

## 1 INTRODUÇÃO

Resultados prévios de pesquisa têm indicado que o processo de envelhecimento está associado a modificações no padrão de locomoção humana. As principais modificações têm sido detectadas em parâmetros como diminuição da velocidade de deslocamento, encurtamento dos passos, diminuição da amplitude de movimento dos membros superiores e alterações em aspectos da coordenação entre membros superiores e inferiores (CRAIK, 1990; MURRAY, KORY & CLARKSON, 1969). As causas para estas modificações no padrão de marcha dos idosos têm sido atribuídas a alguns fenômenos inerentes ao envelhecimento, como alterações na capacidade de controle do equilíbrio (CRAIK, 1990; WINTER, 1995), força muscular (WINTER, PATLA, FRANK & WALT, 1990), redução da quantidade de atividade física (BUCHNER, CRESS, ESSELMAN, MARGHERITA, LATEUR, CAMPBELL & WAGNER, 1996), diminuição da elasticidade muscular e da mobilidade articular nos membros inferiores (CRAIK, 1990; JUDGE, DAVIS & ÖUNPUU, 1995; MURRAY, CORY & CLARKSON, 1969; PIJNAPPELS, BOBBERT & VAN DIEËN, 2001; PRINCE, CORRIVEAU, HÉBERT & WINTER, 1997; SPIRDUSO, 1995; WOOLLACOTT & SHUMWAY-COOK, 1990) e aumento do tempo para processamento e resposta a estímulos ambientais (ROSENGREN, MIHALKO, METCALFE, McAULEY & FOSTER, 1997; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 1995; WOOLLACOTT & SHUMWAY-COOK, 2002).

A velocidade de deslocamento, a cadência e o comprimento de passo são parâmetros de controle da marcha aos quais diversas outras alterações no padrão de locomoção estão associadas (DIEDRICH & WARREN JUNIOR, 1998). Embora este fato seja conhecido, questões sobre a relação entre o encurtamento dos passos e outros eventos da marcha, tais como a amplitude de balanço dos membros superiores e a coordenação entre braço e perna ainda precisam ser investigadas. O presente estudo comparou o efeito do aumento e da diminuição no comprimento de passo sobre o padrão locomotor de idosos e de jovens com a intenção de compreender melhor o comportamento destas duas populações durante a marcha regular e investigar o quanto o desempenho das mesmas pode ser afetado por uma restrição da tarefa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Características gerais da marcha

A marcha é uma habilidade motora extremamente complexa, composta por uma seqüência de movimentos cíclicos dos membros inferiores que geram o deslocamento do corpo. Durante sua execução, há sucessivos momentos de instabilidade ocasionados pela transferência de peso de um pé para o outro (SPIRDUSO, 1995), mas é possível obter um deslocamento estável, mantendo-se a projeção do centro de gravidade continuamente entre os dois pés (MASSION, 1992).

Dois eventos principais são identificados durante a execução da marcha: o passo, que compreende o tempo entre o toque de um calcanhar no solo até o toque do calcanhar oposto (WAGENAAR & VAN EMMERIK, 2000) e pode ser subdividido em dois momentos: a fase de apoio (ou de suporte) e a fase de balanço. Durante a fase de apoio, são geradas forças horizontais contra o solo que resultam no deslocamento do corpo à frente, e forças verticais que suportam a massa corporal contra a gravidade. A fase de balanço inclui a progressão à frente de um dos membros, o contato do pé com o solo e a preparação para a recepção de carga. A cada passo, a projeção do centro de gravidade é deslocada para frente do tronco e a perna de apoio fornece suporte corporal, até que a perna de balanço faça contato com o solo, em um local que permita o ajuste adequado do equilíbrio até o próximo ciclo (WINTER, 1995). A ocorrência de dois ciclos para o mesmo membro compõe um ciclo de passada, que é definido como o tempo entre dois contatos do mesmo pé com o solo (SAAD & BATISTELLA, 1997; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2001). Uma breve descrição dos componentes de um ciclo de passada corresponde ao seguinte:

- a) Duplo apoio: período em que os dois pés se mantêm em contato com o solo, embora nenhum deles permaneça com a planta completamente apoiada. Enquanto um dos membros recebe a carga total do corpo, o outro se prepara para impulsioná-lo à frente. O duplo apoio subdivide-se em outras duas fases: *contato inicial*, que tem a função de desacelerar o deslocamento do centro de gravidade; e *recepção ou resposta à carga*, que tem a função de minimizar o choque do pé com o solo. Este é considerado o período que possibilita melhor equilíbrio durante a marcha (WINTER, PATLA, FRANK & WALT, 1990).

b) Apoio simples: inicia-se com a perda de contato de um dos pés com o solo e corresponde ao período em que o membro oposto está em fase de balanço. Durante esta fase apenas um dos pés é mantido em contato com o solo, enquanto o membro oposto é deslocado à frente. Suas funções são a progressão do corpo e a estabilização do tronco sobre o membro apoiado.

c) Balanço: Inicia-se quando um dos pés perde o contato com o solo e é dividida em “balanço inicial” (perda de contato do pé com o solo), “balanço médio” (avanço do membro inferior) e “balanço terminal” (o membro inferior completa o avanço e é preparado para o apoio). Uma das variáveis mais importantes relacionadas ao controle motor durante esta fase é o avanço do membro para frente, que é determinado pela combinação entre a velocidade de deslocamento da perna e comprimento do passo.

A marcha também pode ser descrita como um conjunto de fatores *temporais* – velocidade, cadência, duração das fases; e *espaciais* - comprimento e largura do passo ou da passada. Os valores percentuais dos parâmetros temporais da marcha em relação à duração do ciclo total variam de acordo com a velocidade de deslocamento (ROSENROT, WALL & CHARTERIS, 1980) e com as condições de instabilidade do movimento (GABELL & NAYAK, 1984). A duração relativa do duplo apoio, parâmetro considerado mais estável, é inversamente proporcional à velocidade de deslocamento (HERMANN, WIRTA, BAMPTON & FINLEY 1976; MURRAY, KORY & CLARKSON 1969; WINTER, 1983). Porém, quando se mantém a velocidade de deslocamento, a amplitude da passada e o número de passos por minuto (cadência) tendem a se tornar estáveis (BONNARD, PAILHOUS & DANION, 2000). Esta característica é notada principalmente em velocidade preferida ou próximo dela (SEKYIA & NAGASAKI, 1998).

O controle da marcha está relacionado a três elementos essenciais: *progressão*, definida como o padrão locomotor básico que produz e coordena a ativação muscular para mover o corpo na direção desejada; *estabilidade*, relacionada com a necessidade de manter uma postura adequada para a locomoção; e *adaptação*, relacionada à necessidade de adaptar o padrão da marcha para alcançar os objetivos do indivíduo frente às condições do ambiente (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 2001). Eventos inesperados, tais como um obstáculo, pedem uma ação repentina do sujeito para evitar a queda. Nestas ocasiões, o indivíduo deve escolher entre saltar sobre o obstáculo, desviar dele ou simplesmente interromper a marcha. Qualquer destas ações depende de uma mudança abrupta na velocidade

e na trajetória do centro de gravidade (BISHOP, BRUNT, PATHARE & PATEL, 2004). Portanto, locomover-se de forma eficiente requer habilidade para manter padrões fundamentais de locomoção durante o deslocamento intencional do corpo à frente, controlar o equilíbrio durante os constantes ajustes de projeção do centro de gravidade e mudanças da base de suporte, bem como utilizar diferentes padrões locomotores diante de modificações externas (relativas ao ambiente) ou internas (relativas ao sujeito) que interfiram no controle da tarefa (FERBER, OSTERNIG, WOOLLACOTT, WASIELEWSKI & LEE, 2002).

Dentro de um ciclo de passada, o evento que requer maior controle é a fase de balanço e a forma como ela ocorre gera algumas controvérsias entre os autores. Para WINTER (1995), a fase de balanço requer um considerável grau de precisão, pois o pé passa muito próximo do solo enquanto é levado à frente com grande velocidade de deslocamento horizontal; a diminuição da velocidade só acontece imediatamente antes do contato do calcanhar com o solo. Desta forma, degenerações nos mecanismos de controle de flexão e extensão do pé acarretariam tropeções durante a fase de balanço e também problemas de recuperação do equilíbrio logo após o contato do calcanhar com o solo. Para, SELLES, BUSSMANN, WAGENAAR e STAM (2001) propõem que o controle da fase de balanço se dá de forma passiva, isto é, apresenta propriedades balísticas em velocidade preferida, ou em frequência natural. Entretanto, BONNARD PAILHOUS, e DANION (2000) afirmam que em condições de restrição espacial, por exemplo, modificações no comprimento da passada em função de obstáculos, o avanço do membro passaria a ser controlado de forma ativa pela necessidade de ajuste do ponto de aterrissagem do pé e que, somente nestas condições, haveria a necessidade de um controle refinado sobre o avanço do membro.

## 2.2 Coordenação inter-membros durante a marcha

O termo 'coordenação' pode ser definido como a presença de um aspecto comum de movimentos realizados normalmente em uma tarefa motora (ZIJLSTRA, RUTGERS, HOF & VAN WEERDEN, 1995) ou como a consequência de um processo que envolve a formação de padrões de auto-organização (SWINNEN, MASSION & HEUER, 1994). A coordenação entre membros envolve os seguintes aspectos: os ritmos dos diferentes membros e suas inerentes dinâmicas preferidas, a forma de interação entre os diferentes membros e a intenção ou objetivo do movimento (LATASH, 1993; TURVEY & SCHMIDT, 1994). As características

qualitativas da organização espaço – temporal de um movimento podem ser investigadas através do tempo relativo, isto é, a proporção do tempo total de um movimento ocupada por uma de suas fases (ALBERNETHY, BURGESS – LIMERICK, ENGSTROM, HANNA e NEAL, 1995) ou através da medida das relações de fase entre os membros (SCHMIDT, BEEK, TREFFNER, & TURVEY, 1991; STERGIOU, SCHOLTEN, JENSEN, BLANKE, 2001). Esta última caracteriza o modo pelo qual dois osciladores se relacionam entre si (SWINNEN e HEUER, 1994) e revela o fenômeno de cooperação entre os elementos de um sistema (TURKEY & SCHMIDT, 1994), isto é, a forma de interação entre as partes de um movimento (KELSO, 1994). As relações de fase são representadas pelo símbolo “ $\emptyset$ ” e determinadas através da diferença entre os ângulos de fase de dois osciladores. Se dois segmentos oscilam com a mesma velocidade e a para a mesma direção, pode-se dizer que o modo de coordenação apresentado é “em fase”; se oscilarem com a mesma velocidade, mas em direções contrárias, o modo de coordenação é “anti-fase”. As relações de fase são medidas em graus, de forma que a coordenação “em fase” possui aproximadamente 0° e a coordenação “anti-fase” possui aproximadamente 180°. (KELSO, 1995; SHOLZ e KELSO, 1989).

A coordenação da marcha se caracteriza pela alternância de movimentos pendulares entre os membros inferior e superior ipsilaterais e entre os membros contralaterais homólogos. Desta forma, há um modo de coordenação *antifase* tanto entre membros contralaterais homólogos quanto entre os membros ipsilaterais. A ação dos membros superiores é predominantemente sincronizada com a frequência dos passos (WAGENAAR & VAN EMMERICK, 2000) e sofre alterações em função da amplitude do passo ou da modificação da velocidade de deslocamento (DIEDRICH & WARREN JUNIOR, 1998; LARSSON, ODENRICK, SANDLUND, WEITZ & ÖBERG, 1980; NAGASAKI et al, 1996; SEKIYA & NAGASAKI, 1998).

O efeito da velocidade de deslocamento sobre o acoplamento entre os movimentos de membros inferiores e superiores foi estudado por DONKER et al. (2001). Fizeram parte do referido estudo, indivíduos adultos com idade entre 24 e 51 anos, os quais andaram em velocidades entre 1,0 Km/h e 4,0 km/h. Os resultados mostraram que a coordenação entre braços e pernas foi caracterizada por formas específicas de ajustamento de fase. A estimativa para a fase relativa entre braço e perna ipsilaterais mudou de 100 graus em velocidades mais baixas para 190 graus em velocidades mais altas. Os resultados mostraram, ainda, que a coordenação entre membros inferiores não apresentou mudanças significativas com a

modificação de velocidade, mantendo-se em aproximadamente 180 graus. Esses achados revelaram que a coordenação ipsilateral é mais sensível (instável) às alterações de parâmetros de controle do que a coordenação entre membros homólogos.

O comportamento de ajustamento de fase entre braços e pernas sob condições de alteração da velocidade de deslocamento foi investigado em adultos jovens por WAGENAAR e VAN EMMERICK (2000), através de um experimento que compreendia a tarefa de caminhar sobre uma esteira, com aumento e redução progressivos da velocidade entre 0,3 m/s e 1,3 m/s. Os movimentos dos braços e pernas foram registrados através de um acelerômetro; a relação de fase contínua foi calculada através da diferença entre ângulos de fase de dois segmentos, considerando-se pares de membros: perna direita X perna esquerda; braço direito X braço esquerdo; perna direita X braço direito; perna esquerda X braço esquerdo; perna esquerda X braço direito; perna direita X braço esquerdo. A estabilidade foi medida através do desvio padrão da relação de fase entre os diferentes ciclos de passada. Os resultados apontaram um efeito significativo da velocidade sobre o desvio padrão da relação de fase em todos os pares de membros, indicando uma menor estabilidade da coordenação entre membros na marcha em velocidades baixas. Entretanto, os autores afirmam que pelo fato de a tarefa ter sido realizada em esteira, as pernas podem ter sido guiadas pela velocidade da mesma e por isto os braços podem ter apresentado relações de fase diferentes do que aquelas existentes em situação natural.

A influência de restrições ambientais sobre a coordenação intermembros durante a marcha foi estudada em adultos jovens por FREITAS JUNIOR e BARELA (2000), através de uma tarefa de ultrapassagem de um obstáculo horizontal correspondente a 80% do comprimento do membro inferior. Os resultados indicaram que os indivíduos estudados adotaram uma estratégia de aceleração do membro de balanço, conduzindo a uma diminuição na duração do apoio simples e da fase de duplo apoio durante a ultrapassagem do obstáculo. A estratégia adotada indica que, no período que antecedia a ultrapassagem do obstáculo, a coordenação intermembros e a organização dos parâmetros temporais da marcha foram alterados. Em consequência da modificação dos parâmetros temporais, a fase relativa entre membros inferiores também foi alterada, revelando um ajuste temporal antecipatório feito pelo membro de suporte.

A variabilidade de alguns parâmetros de controle de um movimento, tal como das relações de fase entre membros ou segmentos, pode ser utilizada para investigar suas

características de controle e estabilidade. Uma baixa variabilidade em geral significa uma maior estabilidade (RIEK & CARSON, 2001; TURVEY & SCHMIDT, 1994). Contudo, o fato de a variabilidade ser baixa pode indicar a existência de um alto nível de controle do movimento ou de um comportamento não-adaptativo (NEWELL & SLIFKIN, 1998).

O estudo da variabilidade dos parâmetros da marcha relacionados ao equilíbrio (GABELL e NAYAK, 1984) mostrou que uma alta variabilidade para largura da passada e para duração do período de duplo apoio em relação aos outros parâmetros da marcha analisados, não interferiu sobre a normalidade no padrão de execução da marcha de jovens e idosos, indicando que os mecanismos de controle do equilíbrio possuem uma grande capacidade de adaptação.

A variabilidade dos parâmetros da marcha em jovens e idosos foi estudada também por FERRANDEZ, PAILHOUS e DURUP (1996) através de um experimento no qual foi verificado o efeito da restrição no comprimento da passada sobre o desempenho da marcha. A tarefa foi desempenhada sobre uma esteira rolante, contendo marcas que formavam um padrão composto por nove passadas em três dimensões possíveis: 0,78 m, 0,88 m e 0,98 m, sobre as quais os participantes eram orientados a colocar seus pés durante a caminhada. Tanto jovens como idosos apresentaram uma tendência de alongar as passadas quando as marcações eram curtas e encurtar as passadas quando as marcações eram longas. Esta característica indica que não houve dificuldade em realizar a tarefa requerida, e sim em manter o comprimento dos passos correspondente às marcas. Os idosos não apresentaram grandes valores de erro nas dimensões das passadas, mas uma maior variabilidade nestes valores, revelando um comportamento de adaptação à nova condição imposta pelo ambiente.

### 2.3 Modificações da marcha na velhice

Os parâmetros da marcha apresentam modificações significativas durante o desenvolvimento motor, desde os primeiros passos de uma criança até por volta de seus quatro anos de idade, período em que se espera encontrar um padrão de movimento considerado maduro (SUTTERLAND, 1997). Dentre as modificações apresentadas desde a aquisição da habilidade até a idade adulta estão o aumento progressivo da velocidade, do comprimento do passo e das dimensões da passada e diminuição da cadência (CLARK & PHILLIPS 1987; STOLZE, KUHTZ-BUSCHBECK, MONDWURF, BOCZEK-FUNCKE, JÖHNK,

DEUSCHL & ILLERT, 1997; VAUGHAN, DAMIANO & ABEL, 1997) e o aprimoramento dos padrões de coordenação entre os membros (WHITALL & GETCHELL, 1996). O desempenho nesse padrão motor permanece estável desde a estabilização da marcha na infância até a idade adulta. Entretanto, com o envelhecimento algumas modificações significativas têm sido observadas: diminuição da velocidade de deslocamento (FERRANDEZ, PAILHOUS & DURUP, 1990; FERRANDEZ, PAILHOUS & SERRATRICE, 1988; MURRAY, CORY & CLARKSON, 1969; STOLZE, FRIEDRICH, STEINAUER & VIEREGE (2000), encurtamento dos passos (CRAIK, 1990; CROSBIE, VACHALATHITI & SMITH, 1997; FERRANDEZ, PAILHOUS & SERRATRICE, 1988; NAGASAKI, ITOH, HASHIZUME & FURUNA, 1996; STOLZE et al, 2000), distúrbios de coordenação entre braços e pernas (CRAIK, 1990), diminuição da cadência, aumento na variabilidade do comprimento do passo e aumento na flexão do pescoço, do tronco, dos joelhos e dos cotovelos (WINTER et al., 1990).

A diminuição da velocidade da marcha em idosos tem sido associada a uma diminuição da capacidade de controlar o equilíbrio corporal (CRAIK, 1990; WINTER et al, 1990), à redução de força muscular (WINTER, 1990) e à quantidade reduzida de atividade física (BUCHNER et al., 1996). Resultados de pesquisa têm indicado que a diminuição da velocidade de deslocamento ocorre provavelmente em decorrência da diminuição da elasticidade dos músculos e da mobilidade articular nos membros inferiores (CRAIK, 1990; JUDGE, DAVIS & ÖUNPUU, 1995; MURRAY, KORY & CLARKSON, 1969; PIJNAPPELS, BOBBERT & VAN DIEËN, 2001; PRINCE et al, 1997; SPIRDUSO, 1995; WOOLLACOTT & SHUMWAY – COOK, 1990).

Com o objetivo de investigar os mecanismos da diminuição e das modulações da velocidade em idosos, FERRANDES, PAILHOUS e DURUP (1990) desenvolveram uma tarefa de modulação da velocidade da marcha, na qual os indivíduos realizavam seis tentativas com aumento progressivo de velocidade entre as tentativas, de forma que na primeira a velocidade da marcha fosse a mais baixa e na última a mais alta possível. Foram testados 67 indivíduos idosos de ambos os sexos, com idade entre 60 e 92 anos, divididos em três grupos etários (65, 75 e 85 anos). Os resultados mostraram haver uma diminuição na velocidade com o aumento da idade e uma forte influência da tarefa sobre os parâmetros estudados, em especial sobre o comprimento da passada, que aumentou junto com a velocidade, e sobre a duração do duplo apoio, que diminuiu com o aumento da velocidade. Os autores concluíram



que tanto o comprimento da passada quanto a duração do duplo apoio são resultantes da velocidade de deslocamento.

Uma série de quatro experimentos envolvendo jovens e idosos foi realizada por FERRANDEZ, DURUP e FARIOLI (1996). Um dos estudos, já descrito anteriormente nesta revisão, manteve o foco sobre a variabilidade dos parâmetros da marcha; os outros três analisaram a velocidade de deslocamento e serão comentados a seguir. O primeiro experimento compreendia a tarefa de modulação de velocidade, utilizada por FERRANDEZ, PAILHOUS e DURUP (1990). Os resultados deste experimento mostraram um aumento na duração do período de duplo apoio relacionado diretamente à diminuição da velocidade. No segundo experimento, a marcha foi desempenhada em duas condições: andar com velocidade preferida, ou andar o mais rápido possível. Na condição de marcha rápida, os participantes de ambos os grupos aumentaram o comprimento e diminuíram a duração total da passada, tanto na fase de duplo apoio quanto na fase de balanço. O aumento na velocidade de deslocamento e no comprimento das passadas ocorreu em menor magnitude para o grupo de idosos e a diminuição da duração do duplo apoio para este grupo ocorreu em maior magnitude do que para o grupo de adultos jovens. No último experimento destinado à análise da velocidade da marcha, os participantes recebiam instruções para caminhar da forma mais natural possível sobre uma esteira, em seis velocidades (2 a 5 km/h). A principal diferença encontrada entre os dois grupos foi o menor tempo de duração da fase de balanço para os idosos. Uma vez que a velocidade da esteira era pré-determinada, o encurtamento no período de balanço levou à conclusão de que a velocidade da marcha foi controlada principalmente durante a fase de duplo apoio. Esta conclusão corroborou os resultados do segundo experimento, no qual indivíduos idosos apresentaram tendência de um período de duplo apoio com maior duração na condição de aumento da velocidade.

Durante a locomoção em situações diárias, o indivíduo (idoso ou jovem) necessita adaptar seu padrão de desempenho em função das condições ambientais. Por outro lado, o processo de envelhecimento está associado com o aumento do tempo para percepção e resposta a estímulos ambientais (ROSENGREN et al, 1997; WOOLLACOTT & SHUMWAY-COOK, 2002). Uma das conseqüências detectadas dessas alterações é a ocorrência de quedas em decorrência de um tropeço ou escorregão (PIJNAPPELS, BOBBERT & VAN DIEËN, 1990). Em situações de ultrapassagem de obstáculos, comuns no dia a dia, indivíduos idosos gastam mais tempo em sua transposição e demoram mais do que jovens para recuperar o

padrão de marcha normal (ROSENGREN et al, 2004). Desta forma, a diminuição da velocidade pode permitir que o idoso tenha tempo suficiente para reagir a imprevistos ambientais, minimizando os riscos de quedas (FRANK, WINTER & CRAIK, 1996; NASHNER, 1980; SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 1995).

O encurtamento dos passos está diretamente relacionado à diminuição da duração da passada (ROSENROT, WALL e CHARTERIS, 1980) e a um aumento significativo na duração da fase de apoio (MURRAY, KORY & CLARKSON, 1969). O encurtamento dos passos pode ser explicado tanto pelas dificuldades de equilíbrio corporal, quanto pela fragilização das articulações em decorrência do envelhecimento (CROSBIE, VACHALATHITI & SMITH, 1997). A deterioração das articulações implica em menor capacidade para a recepção de cargas durante o apoio simples e perda de capacidade para geração de potência na articulação do tornozelo durante a finalização do passo (JUDGE, DAVIS & ÖUNPUU, 1995). A combinação entre a maior duração do período de apoio e o encurtamento das passadas na marcha dos idosos pode indicar a busca de uma estratégia para conseguir o máximo de estabilidade e segurança durante a marcha (MURRAY, KORY & CLARKSON, 1969).

A interferência das condições de equilíbrio dinâmico sobre o desempenho na marcha foi estudada por PIJNAPPELS, BOBBERT e VAN DIEËN (2001). Adultos jovens foram submetidos a condições experimentais nas quais havia possibilidade de tropeços. Nestas condições, os sujeitos apresentaram um aumento na largura do passo e na variabilidade de outros parâmetros da marcha, tais como comprimento do passo, velocidade, duração do ciclo, frequência de passo e duração do período de apoio. Uma vez que o deslocamento lateral do pé é o principal fator de aceleração do tronco no sentido médio-lateral, aumentar ou diminuir a largura do passo é uma estratégia para controlar a estabilidade e também para evitar quedas (TAMMY, OWINGS & GRABINER, 2004). Os estudos de MARUYAMA e NAGASAKI (1992) e ROSENGREN et al (1997) sugerem que existe uma relação direta entre a menor capacidade de controle do equilíbrio, a menor velocidade de deslocamento e a maior variabilidade no comprimento de passo.

Em um estudo realizado por MURRAY, KORY e CLARKSON (1969) foi avaliada a modulação do comprimento de passo em função da velocidade da marcha. Participaram deste estudo sujeitos com idade entre 20 e 87 anos, divididos em oito grupos de acordo com a idade; todos caminharam em velocidade livre e velocidade alta. A comparação entre os grupos foi feita com base na porcentagem do comprimento da passada em relação à estatura de cada

sujeito. A análise dos dados mostrou que os participantes com idade superior a 65 anos apresentaram valores significativamente menores para o comprimento de passada em ambas as velocidades de deslocamento. Na condição de velocidade livre o comprimento da passada dos indivíduos idosos ficou ao redor de 79% da estatura, enquanto que para os indivíduos jovens este valor ficou próximo de 89%. Para a condição de velocidade alta os valores de comprimento de passada dos idosos corresponderam a 90% da estatura, enquanto que para os indivíduos com idade inferior a 65 anos o comprimento da passada correspondeu a 107% da estatura. Aqui, ao contrário do que afirmam SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT (1995), indivíduos idosos e jovens escolheram a estratégia de aumento no comprimento da passada para acelerar a marcha.

A relação entre os parâmetros da marcha e a faixa etária e a descrição das mudanças na marcha ao longo do tempo de vida foram estudados por HIMMANN CUNNINGHAM, RECHNITZER e PATERSON (1988). Eles realizaram um experimento no qual participantes com idade entre 19 e 102 anos, divididos em seis grupos etários, desempenharam uma tarefa de marcha dentro de um percurso de 20 m em velocidades baixa, média e alta. Os resultados levaram à conclusão de que há um declínio na velocidade da marcha mais acelerado a partir dos 70 anos de idade, para ambos os sexos. A taxa de redução de velocidade encontrada foi de 16% para os homens e 12% para as mulheres por década de vida. Contudo, a velocidade já apresentava declínio para indivíduos com idade entre 19 e 62 anos, na proporção de 4,5% para homens e 2,5% para mulheres.

A cadência da marcha está diretamente relacionada à velocidade de deslocamento e, portanto, pode sofrer modificações em função desta última. Os resultados do estudo realizado por HIMMANN et al (1988) mostraram que a frequência dos passos pareceu permanecer a mesma para os indivíduos do sexo masculino em todas as faixas etárias. No entanto, para as participantes do sexo feminino, foi encontrada uma frequência de passos menor para o grupo mais idoso. A distribuição dos valores de comprimento de passo se deu de forma semelhante. Em função destes resultados, os autores afirmam que a redução na velocidade da marcha é resultante da combinação entre a menor frequência e menor comprimento das passadas.

A diminuição do movimento pendular dos membros superiores também tem sido observada durante o envelhecimento, como decorrência da diminuição da flexão do ombro durante o balanço do braço à frente. Resultados de um estudo conduzido por MURRAY, KORY e CLARKSON (1969) sobre este assunto revelaram que homens com idade entre 81 e

87 anos apresentaram uma tendência de manter os membros superiores para trás e com uma ligeira flexão de cotovelo durante todo o ciclo de marcha, ao invés do movimento pendular que acompanha o ritmo dos passos. Apesar dessa característica, os indivíduos idosos apresentaram uma relação temporal estável entre a duração da fase de apoio e da fase de balanço. Esta capacidade sugere que as alterações dos parâmetros ao longo do tempo de vida não afetaram a organização de movimentos dos membros inferiores.

### 3 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito do aumento e da redução no comprimento de passo na marcha entre indivíduos jovens e idosos em variáveis de desempenho motor usualmente afetadas pelo envelhecimento.

### 4 HIPÓTESES

O presente estudo desenvolve-se a partir das seguintes hipóteses:

#### Hipótese 1:

Em condições de comprimento de passo semelhante, adultos jovens e idosos devem apresentar similaridade em velocidade de deslocamento, oscilação do membro superior e amplitude de movimento articular do tornozelo.

#### Hipótese 2:

A modificação do comprimento de passo deve perturbar a coordenação entre membros superiores e inferiores de forma mais evidente em indivíduos idosos do que em indivíduos jovens.

### 5 JUSTIFICATIVA

Dentre as diversas modificações do padrão locomotor de idosos, mais evidenciadas em indivíduos do sexo feminino, destacam-se a redução da velocidade de deslocamento e o encurtamento dos passos. Outro fato a ser considerado é que, tanto em adultos quanto em

idosos, alguns parâmetros da marcha, como a velocidade de deslocamento e a cadência, são diretamente influenciados pelo comprimento de passo. Desta forma, torna-se necessário esclarecer qual o impacto causado pela modificação do comprimento de passo sobre o desempenho geral da marcha em adultos e idosos, isto é, investigar a existência de uma relação entre o encurtamento dos passos e a ocorrência de alterações em parâmetros espaciais e na coordenação da marcha. Quanto à coordenação, sabe-se que a relação de fase entre membros superiores e inferiores pode sofrer interferência da velocidade de deslocamento durante a marcha (DONKER et al, 2001). Uma vez que estudos prévios indicam que a velocidade de deslocamento apresenta-se reduzida para os idosos em marcha regular, torna-se importante verificar se, em virtude disto, indivíduos jovens e idosos apresentam diferenças significativas na coordenação entre membros durante esta condição.

O presente estudo refere-se à investigação do efeito do aumento e da diminuição no comprimento de passo sobre o padrão locomotor de idosos e de jovens. A fim de se evitar um viés do sedentarismo sobre os efeitos do envelhecimento, a pesquisa foi realizada com indivíduos que se submetiam à prática regular de atividade física. A investigação foi conduzida com a intenção de compreender melhor o comportamento das duas amostras durante a marcha regular e verificar o quanto o desempenho das mesmas pode ser afetado por uma restrição da tarefa. Neste sentido, a condição de aumento no comprimento de passo foi oferecida aos idosos com a intenção de aproximar o padrão de movimento àquele apresentado em condições normais pelos jovens. A finalidade desta restrição específica foi verificar a possibilidade de que, sob estas condições, os idosos apresentassem um comportamento semelhante ao dos jovens em marcha regular. Por outro lado, a condição de diminuição do passo teve como função principal permitir a verificação dos efeitos do encurtamento dos passos sobre o desempenho geral da marcha em jovens e idosos e verificar se, sob tais condições, o desempenho de jovens torna-se similar ao dos idosos em marcha regular.

A relevância das questões aqui apresentadas reside no fato de que, com relação à locomoção dos idosos, existe uma grande preocupação em investigar as alterações no padrão da marcha e os motivos que levam a tais alterações. Por outro lado, as questões pertinentes à restrição do passo e à comparação de desempenho entre jovens e idosos sob as mesmas condições de restrição da tarefa, permitem esclarecer aspectos relativos ao impacto das modificações do comprimento de passo sobre o desempenho geral da marcha para estes dois grupos etários.

## 6 MÉTODO

### 6.1 Participantes

Participaram deste estudo 20 indivíduos do sexo feminino, praticantes de atividade física regular, divididos em dois grupos: jovens (JV), composto por 10 mulheres com idade entre 20 e 35 anos (média = 31,12; DP = 4,08); e idosos (ID), composto por 10 indivíduos com idade entre 60 e 70 anos (média = 64,11 ; DP = 3,94). As interessadas em participar do experimento preencheram uma ficha de seleção (ANEXO I), que permitiu verificar se as mesmas estavam isentas de patologias que pudessem ocasionar alterações significativas no padrão da marcha. Os fatores de exclusão adotados no presente estudo foram: desordens músculo–esqueléticas, neurológicas ou cardiovasculares, grande diminuição da capacidade visual bilateral, glaucoma, histórico de quedas ou vertigens durante o último ano e o uso de próteses ou bengalas. As voluntárias selecionadas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO II). Os procedimentos adotados no presente estudo receberam aprovação do Comitê de Ética do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. Dois sujeitos do grupo ID retiraram-se do estudo e os dados de um sujeito do grupo JV não puderam ser utilizados por problemas com a captura das imagens. Em razão disso, os dados aqui apresentados referem-se a oito sujeitos idosos e nove sujeitos jovens.

### 6.2 Equipamentos e tarefas

Um percurso de 5 m de comprimento por 1m de largura foi demarcado em uma das quadras internas da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. As tarefas foram filmadas utilizando-se uma câmera digital SONY modelo DV 500, com frequência de aquisição de imagens igual a 30 Hz, posicionada perpendicularmente ao percurso, no lado direito do sujeito. A distância entre a câmera e o percurso foi determinada a partir do ajuste do foco, de modo que fosse possível capturar de seis a sete passos de cada participante. (FIGURA 1).

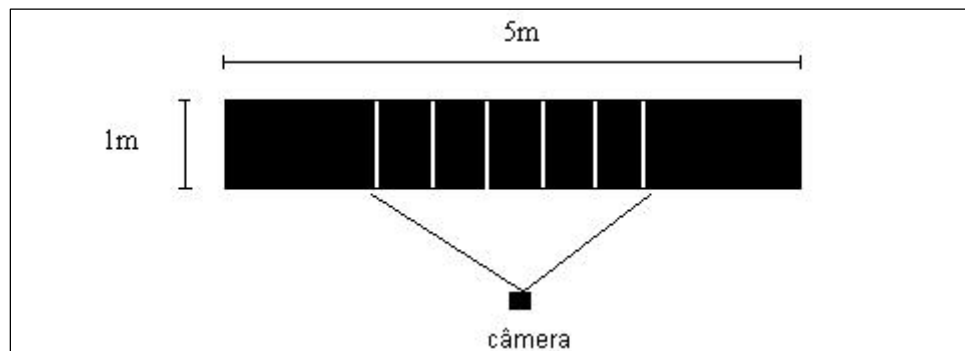


FIGURA 1- Dimensão do percurso e posicionamento da câmera. Os traços verticais brancos indicam o número de passos capturados pela câmera.

As participantes realizaram três tarefas, que se distinguiram em função do comprimento de passo adotado: marcha regular (MR), aumento do passo (AP) e diminuição do passo (DP). A razão entre o comprimento de passo e o comprimento do membro inferior foi utilizada como referência para a determinação da magnitude de aumento e de diminuição do comprimento de passo e foi calculada individualmente dividindo-se o valor do comprimento médio de passo apresentado por cada sujeito na tarefa de marcha regular pela medida do comprimento do membro inferior, dada pela distância entre o maléolo lateral direito e o trocânter maior do fêmur com o indivíduo em pé.

Marcha Regular (MR): A tarefa de marcha regular foi utilizada como tarefa controle a fim de determinar as características gerais do desempenho da marcha na amostra estudada. As participantes receberam orientações para caminhar naturalmente, isto é, em velocidade preferida, ao longo do percurso.

Aumento do passo (AP): Como critério para aumentar o comprimento do passo, foi empregada a diferença média entre as participantes jovens e idosas da razão entre o comprimento de passo e o comprimento do membro inferior direito. Dessa maneira, na tarefa de aumento do passo os indivíduos idosos tiveram comprimento de passo semelhante àquele empregado por indivíduos jovens na condição de marcha regular. Para os indivíduos jovens foi empregada a mesma proporção de aumento de comprimento do passo que aquela usada para as participantes idosas.

Diminuição do passo (DP): Na tarefa de redução do comprimento de passo foi adotado o procedimento inverso da tarefa de aumento de passo. Isto é, a redução do

comprimento de passo foi feita de forma que as participantes jovens apresentassem um comprimento de passo semelhante às participantes idosas, enquanto que essas últimas reduziram seu comprimento de passo na mesma proporção que as participantes jovens.

O experimento foi dividido em dois dias; o primeiro dia foi destinado à realização da tarefa de marcha regular e o segundo dia às tarefas de aumento e de diminuição no comprimento do passo. O intervalo médio entre o primeiro e o segundo dia de experimento foi de 15 dias. As participantes receberam orientação prévia com relação ao traje utilizado durante as coletas (camiseta, bermuda ou calça justa e tênis ou similar), preferencialmente em cores escuras para permitir a visualização dos marcadores, confeccionados com bolinhas de isopor de 2cm de diâmetro, com base de borracha e revestidas com vinil refletivo. Os marcadores foram afixados com fita adesiva dupla face em sete pontos anatômicos do lado direito do corpo: punho (processo estilóide da ulna), cotovelo (epicôndilo lateral do úmero), ombro (tubérculo maior do úmero), quadril (trocânter maior do fêmur), joelho (côndilo lateral da tíbia), tornozelo (maléolo lateral) e dedo mínimo (tuberosidade do quinto metatarso). As coletas foram realizadas durante o dia. Para melhorar a visualização dos marcadores, foram utilizados dois iluminadores com lâmpadas de 1000 watts e um tecido preto foi afixado na parede de fundo.

A calibração do espaço foi feita utilizando-se um aparato composto de dois tripés de 2 m de altura por 1 m de largura, cada um contendo dois fios de prumo nas extremidades das hastes horizontais com três marcadores refletivos: junto ao solo, a 1 m do solo e a 2 m do solo. Uma vez que a análise realizada foi do tipo 2D, foram utilizados somente os 06 pontos vistos em primeiro plano (eixo  $z = 0$ ) (FIGURA 2).





FIGURA 2 - Aparato para calibração do espaço de deslocamento.

A imagens da câmera digital foram transferidas para um microcomputador através de uma placa Pinnacle DV200 e o processamento inicial das imagens feito com o programa Adobe Première versão 5.1.

A análise dos dados cinemáticos foi realizada com o programa APAS (Ariel Performance Analysis System). As coordenadas do sistema foram calculadas considerando-se os eixos "x" (ântero-posterior) e "y" (vertical). Os sete pontos corporais (marcadores refletivos) foram digitalizados de forma semi-automática e, através do método de transformação linear (DLT) bidimensional, foram transformados em um sistema composto por seis segmentos rígidos: pé (5º metatarso – tornozelo), perna (tornozelo – joelho), coxa (joelho – quadril), tronco (quadril – ombro), braço (ombro – cotovelo) e antebraço (cotovelo – punho) (FIGURA 3). O erro experimental foi estimado através da média dos valores de desvio padrão para a medida em centímetros do segmento “perna” em três sujeitos de cada grupo (seleção aleatória) na tarefa de marcha regular. O desvio padrão médio durante todo o percurso foi de 0,89 cm.

### 6.3 Protocolo experimental

Em todas as tarefas foi oferecido às participantes um período de familiarização sem número de tentativas pré-determinado. Era permitido às participantes treinar a tarefa até que conseguissem realizá-la com facilidade. Para a realização das tarefas de aumento e redução do comprimento do passo, a medida do comprimento do passo desejada foi marcada do lado esquerdo do percurso com a utilização de bastões de madeira posicionados verticalmente ao lado da posição em que o pé deveria aterrissar em cada passo (FIGURA 3). As participantes foram orientadas a caminhar de forma que o toque do calcanhar no solo fosse feito ao lado de cada uma das marcas oferecidas. Durante a familiarização era permitido diminuir a velocidade e olhar para os pés até que a tarefa se tornasse fácil de ser realizada. A partir de então, as participantes eram orientadas a assumir uma velocidade que fosse a mais próxima possível da utilizada por elas em marcha regular e a olhar para frente. O experimentador informava à participante, ao final de cada tentativa, sobre a adequação da amplitude de seus passos. Caso a amplitude de passo alvo não fosse atingida com consistência (todos os passos nas marcas até o final do percurso), eram oferecidas mais tentativas de prática até que a amplitude de passo desejada fosse mantida. Seguidos os procedimentos de familiarização, eram realizadas três tentativas de teste para cada tarefa. A seqüência de realização das tarefas foi a mesma para todos os sujeitos: marcha regular, aumento do passo e diminuição do passo. O intervalo entre as tentativas ficava a critério das participantes. Entre as tarefas de aumento e diminuição do passo, o intervalo foi de aproximadamente cinco minutos, correspondente ao tempo necessário para a troca de local dos bastões que demarcavam o passo.



FIGURA 3 – Demarcação do espaço para as tarefas de aumento e diminuição do comprimento de passo, localização dos marcadores refletivos e segmentos corporais.

## 7 VARIÁVEIS DEPENDENTES

As variáveis dependentes foram as seguintes:

O comprimento do passo foi calculado através da divisão do valor da medida de comprimento total do percurso (5m) pelo número de passos dado por cada participante neste espaço.

A razão entre comprimento do passo e comprimento do membro foi calculada individualmente dividindo-se o valor do comprimento médio de passo apresentado por cada sujeito na tarefa de marcha regular pela medida do comprimento de seu membro inferior direito, dada pela distância entre o maléolo lateral direito e o trocânter maior do fêmur com o indivíduo em pé.

A cadência foi obtida através da aplicação de uma regra de três simples, a partir do valor da média de passos obtida nas três tentativas e do valor médio para o tempo médio gasto no percurso.

A velocidade de deslocamento (em m/s) foi obtida através da divisão do comprimento do percurso (5m) pela média do tempo gasto para percorrer o mesmo.

A amplitude de movimento da articulação do tornozelo foi obtida através da medida do ângulo formado entre os segmentos pé e perna no momento de toque do calcanhar com o solo.

A amplitude máxima de balanço do membro superior foi obtida através da medida do ângulo máximo formado entre os segmentos braço e tronco, sendo que a maior oscilação ocorre no movimento do braço para a frente.

A relação de fase foi calculada de forma discreta (pontual), empregando-se os momentos de máximo deslocamento para trás do membro superior direito e de toque do calcanhar no solo com o membro inferior direito (indicado pelas setas verticais). Os valores dos ângulos “tronco X braço” e “tronco X coxa” no tempo foram obtidos (para cada tentativa) a partir do gráfico da função periódica (FIGURA 4):

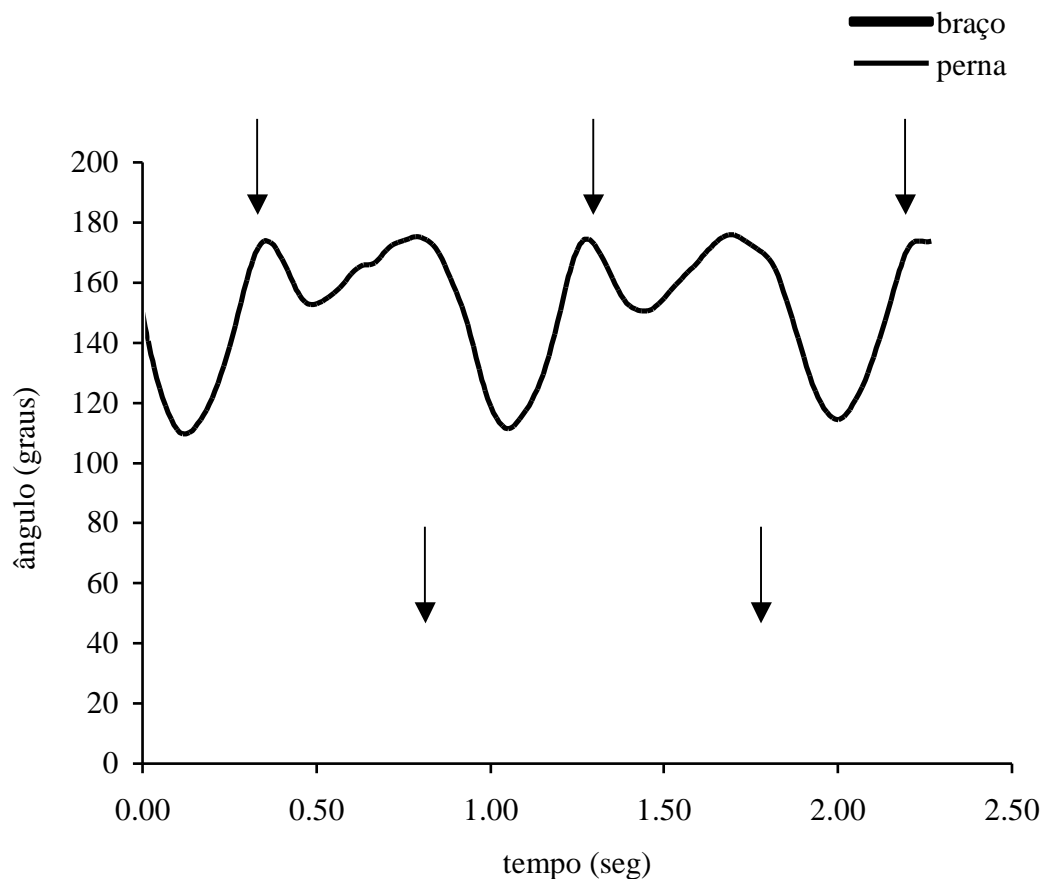


FIGURA 4 – Exemplo de gráfico para obtenção dos valores para o cálculo da relação de fase entre braço e perna. As setas indicam os momentos analisados.

Para cada tentativa foram analisados três ciclos de passada. A obtenção dos valores de relação de fase ocorreu através da seguinte equação:

$$\emptyset = \left[ \frac{t_0(ms) - t0(mi)}{t1(ms) - t0(ms)} \right] \times 360$$

Onde:

$t_0(ms)$  representa o primeiro instante de maior ângulo entre o braço e o tronco;  $t0(mi)$  representa o instante do toque do calcanhar no solo; e  $t1(ms)$  representa o segundo instante de maior ângulo entre o braço e o tronco.

Para a análise da variabilidade de relação de fase entre os membros superior e inferior direitos, foi utilizado o desvio padrão apresentado por cada indivíduo nas três tentativas para cada tarefa desempenhada.

## 8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises das variáveis comprimento de passo, razão entre comprimento de passo e comprimento de membro (CP/CM) e cadência foram conduzidas apenas para a condição de marcha regular, através de um *teste t* para amostras independentes. Para as demais variáveis, a estatística utilizada foi uma análise de variância de dois fatores, 2 (Idade) x 3 (Tarefa: MR x AP x DP) com medidas repetidas no segundo fator, para cada uma das variáveis analisadas. As comparações *post hoc* foram realizadas através da prova de Newman-Keuls, com estabelecimento do nível mínimo de significância em 5% para todas as análises.

## 9 RESULTADOS

### 9.1 Comprimento de passo

As médias e o desvio padrão de cada grupo podem ser visualizados na TABELA 1. A análise estatística revelou que as diferenças entre os grupos não foram significativas,  $t(15) = -0,88$ ,  $p > 0,05$ .

TABELA 1 – Médias e desvio padrão (entre parênteses) por idade para as variáveis: comprimento de passo, cadência e razão CM/CP.

	Adultas	Idosas
Comprimento de passo	67,65 (3,67)	65,66 (7,03)
Razão CP/CM	0,87 (0,07)	0,94 (0,08)
Cadência	116,62 (12,99)	121,23 (15,99)

### 9.2 Razão entre comprimento de passo e comprimento de membro inferior (razão CP/CM)

Os resultados da análise estatística para a razão CP/CM indicaram que não houve diferença significativa entre as médias (TABELAS 1) apresentadas pelos grupos,  $t(15) = 1,63$ ,  $p > 0,05$ .

### 9.3 Cadência

Os resultados da análise estatística indicaram que os valores apresentados por adultos e idosos (TABELA 1) não foram significativamente diferentes,  $t(15) = 0,51$ ,  $p > 0,05$ .

## 9.4 Velocidade de deslocamento

A análise estatística indicou efeito significativo apenas para o fator Tarefa,  $F(2,30) = 5,86$ ,  $p < 0,05$ . Os contrastes posteriores indicaram diferenças significativas para MR x AP e AP x DP (FIGURA 5). Não houve efeito significativo para interação Grupo x Tarefa,  $F(2,30) = 0,10$ ,  $p > 0,05$ . A ausência de qualquer efeito significativo para o fator Grupo,  $F(1,15) = 0,14$ ,  $p > 0,05$  indica que os grupos ID e JV apresentaram desempenhos semelhantes nas três condições de marcha. Os valores absolutos encontrados para a velocidade de deslocamento nas três tarefas, são apresentados no ANEXO III.

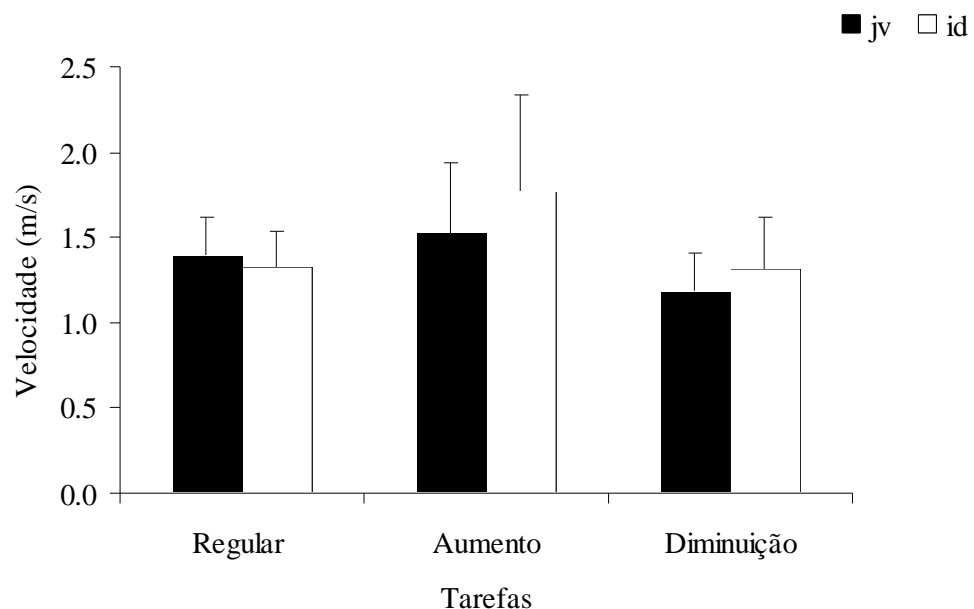


FIGURA 5 – Média e desvio padrão (traços verticais) da velocidade média apresentada pelos grupos JV e ID nas tarefas de marcha regular, aumento e diminuição da amplitude do passo.

### 9.5 Amplitude de movimento da articulação do tornozelo

As comparações entre os valores (ANEXO IV) para o ângulo formado entre os segmentos “pé” e “perna” no momento do toque do calcanhar com o solo não revelaram efeitos significativos para o fator Grupo,  $F(1,15) = 0,48$ ,  $p > 0,05$ , para o fator Tarefa,  $F(2,30) = 2,22$ ,  $p > 0,05$ , ou para a interação entre os fatores,  $F(2,30) = 0,40$ ,  $p > 0,05$  (FIGURA 6).

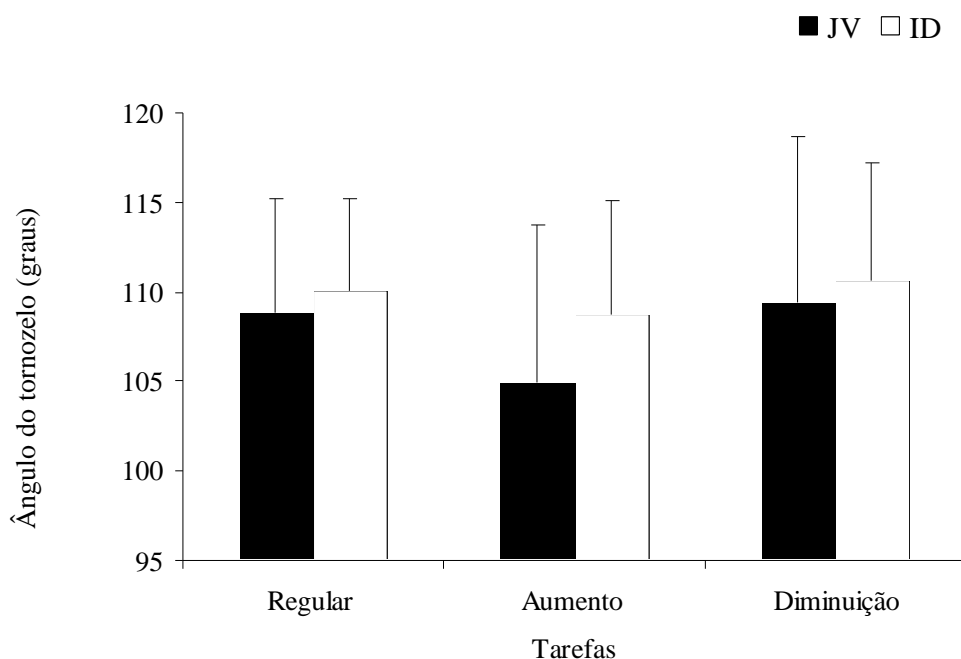


FIGURA 6 – Média e desvio padrão para o ângulo formado entre os segmentos pé e perna no momento de toque do calcanhar no solo nas três tarefas realizadas.

### 9.6 Amplitude de balanço do membro superior

(FIGURA 7). Os resultados indicaram efeito significativo somente para o fator Tarefa,  $F(2,30) = 5,63$ ,  $p < 0,05$ , sem que se detectasse efeito significativo para o fator Grupo,  $F(1,15) = 0,07$ ,  $p > 0,05$ , nem para a interação entre os fatores principais,  $F(2,30) = 0,38$ ,  $p > 0,05$ . As comparações posteriores indicaram que na condição de Diminuição de Passo, os



valores para a amplitude de movimentação do membro superior (ANEXO V) foram significativamente menores do que nas outras duas condições de marcha desempenhadas.

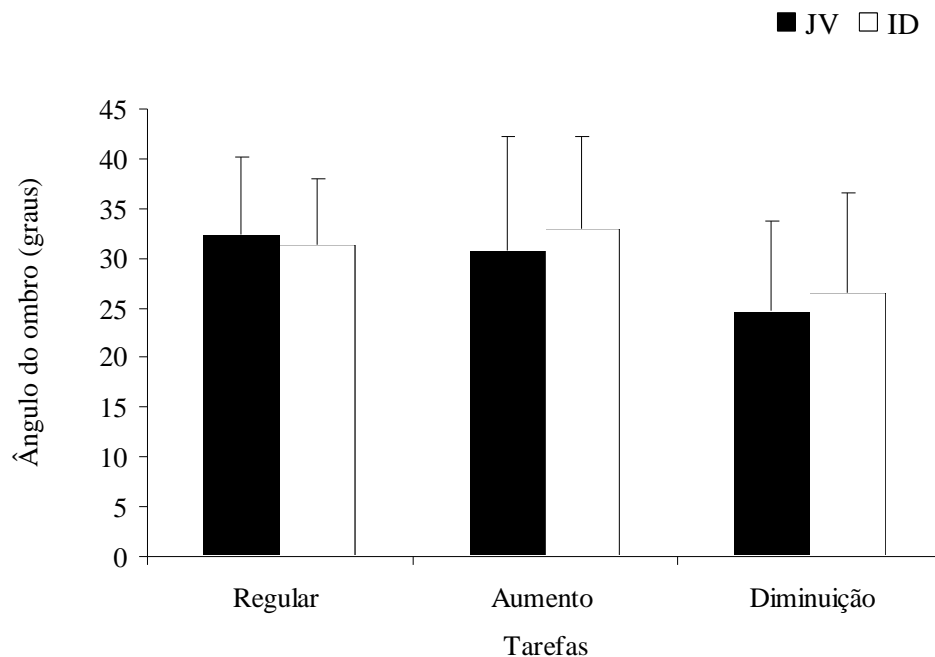


FIGURA 7 – Média e desvio padrão (traços verticais) para o ângulo máximo entre os segmentos braço e tronco.

#### 9.7 Relação de fase

A análise dos valores da relação de fase revelaram efeito significativo para o fator Tarefa,  $F(2,30) = 9,44$ ,  $p < 0,05$  e para a interação entre os fatores principais,  $F(2,30) = 7,90$ ,  $p < 0,05$  (FIGURA 8). Não houve efeito significativo para o fator Grupo,  $F(1,15) = 0,03$ ,  $p > 0,05$ . As comparações posteriores para o fator Tarefa indicaram que os valores de relação de fase apresentados por cada grupo etário (TABELA 2) foram significativamente inferiores nas duas condições de restrição do passo em comparação à marcha regular, sem detecção de diferença significativa entre aquelas condições. A interação ocorreu em virtude de valores superiores de relação de fase para os indivíduos jovens em comparação com os idosos na tarefa de Marcha Regular, enquanto que nas outras condições não foram detectadas diferenças

significativas entre as idades. Os valores individuais para a relação de fase são apresentados no ANEXO VI.

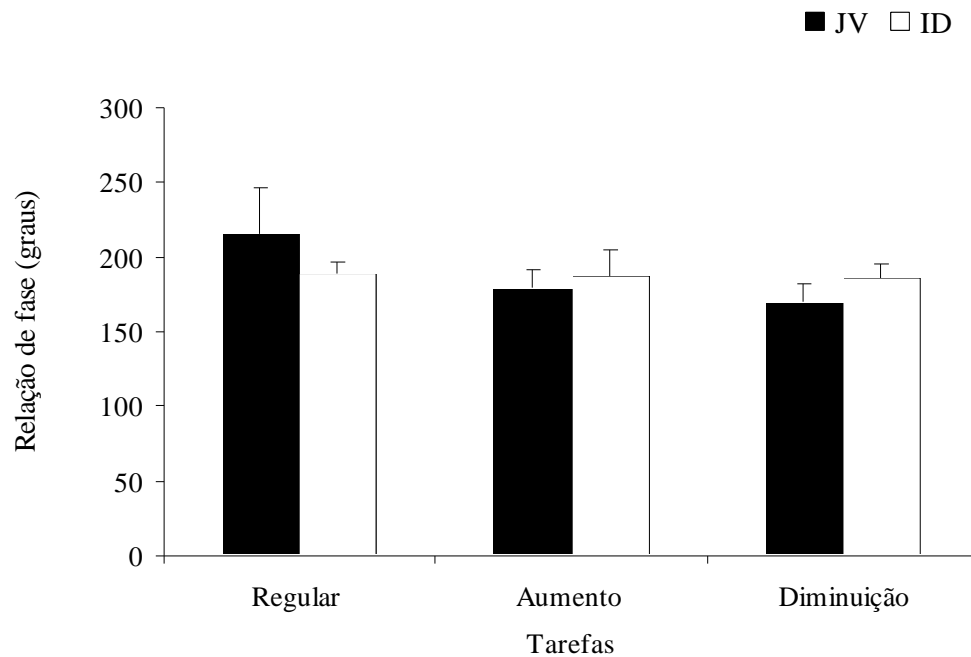


FIGURA 8 – Comparação entre média e desvio padrão (linhas verticais) da relação de fase entre membro superior e inferior ipsilaterais direitos para os grupos AD e ID nas três tarefas de marcha.

TABELA 2 – Média e desvio padrão (entre parênteses) da relação de fase apresentados por cada grupo etário nas três tarefas desempenhadas.

Marcha regular		Aumento do passo		Diminuição do passo	
Jovens	Idosas	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas
214,96 (30,89)	188,50 (8,73)	179,89 (11,97)	188,06 (17,31)	170,74 (11,75)	185,99 (9,62)

## 9.8 Variabilidade de relação de fase

A análise da variabilidade de relação de fase indicou que não houve efeito significativo para o fator Grupo,  $F(1,15) = 3,18$ ,  $p > 0,05$ , Tarefa,  $F(2,30) = 0,66$ ,  $p > 0,05$  ou para a interação entre os fatores principais  $F(2,30) = 1,08$ ,  $p > 0,05$  (FIGURA 9). Os valores encontrados para esta variável são apresentados no ANEXO VII.

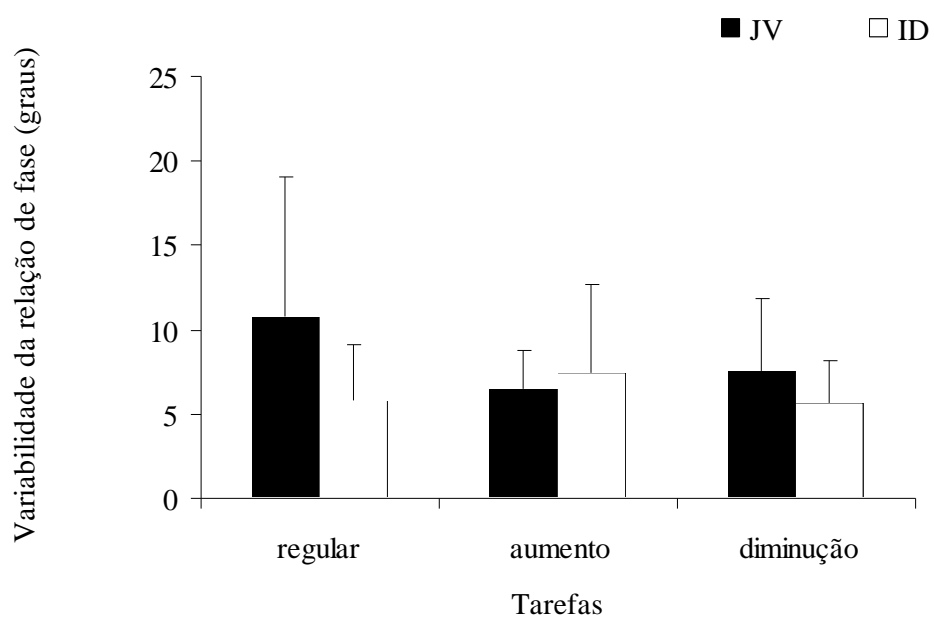


FIGURA 9 – Variabilidade da relação de fase (graus) entre os membros superior e inferior direito para os grupos AD e JV nas três tarefas de marcha.

## 10 DISCUSSÃO

Em uma análise geral, os resultados obtidos no presente estudo indicaram que: (a) na marcha regular, jovens e idosas apresentaram desempenhos semelhantes; (b) o efeito da restrição de comprimento de passo sobre a velocidade de deslocamento, sobre a amplitude de movimentação do membro superior e sobre a relação de fase entre membro superior e inferior foi igualmente significativo para jovens e idosas e (c) a amplitude de movimentação do tornozelo e a variabilidade da relação de fase não foram alterados de forma significativa em função da restrição na amplitude do passo.

A análise dos resultados iniciou-se pela comparação entre os valores médios para comprimento de passo apresentados na tarefa Marcha Regular. Para esta primeira comparação, esperava-se que, em concordância com resultados prévios (CROSBIE, VACHALATHITI & SMITH, 1997; MURRAY, KORY & CLARKSON, 1969), os valores de comprimento de passo apresentados pelas idosas fossem significativamente menores do que os valores apresentados pelas jovens. No entanto, as análises para esta variável não revelaram diferenças significativas entre os grupos e, provavelmente em consequência disto, também não foram encontradas diferenças significativas entre jovens e idosas para a razão entre comprimento de passo e comprimento de membro inferior.

A análise da cadência em Marcha Regular mostrou que jovens e idosos não apresentaram diferenças significativas de desempenho. Para compreender este fato, é importante observar que o aumento da cadência em indivíduos idosos tem sido explicado como resultado de uma combinação entre a diminuição da velocidade de deslocamento e o encurtamento dos passos (HIMMANN CUNNIGHAM, RECHNITZER & PATERSON 1988; WINTER et al., 1990). Deste modo, a ausência de diferenças significativas entre os grupos para o comprimento de passo na Marcha Regular pode explicar em parte a similaridade da cadência entre os grupos etários.

A diminuição da velocidade de deslocamento tem sido considerada como uma modificação importante no padrão de marcha de idosos em comparação com o padrão de adultos jovens (FERRANDEZ, PAILHOUS & DURUP, 1990; FERRANDEZ, PAILHOUS & SERRATRICE, 1988; MURRAY, KORY & CLARKSON, 1969; STOLZE, FRIEDRICH, STEINAUER & VIEREGGE, 2000). No entanto, os resultados deste estudo mostraram que, independente do comprimento de passo adotado, jovens e idosas apresentaram similaridade de

desempenho no que se refere à velocidade de deslocamento. Entretanto, é possível observar a existência de uma relação direta entre o comprimento de passo adotado e a modificação na velocidade de deslocamento, uma vez que tanto para jovens quanto para idosos, a redução na amplitude do passo foi acompanhada de uma diminuição da velocidade, e o aumento na amplitude do passo foi acompanhado de um aumento significativo da velocidade de deslocamento. Este fato corrobora as conclusões apresentadas por WINTER et al (1990), no sentido de que a diminuição da velocidade da marcha em idosos está relacionada à diminuição no comprimento da passada.

Estudos anteriores (FERRANDEZ, DURUP & FARIOLI, 1996; FERRANDEZ, PAILHOUS & DURUP, 1990; PIJNAPPELS, BOBBERT & VAN DIEËN, 2001) mostraram que o comportamento locomotor de idosos possui características adaptativas em função de restrições à velocidade ou ao comprimento de passo. Partindo deste princípio, a primeira hipótese formulada no presente estudo foi de que, quando submetidos a condições de marcha semelhantes, jovens e idosos apresentariam desempenhos similares, no que se refere à velocidade de deslocamento, à movimentação do membro superior e à amplitude de movimento articular do tornozelo. A discussão desta hipótese será iniciada pela velocidade de deslocamento.

Os resultados das comparações para a velocidade de deslocamento revelaram que os dois grupos foram semelhantes em todas as condições do experimento, o que significa que jovens e idosos foram igualmente capazes de adaptar seu padrão locomotor em função da alteração no comprimento do passo, confirmando a hipótese proposta acima.

A redução da mobilidade articular no tornozelo é apontada como uma das causas para o encurtamento dos passos (PRINCE et al, 1997). Para o delineamento utilizado neste experimento, poder-se-ia esperar que os idosos apresentassem valores maiores para o ângulo formado entre pé e perna no momento de toque do calcanhar com o solo. Entretanto, os resultados obtidos a partir de comparações para este ângulo nas três tarefas realizadas, não indicaram diferenças significativas entre os grupos. Disto conclui-se que, para a amostra estudada, não existe relação entre a mobilidade articular do tornozelo e o comprimento de passo adotado. Por outro lado, a hipótese da similaridade de desempenho em igualdade de condições da tarefa foi confirmada através destes resultados.

Segundo MURRAY et al (1969), em comparação com adultos jovens, os idosos apresentam uma menor excursão do braço para frente em decorrência de uma menor

mobilidade articular do ombro. Os resultados obtidos no presente estudo não indicaram qualquer diferença entre os grupos etários para a amplitude de movimento do braço. Por outro lado, na condição de Diminuição do Passo, a movimentação do membro superior foi significativamente menor do que nas outras duas tarefas, indicando um efeito significativo da tarefa sobre esta variável. Este fato sugere que, assim como para a velocidade de deslocamento, há uma relação direta também entre o comprimento de passo adotado e a amplitude de movimento dos membros superiores, corroborando estudos anteriores, nos quais a amplitude do passo exerceu influência sobre a ação dos membros superiores (DIEDRICH & WARREN JUNIOR, 1998; LARSSON, ODENRICK, SANDLUND, WEITZ & ÖBERG, 1980; NAGASAKI et al, 1996; SEKIYA & NAGASAKI, 1998).

Levando-se em conta os resultados obtidos para a movimentação dos membros superiores e o fato de que esta se altera em decorrência de alterações na amplitude do passo, esperava-se encontrar também um efeito da tarefa sobre as relações de fase entre membro superior e inferior ipsilaterais. Os resultados mostraram que tanto o aumento, quanto a diminuição na amplitude do passo levam a alterações dos valores da relação de fase entre braço e perna, de forma que, para ambos os grupos, observou-se uma diminuição significativa destes valores nas duas tarefas de restrição do passo.

Para DONKER et al (2001), a relação de fase entre braço e perna é alterada em função da velocidade de deslocamento, existindo uma forte tendência para o modo de coordenação antifase em velocidades mais altas. Como já exposto anteriormente, a velocidade de deslocamento aumentou de forma significativa para os dois grupos na condição de aumento do passo. Sendo assim, os valores para a relação de fase nesta condição deveriam ter sido próximos de  $180^\circ$  para ambos os grupos e significativamente diferentes disto nas outras duas tarefas. Entretanto, uma observação mais atenta dos resultados apresentados pelo grupo de indivíduos idosos, revela que, para este grupo, a relação de fase se manteve próxima de  $180^\circ$  nas três tarefas. Também é importante ressaltar que os indivíduos jovens apresentaram uma velocidade maior na tarefa de Marcha Regular e que, justamente nesta condição, o valor da relação de fase para este grupo ficou distante de  $180^\circ$ . Desta forma é possível concluir que, para a amostra pesquisada, não há qualquer relação entre a velocidade de deslocamento e a relação de fase entre braço e perna ipsilaterais. Com relação às hipóteses aqui formuladas, pode-se dizer que, com relação à relação de fase, o grupo de indivíduos idosos apresenta uma evidente capacidade de adaptação à alteração do comprimento de passo, o que confirma a

primeira hipótese, de similaridade de desempenho sob condições semelhantes e nega a segunda, de maior impacto da alteração no comprimento de passo sobre a coordenação dos idosos.

De acordo com WAGENAAR e VAN EMMERICK (2000), a variabilidade da relação de fase entre membros durante a marcha é fortemente influenciada pela velocidade de deslocamento, de forma que há uma menor estabilidade de coordenação em velocidades baixas. No presente estudo, as diferenças significativas encontradas para a velocidade de deslocamento em função da modificação da tarefa, poderiam indicar a existência de diferenças também na variabilidade da relação de fase entre membros. Contudo, as análises para esta variável não revelaram nenhum efeito significativo da tarefa, indicando que nas três tarefas desempenhadas, a velocidade de deslocamento permitiu que a estabilidade do movimento fosse mantida.

De acordo com estudos anteriores (FERRANDEZ, PAILHOUS & DURUP, 1996) e com a segunda hipótese formulada no presente experimento, esperava-se um aumento da variabilidade da relação de fase para os idosos em decorrência da restrição do passo. Contudo, exceto para as jovens em Marcha Regular, a variabilidade geral foi baixa, o que sugere estabilidade para a coordenação (RIEK & CARSON, 2001; TURVEY & SCHMIDT, 1994) entre braço e perna e a manutenção de níveis de controle da marcha semelhantes entre jovens e idosos, tanto em frequência natural quanto em condições de restrição do passo. Estes achados refutam a segunda hipótese formulada neste estudo, de que modificações do comprimento de passo deveriam causar um impacto maior sobre a coordenação da marcha de indivíduos idosos do que de indivíduos jovens.

Em suma, o padrão de marcha dos idosos apresentou-se semelhante ao de adultos jovens em muitos aspectos, dentre os quais merecem ser destacados o comprimento de passo em marcha regular e a velocidade de deslocamento, freqüentemente apontados na literatura como variáveis que apresentam alterações significativas com o envelhecimento.

Quanto ao impacto causado pela alteração do comprimento de passo sobre o desempenho da marcha de adultos e idosos, em geral houve uma similaridade entre os grupos, sugerindo que os indivíduos idosos estudados possuem uma boa capacidade de adaptação do padrão locomotor. Como exemplo, pode-se citar as modificações significativas da velocidade de deslocamento em consequência da alteração no comprimento de passo, a manutenção da relação de fase entre braço e perna em valores próximos de 180° independente do

comprimento de passo e a manutenção da estabilidade da coordenação entre membros, revelada pela baixa variabilidade da relação de fase.

## 11 CONCLUSÕES

Os resultados aqui apresentados conduzem às seguintes conclusões:

- a. A cadência e o comprimento de passo em marcha regular foram semelhantes para jovens e idosos;
- b. O ângulo do tornozelo e a variabilidade da relação de fase não foram afetados pela mudança do comprimento de passo para nenhum dos dois grupos etários;
- c. A velocidade de deslocamento de jovens e de idosos foi alterada de forma significativa, aumentando para a condição de Aumento do Passo e diminuindo para a condição de Diminuição do Passo.
- d. Tanto para jovens quanto para idosos, a amplitude de balanço do membro superior foi influenciada pela alteração no comprimento de passo e foi significativamente reduzida para a condição de diminuição do comprimento de passo;
- e. A modificação do comprimento do passo levou à redução dos valores de relação de fase entre membros superior e inferior de jovens e de idosos, mas não interferiu na variabilidade da relação de fase para nenhum dos grupos etários.

## 12 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma das limitações deste estudo foi o tamanho da amostra, pequeno se comparado aos estudos prévios sobre a marcha. A definição do número de participantes se deu em função do tempo necessário para cada uma das coletas e da dificuldade de conciliação entre os horários disponíveis dos sujeitos e das quadras internas da EEFE- USP.

Para evitar que fossem ressaltados os efeitos do sedentarismo (e não do envelhecimento) sobre o desempenho da marcha, foram selecionadas apenas pessoas que praticam atividade física. No entanto, o tipo de atividade física praticada não foi levado em consideração durante a análise dos dados. Desta forma, é possível que alguns sujeitos tenham



apresentado desempenho superior em função da similaridade entre a atividade física praticada (ex.: caminhada e corrida) e as tarefas realizadas no estudo.

### 13 SUGESTÕES PARA ESTUDOS POSTERIORES

Para a verificação da possibilidade de efeitos benéficos da prática de atividades físicas sobre os padrões de desempenho da marcha em idosos, sugerimos estudos que façam a comparação entre idosos ativos e sedentários no desempenho desta tarefa e, ainda, estudos que verifiquem se um programa de atividades de marcha em indivíduos idosos sedentários induz à modificação das variáveis que foram aqui analisadas.

## REFERÊNCIAS

- ALBERNETHY, B.; BURGESS-LIMERICK, R.; ENGSTRON, C.; HANNA, A.; NEAL, R. J. Temporal coordination of human gait. In.: GLENCROSS, D.J.; PIEK, J.P. Motor control and sensory motor integration: issues and directions. Limerick: Elsevier Science, 1995. p.171-196.
- BARELA, J. A. Perspectiva dos sistemas dinâmicos: teoria e aplicação no estudo do desenvolvimento motor. In: PELLEGRINI, A. M. (Org.) Coletânea de estudos: comportamento motor I. São Paulo: Movimento, 1997. p. 01-10.
- BISHOP, M.; BRUNT, D.; PATHARE, N.; PATEL, B. The effect of velocity on the strategies used during gait termination. Gait and Posture, Limerick, n. 20 , p. 134–139, 2004.
- BONNARD, M.; PAILHOUS, J.; DANION, F. Adaptation of neuromuscular synergies during intentional constraints of space - time relationships of human gait. Journal of Motor Behavior, Washington, v. 32, n. 2, p. 200-208, 2000.
- BUCHNER, D.M.; CRESS, M.E.; ESSELMAN, P.C.; MARGHERITA, A. J.; de LATEUR, B. J.; CAMPBELL, A. J.; WAGNER, E. H. Factors associated with changes in gait speed in older adults. Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. Washington, v. 51, n. 6, p. 297 – 302, 1996.
- CARSON, R. G.; GOODMAN, D.; ELLIOT, D.; KELSO, J. A. S. Asymmetries in the dynamics of interlimb coordination. In.: GLENCROSS, D. J.; PIEK, J. P. (Eds.) Motor control and sensory integration: issues and directions. Limerick: Elsevier Science, 1995. p. 255 – 288.
- CLARK, J.; PHILLIPS, S. The step cycle organization of infant walkers. Journal of Motor Behavior, Washington, v. 19, n. 4, p. 421–433, 1987.

CRAIK, R. Changes in locomotion in the aging adult. In.: WOOLLACOTT, M. H.; SHUMWAY – COOK, A. Development of posture and gait across the life span. Columbia: University of South Caroline, 1990. p. 177-201.

CROSBIE, J.; VACHALATHITI, R.; SMITH, R. Age, gender and speed effects on spinal kinematics during walking. Gait & Posture, Limerick, v. 5, p. 13-20, 1997.

DIEDRICH, F. J.; WARREN JUNIOR, W. Dynamics of human gait transitions. In: ROSENBAUM, D. A.; COLLIER, C. E. Timing of behavior: neural, psychological and computacional perspectives. Cambridge: MIT Press, 1998. p.323 – 343.

DONKER, S.F.; BEEK, P.J.; WAGENAAR, R.C.; MULDER, T. Coordination between arm and leg movements during locomotion. Journal of Motor Behavior, Washington, v. 33, n.1, p. 86-112, 2001.

FERBER, R.; OSTERNIG, L.R.; WOOLLACOTT, M. H.; WASIELEWSKI, N. J.; LEE, J.H. Reactive balance adjustments to unexpected perturbations during human walking. Gait and Posture, Limerick, v.16, p. 238-248, 2002.

FERRANDEZ, A.M.; DURUP, M.; FARIOLI, F. Slowness, variability and modulations of gait in healthy elderly. In.: FERRANDEZ, A. M.; TEESDALE, N. (Eds) Changes in sensory motor behavior in aging. Limerick: Elsevier Science, 1996. p. 53–87.

FERRANDEZ, A. M.; PAILHOUS, J.; DURUP, M. Slowness in elderly gait. Experimental Aging Research, Philadelphia, v. 16, n. 2, p. 79 – 89, 1990.

FERRANDEZ, A. M.; PAILHOUS, J.; SERRATRICE, G. Locomotion in elderly. In: AMBLARD, B.; BERTHOZ, A.; CLARAC, F. (Eds). Posture and gait: development, adaptation and modulation. Amsterdam: Elsevier Science, 1988. p. 115 – 124.

FRANK, J. ; WINTER, D. ; CRAIK, R. Gait disorders and falls in the elderly. In.: BRONSTEIN, A. M.; BRANDT, T.; WOOLLACOTT, M. Clinical disorders of balance, posture and locomotion. London: Arnold, 1996.

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.

GABELL, A.; NAYAK, U.S.L. The effect of age on variability on gait. The Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, Washington, v.39, n.6, p. 662-666, 1984.

HERMANN, R.; WIRTA, R.; BAMPTON, S.; FINLEY, F.R. Human solutions for locomotion:1 Single limb analysis. In: HERMANN, R.; GRILLNER, S.; STEIN, P.; STUART, D. (Eds.) Neural control of locomotion. New York: Plenum, 1976. p. 13 – 49.

HIMMANN, J. E.; CUNNIGHAM, D. A.; RECHNITZER, P. A.; PATERSON, D. A. Age-related changes in speed of walking. Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, n. 2, v.20, p. 161–166, 1988.

JUDGE, J.; DAVIS, R.B.; ÖUNPUU, S. Age – associated reduction in step length: testing the importance of hip and ankle kinetics. Gait & Posture, Limerick, v. 3, n.2, p. 81, 1995.

KELSO, J.A.S. The informational character of self - organized coordination dynamics. Human Movement Science, Amsterdam, v. 13, p. 393-413, 1994 .

\_\_\_\_\_. Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior. Cambridge: MIT Press, 1995.

LARSSON, L.E.; ODENRICK, P.; SANDLUND, B.; WEITZ, P.; ÖBERG, P.A. The phases of the stride and their interaction in human gait. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, Stockholm, v. 12, p. 107-112, 1980.

LATASH, M. Control of human movement. Champaign: Human Kinetics, 1993.

MARUYAMA, H.; NAGASAKI, H. Temporal variability in the phase durations during treadmill walking. Human Movement Science, Amsterdam, v. 11, p. 335-348, 1992.

MASSION, J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. Progress in Neurobiology, Oxford, v. 38, p. 35-56, 1992.

MURRAY, M. P.; KORY, R.C.; CLARKSON, B. H. Walking patterns in health old woman. The Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, Washington, v.24, p. 169-178, 1969.

NAGASAKI, H.; ITOH, H; HASHIZUME, K.; FURUNA, T. Walking patterns and finger rhythm of older adults. Perceptual Motor Skills, Missoula, v. 82, p. 435-447, 1996.

NASHNER, L. M. Balance adjustments of humans perturbed while walking. Journal of Neurophysiology, Bethesda, v.44, n. 4, p. 650-664 , 1980.

NEWELL, K. M.; SLIFKIN, A. B. The nature of movement variability. In: PIEK, JAN P. Motor behavior and human skill - a multidisciplinary approach. Champaign: Human Kinetics, 1998. p. 143-160.

PELLEGRINI, A. M.; GONZALES, M. E. Em busca de harmonia no comportamento motor. In: PELLEGRINI, A. M. (Org.) Coletânea de estudos: comportamento motor I. São Paulo: Movimento, 1997. p. 1-10.

PIJNAPPELS, M.; BOBBERT, M. F.; VAN DIEËN, J. H. Changes in walking pattern caused by the possibility of a tripping reaction. Gait & Posture, Limerick, v. 14, p. 11-18, 2001.

PRINCE, F.; CORRIVEAU, H.; HÉBERT, R.; WINTER, D. Gait in elderly. Gait & Posture, Limerick, v. 5, p. 128-135, 1997.

- RIEK, S.; CARSON, R. Let your feet do the walking: constraints on the stability of bipedal coordination. Experimental Brain Research, Berlin, v.136, p.407-412, 2001.
- ROSENGREN, K. S.; McCAULEY, E.; BOZOIAN, S.; METCALFE, J.; BERG, K.; O'MALLEY, A.; EDWARDS, S.; LIM, Y. Gait adjustments in sedentary and exercising older adults. NASPSPA abstracts, p.S90, 2004.
- ROSENGREN, K. S.; MIHALKO, S. L.; METCALFE, J.; McCAULEY, E.; FOSTER, R. Relations between balance and gait speed in older woman. Gait & Posture, Limerick, v. 5, n.2, p. 186-187, 1997.
- ROSENROT, P.; WALL, J.C.; CHARTERIS, J. The relationship between velocity, stride time, support time and swing time during normal walking. Journal of Human Movement. London, v. 6, p. 323-335, 1980.
- SAAD, M.; BATISTELLA, L. R. (Eds.) Análise de marcha: manual do CAMO-SBMFR. São Paulo: Lemos Editorial, 1997.
- SCHMIDT, R.C.; BEEK, P.J.; TREFFNER, P. J.; TURVEY, M. T.; Dynamical substructure of coordinated rhythmic movements. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, v. 17, n. 3, p. 635-651, 1991.
- SEKYIA, N.; NAGASAKI, H. Reproducibility of the walking patterns of normal young adults: test - retest reliability of the walk ratio (step - length / step - rate). Gait & Posture, Limerick, v. 7, p. 225-227, 1998.
- SELLES, R. W.; BUSSMANN, J. B. J.; WAGENAAR, R.; STAM, H. J. Comparing predictive validity of four ballistic phase models of human walking. Journal of Biomechanics, New York, v. 34, p. 1171-1177, 2001.

SHOLZ, J. P.; KELSO, J. A. S. A quantitative approach to understanding the formation and change of coordinated movement patterns. Journal of Motor Behavior, Washington, v. 21, n.2, p. 122 – 144, 1989.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. Motor control: theory and practical applications. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.

\_\_\_\_\_. Motor control: theory and practical applications. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2001.

SPIRDUSO, W.W. Physical dimensions of aging. Champaign: Human Kinetics, 1995.

STERGIOU, N.; SCHOLTEN, S. D.; JENSEN, J. L.; BLANKE, D. Intralimb coordination following obstacle clearance during running: the effect of obstacle height. Gait and Posture, Limerick, v. 13, p. 210 – 220, 2001.

STOLZE, H.; FRIEDRICH, H. J.; STEINAUER, K.; VIeregge, P. Stride parameters in health old women – measurement variability in a simple walkway. Experimental Aging Research, Harbor, v. 26, p. 159–168, 2000.

STOLZE, H.; KUHTZ – BUSCHBECK, J. P.; MONDWURF, C.; BOCZEK – FUNCKE, A.; JÖHNK, K.; DEUSCHL, G.; ILLERT, M. Gait analysis during treadmill and overground locomotion in children and adults. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. Limerick, v. 105, p. 490-497, 1997.

SUTTERLAND, D. The development of mature gait. Gait & Posture, Limerick, v. 6, p. 163–170, 1997.

SWINNEN, S. P.; MASSION, J.; HEUER, H. Topics on interlimb coordination. In: SWINNEN, S. P.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. Interlimb coordination: neural, dynamical and cognitive constraints; San Diego: Academic Press, 1994, p. 2-27.

TAMMY M. OWINGS A.; GRABINER, MARK D. Variability of step kinematics in young and older adults. Gait and Posture, Limerick, v. 20, p. 26–29, 2004.

TURVEY, M. T.; SCHMIDT, R. C. A low - dimensional nonlinear dynamic governing interlimb rhythmic coordination. In.: SWINNEN, S. P.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. Interlimb Coordination: neural, dynamical and cognitive constraints; San Diego: Academic Press, 1994, p. 277- 298.

VAUGHAN, C. L.; DAMIANO, D.L.; ABEL, M. F. Gait of normal children and those with cerebral palsy. In.: ALLARD, P., CAPOZZO, A., LUNDBERG, A.; VAUGHAN, C. Three – dimensional analysis of human locomotion. New York: John Wiley & Sons, 1997, p. 335–361.

WAGENAAR, R. C.; VAN EMMERICK, R. E. A., Resonant frequencies of the arms and legs identify diferent walking patterns. Journal of Biomechanics, New York, n. 33, p. 853-861, 2000.

WHITALL, J.; GETCHELL, N. Multilimb coordination patterns in simultaneous, dissimilar upper and lower limb tasks. Human Movement Science, Amsterdam, v.15, p. 129-155, 1996.

WINTER, D. A. Biomechanical motor patterns in normal walking. Journal of Motor Behavior, Washington, v. 15, n. 4, p. 302-330, 1983.

\_\_\_\_\_. Human balance and control during standing and walking. Gait & Posture, Limerick, v. 3, p. 193–214, 1995.

WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; FRANK, J. S.; WALT, S. E. Biomechanical walking pattern changes in the fit and health elderly. Physical Therapy, Chicago, v. 70, n. 6, p. 340-347, 1990.

WOOLLACOTT, M. H.; SHUMWAY – COOK, A. Development of posture and gait across the life span. South Caroline: Columbia University of South Caroline, 1990.



\_\_\_\_\_. Attention and control of posture and gait: a review of an emerging area of research. Gait & Posture, Limerick, n.16, p. 1–14, 2002.

ZIJLSTRA, W.; RUTGERS, A. W. F.; HOF, A. L.; VAN WEERDEN, T.W. Voluntary and involuntary adaptation of walking to temporal and spatial constrains. Gait & Posture, Limerick, v.3, n.1, p. 13-18, 1995.

ANEXO I – Ficha de seleção

## Ficha de seleção para participantes de pesquisa

## 1. Dados cadastrais

Nome: \_\_\_\_\_ idade: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_\_ sexo: ( ) M ( ) F

Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_

Tel. p/ contato: \_\_\_\_\_ Tel. p/ recado: \_\_\_\_\_

Estatura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

## 2. Anamnese clínica

Desordens músculo-esqueléticas			
	Sim	Não	Observações
Osteoporose			
Artrite			
Artrose			
Hérnia de disco cervical			
Hérnia de disco torácica			
Hérnia de disco lombar			
Órtese			
Prótese			
Dores na coluna (especificar)			
Fibromialgia			
Tendinite			
Outros (especificar)			
Problemas visuais			
	Sim	Não	Observações
Glaucoma			
Cegueira parcial			
Óculos ou lentes			
Outros (especificar)			
Problemas Neurológicos			
	Sim	Não	Observações
Crise convulsiva			
Uso de medicamentos			
Outros (especificar)			

ANEXO I – Ficha de seleção (cont.)

Problemas de Equilíbrio			
	Sim	Não	Observações
Labirintite			
Tonturas			
Vertigens			
Sofreu quedas no último ano?			
Quantas ?			
Quando foi a última?			
Tropeça facilmente ?			
Perde o equilíbrio facilmente ?			
Histórico			
Dor muscular			
Fraqueza muscular			
Fraqueza generalizada			
Enrijecimento articular			
Fraturas anteriores			
Outras lesões			
Cirurgia anterior			
Outros (especificar)			

## 3. Dados sobre a prática de atividade física

Você pratica alguma atividade física ?

Sim ( ) Não ( )

Qual (is)?

Atividade 1: \_\_\_\_\_

Atividade 2: \_\_\_\_\_

Quantas vezes por semana ?

Atividade 1: \_\_\_\_\_

Atividade 2: \_\_\_\_\_

Qual a duração das sessões?

Atividade 1: \_\_\_\_\_

Atividade 2: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

ANEXO II - Termo de consentimento

Termo de consentimento livre e esclarecido

Eu, \_\_\_\_\_, concordo em participar voluntariamente do experimento sobre alterações na amplitude do passo em tarefas de marcha, conduzido pelos professores Luis Augusto Teixeira e Ester Francisca Mendes.

Minha assinatura neste documento indica a compreensão de que:

- (1) A minha participação como “sujeito” do experimento requer um tempo máximo de 90 minutos, distribuídos em dois dias.
- (2) As tarefas desenvolvidas no experimento devem ser realizadas com concentração e exigirão um pequeno esforço físico.
- (3) Antes de participar das tarefas de locomoção, preencherei um questionário informativo sobre minhas condições de saúde no último ano. Os dados contidos neste questionário poderão ser motivo de exclusão do estudo.
- (4) Poderei me retirar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer ônus ou necessidade de justificativa.
- (5) Para participar das tarefas será necessário utilizar roupas e calçados esportivos: tênis ou calçado semelhante, com solado de borracha; camiseta sem manga ou similar; bermuda ou calça justa.
- (6) A participação nesta pesquisa não envolverá a utilização de medicamentos ou qualquer outro tipo de tratamento e, portanto, não oferecerá qualquer risco à saúde.
- (7) Os dados obtidos serão utilizados somente para fins de pesquisa e minha identidade não será revelada sem minha permissão.
- (8) Minha participação não será remunerada.
- (9) Poderei fazer perguntas antes do início do experimento e/ou após o término das tarefas. Durante a realização das mesmas, deverei permanecer concentrada.

São Paulo, \_\_\_\_\_ de 2003.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Identificação nº: \_\_\_\_\_

Ass. Participante \_\_\_\_\_ Ass. Pesquisador \_\_\_\_\_

ANEXO III – Tabela com os valores individuais, a média por grupo (última linha) e desvio padrão (entre parênteses) da velocidade de deslocamento nas três tarefas.

sujeito	Marcha regular		Aumento do passo		Diminuição do passo	
	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas
1	1,19	1,54	1,44	2,35	1,40	0,96
2	1,39	1,39	1,20	1,00	1,20	1,17
3	1,14	1,14	1,37	1,82	1,10	1,35
4	1,17	1,17	2,11	1,51	1,12	1,82
5	1,53	1,53	1,67	2,74	1,17	1,46
6	1,24	1,05	2,20	1,84	1,62	1,50
7	1,50	1,22	1,40	1,70	1,16	1,42
8	1,57	1,57	0,90	1,20	0,85	0,88
9	1,79		1,41		1,04	
grupo	1,33 (0,17)	1,29 (0,20)	1,52 (0,41)	1,79 (0,54)	1,18 (0,22)	1,31 (0,33)

ANEXO IV – Tabela com os valores individuais, a média por grupo (última linha) e o desvio padrão (entre parênteses) para o ângulo formado entre os segmentos pé e perna, nas três tarefas desempenhadas.

sujeito	Marcha regular		Aumento do passo		Diminuição do passo	
	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas
1	105,02	110,61	98,57	110,34	100,93	111,9
2	115,53	110,20	119,12	104,54	120,31	108,94
3	114,71	107,37	104,64	99,74	115,90	102,70
4	99,41	109,45	92,82	120,54	97,57	108,16
5	116,31	102,42	116,90	110,09	123,25	118,57
6	112,48	118,60	104,47	112,95	106,45	121,47
7	100,63	106,54	109,34	108,02	112,88	109,17
8	108,03	115,79	100,92	103,69	107,90	104,26
9	107,55		97,90		99,03	
grupo	108,85 (6,33)	111,87 (5,13)	104,97 (8,78)	108,74 (6,39)	109,36 (9,32)	110,65 (6,51)

ANEXO V – Tabela com os valores individuais, a média por grupo (última linha) e o desvio padrão (entre parênteses) para o ângulo máximo entre os segmentos braço e tronco, nas três tarefas desempenhadas.

sujeito	Marcha regular		Aumento do passo		Diminuição do passo	
	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas
1	29,48	31,44	21,78	33,68	14,36	25,15
2	39,16	25,60	36,71	32,05	25,75	33,54
3	29,09	32,51	29,36	33,07	24,29	26,22
4	47,99	28,14	56,06	15,31	46,74	22,62
5	20,66	28,20	20,78	32,68	21,16	38,41
6	30,17	40,18	29,36	45,52	24,19	10,33
7	32,84	41,79	27,64	42,87	23,01	38,69
8	27,74	22,36	35,98	27,86	24,99	17,54
9	34,80		18,13		17,06	
grupo	32,44 (7,73)	31,28 (6,78)	30,64 (11,48)	32,88 (9,21)	24,62 (9,13)	26,56 (9,99)

ANEXO VI – Tabela com os valores individuais para a relação de fase entre membro superior e inferior direito, nas três tarefas desempenhadas.

sujeito	Marcha regular		Aumento do passo		Diminuição do passo	
	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas
1	271,90	187,70	170,05	154,47	163,10	175,04
2	173,37	203,15	177,32	204,25	175,90	200,58
3	238,30	176,42	184,02	182,16	160,99	184,32
4	193,54	188,51	162,49	182,41	157,40	179,22
5	197,83	178,27	197,10	182,41	158,50	196,92
6	203,18	196,74	180,62	204,78	192,62	179,55
7	244,71	189,14	198,95	187,83	180,58	193,46
8	196,43	188,13	174,96	206,20	172,66	178,87
9	215,45		173,59		174,97	



ANEXO VII – Tabela com os valores individuais, a média por grupo (última linha) e o desvio padrão (entre parênteses) para o desvio padrão (variabilidade) da relação de fase, nas três tarefas desempenhadas.

sujeito	Marcha regular		Aumento do passo		Diminuição do passo	
	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas	Jovens	Idosas
1	28,02	2,09	4,89	14,64	5,08	1,45
2	14,63	3,31	3,93	4,29	5,83	4,63
3	0,00	11,37	5,79	1,11	11,11	4,81
4	6,01	8,80	7,98	11,05	9,12	6,92
5	10,48	8,80	3,86	11,05	7,56	8,80
6	9,64	3,91	5,90	0,00	1,59	6,37
7	9,86	3,48	10,83	1,62	12,10	8,52
8	15,98	4,29	6,50	8,35	13,68	3,54
9	2,40		8,56		1,86	
grupo	10,78 (8,29)	5,75 (3,38)	6,47 (2,29)	7,44 (5,20)	7,54 (4,33)	5,63 (2,51)