grupo ativo (GA) foi formado por 13 idosos com idade média de 64,9 anos ( $\pm 6,22$ ), os quais participavam de um projeto de extensão para a terceira idade, da UNESP de Rio Claro há pelo menos um ano, e tiveram pontuação no questionário modificado de Baecke acima de cinco pontos. Ainda, os participantes preencheram um termo de consentimento e se adequaram aos critérios de inclusão no estudo (i.e., independência na locomoção e inexistência de patologias que pudessem impedir a mobilidade e a execução da tarefa, esta última verificada através da aplicação de uma anamnese que abordou questões como o uso de medicamentos, presença de declínio cognitivo, alterações visuais e histórico de quedas).

### Procedimento

Os participantes responderam o questionário modificado de Baecke que contém informações sobre AVD, atividades esportivas e de lazer. O questionário contém 10 questões fechadas sobre AVD, uma questão sobre atividades esportivas (i.e., se pratica algum esporte, qual e em qual intensidade e frequência) e uma questão sobre atividades de lazer (i.e., se realiza alguma atividade de lazer, qual e em qual intensidade e frequência). A partir das respostas obtidas é possível obter um escore em cada atividade (AVD, esporte e lazer) por meio de códigos de intensidade atribuídos para a população idosa em diversas tarefas da vida diária.

Os indivíduos foram entrevistados com o objetivo de colher informações relevantes quanto aos aspectos da independência nas AVD e da aptidão física. Através da soma dos escores obtidos nas atividades já mencionadas foi possível classificar os participantes em ativos e sedentários. MAZO, MOTA, BENEDETTI e BARROS (2001) obtiveram 80% de concordância entre teste-reteste na aplicação deste instrumento com a finalidade de classificação dos idosos em dois níveis de aptidão, ativos e sedentários.

Antes de iniciar as tarefas, medidas antropométricas dos participantes foram obtidas: estatura, massa corporal. Marcadores articulares feitos de esparadrapos na cor branca, círculos na cor preta, foram afixados nos pés, no calcâneo, quinto metatarso e primeiro metatarso, ambos em sua porção proximal, em ambos lados do corpo para fins de análise de dados. A TABELA 1 apresenta a análise descritiva realizada com as médias e desvios-padrão dos grupos em relação à idade, massa corporal, estatura e escore obtido no questionário.

TABELA 1 - Médias e desvios-padrão da idade, estatura corporal, massa corporal e escore no questionário por grupo analisado.

Grupos	GA (n = 13)	GS (n = 19)	GI (n = 13)
Idade (anos)	64,9 $\pm$ 6,22	72,9 $\pm$ 8,93	73,6 $\pm$ 9,18
Estatura (m)	1,59 $\pm$ 0,08	1,62 $\pm$ 0,12	1,57 $\pm$ 0,13
Massa corporal (kg)	65,5 $\pm$ 9,72	69,16 $\pm$ 10,5	61,43 $\pm$ 13,1
Escore no questionário	9,74 $\pm$ 3,07	3,39 $\pm$ 0,88	0,84 $\pm$ 0,72

Nessa TABELA 1 é importante perceber a variabilidade entre os grupos principalmente em relação à idade e o escore obtido no questionário. A idade e escore entre os grupos foram estatisticamente diferentes entre si. Porque o grupo ativo (GA) foi significativamente mais jovem do que os outros dois grupos, utilizamos a idade como co-variante na análise dos parâmetros relacionados à marcha. O escore obtido no questionário nos permitiu definir bem o perfil dos grupos em relação à independência nas AVD e o envolvimento dos participantes em atividades físicas ou esportivas.

Para realizar a ultrapassagem dos obstáculos, os participantes foram instruídos a desempenhar a atividade de andar para frente em um corredor livre feito de carpete preto, de oito metros de

comprimento e 1,20 metros de largura, em sua velocidade preferida. Obstáculos verticais foram colocados a quatro metros do início da trajetória. Os obstáculos foram feitos de espuma na cor laranja com o objetivo de aumentar o contraste visual com a superfície. Duas alturas foram manipuladas: um obstáculo de 2 cm e outro obstáculo de 15 cm de altura. Essas alturas foram escolhidas por razões específicas. A altura de 2 cm representa um pequeno desvio na superfície, geralmente encontrado em terrenos irregulares em diferentes tipos de superfícies e encontradas nas residências e no asilo em questão. Dois centímetros podem ser considerados uma altura de risco para tropeços. Resultados de PATLA, PRENTICE e GOBBI (1996) evidenciaram que idosos apresentam dificuldades em ultrapassar obstáculos muito baixos. A altura de 15 cm representa a altura média das calçadas e, portanto, muito comum encontrar no contexto das AVD.

Cada participante foi filmado ao realizar seis tentativas de deslocamento em cada condição (obstáculo de 2 cm e obstáculo de 15 cm) totalizando 12 tentativas, distribuídas de forma randômica. Três tentativas no plano sagital direito e três tentativas no plano sagital esquerdo foram processadas através do “software” Dvideow (Laboratório de Biomecânica - FEF & Instituto of Computação - UNICAMP, versão 5.1). Esse “software” possibilitou digitalizar os marcadores articulares durante o andar e gerar as coordenadas X e Y necessárias para calcular as variáveis dependentes. A câmera utilizada para a filmagem possibilitou a aquisição de imagens de 30 Hz.

## Resultados

Os resultados sugerem que os participantes nos diferentes grupos apresentaram estratégias adaptativas diferentes dependendo da altura do obstáculo ultrapassado. A FIGURA 1 apresenta CP e VP que precederam a ultrapassagem dos dois obstáculos para os três grupos. A MANOVA revelou um efeito significativo para o fator grupo (Wilk's Lambda = 0,40,  $F_{(4,80)} = 11,593$ ,  $p < 0,001$ ) e os testes univariados revelaram efeitos significativos para CP,  $F_{(2,41)} = 10,432$ ,  $p < 0,001$  e VP,  $F_{(2,41)} = 21,119$ ,  $p < 0,001$ . Além disso, foi encontrado efeito significativo para obstáculo,

## Análise de dados

As variáveis dependentes foram: o comprimento (CP) e a velocidade da passada (VP) que precedeu a ultrapassagem do obstáculo, a distância horizontal pé-obstáculo (DHPO) e a distância vertical pé-obstáculo (DVPO). A DHPO foi medida pela diferença dos valores da coordenada X entre o ponto de perda de contato do pé de abordagem (primeiro a ultrapassar) com o solo até a marca fixada na base do obstáculo. A distância vertical pé-obstáculo (DVPO) foi medida pela diferença dos valores na coordenada Y entre a marca fixada no quinto metatarso até a marca fixada na borda superior do obstáculo no momento em que o pé foi posicionado sobre o obstáculo

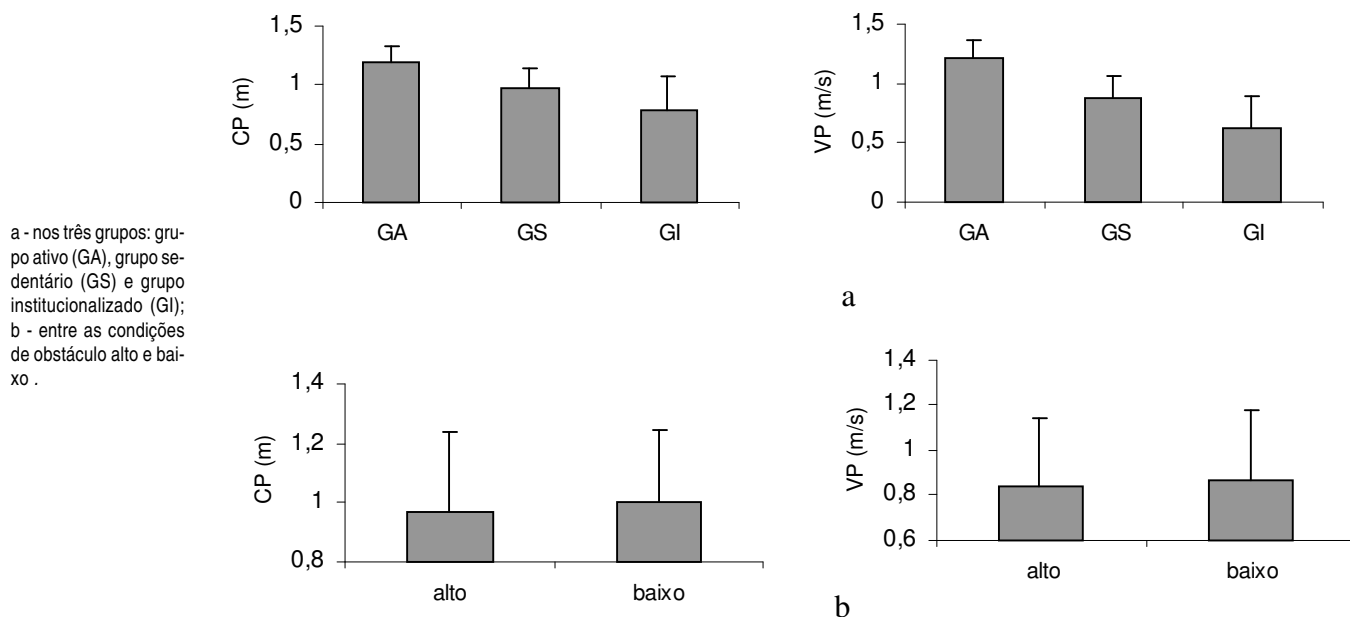
## Análise estatística

Para a análise estatística foram realizadas duas MANOVAs (3x2), tendo como fatores grupo e obstáculo, sendo este último tratado como medidas repetidas. A idade foi considerada uma co-variante. Para a primeira MANOVA as variáveis dependentes foram o comprimento da passada (CP) e velocidade da passada (VP) que precederam a ultrapassagem do obstáculo. Na segunda MANOVA as variáveis dependentes foram distância horizontal pé-obstáculo (DHPO) e distância vertical pé-obstáculo (DVPO).

Além disso, quando a variância nas MANOVAs foi significativa, calculamos análises univariadas (ANOVAs) para identificar as respectivas diferenças estatísticas. Quando necessário, o teste “post hoc” de Tukey foi realizado e o nível de significância foi mantido a 0,05 para todas as análises.

(Wilk's Lambda = 0,80,  $F_{(2,41)} = 5,030$ ,  $p = 0,011$  e os testes univariados revelaram efeito significativo para CP,  $F_{(1,42)} = 6,049$ ,  $p = 0,018$  e VP,  $F_{(1,42)} = 10,231$ ,  $p = 0,003$ ).

Através do teste “post hoc” detectamos que o GI apresentou menor CP e VP em relação aos outros dois grupos e, o GS apresentou menor CP e VP em relação ao GA (FIGURA 1a). Na condição de obstáculo alto os participantes apresentaram CP e VP menores do que na condição de obstáculo baixo (FIGURA 1b).



a - nos três grupos: grupo ativo (GA), grupo sedentário (GS) e grupo institucionalizado (GI); b - entre as condições de obstáculo alto e baixo .

FIGURA 1 - Médias e desvios-padrão do comprimento da passada (CP) e velocidade da passada (VP).

Para as variáveis DHPO e DVPO a MANOVA revelou efeito de grupo (Wilk's Lambda = 0,67,  $F_{(4,80)} = 4,343$ ,  $p = 0,03$ ) e os testes univariados revelaram efeito significativo somente para a DHPO,  $F_{(2,41)} = 9,383$ ,  $p < 0,001$ . Houve também efeito de obstáculo, Wilks' Lambda, = 0,37,  $F_{(2,41)} = 34,143$ ,  $p < 0,001$  e os testes univariados revelaram efeito significativo somente para a DVPO,  $F_{(1,42)} = 69,649$ ,  $p < 0,001$ . O teste "post hoc" revelou que o GI e GS apresentaram menores valores de DHPO em relação ao GA.

Ainda, encontramos uma interação significativa entre os fatores grupo e obstáculo (Wilk's Lambda = 0,59,  $F_{(4,82)} = 6,006$ ,  $p < 0,001$ ). Os testes univariados revelaram efeito significativo para DHPO,  $F_{(2,42)} = 3,961$ ,  $p = 0,027$  e DVPO,  $F_{(2,42)} = 9,111$ ,  $p = 0,01$ .

A interação entre grupo e obstáculo para a DHPO pode ser visualizada na FIGURA 2. Os participantes do GI diminuiram significativamente a DHPO no obstáculo alto em relação ao grupo sedentário. O grupo ativo apresentou a DHPO bem superior aos outros grupos e a manteve constante independente da altura do obstáculo.

A FIGURA 3 ilustra a interação encontrada entre os fatores grupo e obstáculo para a DVPO. De maneira geral, os participantes aumentaram a DVPO no obstáculo alto, embora a proporção desse aumento tenha sido bastante diferenciada entre os grupos. O GI quase não alterou o padrão do movimento entre os obstáculos.

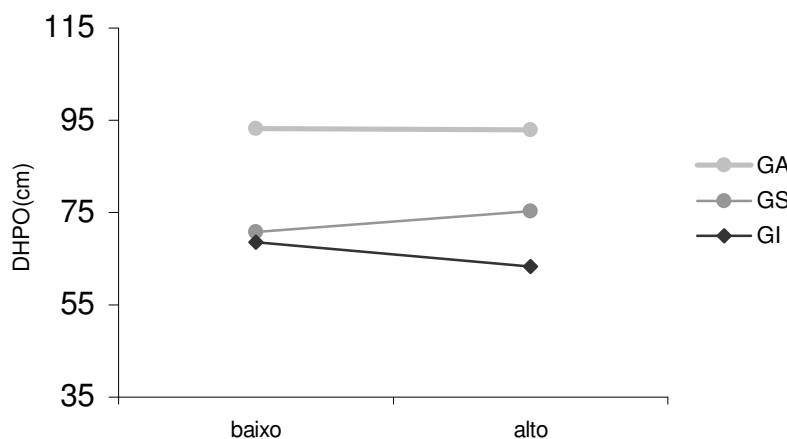


FIGURA 2 - Médias para a variável DHPO na interação grupo e obstáculo.

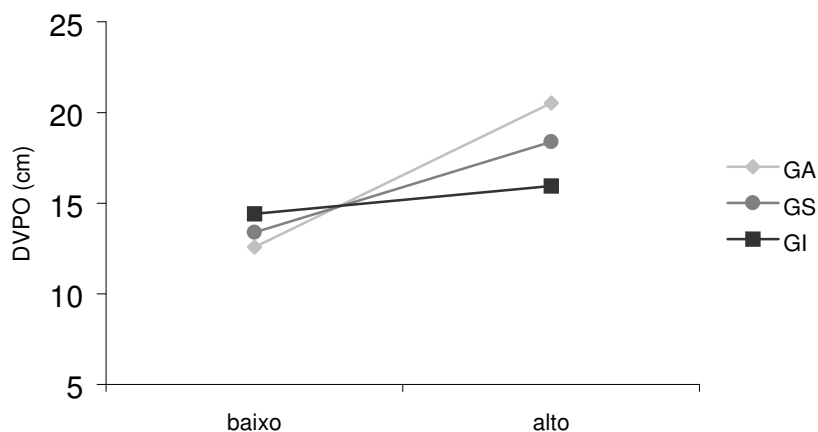


FIGURA 3 - Médias para a variável DVPO na interação grupo e obstáculo.

## Discussão

Nossos resultados apontam para os dois aspectos relacionados em nossos objetivos. O primeiro aspecto refere-se ao estilo de vida dos idosos que participaram deste estudo que se refletiu no escore obtido no questionário modificado de Baecke. O outro aspecto são as estratégias adaptativas observadas entre os grupos durante a ultrapassagem dos obstáculos que sugerem que os idosos do grupo institucionalizado utilizam estratégias comportamentais particulares para garantir a estabilidade corporal.

A institucionalização das pessoas idosas está associada com vários fatores ligados à saúde (i.e., agravamento no quadro de doenças degenerativas, como Alzheimer e outras demências) e, principalmente, com o aumento da dependência de outras pessoas na realização das AVD (LAUKKANEN, LESKINEN, KAUPPINEN, SAKARI-RANTALA & HEIKKINEN, 2000; SCHULTZ, 1992). Alguns dos fatores que levam ao aumento da dependência nas AVDs estão associados a desordens degenerativas ao longo do processo de envelhecimento, patologias e estilo de vida sedentário adotado durante todo o período de desenvolvimento. Outro aspecto importante salientado por HAGA, SHIBATA, SHICHITA, MATSUZAKI e HATANO (1986) refere-se às condições que vivem a maioria dos idosos institucionalizados que não oferecem boas oportunidades para a mobilidade. Assim, é possível suspeitar que, quando indivíduos idosos saudáveis e com um histórico de envolvimento em atividades físicas são eventualmente institucionalizados, seus comportamentos motores podem se tornar menos eficientes, o que por sua vez viria a afetar a qualidade

da locomoção em ambientes complexos. Como visto anteriormente, tropeçar e escorregar são as maiores causas de quedas durante a locomoção (MAKI, HOLLIDAY & FERNIE, 1990; STUDENSKI, DUNCAN, CHANDLER, SAMSA, PRESCOTT, HOGUE & BEARON, 1994; TINETTI, 1987) e, em indivíduos idosos institucionalizados, a predisposição a quedas avaliadas no período de um ano é maior em relação aqueles ocorridos entre idosos não-institucionalizados (HAGA et al., 1986). Esse fato, segundo os autores, pode ser explicado pela maior experiência motora, tanto em ambiente fechado (i.e., dentro de casa) quanto em ambiente aberto (i.e., ruas, parques) dos idosos não-institucionalizados. Essa observação reforça a idéia de que a institucionalização tem um impacto importante nas tarefas básicas da vida diária. Da mesma forma, implica que os idosos sob influência das condições adversas de institucionalização podem exibir estratégias motoras adaptativas particulares. Por exemplo, em nosso estudo, a maior duração do duplo suporte e o menor comprimento da passada que precederam à ultrapassagem de obstáculos e a menor velocidade de aproximação ao obstáculo foram estratégias exibidas pelo GI para “resolver” as demandas da tarefa de andar e ultrapassar obstáculos.

No presente estudo, o comprimento e a velocidade da passada que precedeu a ultrapassagem do obstáculo foram alterados de acordo com a altura do obstáculo. A passada que precedeu a ultrapassagem do obstáculo alto foi executada pelos idosos de todos os grupos de forma mais lenta e com menor amplitude do que a passada que

precedeu a ultrapassagem do obstáculo baixo. Esses resultados confirmaram o que tem sido proposto na literatura, ou seja, de um modo geral os idosos alteram o padrão do andar quando são instruídos a ultrapassar obstáculos (BRADSHAW & SPARROW, 2001; CHEN, MILLER, ALEXANDER & SCHULTZ, 1991; PATLA & RIETDYK, 1993; SPARROW et al., 1996). Algumas dessas alterações incluem a diminuição do comprimento e da velocidade da passada antes da ultrapassagem de modo a garantir maior segurança durante a realização de tarefas desafiadoras. Para testar a hipótese de que as características do obstáculo influenciam a regulação do comprimento da passada e a velocidade de aproximação ao obstáculo, BRADSHAW e SPARROW (2001) analisaram diferentes tipos de obstáculos e constataram que o comprimento da passada é menor antes de ultrapassar o obstáculo que representa maior dificuldade (i.e., obstáculo mais alto), o que resulta também em uma menor velocidade de aproximação.

PATLA e RIETDYK (1993) observaram que as distâncias horizontal e vertical pé-obstáculo são algumas das variáveis cinemáticas moduladas (i.e., alterações na aproximação do obstáculo e elevação da perna no momento da ultrapassagem) para ultrapassar obstáculos com segurança. De fato, idosos institucionalizados e sedentários chegaram mais perto do obstáculo independente da altura para a realizar a ultrapassagem quando comparados aos idosos ativos. Além disso, a interação entre grupo e obstáculo revelou que as estratégias adaptativas foram diferenciadas entre os idosos institucionalizados e não-institucionalizados sedentários na situação de obstáculo alto. Ou seja, os idosos institucionalizados se aproximaram mais do obstáculo alto do que os idosos não-institucionalizados sedentários. Vários estudos que investigam o andar na presença de obstáculos mencionam a importância de se manter um nível de segurança durante a realização dessa tarefa, mas sem perder a eficiência no ato motor (BRADSHAW & SPARROW, 2001; CHEN et al., 1991; PATLA & RIETDYK, 1993).

GONÇALVES, MORAES e GOBBI (2000) analisaram o andar em terreno com obstáculo em indivíduos idosos e verificaram uma diminuição da distância horizontal pé-obstáculo com o avanço da idade. Os autores afirmam que essa estratégia não parece ser eficiente e tampouco segura em função dos ajustes biomecânicos necessários quando o indivíduo se aproxima do obstáculo (i.e., maior elevação do membro inferior, maior flexão do tronco lateralmente). Um dos problemas é que estes ajustes podem causar a perda de equilíbrio e quedas. A

exigência de controle postural é maior quando o movimento ocorre mais lentamente. O corpo do idoso fica, durante a ultrapassagem, mais tempo em apoio simples e isto exige maior controle postural. Por outro lado, evitar o movimento balístico do pé de ultrapassagem como fazem os indivíduos jovens é uma estratégia dos idosos usada provavelmente para facilitar pequenas correções posturais mesmo que por mais tempo. Se o movimento balístico fosse feito em uma situação de instabilidade (i.e., um momento em que o corpo está mal alinhado, perpendicularmente ao solo) restariam poucas opções de controle para o idoso que, muitas vezes, está preocupado em não cair.

Assim, deve haver um ponto “ótimo” de aproximação ao obstáculo que garanta segurança e eficiência ao mesmo tempo. Entretanto, enquanto o grupo institucionalizado ajustou a distância horizontal pé-obstáculo em função da altura do obstáculo, na distância vertical pé-obstáculo eles mantiveram praticamente a mesma elevação da perna para os dois obstáculos testados. Isso significou que, no obstáculo alto, a elevação da perna e o posicionamento do pé próximo ao obstáculo aumentaram potencialmente o risco de tropeço. Entretanto, passar o obstáculo baixo com a mesma elevação da perna adotada no obstáculo alto, implica reconhecer: a) que o sistema escolhe uma margem de segurança ampla para não esbarrar no obstáculo; ou b) que existe uma rigidez do sistema que ocasiona redundância no gesto motor. Neste último caso, estudos futuros poderiam testar diferentes alturas que não estiverem próximas à capacidade de flexão máxima do quadril. Assim, neste caso, se o gesto permanecesse com a mesma amplitude poderíamos supor que o idoso não percebe alternativas para economia de energia e também coloca-se em risco de instabilidade por manter a perna mais elevada na ultrapassagem e ficar mais tempo num só apoio.

As diferentes estratégias observadas através das variáveis distância horizontal pé-obstáculo e distância vertical pé-obstáculo refletem a “preferência” do indivíduo ou do grupo por uma ou outra estratégia (i.e., chegar mais perto, elevar menos a perna de abordagem) em função das fontes de restrições do organismo e do ambiente. Isto significa que as estratégias do GI de se aproximar mais do obstáculo, e elevar proporcionalmente (ao obstáculo baixo) a perna no momento da ultrapassagem do obstáculo alto podem ser menos seguras, embora pareçam terem sido as únicas “disponíveis” no momento. Como dito



anteriormente, disponibilidade deve-se às restrições do organismo (i.e., menor força muscular, menor flexibilidade) para implementar variações no ato motor que dêem conta das incertezas presentes durante uma caminhada. O que aconteceria com o GI se a altura do obstáculo fosse um pouco maior? Para um "sistema" (indivíduo) que realizou a tarefa no limite das suas possibilidades, esta nova restrição ambiental (i.e., obstáculo mais alto) poderia representar uma situação de tropeço ou, mais grave, de queda.

No presente estudo, o comportamento do GA se aproximou mais ao comportamento dos indivíduos jovens avaliados no estudo de CHEN et al. (1991). Eles verificaram que, na tarefa de ultrapassar obstáculos, os indivíduos idosos apresentaram estratégias mais conservadoras em relação aos adultos jovens. Uma dessas estratégias foi chegar mais próximo ao obstáculo antes de realizar a ultrapassagem. A distância horizontal pé-obstáculo constante mantida pelo GA independente da altura do obstáculo é uma resposta similar aquela encontrada por PATLA et al. (1996) e GONÇALVES, MORAES e GOBBI (2000). GONÇALVES, MORAES e GOBBI (2000) encontraram que, mesmo após perturbação vestibular transitória, provocada por giros em uma cadeira, a distância horizontal pé-obstáculo também se manteve constante, indicando que esta variável não é facilmente afetada mesmo depois de perturbações dos sistemas diretamente ligados ao controle motor da tarefa. Essa invariância na distância horizontal pé-obstáculo é, segundo BRADSHAW e SPARROW (2001) influenciada mais pelas características espaciais do obstáculo, as quais proporcionam controle visual sobre os ajustes realizados no comprimento da passada, do que por características cinestésicas. Os ajustes são feitos no início do deslocamento em direção ao obstáculo e garantem o posicionamento adequado dos pés antes de realizar efetivamente a ultrapassagem.

No presente estudo apenas o grupo ativo manteve a distância horizontal pé-obstáculo constante. Os grupos institucionalizado e sedentário variaram a distância horizontal pé-obstáculo em função da altura do obstáculo. Acredita-se que, com base nos estudos citados anteriormente, este comportamento constante da distância horizontal pé-obstáculo observado nos jovens, em outros estudos e nos idosos ativos do presente estudo, possa ter sido consequência da estratégia de ajustar o movimento no início do deslocamento em direção ao obstáculo. Sendo assim, um comportamento mais variável da distância horizontal pé-obstáculo que os idosos

sedentários e institucionalizados apresentaram pode indicar possíveis restrições na acuidade visual influenciando na estratégia adotada para a realização da tarefa.

Dos 19 idosos do grupo sedentário nove utilizavam lentes de correção visual. No grupo institucionalizado, dos 13 indivíduos analisados, seis também utilizavam lentes de correção e no grupo ativo quatro indivíduos utilizavam as lentes e relataram que o uso era exclusivamente para a leitura. Uma limitação de nosso estudo foi não ter avaliado se o nível de comprometimento da visão destes indivíduos afetou a detecção de alvos e distâncias, uma vez que déficits visuais influenciam o julgamento perceptivo do ambiente durante o andar com ultrapassagem de obstáculos. O obstáculo que foi visto no início do trajeto pode não ter sido facilmente detectado em perspectiva de distância por conta de limitações visuais. Este fator pode ter impedido calibrações da locomoção possíveis de serem realizadas com antecedência e assim deixado os ajustes para serem feitos próximos ao obstáculo. Futuros estudos devem idealmente relacionar a acuidade visual para distância com a performance motora de tarefas de ultrapassagem de obstáculos.

A medida da distância vertical pé-obstáculo é utilizada para entender estratégias (i.e., trajetória da perna de abordagem) utilizadas durante a ultrapassagem de obstáculos. PATLA e RIETDYK (1993) afirmam que, durante a fase de suporte simples quando o centro de massa está fora da base de suporte, o controle da trajetória da outra perna se torna essencial para evitar tropeços e quedas. Durante a locomoção em ambientes complexos, como durante a presença de obstáculos, esse controle torna-se ainda mais importante.

Em parte, os resultados da variável distância vertical pé-obstáculo encontrados neste estudo confirmaram o que tem sido proposto em outros estudos (CHEN et al., 1991; PATLA & RIETDYK, 1993; SPARROW et al., 1996). Ou seja, para evitar tropeços e quedas, os participantes elevam a perna mais do que o necessário para ultrapassar um obstáculo com segurança. Essa resposta é modulada em função das dimensões do obstáculo, como a altura e forma. E, neste estudo, modulada em função da força do membro inferior.

De um modo geral, os participantes deste estudo aumentaram a distância vertical pé-obstáculo durante a ultrapassagem do obstáculo alto. Mesmo no obstáculo de 2 cm a altura média adotada pelos participantes foi de 13,5 cm. Segundo WINTER

(1991) durante o andar sem a presença de obstáculos em terrenos planos a elevação mínima do pé é de 3,5 cm, o que já garantiria a ultrapassagem do obstáculo baixo utilizado neste estudo. É interessante acrescentar que, apesar de indivíduos idosos diminuírem a duração da fase de balanço e muitas vezes arrastarem os pés durante o andar, eles preferiram exagerar a elevação. Isto sugere uma clara dissociação na transição da passada na locomoção para o ato de ultrapassagem. Os muitos casos de quedas em pessoas idosas que têm sido atribuídos a tropeços em obstáculos muito baixos provavelmente indicam que os idosos estariam ignorando a presença do obstáculo por algum fator outro que a estratégia de ultrapassagem ineficiente. Isso demonstra que a simples presença de obstáculo no caminho faz aumentar a distância vertical pé-obstáculo para garantir uma margem de segurança.

Por outro lado, o GI apresentou um comportamento mais rígido do que os grupos não-institucionalizados, ou seja, manteve os valores da distância vertical pé-obstáculo próximos na ultrapassagem do obstáculo alto e baixo (i.e., margens de segurança de 13,38 cm no obstáculo de 2 cm e 15,9 cm no obstáculo alto). Essa estratégia está provavelmente relacionada a fatores inerentes ao processo de envelhecimento, como a diminuição de força muscular, flexibilidade (SPIRDURO, 1995; TINETTI, 1987) e equilíbrio (STELMACH, ZELAZNIK & LOWE, 1990). Os grupos não-institucionalizados sedentário e ativo aumentaram a distância vertical

pé-obstáculo à medida que a altura do obstáculo foi aumentada, embora ambos com elevação exagerada da perna para ultrapassar o obstáculo alto.

O GI mostrou um comportamento conservador por causa da estratégia de manter a elevação da perna em uma amplitude inalterada mesmo quando o obstáculo foi baixo. A diversidade no comportamento locomotor entre os grupos refletiu a singularidade na dinâmica das restrições do organismo e do ambiente que podem tornar uma pessoa ou um grupo mais ou menos flexível (do ponto de vista da mecânica do gesto) sob as mesmas condições da tarefa. Portanto, a definição de eficiência deve ser analisada em relação às possibilidades do organismo. É evidente que o sedentarismo e a típica inatividade nas AVD pelos idosos institucionalizados têm impacto em sua dinâmica comportamental de locomoção e, desta forma, refletem-se em estratégias particulares de resolução de demandas da tarefa como ultrapassagem de obstáculo. Entretanto, é importante notar que estes indivíduos idosos certamente maximizaram suas possibilidades biomecânicas e de controle na tarefa de ultrapassagem de obstáculo. Acreditamos que estas estratégias foram as únicas disponíveis por conta do status funcional do organismo do idoso institucionalizado. Assim, embora as comparações entre os grupos sejam uma forma injusta de caracterização da funcionalidade do idoso, elas são, ao mesmo tempo, um alerta sobre fatores de risco, associados ao estilo de vida sedentário e à dinâmica institucional.

## Abstract

Adaptive strategies during walking over obstacles by elderly: effects of institutionalization and physical condition

The purpose of this study was to analyze the effects of institutionalization of older individuals on the kinematics parameters of preferred walking and on walking over an obstacle. Also to identify adaptive strategies used by institutionalized older individuals while walking over an obstacle and compare them to the strategies utilized by non-institutionalized sedentary and active older individuals. Forty-five individuals volunteered for this study and were divided into three groups: institutionalized group (IG), with 13 older individuals from a nursing home in the city of Rio Claro, SP, with an average age of 73.6 ( $\pm 9.18$ ); active group (AG), composed of 13 older individuals with an average age of 64.9 ( $\pm 6.22$ ), participants of a physical activity program for older individuals and sedentary group (SG), with 19 older individuals with an average age of 72.9 ( $\pm 8.93$ ). Each participant filled out a modified Baecke Questionnaire designed to verify their daily living activity (DLA) score. They walked at their natural preferred pace along an 8-meter-long corridor. Then, they again walked, crossing having to over an obstacle placed half-way down the corridor. Two different obstacle heights were tested: 15 cm and 2 cm. The analyzed parameters were length and velocity of the last step prior to crossing over, horizontal distance

between the closest foot to the obstacle and the obstacle itself, and the vertical distance between the crossing foot and the obstacle. The results showed the IG more closely approached the obstacle prior to crossing over. Also this group kept the elevation of the passing leg constant while crossing over both obstacles. We concluded that walking over obstacles represents a bigger challenge to institutionalized older individuals than to their non-institutionalized peers. Institutionalized older individuals exhibit an invariant pattern while lifting the leg over the obstacles. Although, they adjust the distance between foot and obstacle just prior to passing the obstacle their invariant patterns probably reflect functional limitations (i.e., limited muscle strength) and strategies to avoid loss of balance.

UNITERMS: Elderly; Institutionalization; Aging; Mobility; Walk and obstacle avoidance.

## Referências

- BRADSHAW, E.J.; SPARROW, W.A. Effects of approach velocity and foot-target characteristics on the visual regulation of step length. *Human Movement Science*, Amsterdam, v.20, p.401-26, 2001.
- CHEN, H.; MILLER, J.A.; ALEXANDER, N.B.; SCHULTZ, A.B. Stepping over obstacles: gait patterns of healthy young and old adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, Washington, v.46, n.6, p.196-203, 1991.
- FREITAS JUNIOR, P.B.; BARELA, J.A. Ultrapassagem de obstáculo: coordenação intra e intermembros inferiores. *Revista Paranaense de Educação Física*, Curitiba, v.1 n.1, p.7-21, 2000.
- GONÇALVES, C.T.; MORAES, R.; GOBBI, L.T.B. Efeito da perturbação vestibular transitória na transposição de obstáculo. *Motriz*, Rio Claro, v.6, n.2, p.57-63, 2000.
- HAGA, H.; SHIBATA, H.; SHICHITA, K.; MATSUZAKI, T.; HATANO, S. Falls in institutionalized elderly in Japan. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Amsterdam, v.1,n.5, p.1-9, 1986.
- LAUKKANEN, P.; LESKINEN, E.; KAUPPINEN, M.; SAKARI-RANTALA, R.; HEIKKINEN, E. Health and functional capacity as predictors of community dwelling among elderly people. *Journal of Clinical Epidemiology*, Oxford, v.53, p.257-65, 2000.
- MAKI, B.A.; HOLLIDAY, P.J.; FERNIE, G.R. Aging and postural control: a comparison of spontaneous and induced-sway balance tests. *Journal of the American Geriatrics Society*, New York, v.38, n.1, p.1-9, 1990.
- MARINS, F.H.P. *Sistema vestibular e a locomoção em terrenos irregulares*. 1999. Monografia (Graduação) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro,
- MAZO, G.Z.; MOTA, J.; BENEDETTI, T.B.; BARROS, M.V.G. Validade concorrente e reprodutibilidade: teste-reteste do questionário de Baecke modificado para idosos. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, Londrina, v.6, n.1, p.5-11, 2001
- PATLA, A.E. A framework for understanding mobility problems in the elderly. In: CRAIK, R.L.; OATIS, C.A. *Gait analysis: theory and application*. Saint Louis: Mosby-Year Book, 1995. p.436-49.
- PATLA, A.E.; PRENTICE, S.D.; GOBBI, L.T. Visual control of obstacle avoidance during locomotion: strategies in young children, young and older adults. In: FERRANDEZ, A.; TEASDALE, N. (Eds.). *Changes in sensory motor behavior in aging*. Amsterdam: Elsevier, 1996. p.257-77.
- PATLA, E.; PRENTICE, S.D.; ROBINSON, C.; NEUFELD, J. Visual control of locomotion: strategies for changing direction and for going over obstacles. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception of Performance*, Washington, v.17, n.3, p.603-34, 1991.
- PATLA, A.E.; RIETDYK, S. Visual control of limb trajectory over obstacles during locomotion: effect of obstacle height and width. *Gait & Posture*, Oxford, v.1, n.1, p.45-60. 1993.
- PATLA, A.E.; RIETDYK, S.; MARTIN, C.; PRENTICE, S. Locomotor patterns of the leading and the trailing limbs as solid and fragile obstacles are stepped over: some insights into the role of vision during locomotion. *Journal of Motor Behavior*, Washington, v.28, n.1, p.35-47, 1996.
- SCHULTZ, A.B. Mobility impairment in the elderly: challenges for biomechanics research. *Journal of Biomechanics*, New York, v.25, n.5, p.519-28, 1992.
- SPARROW, W.A.; SHINKFIELD, A.J.; CHOW, S.; BEGG, R.K. Characteristics of gait in stepping over obstacles. *Human Movement Science*, Amsterdam, v.15, p.605-22, 1996
- SPIRDUSO, W.W. *Physical dimensions of aging*. Champaign: Human Kinetics, 1995.
- STELMACH, G.E.; ZELAZNIK, H.N.; LOWE, D. The influence of aging and attentional demands on recovery from postural instability. *Aging*, Washington, v.2, p.155-61, 1990.

COZZANI, M. & MAUERBERG-deCASTRO, E.

STUDENSKI, S.; DUNCAN, P.W.; CHANDLER, J.; SAMSA, G.; PRESCOTT, B.; HOGUE, C.; BEARON, L.B. Predicting falls: the role of mobility and nonphysical factors. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v.42, p.297-302, 1994.

TINETTI, M.E. Factors associated with serious injury during falls by ambulatory nursing home residents. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v.35, p.644-8, 1987.

WINTER, D.A. **The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathologica**. 2nd.ed. Waterloo: University of Waterloo Press, 1991.

ENDEREÇO

Márcia Cozzani  
Universidade Estadual Paulista  
Av. 24 A, 1515  
13506-900 - Rio Claro - SP - BRASIL

Recebido para publicação: 19/01/2003

1a. Revisão: 29/06/2004

2a. Revisão: 28/04/2005

Aceito: 16/06/2005