

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ASSOCIADO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA UEM/UEL

GEORGE LUIS COELHO SILVA

**ANÁLISE CINEMÁTICA DA MARCHA DE
IDOSOS EM TERRENO PLANO,
INCLINADO E DECLINADO COM
TRANSPORTE MANUAL DE CARGA**

Maringá
2012

GEORGE LUIS COELHO SILVA

**ANÁLISE CINEMÁTICA DA MARCHA DE
IDOSOS EM TERRENO PLANO, INCLINADO E
DECLINADO COM TRANSPORTE MANUAL DE
CARGA**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de
Pós-Graduação Associado em
Educação Física – UEM/UEL,
para obtenção do título de Mestre
em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Lopes Vieira

Maringá
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR., Brasil)

Silva, George Luis Coelho
\$586a Análise cinemática da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado com transporte de manual de carga / George Luis Coelho Silva. -- Maringá, 2012.
78 f. : il., col., figs., quadros.
Orientador: Prof. Dr. José Luis Lopes Vieira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências, da Saúde, Departamento de Educação Física, Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, 2012.
1. Marcha humana. 2. Envelhecimento. 3. Transporte manual de cargas. 4. Terreno plano inclinado e declinado. I. Vieira, José Luis Lopes, orient. II. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física, Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL. III. Universidade Estadual de Londrina. IV. Título.
CDD 21.ed. 797.21
AMS-001201

GEORGE LUIS COELHO SILVA

**ANÁLISE CINEMÁTICA DA MARCHA DE
IDOSOS EM TERRENO PLANO,
INCLINADO E DECLINADO COM
TRANSPORTE MANUAL DE CARGA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, na área de concentração em Biodinâmica do Movimento Humano, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de julho de 2012.



Prof.ª Dra. Sara Giovana dos Santos



Prof. Dr. Pedro Paulo Deprá



Prof. Dr. José Luiz Lopes Vieira
(Orientador)

Dedicatória

Aos meus pais, José Laurindo Silva e Dilmara de Oliveira Coelho Silva por ajudar a instruir minha identidade no mundo.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor José Luiz Lopes Vieira pela dedicação integral e gosto pelo que faz, por sua presença sábia e alegre, pela paciência e perspicácia, pela sua sutil persuasão nos momentos de insegurança. Ao professor: gratidão - esta palavra - tudo.

À minha banca de defesa Professor Doutor Pedro Paulo Deprá e à Professora Doutora Saray Giovana dos Santos.

Sem dúvida eu não teria conseguido – não este trabalho – mas tarefa alguma, sem a presença tão viva e calorosa de tantos amigos. Agradeço a ambos no mesmo parágrafo, posto que amizade e arte são o anverso e o reverso da mesma moeda. Por sorte, amizade não se agradece: celebra-se! Eu não descartarei nenhum amigo e amiga pelo enorme risco de injustiças indefensáveis, mas se você leu este parágrafo e nele se reconheceu, com certeza é a você que o dedico e os próximos.

Aos meus amigos de mestrado que me ajudaram muito neste caminho, especialmente às Mestres Mirieli Denardi Limana e Larissa Daniele Rubira Striotto (pelo apoio e incentivo) que me apoiaram e incentivaram em todas as etapas do trabalho. Ao doutorando Patrik Nazario pelos esclarecimentos e idéias. Aos meus colegas de grupo de estudo, especialmente aos Educadores Físicos Raphael Delfino, Bruna Félix Apoloni por me ajudarem no tratamento dos dados.

Agradeço a todos os amigos que me apoiaram na realização deste trabalho, dando destaque ao meu amigo Bruno Moraes, por comemorar com muita alegria o meu ingresso no programa, ao meu sócio e também amigo Dr. Leandro Coneglian, que apoiou e compreendeu minha dedicação e constantes idas para a UEM no período dos estudos que levaram a este trabalho. Ao amigo Eros Nakazora Ribeiro, que construiu com a estrutura metálica da rampa utilizada no estudo. E enfim ao meu cunhado Gustavo, que me ajudou na construção dos acabamentos da rampa, seja com alvenaria ou com detalhes do assoalho e transporte.

A UNATI (Universidade Aberta da Terceira Idade) pelo apoio ao estudo e ter permitido realizar o trabalho com seus alunos. Agradeço os idosos que participaram do protocolo do estudo. Por fim agradeço a CAPES pelo apoio financeiro.

A todos os meus familiares, pelo incentivo, respeito, admiração e carinho. Agradeço especialmente ao meu pai, José Laurindo Silva, de quem tenho orgulho e exemplo, não só por sempre acreditar em mim, dar força e incentivo para vencer, mas também por estar sempre presente, apoiar meus estudos, investido tempo e recursos, participar como do estudo piloto deixando de lado suas atividades pessoais e de trabalho para me ajudar.

SILVA, George Luis Coelho. Análise Cinemática da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado com transporte manual de carga. 2012. 93p. **Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-Paraná-Brasil, 2012.**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a cinemática da marcha de idosos, considerando o transporte manual de carga em terreno plano, inclinado e declinado. Quinze idosos saudáveis com média de idade de $63,07 \pm 1,22$ anos foram voluntários para participar de um protocolo que envolveu 20 minutos de caminhada em terreno plano, carregando sacolas de supermercado com 10% da massa corporal. A marcha foi filmada a cada 05 minutos de percurso em terreno plano, inclinado e declinado, onde os idosos subiam e desciam uma rampa com inclinação de 11° . Os resultados demonstraram que no terreno inclinado os idosos diminuem o comprimento e a frequência da passada e aumentam o comprimento do passo direito, aumentam os tempos da passada, do passo, do duplo apoio e do apoio simples e aumentam os ângulos de dorsiflexão do tornozelo, do primeiro pico de flexão do joelho, de flexão de quadril, de extensão do tronco e das amplitudes de movimento de tornozelo e quadril. Em terreno declinado ocorre o oposto em relação à frequência da passada e o comprimento do passo direito, mas o comprimento da passada também diminui. Os tempos de passada, passos, duplo apoio e apoio simples diminuem, o mesmo ocorre na angulação de flexão plantar do tornozelo, do segundo pico de flexão do joelho e de extensão de quadril. Um comportamento semelhante ao terreno inclinado foi observado em terreno declinado na flexão plantar, dorsiflexão e amplitude de movimento do tornozelo e no primeiro pico de flexão do joelho. Estes achados comprovam que o auge e o declive do terreno modificam as variáveis espaciais, temporais e angulares da marcha de idosos. O transporte manual de carga provocou alterações nos parâmetros espaciais da marcha de idosos em terreno plano e inclinado, angulares em terreno plano, inclinado e declinado e diminuição dos parâmetros temporais em terreno inclinado. O tempo de marcha de 5,10,15 e 20 minutos altera os parâmetros espaciais, temporais e angulares da marcha, comprovando que os idosos se adaptam constantemente às demandas impostas pelo tempo de percurso. As alterações observadas no presente estudo indicam que os idosos devem evitar caminhadas por mais de 5 minutos com o transporte manual de cargas maiores que 10% do peso corporal em terreno inclinado e declinado. Estes achados contribuem para o desenvolvimento de estratégias preventivas designadas para reduzir o risco de lesões durante atividades ocupacionais e de vida diárias.

Palavras-chave: marcha, envelhecimento, transporte manual de cargas, terreno plano inclinado e declinado.

SILVA, George Luis Coelho. Análise Cinemática da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado com transporte manual de carga. 2012. 93p. **Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física. Universidade Estadual de Maringá, Maringá-Paraná-Brasil, 2012.**

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the kinematics of gait in the elderly, considering the manual transport of loads on the flat, inclined and declined. Fifteen healthy elderly with mean age of 63.07 (\pm 1.22 years) volunteered to participate in a protocol that involved 20 minutes of walking on flat ground, carrying grocery bags with 10% of body mass. The march was filmed every 05 minutes of travel on the flat, inclined and declined, where the elderly went up and down a ramp with a slope of 11. The results show that a slope in the elderly and decrease the length of the last frequency and increase the length of the right step, increase the time of the last step, the double support and the single support and increase the angle of dorsiflexion of the ankle, first peak knee flexion, hip flexion, extension and trunk range of motion of ankle and hip. In ground declined the opposite occurs in the frequency and length of stride right step, but the stride length decreases. Times last step, double support and single support decreases, so does the angle of ankle plantar flexion, the second peak knee flexion and hip extension. A similar behavior was observed in hill land declined in plantar flexion and range of motion of the ankle and the first peak knee flexion. These findings prove that the slope and the slope of the terrain variables modify the spatial, temporal and angular gait of elderly people. The manual transport of loads caused changes in the spatial parameters of gait in the elderly on the flat and inclined angle on the flat, inclined and declined and reduction of temporal parameters on a slope. The march of time 5,10,15 and 20 minutes changes the parameters spatial, temporal and angular gait, showing that the elderly constantly adapt to the demands imposed by the travel time. The changes observed in this study indicate that older people should avoid walking for more than five minutes with the manual transport of loads greater than 10% of body weight on a slope and declined. These findings contribute to the development of preventive strategies designed to reduce the risk of injury during occupational activities and daily life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Porcentagem das subdivisões do apoio na marcha.....	15
Figura 2	Subfases da fase de apoio da marcha.....	16
Figura 3	Subfases da fase de balanço da marcha.....	16
Figura 4	Divisões de um ciclo de marcha.....	17
Figura 5	Representação esquemática para a determinação da variação angular do segmento do tronco, quadril, joelho e tornozelo.....	30
Figura 6	Ambiente de coleta de dados.....	31
Figura 7	Protótipo da rampa utilizada no estudo.....	32
Figura 8	Descrição da determinação do ciclo direito e esquerdo da marcha realizado no presente estudo.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Variáveis temporais analisadas no estudo.....	6
Quadro 2	Variáveis espaciais analisadas no estudo.....	7
Quadro 3	Variáveis angulares analisadas no estudo.....	8
Quadro 4	Intervalos de tempo e funções das subfases da marcha.....	18
Quadro 5	Representação esquemática do protocolo.....	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Porcentagem de indivíduos da comunidade que necessitam de assistência nas atividades básicas e domésticas devido a alguma doença.....	10
------------------	---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados antropométricos dos idosos.....	28
Tabela 2	Escala de percepção de esforço – média obtida durante a execução do tempo de 20 minutos de marcha, sendo medidos cada 05 minutos.	37
Tabela 3	Identificação e comparação das variáveis espaciais da marcha de em terreno plano, inclinado e declinado.....	38
Tabela 4	Identificação das variáveis temporais da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado.....	39
Tabela 5	Identificação e comparação das variáveis angulares de joelho e tornozelo da marcha de em terreno plano, inclinado e declinado.	49
Tabela 6	Identificação e comparação das variáveis angulares de quadril e tronco da marcha de em terreno plano, inclinado e declinado.....	53

LISTA DE SIGLAS

2D	Bidimensional
AMQ	Amplitude de movimento do quadril
AMT	Amplitude de movimento do tornozelo
CP	Comprimento da passada
CPD	Comprimento do passo Direito
CPE	Comprimento do passo Esquerdo
DEF	Departamento de Educação Física
FP	Frequência da passada
LABICOM	Laboratório de Biomecânica e Comportamento Motor
PDT	Ângulo máximo dorsiflexão do tornozelo
PEQ	Ângulo máximo de extensão do quadril
PET	Ângulo máximo do primeiro pico de extensão do tronco
PFQ	Ângulo máximo flexão do quadril
PFT	Ângulo máximo de flexão plantar do tornozelo
PPET	Porcentagem do primeiro pico de extensão do tronco
PPJ	Ângulo máximo primeiro pico de flexão do joelho
PSJ	Ângulo máximo segundo pico de flexão do joelho
TASD	Tempo apoio simples direito
TASE	Tempo apoio simples esquerdo
TDA	Tempo de duplo apoio
TMC	Transporte manual de cargas
TP	Tempo do passo
TPD	Tempo do passo direito
TPDA	Tempo do primeiro duplo apoio
TPE	Tempo do passo esquerdo
TSDA	Tempo do segundo duplo apoio
VEL	Velocidade da marcha

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivos gerais	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Justificativa.....	4
1.3 Delimitações do estudo.....	5
1.4 Limitações do estudo.....	5
1.5 Variáveis do estudo	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 O processo de envelhecimento humano	9
2.2 Epidemiologia do envelhecimento humano.....	11
2.3 A locomoção humana	13
2.3.1 O ciclo da marcha humana	14
2.3.2 A marcha do idoso.....	19
2.4 O transporte manual de cargas durante a marcha	23
2.5 Marcha em terreno inclinado e declinado.....	24
3. MÉTODO.....	27
3.1 Delineamento do estudo	27
3.2 População e amostra	27
3.3 Instrumentos de medida	28
3.3.1 Análise antropométrica.....	29
3.3.2 Questionários.....	29
3.4 Procedimentos do estudo	29
3.4.1 Modelo biomecânico	29
3.4.2 Registro de imagens	30
3.4.3 Sistema de referência	31
3.5 Protocolo do estudo	32
3.6 Análise cinemática bidimensional	34
3.7 Análise estatística	35

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 Análise das variáveis espaciais da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado.....	37
4.2 Análise das variáveis temporais da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado.....	43
4.3 Análise das variáveis angulares da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado	48
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS E APÊNDICES	68

1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento da população de idosos é um fenômeno observado mundialmente. Esse fenômeno é justificado pelo aumento da expectativa de vida. O rápido crescimento desta população influencia os fatores sociais e econômicos da população (DYCHTWARD, 2002), de modo que o envelhecimento está relacionado a um aumento nos gastos com assistência à saúde (SCHNEIDER; GURALNIK, 1990). Paralelamente, o aumento na expectativa de vida também está associado ao crescimento no número de idosos que desempenham atividades profissionais (DYCHTWARD, 2002). Por isso é necessário que haja um maior foco de atenção na melhoria da saúde e capacidade funcional (CECIL, 1992).

O padrão de envelhecimento é considerado variável mesmo nas modificações determinadas pelo envelhecimento normal (MASORO, 1998). Esse processo é resultado da interação de uma série de variáveis, tais como fatores genéticos, estilo de vida e doenças, que interagem entre si e influenciam no envelhecimento saudável (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM, 2000). Alterações morfofisiológicas como diminuição na força muscular, redução da massa óssea e perda de flexibilidade têm sido descritos como fenômenos acompanhados ao processo de envelhecimento (CARVALHO, 2002), assim como o aumento no tempo de reação, recuperação e alterações no sistema sensorio e motor (TINETTI; SPEECHLEY; GINTER, 1988). Tais alterações podem modificar a percepção, o controle de movimentos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM, 2000) e afetar o equilíbrio e a estabilidade de locomoção do idoso (MURRAY; KORY; CLARKSON, 1969).

Associado a essas alterações internas decorrentes do processo do envelhecimento, fatores externos como a aplicação de cargas externas também alteram a postura do indivíduo (WU; MAC LEOD, 2001), afetando o equilíbrio do idoso durante a locomoção. Contudo, o transporte de cargas é indispensável em muitas tarefas ocupacionais e atividades de vida diária (KINOSHITA, 1985). Durante o carregamento de cargas, o equilíbrio dinâmico pode ser alterado devido a uma assimetria postural imposta pelos diferentes arranjos das estruturas corporais que

ocorrem para acomodar a carga, por exemplo, os desvios laterais do tronco (FOWLER; RODACKI; RODACKI, 2006) e do centro de massa durante o transporte de cargas simétricas (DEVITA; HONG; HAMILL, 1991). Desta forma, a necessidade de reestruturação do equilíbrio pode levar a outras alterações da marcha. As alterações no padrão dinâmico da marcha decorrentes do carregamento de cargas e do tipo de terreno pode ser um fator adicional de risco de queda para os idosos.

As quedas em idosos são uma situação grave que preocupa cada dia mais a população mundial, um cenário no qual 30% das pessoas acima de 65 anos e 50% das pessoas acima de 80 anos sofreram com problemas de queda em um ano (KEMOUN, 2002) e 2% destas quedas provocaram a fratura de colo de fêmur, sendo que 90% das fraturas de quadril ocorrem por quedas. No Brasil, a incidência de quedas segue os padrões relatados no exterior, cerca de 29% dos idosos acima de 65 anos de idade caem ao menos uma vez ao ano (PERRACINI; RAMOS, 2002), sendo que destes, 14% tornam-se caídores recorrentes (RAMOS, 2003). Aproximadamente 50% das quedas ocorrem durante a marcha (MAKI; MCILROY 1996).

A queda é uma das principais causas de lesões acidentais na população idosa (BERG *et al.*, 1997), sendo um fator considerável para a morbidade e a mortalidade do idoso (BAKER, 1985). Ao sofrer uma queda, os idosos estão propensos a sofrer diversos tipos de lesões (STEL *et al.*, 2004), que podem levar a um acamamento prematuro (ROBBINS *et al.*, 1989), gerando assim, diminuições nas suas atividades de vida diária, diminuição na mobilidade e perda na independência (LACHMAN *et al.*, 1998).

Com base nas considerações anteriores, formulou-se a seguinte questão problema: Existem diferenças cinemáticas na marcha de idosos que ocorrem durante o transporte manual de cargas em terreno plano inclinado e declinado em um tempo de percurso de 20 minutos?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a cinemática da marcha de idosos considerando o transporte manual de carga em diferentes tipos de terreno (plano, inclinado e declinado) em um tempo de percurso de 20 minutos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Quantificar as variáveis espaciais da marcha (comprimento da passada, comprimento do passo esquerdo, comprimento do passo direito, frequência da passada e velocidade da marcha) com transporte manual de cargas em terreno plano, inclinado e declinado em diferentes momentos do transporte manual de cargas.
- Quantificar as variáveis temporais da marcha (tempo da passada, tempo do passo esquerdo, tempo do passo direito, tempo do primeiro duplo apoio, tempo do segundo duplo apoio, tempo de apoio simples esquerdo e tempo de apoio simples direito) com transporte manual de cargas em terreno plano, inclinado e declinado em diferentes momentos do transporte manual de cargas.
- Quantificar as variáveis angulares da marcha (primeiro pico de flexão do joelho, segundo pico de flexão do joelho, pico de dorsiflexão do tornozelo, pico de flexão plantar do tornozelo, amplitude de movimento do tornozelo, pico de flexão do quadril, pico de extensão do quadril, amplitude de movimento do quadril, primeiro pico de extensão do tronco e porcentagem do primeiro pico de extensão do do tronco) com transporte manual de cargas em terreno plano, inclinado e declinado em cada condição em diferentes momentos do transporte manual de cargas.
- Comparar as alterações nas variáveis espaciais, temporais e angulares da marcha de idosos nas situações de terreno plano, inclinado e declinado em diferentes momentos do transporte manual de cargas.

1.2 Justificativa

Com o aumento da população com faixa etária superior a 60 anos, torna-se essencial que as alterações nas capacidades físicas e motoras decorrentes deste processo sejam analisadas e contextualizadas por profissionais da área da saúde. As alterações estruturais e funcionais do sistema músculo esquelético que ocorrem devido ao processo natural de envelhecimento se expressa por perda de massa muscular e de massa óssea, além de alterações no equilíbrio, postura e marcha (SOUZA *et al.* 2009).

De acordo com Cunha e Veado (2006), as fraturas do fêmur em idosos geram alta mortalidade, cerca de 25% das pessoas com fratura de quadril morrem durante os seis próximos meses, em função da própria queda ou morrem por complicações hospitalares e cirúrgicas, tendo como causa primária uma queda. Para os mesmos autores há também uma grande perda funcional, que em média é de 30%. Os indivíduos que sobrevivem possuem de 10 a 15% de redução de sua expectativa de vida (NEVITT, *et al.* 1989). Mesmo quando não há lesão ou morte, existe um impacto psicológico importante ao idoso, pelo medo de repetir a queda que levará ao medo de realizar atividades diárias e diminuir suas capacidades físicas. Neste sentido, há um aumento no risco de quedas, gerando uma perda da independência pelo declínio da qualidade de vida geral (FABRICIO *et al.* 2004).

As quedas podem ser evitadas (prevenidas) por meio de um conhecimento mais aprofundado sobre as alterações que ocorrem na marcha em diversos planos e com o transporte de cargas. Deste modo, o objetivo de muitos estudos relacionados à determinação da marcha em idosos é reduzir a frequência de quedas, como o de identificar medidas diagnósticas que possam prever o risco desta (WINTER, 1991; CAPEZUTI; HARTFORD, 2004).

Este estudo pretende preencher uma lacuna do conhecimento no fenômeno da marcha de idosos durante o transporte de cargas em diferentes terrenos. Os estudos de marcha com transporte manual de carga encontrados, (PASCOE *et al.*, 1997; CHAFFIN; ANDERSON; MARTIN, 1999; SARRAF, 2006; FOWLER; RODACKI; RODACKI, 2006) foram realizados apenas em terreno plano, sendo que as áreas (urbanas e rurais) onde o ser humano se locomove são constituídas por diversos tipos de terreno. Não foram encontrados na literatura pesquisada estudos sobre a marcha de idosos em superfícies inclinadas e declinadas carregando cargas.

O fenômeno do processo de envelhecimento mundial e o aumento do número de idosos que desempenham atividades profissionais, justifica a importância o desenvolvimento de estratégias preventivas para que esta população realize sua tarefa da maneira mais segura possível. A compreensão do movimento da marcha pode ser aplicada na prevenção de quedas de idosos. Informações biomecânicas sobre os aspectos espaciais, temporais e angulares da marcha podem servir como base para aplicações futuras na análise da locomoção patológica, bem como, na educação física, esporte e reabilitação, pelo uso deste conhecimento nas áreas de saúde e contribuir também para a reabilitação protética, às quais se utilizam das atividades físicas locomotoras.

O conhecimento de possíveis fatores de risco de quedas associado ao carregamento de diferentes tipos de carga nas tarefas ocupacionais e do cotidiano dos idosos pode levar a um melhor desenvolvimento de estratégias preventivas durante a realização da tarefa, evitando ou minimizando, assim, padrões de comportamento que facilitem a incidência de quedas na população de idosos.

1.3 Delimitações do estudo

O estudo foi delimitado em analisar e comparar as variáveis cinemáticas dos aspectos espaciais, temporais e angulares da marcha de 15 indivíduos idosos na faixa etária de 60 a 65 anos, do sexo masculino, alunos da UnATI (Universidade aberta da terceira idade) da UEM. Não fizeram parte deste estudo indivíduos com alterações da marcha. O protocolo do estudo consistiu em 18 condições experimentais da marcha em terreno plano, inclinado e declinado, com transporte manual de cargas em um circuito de 20 minutos. A coleta de dados foi realizada no mês de dezembro de 2011 nas dependências do Bloco QE 05 – Espaço Cultural Brunão do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Maringá.

1.4 Limitações do estudo

- A velocidade da marcha foi auto selecionada pelos próprios idosos, não sendo controlada de nenhuma forma e não foi realizada nenhuma familiarização ao movimento na rampa. Considerou-se que o fato de marcharem normalmente seria suficiente para a realizar a coleta de dados.

- A complexidade em estudar a biomecânica de atividades funcionais. Primeiro, o número reduzido de sujeitos na amostra limita a generalização dos resultados para a população de idosos. Esta é frequentemente uma limitação de estudos em biomecânica que envolvem análises cinemáticas de várias articulações, pelo fato de os dados armazenados serem consideravelmente grandes e demorados.

1.5 Variáveis do estudo

As variáveis utilizadas para verificar as diferenças na marcha de idosos com transporte manual de cargas em terrenos plano, inclinado e declinado, foram divididas em variáveis espaciais, temporais e angulares. Os quadros 1, 2 e 3 detalham, respectivamente, as definições conceituais e operacionais destas variáveis, bem como suas unidades de medida.

Quadro 1 - Variáveis temporais analisadas no estudo.

Variável/Sigla	Definição conceitual (PERRY, 2005a)	Definição Operacional	Un
Tempo da passada (TP)	Tempo entre o contato inicial do calcanhar do pé direito no solo até o contato do calcanhar do mesmo pé no solo. Composta pelo tempo do passo direito.	Medição do tempo entre dois contatos consecutivos do pé direito.	s
Tempo do passo esquerdo (TPE)	Tempo entre o contato inicial do calcanhar do pé esquerdo até o contato inicial do pé direito.	Medição do tempo entre o contato do pé esquerdo ao contato do pé direito.	s
Tempo do passo direito (TPD)	Tempo entre o contato inicial do calcanhar do pé direito até o contato inicial do pé esquerdo.	Medição do tempo entre o contato do pé direito ao contato do pé esquerdo.	s
Tempo do primeiro duplo apoio (TPDA)	Tempo do ciclo que corresponde ao primeiro contato do pé de apoio até a perda de contato do pé contra-lateral do solo	Medição do primeiro momento em que os dois pés estão em contato com o solo durante um ciclo da marcha.	s
Tempo do segundo duplo apoio (TSDA)	Tempo do ciclo que corresponde do contato do pé contra-lateral até a perda de contato do pé dominante do solo	Medição do segundo momento em que os dois pés estão em contato com o solo durante um ciclo da marcha.	s
Tempo de apoio simples direito (TASD)	Tempo único que o pé direito está em contato com o solo durante um ciclo da marcha. (PERRY, 2005).	Medição do tempo que corresponde ao suporte único do membro inferior direito	s
Tempo de apoio simples esquerdo (TASE)	Tempo único que o pé esquerdo está em contato com o solo durante um ciclo da marcha. (PERRY, 2005).	Medição do tempo que corresponde ao suporte único do membro inferior esquerdo	s

Quadro 2 - Variáveis espaciais analisadas no estudo.

Variável/Sigla	Definição conceitual (PERRY, 2005a)	Definição Operacional	Un
Velocidade da passada (VEL)	Taxa de variação da distância percorrida em um determinado intervalo de tempo.	Medida da variação da distância percorrida em segundos	m/s
Comprimento da passada (CP)	Distância entre o ponto onde o calcanhar de um membro toca o solo e o ponto em que este mesmo toca o solo novamente.	Medida do comprimento do ciclo direito.	m
Comprimento do passo direito (CPD)	Distância entre o ponto no qual o calcanhar direito toca o solo e o ponto em que o calcanhar esquerdo entra em contato com o solo.	Medida do comprimento do passo direito.	m
Comprimento do passo esquerdo (CPE)	Distância entre o ponto no qual o calcanhar esquerdo toca o solo e o ponto em que o calcanhar direito entra em contato com o solo.	Medida do comprimento do passo esquerdo.	M
Frequência da passada (FP)	Número de passos por unidade de tempo, ou cadência.	Medida da Quantidade de passadas por segundo	p/s

Quadro 3 - Variáveis angulares analisadas no estudo.

Variável	Definição conceitual (HAMILL; KNUTZEN, 1999).	Definição Operacional	Un.
Ângulo máximo do primeiro pico de extensão do tronco (PFT)	Valor máximo de extensão do tronco.	Identificação do pico de extensão do tronco dentro do ciclo direito.	Graus
Porcentagem do primeiro pico de extensão do tronco (PPET)	Porcentagem do ciclo da marcha onde ocorre o valor máximo de extensão do tronco.	Medida da porcentagem do pico de extensão do tronco.	%
Pico de flexão do quadril (PFQ)	Ângulo máximo de flexão do quadril	Identificação do pico de flexão do quadril dentro do ciclo direito	Graus
Pico de extensão do quadril (PEQ)	Valor máximo de extensão do tronco.	Identificação do pico de extensão do quadril dentro do ciclo direito.	Graus
Amplitude de movimento do quadril (AMQ)	Somatória dos movimentos de flexão e extensão do quadril no plano sagital direito.	Diferença entre o pico de flexão e o pico de extensão do quadril.	Graus
Ângulo máximo do primeiro pico de flexão do joelho (MPJ)	Valor máximo de flexão do primeiro pico de flexão do joelho.	Identificação do pico de flexão do joelho dentro do ciclo direito.	Graus
Ângulo máximo do segundo pico de flexão do joelho (MSJ)	Valor máximo da flexão do joelho no do segundo pico de flexão do joelho.	Identificação do segundo pico de flexão do joelho dentro do ciclo direito.	Graus
Pico de flexão do tornozelo (PFT)	Valor máximo de flexão do tornozelo.	Identificação do pico de flexão da articulação do tornozelo direito dentro do ciclo direito.	Graus
Pico de extensão do tornozelo (PET)	Valor máximo de extensão do tornozelo.	Identificação do pico de extensão da articulação do tornozelo direito dentro do ciclo direito.	Graus
Amplitude de movimento do tornozelo (AMT)	Somatória dos movimentos de flexão e extensão do tornozelo no plano sagital direito.	Diferença entre o pico de flexão e o pico de extensão do tornozelo.	Graus

2. REVISÃO DE LITERATURA

Em princípio apresenta-se uma revisão de literatura sobre o processo de envelhecimento humano bem como sua epidemiologia no Brasil e no mundo. Em seguida, os fundamentos da locomoção humana foi abordada com uma explanação sobre o ciclo da marcha humana, as características da marcha em idosos, e também estudos da marcha com transporte manual de cargas e em terrenos inclinado e declinado. Finalmente, realizamos uma conclusão deste tópico, destacando os principais resultados encontrados em estudos sobre a marcha em relação ao terreno plano, inclinado e declinado e com transporte manual de cargas.

2.1 O processo de envelhecimento humano

O envelhecimento humano pode ser definido como uma série de modificações morfológicas e funcionais a nível celular, tecidual e orgânico (REBELATTO; MORELLI, 2003). Para Carvalho Filho (2002) o envelhecimento é um processo dinâmico e progressivo no qual há alterações morfológicas, funcionais e bioquímicas, com redução na capacidade de adaptação homeostática às situações de sobrecarga funcional, alterando progressivamente o organismo e tornando-o mais susceptível às agressões intrínsecas e extrínsecas. Segundo a Organização Mundial de Saúde (1997) a velhice é definida como "prolongamento e término de um processo representado por um conjunto de modificações fisiomórficas e psicológicas ininterruptas à ação do tempo sobre as pessoas". O envelhecimento é descrito como um processo seqüencial, individual, acumulativo, irreversível, universal, não patológico e de deterioração de um organismo maduro (OPAS, 2003).

Ocorre pelo efeito de eventos associados ao tempo durante o seu período de vida. Durante esse período, as mudanças que ocorrem nos processos fisiológicos podem ser benéficas, neutras ou degenerativas em sua natureza. O processo compreende transformações do organismo que ocorrem após a maturação sexual e que implicam a diminuição gradual da probabilidade de sobrevivência (NERI, 2001).

Camarano e Parsinato (2002) ensinam que reconhece a existência de uma gama bastante ampla de critérios para a demarcação do que venha a ser um

“idoso”. O mais comum baseia-se no limite etário, como é o caso, por exemplo, da definição da Política Nacional do Idoso (Lei 8.842, de 4 de janeiro de 1994). O Estatuto do Idoso (Lei 10.741, de 1º de outubro de 2003) endossa essa definição. Já a Organização Mundial da Saúde (OMS) considera pessoas idosas com 60 anos ou mais, se elas residem em países em desenvolvimento, e com 65 anos ou mais se residem em países desenvolvidos. O processo do envelhecimento está associado a um aumento no número de doenças agudas e crônicas, tornando maior o risco do idoso perder sua independência (ANDREOLI *et al.*, 1997).

Devido a algum tipo de doença crônica no envelhecimento, os indivíduos vão adquirindo limitações nas atividades básicas de vida diária, como andar, tomar banho, vestir-se, comer, sair etc, como também sofrem de limitações para atividades domésticas, tais como fazer compras, cuidar da casa, fazer refeições, etc, cujas limitações aumentam de acordo com a idade do indivíduo (CECIL, 1992). A porcentagem dos adultos e idosos que necessitam de assistência nas atividades básicas e domésticas (andar, tomar banho, vestir-se, usar o banheiro, passar de cama para a cadeira, comer; atividades domésticas: fazer compras, cuidar da casa, providenciar refeições e lidar com dinheiro), devido a alguma doença em função da idade encontram-se expressos no Gráfico 1.

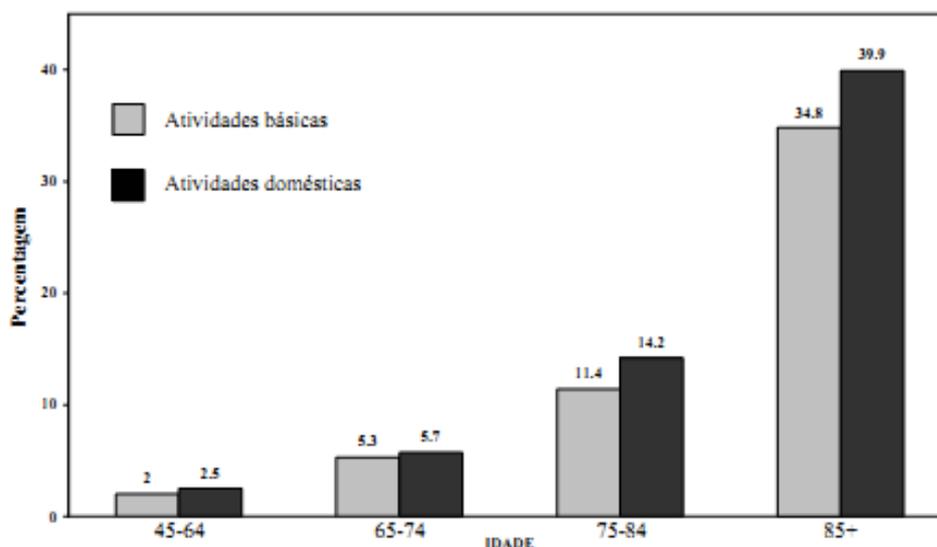


Gráfico1 - Porcentagem de indivíduos da comunidade que necessitam de assistência nas atividades básicas e domésticas devido a alguma doença.

FONTE: Modificado de: Cecil (1992)

Percebe-se no gráfico que o avançar da idade provoca um grande aumento na dependência para a realização de atividades na vida diária, causado por limitações, restrições físicas do envelhecimento e das doenças que acompanham esta etapa da vida.

2.2 Epidemiologia do envelhecimento humano

O aumento da população de idosos é um fenômeno mundial tão profundo chamado de “revolução demográfica” (ALMEIDA, 2003). O mesmo autor cita que o fenômeno do crescimento populacional é uma novidade e um desafio para os países emergentes ou em desenvolvimento, deixando de ser um privilégio dos países de primeiro mundo.

O envelhecimento é um fenômeno mundial, ou seja, o crescimento da população idosa, em números absolutos e relativos, está ocorrendo em um nível sem precedentes. Em 1950, eram cerca de 204 milhões de idosos no mundo e, em 1998, ou seja, quase cinco décadas depois, esse contingente alcançava 579 milhões de pessoas, ou seja, um crescimento de quase 8 milhões de pessoas idosas por ano. Segundo previsão da Organização das Nações Unidas (ONU), a continuar no ritmo acelerado que se processa o envelhecimento mundial, por volta do ano de 2050, pela primeira vez na história humana, o número de pessoas idosas será maior que o de crianças abaixo dos 14 anos. A população mundial deve saltar dos 6 bilhões para 10 bilhões em 2050. No mesmo período, o número de idosos deve triplicar, passando para 2 bilhões, ou seja, quase 25% do planeta (IBGE, 2008).

Na primeira década do século vinte e um, a população de idosos no Brasil chegou à faixa de 13,5 milhões, correspondendo a 9% da população total no país. De acordo com as projeções da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003) esta população ultrapassará a marca de 32 milhões de idosos no Brasil até 2025, podendo chegar a 56 milhões em 2050, o que representará 24% da população total (COSTA, 2005). O rápido crescimento desta população influencia os fatores sociais e econômicos da população (DYCHTWARD, 2002), de modo que o envelhecimento está relacionado a um aumento nos gastos com assistência à saúde (SCHNEIDER e GURALNIK, 1990). Paralelamente, o aumento na expectativa de vida também está associado ao aumento no número de idosos que desempenham atividades profissionais (DYCHTWARD, 2002). Assim, este rápido crescimento desta população

faz com que haja um maior foco de atenção na melhoria da saúde e capacidade funcional (CECIL, 1992).

Segundo Bruno (2003), a sociedade brasileira está sendo surpreendida por uma “revolução demográfica” e não está preparada para receber um contingente tão grande de idosos. Deste modo, é de grande importância que criem mecanismos para ajustar a sociedade ao convívio e acolhimento desses idosos, assim como para garantir a esta parcela da população melhor qualidade de vida.

A Terceira Idade é a faixa etária que cresce com maior velocidade. Segundo Veras (2003), “a cada ano que passa mais 650 mil idosos são incorporados à população brasileira”. A população brasileira, de acordo com Berzins (2003), com mais de 40 anos cresceu consideravelmente a partir da década de 1960 e mudou a pirâmide etária nacional. Deste modo, o fenômeno de envelhecimento populacional aponta diversas consequências nos diferentes setores da vida humana tais como na esfera econômica, na saúde, na previdência, no lazer e na cultura. Este fenômeno vem sendo acompanhado por relevantes transformações demográficas, biológicas, sociais, econômicas e comportamentais. Calcula-se que em 2020, a esperança de vida chegará a 75,5 anos no Brasil, sendo a população formada por 7,7% de idosos, cerca de 16,2 milhões de indivíduos (RAMOS, 2003).

Ainda que não queira tratar o envelhecimento como doença, não há como negar o aumento do número de idosos significa um maior número de problemas de longa duração, que necessitam de gastos maiores com tratamentos. Portanto, as implicações do envelhecimento populacional para os serviços sociais e de saúde são muito grandes. O ideal seria que essa população alcançasse idades mais avançadas mantendo um bom nível de saúde e, principalmente, de autonomia. Por essa razão é fundamental que os esforços dirijam no sentido de evitar um envelhecimento acompanhado por um grande número de doentes crônicos graves, que representem não só gastos financeiros e necessidade de serviços adequados, mas também a perda da autonomia dos idosos (ROBLEDO, 1994).

As modificações nos fatores intrínsecos e extrínsecos ocorrem no processo de envelhecimento podem diminuir o controle do equilíbrio do idoso (LIPSITZ *et al.*, 1991). Esta perda no equilíbrio pode levar a quedas (CAMPBELL, 1989), e esta queda pode levar a uma dependência do idoso nas suas atividades diárias (ANDREOLI *et al.* 1997). Existe também uma interação entre fatores de risco intrínsecos, por exemplo, a idade e doenças, com fatores de meio ambiente, que

podem levar a situações de risco de quedas (AMERICAN GERIATRICS SOCIETY *et al.* 2001).

A etiologia das quedas é multifatorial, incluindo a deterioração visual, doença neurológica ou vestibular, hipotensão postural, diminuição da massa muscular, doença articular e vários distúrbios dos pés (ANDREOLI *et al.*, 1997).

As alterações observadas no padrão da marcha estão associadas com o aumento no risco de quedas (TINETTI, 1988). A marcha dos idosos se modifica devido ao processo de envelhecimento e às estas alterações na marcha podem favorecer as quedas, estudos de Winter *et al.*, 1990, Woo *et al.*, 1995 e Hausdorff *et al.*, 1997 demonstraram que 55% das quedas estão relacionados com alterações da marcha, 32% com alterações de equilíbrio e o restante com fatores extrínsecos como superfícies irregulares, escadas, sapatos inapropriados, entre outros.

A maior suscetibilidade dos idosos a sofrerem lesões decorrentes de uma queda deve a alta prevalência de comorbidades presentes nesta população, associada ao declínio funcional decorrente do processo de envelhecimento, como o aumento do tempo de reação e a diminuição da eficácia das estratégias motoras de equilíbrio corporal, fazendo de uma queda leve, um evento potencialmente perigoso (PERRACINI e RAMOS, 2002). O número de quedas costuma crescer à medida que a pessoa fica mais velha.

2.3 A locomoção humana

A marcha é um meio natural do corpo para se deslocar de um lugar para outro (Perry, 2005). É atingida por movimentos coordenados dos segmentos corporais numa interação dinâmica das forças internas (muscular e articular) e forças externas (inercial, gravitacional e friccional) (BANGAARDT, 2001). A marcha humana encontra-se englobada pela locomoção, sendo a atividade mais comum do ser humano (WINTER, 1990). Apesar de ser rotineira, é muito complexa e constitui um dos mais complexos e integrados movimentos realizados pelo ser humano e é considerada uma das principais habilidades motoras (MANN; TEIXEIRA; MOTA, 2008).

A marcha no plano é a forma de locomoção mais utilizada pelos seres humanos e, embora pareça simples, o comportamento motor da marcha é complexo (Winter, 1991). Para ser capaz de andar o indivíduo necessita de força muscular

suficiente para suportar o peso corporal e estabilidade para compensar mudanças no equilíbrio enquanto realiza o movimento, adaptando estabilidade e mobilidade. Além disso, precisa desenvolver habilidade para se adequar às propriedades do ambiente, como obstáculos, superfícies irregulares ou mesmo escadas que se encontram no trajeto (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

A análise da marcha humana é um ramo da biomecânica que se interessa pela análise da locomoção a partir de uma perspectiva mecânica (RACIC; PAVIC; BROWNJOHN, 2009). Nesta perspectiva, estuda-se a subdivisão do ciclo de marcha de acordo com a variação do contato dos dois pés com a superfície, os critérios de tempo e distância da passada, e o significado funcional dos eventos dentro do ciclo da marcha (PERRY, 2005). Gross, Fetto e Rosen (2000) definiram marcha como o movimento do corpo ereto para frente, utilizando as extremidades inferiores para propulsão.

Os diversos estudos que analisam a marcha humana procuram identificar os padrões da marcha em crianças, jovens e idosos (MURRAY, KORY, CLARCKSON, 1969; WINTER, 1990; SADEGHI *et al.*, 2004) e verificar quais as alterações no padrão da marcha sobre diversas condições experimentais (OVERSTALL *et al.*, 1977, DEVITA; HONG; HAMIL, 1991; SADEGHI, 2004). As alterações mais proeminentes observadas dentro do ciclo da marcha de um indivíduo são associadas a alterações sensoriais ou motoras (ANDREOLI *et al.*, 1997). Deste modo torna-se importante conhecer e avaliar o ciclo da marcha, principalmente em indivíduos idosos.

Apesar da marcha caracterizar-se como uma das atividades funcionais mais essenciais (ANDRIACCHI; ALEXANDER, 2000), há também a necessidade de entendermos como os indivíduos adaptam as situações que exijam esforços diferenciados ao dessa atividade de locomoção, como é o caso, por exemplo, da locomoção em plano inclinado com transporte manual de cargas.

2.3.1 O ciclo da marcha humana

A marcha é um processo cíclico, que consiste em um passo seguido de outro passo para que o corpo possa se locomover no solo. Este processo cíclico de movimento torna possível criar um padrão universal da marcha, denominado ciclo da marcha (ROBERTS; FALKENBURG, 1992). Um ciclo completo da marcha consiste no período de tempo formado entre o contato de um pé no solo (definido pelo termo

contato inicial), seguido pelo contato do pé ipsilateral (mesmo pé) no solo (WINTER, 1991). Para o mesmo autor o padrão de variabilidade de uma passada no dia-a-dia é moderadamente baixo. Os eventos que ocorrem dentro deste período de tempo são utilizados para comparações nos estudos de marcha.

Perry (2005a) descreveu o ciclo da marcha como o período que ocorre entre o toque do calcanhar de uma extremidade e o próximo toque de calcanhar da mesma extremidade. Este é dividido em dois períodos ou fases. O período de apoio, na qual um dado pé está em contato com o solo, e o período de balanço onde o pé está no ar. A fase de apoio consiste em todo o período em que o pé está em contato com o solo, tendo início pelo contato inicial do pé no solo e término no momento em que o mesmo pé deixa o solo iniciando a fase de balanço. Enquanto que a fase de balanço consiste no período de tempo em que o pé não se encontra em contato com o solo e realiza o avanço do membro à frente. A fase de balanço tem início no momento em que o pé deixa de estar em contato com o solo e termina no momento em que o mesmo pé toca o solo novamente. A fase de apoio ocupa aproximadamente 62% do ciclo e a fase de balanço 38% de um único ciclo de marcha, a (Figura 1) representa esta porcentagem das subdivisões do apoio na marcha.

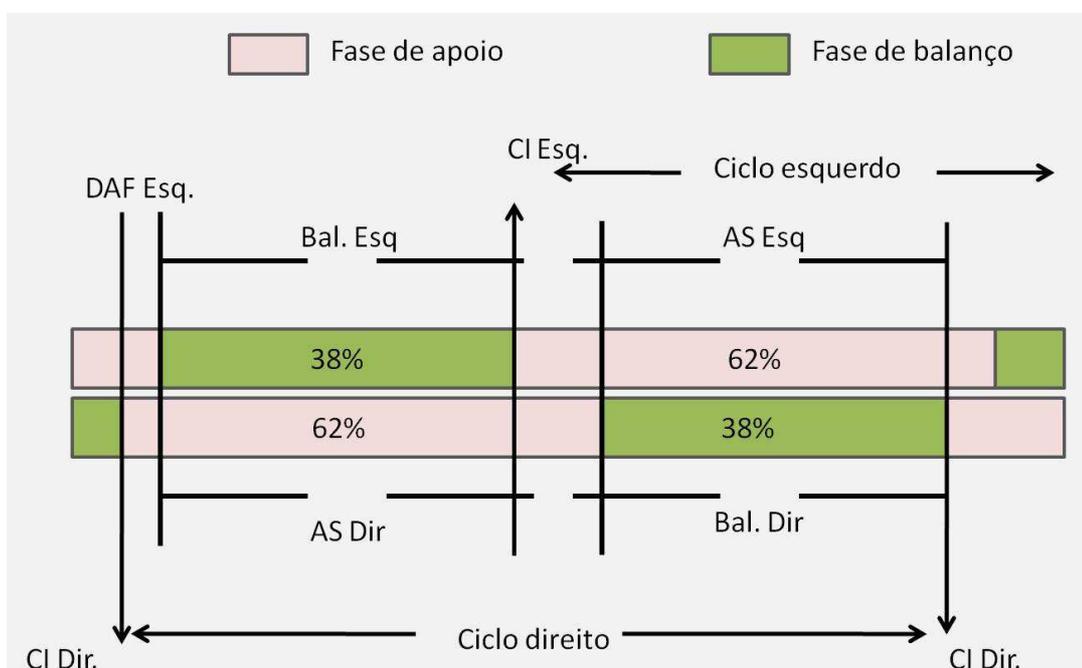


Figura 1 – Porcentagem das subdivisões do apoio na marcha.

Nota: Dir – segmento direito, Esq – Segmento esquerdo, CI – contato inicial; DAI – duplo apoio inicial; AS – apoio simples; DAF – duplo apoio final; BAL – Balanço.

Estes dois períodos são divididos em sub-fases utilizadas para definir as subdivisões da atividade que o membro desenvolve no ciclo da marcha. A fase de apoio apresenta cinco subdivisões: contato inicial, resposta à carga, apoio médio, apoio terminal e pré-balanço final (Figura 2). O duplo apoio inicial tem início no momento em que há o toque do calcanhar de um pé no solo e termina no momento em que o pé contra-lateral deixa o solo. A fase de apoio inicia com o toque do calcanhar e termina com a retirada dos dedos do mesmo pé do solo. O toque do calcanhar é o contato inicial entre o pé e o solo. A retirada dos dedos é o evento do ciclo no qual o pé deixa o solo. A fase de balanço (Figura 3) compreende o período após a retirada dos dedos e o próximo toque de calcanhar. Essa fase denota o tempo em que o pé está fora do chão, movendo-se no ar em progressão para frente (RACIC; PAVIC; BROWNJOHN, 2009).

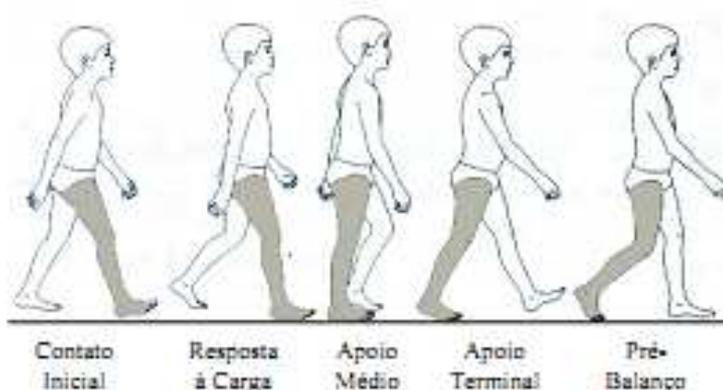


Figura 2 – Subfases da fase de apoio da marcha.

FONTE: Modificado de: Vaughan, Davis, O'Connor (1992)

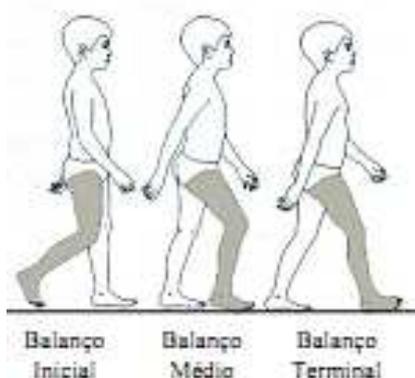


Figura 3 – Subfases da fase de balanço da marcha.

FONTE: Modificado de: Vaughan, Davis, O'Connor (1992)

Existe um período onde ambos os pés estão em contato com o solo, chamado de duplo suporte. O duplo suporte ocorre duas vezes em cada ciclo da marcha, no começo e no final da fase de apoio da passada. A fase de apoio simples compreende o período no qual um único pé está apoiado no solo, quando o membro oposto está na fase de balanço (RACIC; PAVIC; BROWNJOHN, 2009). Para sintetizar a descrição da divisão temporal do ciclo da marcha, pode-se dizer que a fase de duplo suporte se estende de 0 a 10% e de 50 a 60% de um ciclo de marcha, enquanto que a fase de suporte simples/fase de balanço compreende de 10 a 50% e de 60 a 100% (CROSBIE; VACHALATHITI; SMITH, 1997). A Figura 4 apresenta uma representação esquemática das oito fases do ciclo da marcha.

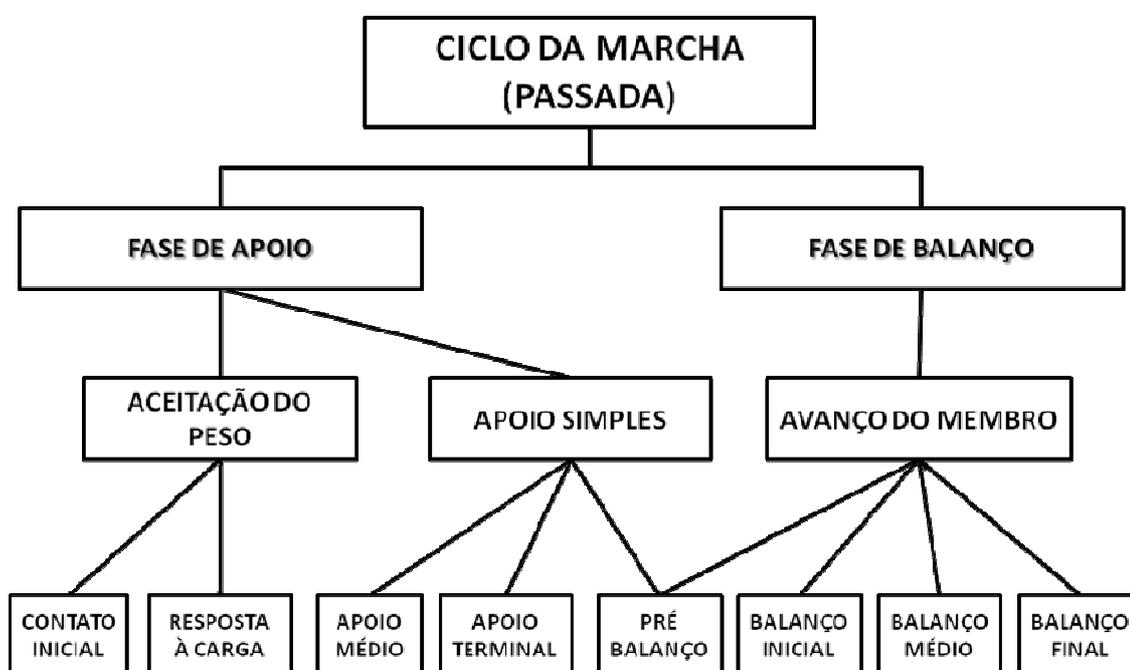


Figura 4 – Divisões de um ciclo de marcha

FONTE: modificado de Pery (2005).

Portanto, o ciclo da marcha humana normal é composto de fases (apoio e balanço), tarefas (aceitação do peso, apoio simples e avanço do membro) e subfases (contato inicial, resposta à carga, apoio médio, apoio terminal, pré balanço, balanço inicial, balanço médio e balanço final). O Quadro 4 detalha os intervalos de tempo e funções das sub-fases da marcha, com a duração do seu intervalo e uma descrição de cada processo.

Quadro 4 – Intervalos de tempo e funções das sub-fases da marcha

1. Contato inicial Intervalo 0 a 2% do ciclo Inicia o ciclo da marcha. Representa o ponto em que o centro de massa encontra-se mais baixo, inicia o duplo apoio.	2. Resposta à carga Intervalo 0% a 15% do ciclo. Instante de máxima flexão do joelho do segmento em contato com o solo. Tem por objetivo a absorção do peso do corpo.
3. Apoio médio Intervalo 15 a 30% do ciclo Progressão do pé contra lateral sobre o pé estacionário. Tem por objetivo estabilizar o tronco e o segmento.	4. Apoio terminal Intervalo 0 a 2% do ciclo Fim da fase de apoio simples, a massa do corpo roda sobre a perna de suporte, projetando o corpo à frente.
5. Pré balanço Intervalo 50 a 60% do ciclo Inicia com a flexão plantar do tornozelo e flexão do joelho. Há uma transferência de peso para o segmento contra lateral e o segmento sem carga prepara-se para o balanço. Tem por objetivo posicionar o membro para a fase de balanço.	6. Balanço inicial Intervalo 60 a 73% do ciclo Há uma elevação do membro que avança devido à flexão do quadril. Há um aumento na flexão do joelho e uma dorsiflexão do tornozelo. Tem por objetivo a liberação do pé do solo e iniciar o avanço do segmento para completar o ciclo.
7. Balanço médio Intervalo 73 a 87% do ciclo. O membro avança a frente da linha de peso do corpo obtido por uma flexão de quadril. O joelho inicia a extensão em resposta à inércia do segmento, quando o tornozelo se mantém em dorsiflexão. Tem por objetivo o avanço do segmento.	8. Balanço final Intervalo 87% a 100% do ciclo. O quadril mantém a flexão enquanto o joelho alcança sua máxima extensão, preparando o corpo para a resposta a carga. O tornozelo mantém-se dorsifletido. Tem por objetivo completar o avanço do segmento e preparar o membro para o apoio.

FONTE: Modificado de Perry (2005).

Os parâmetros espaços temporais são utilizados para mensurar o espaço e o tempo da marcha. Comumente, as medidas espaciais quantificadas são o comprimento do passo e o comprimento da passada, enquanto os parâmetros temporais comumente analisados são o tempo da passada, a velocidade e a cadência (RACIC; PAVIC; BROWNJOHN, 2009). O comprimento do passo é definido como a distância entre o ponto no qual o calcanhar de um membro toca o solo, e o ponto em que o calcanhar do membro contralateral entra em contato com o solo. O comprimento da passada é a distância entre o ponto onde o calcanhar de um membro toca o solo e o ponto em que este mesmo toca o solo novamente (PERRY, 2005).

Durante um ciclo de marcha são descritos, por meio da análise cinemática, os movimentos articulares de membros inferiores e tronco (GAMBLE; ROSE, 2006). Os mesmos autores citam que durante o contato inicial o quadril está em flexão, enquanto o joelho apresenta-se estendido e o tornozelo próximo da posição neutra. No apoio inicial o quadril inicia o movimento de extensão, o joelho primeiro flexiona para em seguida estender e o tornozelo ganha amplitude de dorsiflexão à medida

que o centro de gravidade passa pelo pé. Na fase de pré-balanço o quadril encontra-se em extensão, o joelho inicia movimento de flexão e ocorre plantiflexão do tornozelo. Durante o período de balanço ocorre flexão de quadril, joelho e tornozelo para liberar o pé do chão.

2.3.2 A marcha do idoso

Segundo Craik e Dutterer (1995), foi Spielberg, em 1940, um dos pioneiros a estudar sistematicamente as alterações das marchas devidas ao envelhecimento. Desde então, diversas pesquisas em biomecânica identificaram diferenças nos parâmetros cinemáticos (MURRAY *et al.* 1969) e dinâmicos da marcha de idosos (KERRIGAN, 1998). O objetivo de muitos estudos relacionados à marcha nos idosos foi de diagnosticar alterações no padrão da marcha, para criar medidas preventivas principalmente para diminuir o risco de quedas (WINTER, 1991).

A partir da segunda metade da sexta década de vida, começa a ocorrer um declínio da velocidade da marcha, uma redução do comprimento do passo e da cadência, além de distúrbios da coordenação entre os membros superiores e inferiores (HAGEMAN; BLANKE, 1986). Para os mesmos autores, as alterações decorrentes do envelhecimento humano, como o aumento da rigidez articular e a redução da amplitude de movimento decorrentes do processo de envelhecimento podem limitar a habilidade dos músculos em gerar força que determinadas variáveis requerem em diferentes terrenos.

A velocidade da marcha sofre perda que varia de 16% a 20% por década (HAGEMAN; BLANK, 1986; JUDGE *et al.*, 1996). Isso ocorre pelo maior tempo gasto na fase de duplo apoio e do decréscimo do comprimento da passada. O aumento do tempo de duplo apoio pode refletir sobre o controle motor corporal durante o apoio simples (ROSE; GAMBLE, 2006).

O valor da velocidade da marcha é considerado como o parâmetro isolado que melhor representa a performance da marcha (ELBLE, *et al.*, 1991). Castro *et al.* (2000), estudaram a marcha em 15 idosos, com o objetivo de avaliar parâmetros espaço-temporais da marcha de idosos brasileiros e comparar o valor médio da velocidade confortável da marcha com um banco de dados estrangeiro (de Oberg) de parâmetros básicos da marcha. Os resultados deste estudo demonstraram um valor menor da velocidade da marcha encontrado para os idosos selecionados em seus estudos quando confrontado com os dados de Oberg.

Durante o envelhecimento, os indivíduos tendem a diminuir a velocidade da marcha e o tamanho da passada, aumentar a base de suporte e o tempo de permanência na fase de duplo apoio, como estratégia para ganho de estabilidade (WINTER, 1990; WOO *et al.*, 1995), alguns estudos descreveram uma alta correlação entre estas estratégias e a tendência a quedas (WOLFSON, 1990; WOO *et al.*, 1995).

Maki (1997), num estudo conduzido em idosos acima de 82 anos de idade, demonstrou que as alterações da marcha como estratégia para ganho de estabilidade são na verdade adaptações do idoso relacionadas ao medo de cair, não podendo, portanto, ser consideradas fatores de risco de quedas. O autor afirma que essas alterações aumentam a estabilidade da marcha do idoso, portanto, é esperado que ajudem a reduzir a incidência de quedas e não a aumentá-las. E ainda sustenta a hipótese que o fator independente preditivo da tendência de quedas em idosos é a variabilidade dos dados temporais e espaciais da marcha durante as passadas. As flutuações no comprimento da passada, na velocidade e no tempo da fase de suporte duplo durante a marcha aumentam consideravelmente a chance de quedas, independente do medo de sofrer quedas.

Estudos da análise cinemática tridimensional da marcha humana verificaram que redução da velocidade da marcha está associada à redução do comprimento da passada (ALLARD; STOKES; BLANCHI, 1995). Grabiner *et al.* (2001), num estudo conduzido entre um grupo de idosos não caidores e de jovens, demonstraram que em função da idade não ocorria diferenças significativas na variabilidade da velocidade entre o grupo de jovens e o grupo de idosos. Por outro lado, o grupo de idosos mostrou uma variabilidade significativa no tamanho de passo e passada quando comparado com o grupo de jovens. Os autores concluíram que as medidas de variabilidade da marcha são mais importantes na dissimetria entre idosos caidores e não caidores que a idade dos indivíduos e a velocidade da marcha (HAUSDORFF *et al.*, 1997). Os mesmos autores citam que déficits no sistema nervoso central, geram flutuações nas variáveis da marcha, sem alterar a frequência ou a velocidade da mesma. Portanto, a diminuição da velocidade decorrente do envelhecimento parece ser um mecanismo protetor dos idosos às quedas como postulado anteriormente (DANION, 2003; EKE-OKORO, 2000) e não um mecanismo causador de quedas (GABELL, 1984; MAKI, 1997; ROSENGREN, 1998).

No sujeito idoso as articulações do quadril, joelho e tornozelo comportam-se com padrão similar ao do adulto jovem, porém com menores amplitudes de movimentação (MURRAY; CORY; CLARKSON, 1969). A amplitude de movimento do tornozelo na marcha nos idosos é de 24.9°, 4.4° menores que jovens, a partir dos 30 anos, o ângulo de extensão do joelho no apoio médio aumenta cerca de 0.5° por década, enquanto ocorre um decréscimo de 0.5°-0.8° por década na fase de balanço (PRINCE et al, 1997). A amplitude de movimento na marcha do joelho reduz aproximadamente 4° nos idosos. No final da fase de balanço, os idosos mantêm uma leve flexão do joelho de aproximadamente 5.3°, enquanto os jovens realizam praticamente a extensão completa 0.5° (WINTER, 1991). A velocidade de contato do calcanhar com o solo também é maior em idosos (1.15 m/s) do que em jovens (0.87 m/s), essa velocidade de contato dos idosos aumenta as chances de escorregões e quedas nos idosos (PRINCE et al., 1997).

O decréscimo da impulsão do tornozelo e a redução da altura de voo do pé no período de balanço suportam essa possibilidade. Os idosos também podem apresentar redução na altura máxima do pé em relação ao solo e da rotação da pelve e joelhos; porém essas alterações são decorrentes da redução na velocidade da marcha e do tamanho da passada (ROSE; GAMBLE, 2006).

Estudos demonstraram que idosos apresentam aumentos da oscilação postural (CAMPBELL; BORRIE; SPEARS, 1989; OVERSTALL et al., 1977), redução na habilidade de manutenção da postura e redução no equilíbrio dinâmico (NEVITT et al., 1989), estas alterações são apontadas como fatores de risco para quedas durante a locomoção do idoso.

Com o envelhecimento também ocorrem alterações biomecânicas presente ocorrem nas variáveis cinemáticas durante o ciclo da marcha (KEMOUN, 2000; KERRIGAN et al., 2001; RILEY, 2001). Kemoun et al. (2000), num estudo de coorte prospectivo conduzido em 54 idosos, que nunca haviam sofrido quedas, mostraram que após um ano os 16 idosos que sofreram quedas nesse período apresentavam uma redução na amplitude do movimento das articulações do quadril e tornozelo. De acordo com os autores, os idosos caídores apresentaram uma diminuição significativa da dorsiflexão e flexão plantar no final da fase de apoio terminal e pré-oscilação, respectivamente, quando comparados com o grupo de não caídores. Na articulação do quadril, os caídores apresentaram um aumento da flexão ao choque de calcanhar e diminuição da extensão nas fases de apoio terminal e pré-oscilação,

gerando uma amplitude total de movimento do quadril no plano sagital significativamente menor, quando comparado com o restante dos idosos que não sofreram quedas. Os resultados desse estudo estão de acordo com o estudo conduzido por Kerrigan e colaboradores (2001), que mostraram uma perda excessiva na extensão de quadril na fase final de apoio da marcha em idosos caídores, comparado com uma perda bem menor de extensão nos idosos que não sofreram quedas.

A variabilidade temporal da marcha são flutuações nas variáveis velocidades, tempo da fase de apoio, balanço e suporte duplo. E as variáveis espaciais são flutuações no tamanho da largura do passo, passada e da base de suporte. Gabell e Nayak (1984) num estudo conduzido entre um grupo de idosos saudáveis selecionados por um rigoroso critério de exclusão, e um grupo de jovens, demonstraram ausência de variabilidade entre os grupos durante a marcha. Os autores sustentam a hipótese de que o aumento da variabilidade em idosos é devido a fatores patológicos e não fatores provenientes da idade. Os autores sugerem, ainda, sugerem que o comprimento da base de suporte e o tempo da fase de suporte duplo são controlados por mecanismos posturais, ou seja, um aumento nos valores significa um ganho de estabilidade. Já o comprimento do passo e o tempo da passada são controlados por mecanismos musculares, que geram o padrão da marcha.

Dentre as alterações na marcha mais comuns que acompanham o envelhecimento são: redução da elevação da perna de balanço em relação ao solo e o aumento da velocidade de contato do pé que são apontados como fatores de quedas durante a locomoção do idoso (KERRIGAN, 2001). Existe a tendência à queda em idosos com a redução da velocidade na marcha e períodos de duplo apoio longos, apesar de essas alterações estarem relacionadas com o medo de cair. O aumento da variabilidade das características da passada como: comprimento, velocidade e tempo de duplo apoio também aumentam as chances de quedas (ROSE; GAMBLE, 2006).

Estudos demonstram que idosos saudáveis apresentam uma redução do pico de extensão do quadril no período de apoio e decréscimo do pico de planti-flexão do tornozelo no período de balanço, independente da velocidade da marcha (ROSE E GAMBLE, 2006; KERRIGAN *et al.*, 2001). Isso se deve parcialmente a diminuição das capacidades contráteis da musculatura responsável por gerar e frear os

movimentos (WINTER, 1991; MURRAY; CORY; CLARKSON, 1969) e a diminuição da complacência muscular ao estiramento (KERRIGAN *et al.*, 2003; KERRIGAN *et al.*, 2001).

2.4 O transporte manual de cargas durante a marcha

O transporte manual de cargas pode ser realizado de diversas maneiras por homens e mulheres, estas que incluem o carregamento pela cabeça (sacos, baldes, contêineres), ombros (balancins, bolsas), costas (mochilas), mãos (uni-manuais, bimanuais), entre outras (LEGG, 1985). Para o mesmo autor, de forma geral, o transporte de cargas é realizado utilizando as mãos ou braços, de maneira uni ou bilateral (LEGG, 1985).

As alterações da postura humana, decorrentes do transporte de carga, despertam interesses de pesquisadores e ergonomistas, devido ao comprometimento funcional da coluna vertebral e dos membros inferiores, que ocorre em função do peso, da forma de transporte e das características físicas dos sujeitos (PASCOE *et al.*, 1997). Deste modo, diversos estudos procuram demonstrar as alterações biomecânicas decorrentes do transporte de cargas na postura, no tempo de execução da tarefa, no método de carregamento, entre outros para realizar um planejamento eficaz da força de trabalho, como também para prevenir lesões e doenças ocupacionais (CHAFFIN; ANDERSON; MARTIN, 1999).

SARRAF (2006) analisou a cinemática da marcha de dez idosos do sexo masculino (idade média 64,3 anos), com carregamento de cargas simétricas e assimétricas somente em terreno plano, com uma combinação de fatores em seis condições experimentais com no máximo 10% do peso corporal. Os resultados demonstram alterações nos parâmetros espaço temporais da marcha, que sofreram influência pelo modo de carregamento da carga, como diminuição do duplo apoio esquerdo na condição de carregamento de 10% do peso corporal no lado esquerdo, um aumento da cadência na condição entre 0% e 10% de carregamento de carga no lado esquerdo, porém não foram observadas diferenças nas velocidades da marcha.

Durante o carregamento de cargas, o equilíbrio dinâmico da marcha pode ser alterado devido a uma assimetria postural imposta pelo diferente arranjo das estruturas corporais que ocorrem para acomodar a carga (FOWLER; RODACKI; RODACKI, 2006). As alterações no padrão dinâmico da marcha decorrentes do carregamento de cargas poderão ser fatores adicionais de risco de queda para os

idosos. Dessa forma, as pesquisas científicas que analisam os efeitos da sobrecarga no organismo humano durante a marcha são fundamentais para que se estabeleçam mecanismos de prevenção para essas sobrecargas.

2.5 Marcha em terreno inclinado e declinado

Apesar da marcha caracterizar-se como uma das atividades funcionais mais essenciais (ANDRIACCHI; ALEXANDER, 2000), há também a necessidade de se entender como os indivíduos se adaptam a situações que exijam esforços diferenciados ao dessa atividade de locomoção, como é o caso, por exemplo, da locomoção em terreno inclinado e declinado.

A literatura descreve que alterações no terreno afetam a cinemática e a magnitude das forças que agem sobre o corpo (NOBLE; PRENTICE, 2008; McINTOSH *et al.*, 2006; PRENTICE *et al.*, 2004; LEROUX; FUNG; BARBEAU, 2002; ADOLPH; AVOLIO, 2000). Em suas pesquisas Prentice *et al.* (2004) estudaram a marcha de adultos jovens e saudáveis e Noble e Prentice (2008) compararam a marcha de idosos e jovens sendo que ambos os estudos utilizaram inclinação de 3°, 6°, 9° e 12°, McIntosh *et al.* (2006) usaram inclinação de 0°, 5°, 8° e 10° e caracterizaram a marcha de adultos jovens.

Leroux, Fung e Barbeau (2002) avaliaram a postura e a marcha de adultos jovens em rampa rolante com angulações de 0°, 5° e 10°. Prentice *et al.* (2004) relatam que apesar da legislação sugerir inclinação de no máximo 10°, no ambiente natural nem sempre isso é seguido ou possível. Relatam também que algumas respostas ou adaptações locomotoras dependem do grau de inclinação, enquanto outras não. Durante a marcha é necessário um controle de todo o membro inferior, sob ação do sistema nervoso central, que permite ativação de vários músculos entre os segmentos, significando que o movimento de uma articulação afetará as outras dos segmentos adjacentes (NOBLE; PRENTICE, 2008). Em plano inclinado as maiores adaptações locomotoras ocorrem na fase de balanço, com poucas mudanças na fase de apoio (PRENTICE *et al.*, 2004).

Na subida ocorrem dois eventos principais: primeiramente identificar a mudança no plano e ajustar o membro inferior à alteração da inclinação da superfície por meio da maior elevação membro inferior na fase de balanço; segundo, assumir uma correta posição do membro inferior ao solo para que não sejam recrutadas maiores modificações na marcha até o final da fase de balanço

(PRENTICE *et al.*, 2004). O aumento na flexão das articulações dos membros inferiores (McINTOSH *et al.*; 2006; PRENTICE *et al.*, 2004) é possível pela diminuição da inclinação pélvica (LEROUX; FUNG; BARBEAU, 2002) e pela maior geração de força (McINTOSH *et al.*; 2006). Para Prentice *et al.* (2004) o aumento do movimento do tornozelo é explicado pela própria necessidade de adaptação à inclinação da rampa enquanto para Adolph e Avolio (2000) o movimento do tornozelo seria restringido pela rampa. Ocorre diminuição da cadência e em inclinações superiores a 9° é observada diminuição da velocidade (PRENTICE *et al.*, 2004).

Na descida o equilíbrio é precário porque o corpo, na tentativa de evitar quedas, ficaria rígido como compensação da diminuição da base de suporte e pela limitação do movimento do tornozelo (ADOLPH; AVOLIO, 2000). Pouca variação de movimento de pelve e tronco é descrita no plano frontal (ADOLPH; AVOLIO, 2000). As principais adaptações ocorreriam pela diminuição da flexão do membro inferior na fase de balanço (LEROUX; FUNG; BARBEAU, 2002) e maior flexão de joelho do membro inferior de suporte a qual associada ao efeito da força de gravidade sobre o corpo demandaria maior força dos músculos da panturrilha e tronco muscular para frear o momento gerado (impulso), manter o alinhamento do corpo e restringir o movimento em torno do tornozelo ou do quadril (ADOLPH; AVOLIO, 2000). Como consequência há diminuição do tamanho do passo (PRENTICE *et al.*, 2004), do deslocamento vertical do centro de massa assim como da força de impacto sobre o calcanhar. O total de torque muscular gerado de forma compensatória é limitado; um centro de massa mais baixo demanda menor torque e permite maior estabilidade ao corpo em inclinações enquanto um centro de massa mais elevado exige maior torque muscular para mover o corpo à mesma distância angular, dificultando a manutenção do equilíbrio (ADOLPH; AVOLIO, 2000). Com relação à velocidade, assim como na subida é evidenciada diminuição em inclinações superiores a 9° (PRENTICE *et al.*, 2004).

Monteiro (2005) analisou variáveis cinéticas e temporais da marcha na esteira de seis idosos e seis adultos jovens, no plano horizontal e em situações de aclave e declive de 5%. No plano horizontal, os idosos apresentaram um aumento no tempo de duplo apoio quando comparados com adultos jovens, além de apresentarem diminuições em variáveis como deslocamentos do centro de pressão nas direções ântero-posterior e médio-lateral. De acordo com o autor, os idosos apresentam uma

tendência de diminuir a força de reação do solo e aumentar o tempo de permanência dos membros inferiores em contato com o solo para o aumento e manutenção da estabilidade postural ao decorrer do caminhar em plano horizontal quando comparados a adultos jovens. Nesse contexto, Serrão e Amadio (1994) afirmam que o aumento no tempo de duplo apoio pode estar associado há uma diminuição no equilíbrio identificado em idosos. No estudo de Monteiro (2005), observa-se também que na situação de declive de 5% os idosos apresentam diminuição em variáveis temporais como tempo de apoio simples, tempo do passo e no tempo da passada. Assim, Monteiro (2005) conclui a partir de seus resultados que situações de subir ou descer durante a marcha é capaz de provocar alterações no sistema de controle motor.

Apesar de vários estudos (McINTOSH *et al.*, 2006; PRENTICE *et al.*, 2004; LEROUX; FUNG; BARBEAU, 2002; ADOLPH; AVOLIO, 2000; KAWAMURA; TOKUHIRO; TAKECHI, 1991) analisarem a marcha em plano inclinado, nenhum destes descreveu as características cinemáticas da marcha com transporte manual de cargas em indivíduos idosos.

3. MÉTODO

3.1 Delineamento do estudo

Esta pesquisa tem caráter descritivo, cujo objetivo é a análise das variáveis cinemáticas da marcha de idosos saudáveis, com idade entre 60 e 65 anos, do sexo masculino, pois de acordo com Cervo e Bervian (2002), a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los, na tentativa de descobrir com que frequência ocorre os fenômenos, bem como sua natureza e suas características trabalhando com dados ou fatos colhidos da própria realidade.

3.2 População e amostra

O projeto recebeu aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Maringá (UEM), parecer CAAE Nº 0474.0.093.000-11 (APÊNDICE I), a coleta de dados foi realizada no Espaço Cultural “Brunão” do Departamento de Educação Física da UEM no mês de dezembro de 2011. A população deste estudo foi composta por alunos da UNATI (Universidade Aberta da Terceira Idade) da UEM, com aprovação da direção da instituição. A escolha desta Universidade foi dada em função da facilidade da liberação dos alunos para se deslocarem até o local de coleta de dados, tendo em vista que as aulas UNATI são realizadas em salas próximas ao local de coleta de dados.

Considerando o tamanho populacional (N) de 41 idosos do sexo masculino com idade entre 60 e 65 anos, matriculados no primeiro e segundo período na Universidade Aberta da Terceira Idade (UnATI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) no ano de 2011, após os resultados do cálculo amostral baseado na variável frequência da passada (CASTRO *et al.*, 2000) obteve-se um número de 18 idosos necessários para compor a amostra desse estudo. Sendo assim, a amostra deste estudo foi constituída por 18 alunos, selecionadas a partir de uma distribuição probabilística, por meio de um sorteio, entre os alunos da UNATI. Foram realizados 04 sorteios, esgotando todas as possibilidades de atingirmos o n de 18 idosos, ao final, 15 idosos participaram da pesquisa.

Os critérios para exclusão do estudo foi o nível de atividade dos idosos (ativos), com histórico de quedas ou outro distúrbio que interfira na locomoção, como por exemplo, problemas ortopédicos agudos, diagnóstico de problemas pulmonares, doenças neurológicas como Acidente Vascular Cerebral (AVC), lesão cerebral, miopatia, neuropatia periférica, distúrbios ortopédicos, desordens na marcha ou equilíbrio e uso de acessório para locomoção. Os mesmos critérios que foram utilizados nos estudo de Kerrigan *et al.* (2003).

Os idosos do estudo apresentaram em sua avaliação física homogeneidade e distribuição normal nas suas características, o resultado de aplicação do questionário IPAQ adaptado para idosos demonstrou que os idosos possuíam nível de condicionamento físico (pouco ativos). A Tabela 1 apresenta a descrição dos dados que caracterizam a amostra deste estudo.

Tabela 1 – Dados antropométricos dos idosos.

	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Média (DP)</i>	<i>p</i>
Idade (anos)	60	65	63,07 (1,20)	0,12
Estatura (m)	1,66	1,71	1,67 (0,20)	0,63
Massa Corporal (Kg)	68,5	71,1	70,12 (5,55)	0,46
Comprimento membro inferior (cm)	88,3	90,6	88,9 (0,15)	0,32

3.3 Instrumentos de medida

Os materiais utilizados para aquisição das imagens foram: doze metros de tecido TNT preto, doze fitas mini DV, uma filmadora, marcadores retroreflexivos, um iluminador, extensões de energia, relógio com cronômetro, fita adesiva, tripé, hastes de alumínio para montar o sistema de referência, trena, papel, caneta. Os sujeitos vestiram camiseta, shorts, meias e tênis sendo todos na cor preta. Nas duas sacolas plásticas de supermercado que os sujeitos utilizaram durante o TMC foram colocados os mesmos produtos, sendo um saco de café (0,5 Kg), um litro de leite (1 Kg), um litro de óleo (1 Kg), um saco de arroz (1 kg), correspondendo aproximadamente a 10% da massa corporal dos sujeitos, sendo divididos nas duas mãos, ficando 5% de cada lado, por ser uma medida segura para o transporte manual de cargas durante a marcha. Os produtos transportados são comumente transportados por idosos quando fazem compras e por isso foi possível controlar a carga referente à proporção do peso corporal de maneira precisa. Sendo assim o

TMC foi realizado de forma simétrica para que não ocorresse influência da assimetria da carga nos parâmetros na marcha.

3.3.1 Questionários

Antes de realizar o protocolo do estudo os sujeitos responderam dois questionários, sendo um *Questionário de Anamnese* para verificar seu histórico de saúde (ANEXO I) e o *IPAQ para idosos* (BENEDETTI; MAZO; BARROS, 2004 - ANEXO II) para identificar os critérios de exclusão para que estes fatores não interferissem nos resultados do estudo. Durante a realização do protocolo foi utilizada a *Escala de Borg* (1970) para se controlar a percepção do esforço a cada 5 minutos de percurso de marcha.

3.3.2 Análise antropométrica

Para caracterização da amostra foram avaliadas as medidas antropométricas: a massa corporal foi medida em quilogramas (Kg) em uma balança da com precisão de 0,5 Kg, a estatura foi medida em centímetros (cm) em um estadiômetro com precisão de 0,5 cm do Laboratório de Biomecânica e Comportamento Motor (LABICOM). Além disso, foram coletados dados referentes à idade dos idosos.

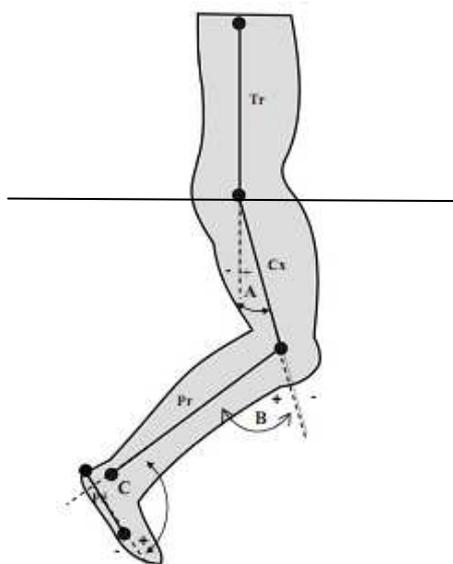
3.4 Procedimentos do estudo

A seguir, estão descritos os procedimentos utilizados para obtenção dos dados deste estudo. Estes procedimentos estão relacionados ao modelo biomecânico, ao registro das imagens, ao estabelecimento do sistema de referência e ao controle das variáveis. Antes do início da coleta de dados, todos os participantes foram informados sobre os procedimentos experimentais e questões legais e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 3) e preencheram os questionários.

3.4.1 Modelo biomecânico

Para representar o segmento inferior e tronco e realizar a análise das variáveis do estudo os sujeitos foram demarcados com marcadores retroreflexivos autoadesivos quadrados com 0,5 cm. Os marcadores foram fixados com base em

um modelo biomecânico proposto por Winter (1990), que determinou pontos anatômicos sobre proeminências ósseas palpáveis, visando a construção de sistemas de coordenadas com orientação coerente com a anatomia. Os pontos marcados nos membros inferiores foram o trocânter maior do fêmur, o côndilo femoral lateral e o maléolo lateral da fíbula. Os pontos do calcanhar (calcâneo) e do pé (cabeça do 5º metatarso) foram fixados nos tênis utilizados pelos sujeitos. O segmento do tronco foi definido pelo segmento de reta formado entre o quadril (trocânter maior do fêmur) e o ombro (acrômio). A união dos pontos formou os segmentos pé, perna, coxa, quadril e tronco, destes segmentos foram formados o ângulo absoluto do quadril com a horizontal, o ângulo absoluto do quadril com a vertical, o ângulo relativo externo do joelho e o ângulo relativo interno do tornozelo. A Figura 5 representa esquematicamente a determinação da variação angular dos segmentos do quadril, joelho e tornozelo e tronco.



Fonte: Modificado de Winter, (1991).

Figura 5 – Representação esquemática para a determinação da variação angular do segmento do tronco, quadril, joelho e tornozelo.

NOTA - Tr. - Segmento do tronco; Cx. - Segmento da coxa; Pr. - Segmento da perna; Pé. - Segmento do pé; A - Ângulo absoluto do quadril com a vertical; B - Ângulo relativo externo do joelho; C - Ângulo interno do tornozelo.

3.4.2 Registro das imagens

O registro das imagens foi realizado por uma câmera digital (NV-GS180 *Panasonic*), que possui frequência de 30 Hz. Com base nos estudos pilotos realizados (APÊNDICE II) a câmera foi fixada sobre um tripé e foi posicionada

perpendicularmente ao sistema de referência em uma altura de 72 centímetros, em uma distância de 5,70 metros da rampa. Um iluminador de luz branca foi posicionado orientado na mesma direção óptica da câmera e dois recortes de tecido de TNT com 06 metros de largura e 03 metros de comprimento na cor preto fosco foram colocados circundando a área para acentuar o efeito retrorefletor dos marcadores e evitar a reflexão da luz emitida pelos marcadores. O controle de *shutter* foi ajustado a 1/500, ou seja, uma exposição de 0,002s. Com essa regulagem, mesmo diante das maiores velocidades atingidas pelos marcadores, o deslocamento destes foi menos que 1 mm durante o tempo em que as câmeras coletaram a luz que formou cada quadro, evitando "borrões" nas imagens (BARROS, 1999).

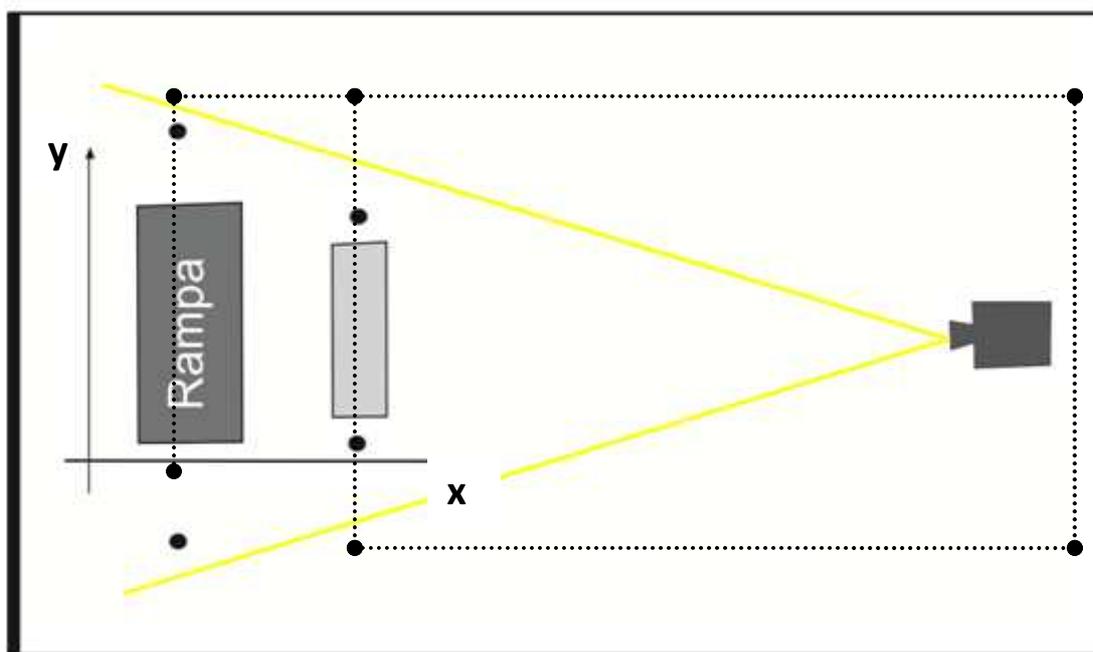


Figura 6 – Vista superior do ambiente de coleta de dados.

3.4.3 Sistema de referência

Para a realização das filmagens foram montados dois sistemas de referência, utilizando hastes de alumínio, sendo um sistema de referência para a filmagem da marcha no terreno plano, com as hastes reguladas a 1,80 metros de altura e posicionadas a uma distância de 5,0 metros uma da outra e outro sistema de referência para a marcha na rampa (terreno inclinado e declinado), com as hastes

reguladas com 3,0 metros de altura e uma distância de 6,3 metros uma da outra. Nas extremidades das hastes foram utilizadas quatro esferas revestidas com material retrorrefletor.

3.5 Protocolo do estudo

A coleta de dados foi realizada no Bloco QE 05 (Espaço Cultural Brunão) cedida pelo Departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Cada sujeito foi avaliado apenas em uma única ocasião, onde caminharam sobre uma linha demarcada no chão (para a marcha em terreno plano) e na rampa (para a marcha em terreno inclinado e declinado).

A marcha em terreno inclinado e declinado foi realizada em uma rampa construída em alumínio (Figura 7) possuindo as seguintes dimensões: comprimento de projeção horizontal de 4,50 metros, com 01 metro de altura do desnível e com uma inclinação de 13° , estas dimensões estão acima das recomendações da Norma Brasileira de acessibilidade a NBR 9050, aprovada pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) onde esta inclinação deveria ser de no máximo de $4,5^\circ$, tal medida foi proposta porque nesta norma preconiza a acessibilidade para cadeirantes e os estudos pesquisados analisaram a marcha em inclinações acima de 10° .

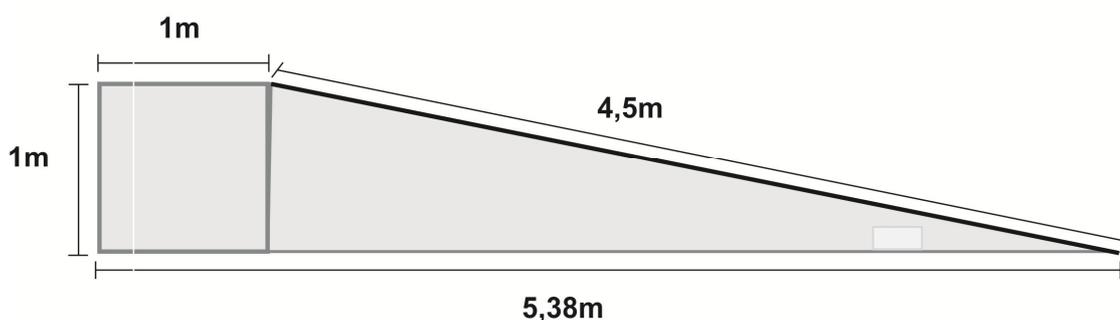


Figura 7 – Protótipo da rampa utilizado no estudo.

Os sujeitos caminharam por um percurso pré-estabelecido durante 20 minutos, neste período de tempo foram registradas 18 condições de marcha. Para efeitos da análise cinemática foram coletados três ciclos de passada do hemisfério esquerdo em cada condição de marcha em terreno plano e inclinado e três ciclos de passada do hemisfério direito em cada condição de terreno declinado.

Primeiramente foi filmada a marcha em terreno plano, sem transporte manual de cargas, esta condição foi a “linha de base” para comparação com as demais condições do estudo, após isso, os idosos realizaram a marcha em terreno inclinado e depois declinado. O protocolo da pesquisa resume-se em dezoito condições, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Representação esquemática do protocolo experimental.

CONDIÇÕES DO ESTUDO		
Linha de base sem o transporte manual de carga	Condição 1	Marcha em terreno plano
	Condição 2	Marcha em terreno inclinado
	Condição 3	Marcha em terreno declinado
Linha de base com transporte manual de carga	Condição 4	Marcha em terreno plano
	Condição 5	Marcha em terreno inclinado
	Condição 6	Marcha em terreno declinado
5 MINUTOS DE MARCHA		
5 minutos	Condição 7	Marcha em terreno plano
	Condição 8	Marcha em terreno inclinado
	Condição 9	Marcha em terreno declinado
10 MINUTOS DE MARCHA		
10 minutos	Condição 10	Marcha em terreno plano
	Condição 11	Marcha em terreno inclinado
	Condição 12	Marcha em terreno declinado
15 MINUTOS DE MARCHA		
15 minutos	Condição 13	Marcha em terreno plano
	Condição 14	Marcha em terreno inclinado
	Condição 15	Marcha em terreno declinado
20 MINUTOS DE MARCHA		
20 minutos	Condição 16	Marcha em terreno plano
	Condição 17	Marcha em terreno inclinado
	Condição 18	Marcha em terreno declinado
FIM DA COLETA DE DADOS		

Para a proteção dos idosos contra possíveis acidentes, como por exemplo, as quedas, foi instalado um corrimão na parte superior da rampa que permitiu apoio em caso de desequilíbrios e o uso de tênis, pois oferece maior segurança para a marcha que em situações cotidianas é realizada comumente com os pés calçados. Antes de realizar as condições experimentais e durante os percursos com o objetivo de verificar o nível de esforço e de fadiga durante o protocolo do estudo e qualquer sinal de tontura, mal estar ou outra condição que pudesse provocar algum risco à integridade física dos idosos ou para a pesquisa, a coleta de dados seria encerrada.

3.6 Análise cinemática bidimensional

As imagens foram digitalizadas e transformadas em um filme em formato *.AVI* (*Audio Video Interleaved*), sendo cortadas 18 vídeos por sujeito, referentes às condições do protocolo. As imagens foram armazenadas no disco rígido utilizando o software *Pinnacle Studio Plus®*, versão 9.4. Após editado cada ciclo de marcha, foi utilizado o Software *Dvideow 60Hz* (*Digital Vídeo for Biomechanics for Windows*), (BARROS *et al.*, 1999 FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2003), para realização da análise cinemática, sendo que os trechos editados foram desentrelaçados, permitindo uma análise a 60Hz.

Os marcadores foram identificados em cada trecho de imagens pelo *tracking* automático do *Dvideow*. Ao serem identificadas, as coordenadas de tela de cada marcador foram utilizadas no processo de localização dos marcadores no 2D. Alguns pontos foram ocultados devido à presença das sacolas e foi utilizada a técnica de predição dos pontos para localização dos mesmos.

Concluindo a fase de registro de imagens, de seleção e identificação do ciclo da passada-padrão, foi possível construir um arquivo de dados que foi analisado. Este foi composto de informações sobre o número de marcadores, o marcador a que se referem os pontos anatômicos, a carga utilizada, a velocidade da marcha e o número de quadros do trecho de imagens selecionado a que se refere cada evento do ciclo da passada.

Os dados provenientes do software *Dvideow* foram arquivados e devidamente analisados com o software *MatLab*, onde foi definido o ciclo da marcha para cada sujeito, determinada as posições e orientações do sistema de coordenada associados aos sistemas de marcas técnicas e anatômicas, calculadas as variáveis cinemáticas espaciais e temporais, calculados os ângulos articulares em função do ciclo de marcha e filtragem dos dados com filtro digital *Butterworth* de 4ª ordem com frequência de corte de 6 Hz que foi definido durante a análise dos dados. Sendo assim, o início do movimento foi considerado como 0% (toque do pé no solo) e o fim do ciclo com 100% (toque do mesmo pé no solo).

Neste estudo o ciclo da passada inicia-se com o instante do contato do pé direito sobre o solo seguido em 05 etapas (Figura 9), nas condições de marcha em terreno plano e inclinado e do contato do pé esquerdo no solo na marcha em terreno declinado, dessa forma, os eventos das passadas foram identificados pelos

instantes de contato e retirada desse pé do solo, nas imagens registradas pela câmera. Essas informações foram agrupadas por ciclo para gerar um ciclo padrão da passada baseado em Perry (2005).

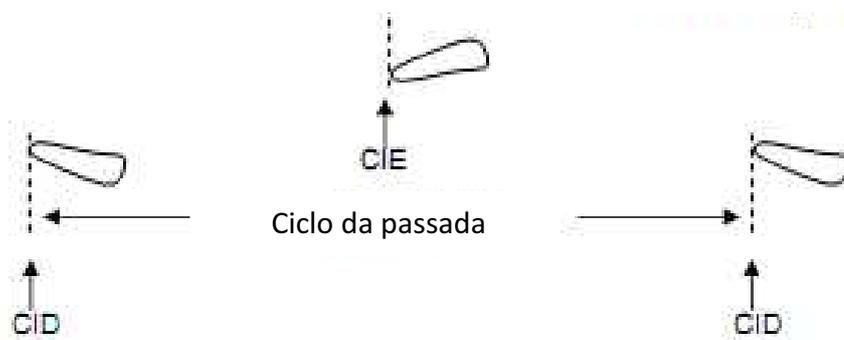


Figura 9- Descrição da determinação do ciclo direito e esquerdo da marcha realizado no presente estudo.

Nota: CID - contato inicial do pé direito; CIE – contato inicial do pé esquerdo. (1ª etapa: contato do calcâneo direito no solo; 2ª etapa: retirada do pé esquerdo do solo; 3ª etapa: contato do calcâneo esquerdo no solo; 4ª etapa: retirada do pé esquerdo do solo).

A paralaxe não foi calculada, pois os sujeitos caminharam sobre uma linha demarcada no chão (para a marcha em terreno plano) e na rampa (para a marcha em terreno inclinado e declinado), foram orientados a realizar a marcha sobre a linha para manter os marcadores na mesma linha do sistema de referência.

3.7 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada por estatística descritiva e inferencial para descrever e comparar o comportamento das variáveis. Primeiramente foi aplicado o teste de *Shapiro Wilk* para verificar a normalidade dos dados, como algumas variáveis não apresentaram distribuição normal utilizou-se a mediana (Md) e o intervalo interquartil (Q1-Q3) para a quantificação das variáveis. Para comparação dos dados, utilizou-se testes não paramétricos, uma vez que algumas das variáveis não apresentaram distribuição normal. Para as comparações com o transporte manual de cargas utilizou-se o teste de *Wilcoxon* e para comparar os dados em relação ao tempo (entre os circuitos) e em relação ao tipo de terreno utilizou-se o teste de *Friedman* para verificar se havia diferença entre os dados. Nos casos em que os dados apresentaram diferença aplicou-se o teste de *Wilcoxon* para localizar onde estava a diferença. Estes testes foram escolhidos porque os dados são

pareados, pois serão analisados um grupo único. As análises estatísticas foram realizadas no *software* SPSS® (versão 15) e o nível de significância estipulado foi de $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor apresentar os resultados encontrados, este capítulo foi organizado de acordo com os objetivos específicos. Os resultados relativos às variáveis cinemáticas da marcha foram subdivididos em espaciais, temporais e angulares, comparando as condições do protocolo do estudo.

As cargas foram escolhidas para representar condições de carregamento em atividades diárias, como por exemplo, as cargas transportadas durante as compras de supermercado. Durante a realização da coleta de dados, nenhum sujeito reportou qualquer desconforto que pudesse alterar sua execução, indicando que o método de triagem utilizado para seleção de idosos saudáveis foi eficiente, de modo que todos os participantes demonstraram uma condição física suficiente para a realização da tarefa. Ao verificar a escala de percepção de esforço, valores entre 2 e 4 são considerados como intensidades aceitáveis durante esforços (ACSM, 2000), sendo assim não houve interferência da fadiga pelos sujeitos, os resultados da aplicação da Escala de Borg (1977) podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Escala de percepção de esforço – média obtida durante a execução do tempo de 20 minutos de marcha, sendo medidos cada 05 minutos.

	LB	5 (min)	10 (min)	15 (min)	20 (min)
	<i>x(d)</i>	<i>x(d)</i>	<i>x(d)</i>	<i>x(d)</i>	<i>x(d)</i>
Escala de Borg	2,4	3,1	3,3	3,7	3,9
percepção de esforço	(0,2)	(1,1)	(0,8)	(1,0)	(1,2)

Nota: LB = Linha de base com carga

4.1 Análise das variáveis espaciais da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado

A análise das variáveis espaciais nos permite verificar o comportamento do ciclo de marcha no espaço em função do transporte manual de cargas em terreno plano, inclinado e declinado em um tempo de 20 minutos de marcha. Para verificar as modificações nas variáveis espaciais os resultados estão apresentados a cada 5 minutos de marcha (5',10',15',20'). A Tabela 3 apresenta os resultados das comparações obtidos nas condições de 20 minutos de marcha entre a linha de base com as demais condições do estudo.

Tabela 3 – Identificação e comparação das variáveis espaciais da marcha de em terreno plano, inclinado e declinado em diferentes tempos de percurso.

		CP (m)	CPE (m)	CPD (m)	FP (p/s)	VEL (m/s)
		(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3
LB SC	PL	0,95 (0,93-0,99) ^{a,y}	0,50 (0,49-0,57) ^a	0,44 (0,40-0,45) ^y	0,80 (0,80-0,80) ^y	1,01 (0,97-1,11) ^x
	IN	0,78 (0,72-0,82) ^{x,y}	0,52 (0,46-0,56)	0,50 (0,47-0,54) ^y	0,78 (0,72-0,82) ^{x,y}	0,80 (0,79-0,80)
	D	0,87 (0,83-0,92) ^y	0,50 (0,45-0,52)	0,38 (0,34-0,40) ^y	0,92 (0,86-0,96) ^y	0,80 (0,79-0,80)
LB CC	PL	0,93(0,89-1,00)	0,49 (0,45-0,53)	0,42 (0,40-0,45)	0,85 (0,80-0,89)	0,80 (0,79-0,80) ^x
	IN	1,00 (0,92-1,08) ^x	0,51 (0,44-0,53)	0,49 (0,46-0,51)	0,80 (0,74-0,86) ^x	0,80 (0,79-0,80)
	D	0,89 (0,81-0,95)	0,48 (0,45-0,52)	0,40 (0,33-0,44)	0,89 (0,81-0,95)	0,80 (0,79-0,80)
5	PL	0,95 (0,88-0,99) ^a	0,49 (0,46-0,53) ^a	0,42 (0,41-0,46)	0,84 (0,81-0,90)	0,80 (0,80-0,80)
	IN	1,03 (0,96-1,09)	0,50 (0,46-0,53)	0,51 (0,48-0,57)	0,77 (0,73-0,83)	0,80 (0,79-0,80)
	D	0,88 (0,81-0,95)	0,47 (0,42-0,52)	0,41 (0,38-0,45)	0,90 (0,84-0,98)	0,80 (0,79-0,80)
10	PL	0,93 (0,88-0,99) ^a	0,48 (0,45-0,50) ^a	0,44 (0,43-0,48) ^a	0,85 (0,81-0,90) ^a	0,80 (0,79-0,80)
	IN	1,00 (0,93-1,11)	0,50 (0,46-0,53)	0,51 (0,45-0,58)	0,80 (0,72-0,85)	0,80 (0,79-0,80)
	D	0,89 (0,85-0,95)	0,49 (0,45-0,53)	0,38 (0,37-0,44)	0,89 (0,84-0,93)	0,80 (0,79-0,80)
15	PL	0,92 (0,85-0,99) ^a	0,46 (0,44-0,50) ^a	0,45 (0,42-0,48)	0,86 (0,81-0,93) ^a	0,80 (0,79-0,80)
	IN	1,03 (0,96-1,12)	0,48 (0,46-0,56)	0,52 (0,49-0,56)	0,77 (0,71-0,83)	0,80 (0,79-0,80)
	D	0,89 (0,83-0,92)	0,49 (0,45-0,49)	0,39 (0,36-0,44)	0,89 (0,86-0,96)	0,80 (0,79-0,80)
20	PL	0,95 (0,88-0,97) ^a	0,46 (0,44-0,50) ^a	0,46 (0,41-0,49)	0,84 (0,82-0,90) ^a	0,80 (0,79-0,80)
	IN	1,01 (0,92-1,09)	0,53 (0,45-0,56)	0,49 (0,44-0,54)	0,79 (0,73-0,89)	0,80 (0,79-0,80)
	D	0,88 (0,81-0,95)	0,49 (0,46-0,54)	0,38 (0,34-0,40)	0,90 (0,84-0,98)	0,80 (0,79-0,80)

Nota: LB= linha de base; SC = sem carga; CC = com carga; PL= terreno plano; IN= Terreno inclinado; D = terreno declinado. a= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno plano; x= diferença estatisticamente significativa na comparação com e sem o transporte manual de cargas; y= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o terreno plano com inclinado e declinado.

As variáveis cinemáticas espaciais foram quantificadas e comparadas em relação ao tipo de terreno (plano com inclinado e declinado), ao transporte manual de cargas e o tempo de percurso de 20 minutos. Na condição de linha de base ocorreram diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre o terreno plano com o terreno inclinado e declinado que ocorreram no comprimento da passada, frequência da passada e comprimento do passo direito.

O comprimento da passada (CP) dos idosos foi de 0,95m, em terreno plano sem o transporte manual de carga. Segundo Castro (2000) e Andrade (2002) este parâmetro pode variar de acordo com as características antropométricas dos idosos estudados, sendo influenciado pela estatura e comprimento de membros inferiores, aumentando proporcionalmente a estes valores. A estatura média dos idosos que participaram deste estudo foi de 1,67m. No estudo de Sarraf (2006), que analisou idosos com as mesmas idades, a média do comprimento da passada foi de 1,25m, sendo que a média da estatura dos idosos foi de 1,73m. Os idosos do presente

estudo apresentaram comprimento da passada proporcionalmente menor em relação aos dados do estudo de Sarraf (2006).

O comprimento da passada (CP) dos idosos apresentou diferença estatisticamente significativa em terreno plano (0,95m), quando comparado ao terreno declinado, sendo 8% menor e 18% menor quando a marcha foi realizada em terreno inclinado. Este comportamento ocorreu devido ao aclave do terreno, que exigiu uma adaptação às condições, pois numa perspectiva contextual a marcha sofre influências e/ou restrições tanto intrínsecas como das demandas específicas das tarefas que realizam, e das próprias características do ambiente no qual o idosos marcham (BRASILEIRO; MOREIRA, 2008). Isso permite que o sujeito acomode os membros inferiores às demandas ambientais (como degraus, mudanças de superfície e obstáculos) no caminho da progressão (PERRY, 2005b).

Na marcha com TMC o comprimento da passada, apresentou diferença em relação aos tipos de terreno, com características diferentes das condições sem o carregamento de carga, sendo o maior valor foi encontrado no terreno inclinado (1,0 m), depois em terreno plano (0,93 m) e menor em terreno declinado (0,89 m). Resultado esperado, pois o carregamento de carga aumenta demanda muscular para a realização da atividade fazendo com que o indivíduo adote uma estratégia de aumentar o tamanho da passada na subida.

O comprimento do passo esquerdo e direito dos idosos em terreno plano sem o transporte manual de carga na linha de base foi de 0,44m para o comprimento do passo direito e de 0,50m para o comprimento do passo esquerdo sendo semelhante aos resultados do estudo de Castro (2002), devido a uma assimetria em relação aos tamanhos dos dois passos. Embora o significado desta diferença não seja claro, Vaughan *et al.* (1999) referem que na marcha normal existe uma natural assimetria temporal e espacial. Na comparação com o tipo de terreno, apenas o comprimento do passo direito apresentou diferença em relação a todos os tipos de terreno. O comprimento do passo direito foi 12% maior terreno inclinado e no terreno declinado foi 14% menor, este achado corroborou com as afirmações de Prentice *et al.* (2004) que reporta que ocorre uma diminuição do tamanho do passo na decida.

Na comparação da marcha dos idosos entre o terreno plano e o terreno inclinado e declinado com o TMC a mediana do comprimento do passo direito foi maior na marcha em terreno inclinado (0,49m), sendo que a diferença em relação ao terreno plano foi de 14% menor e no terreno declinado foi 18% menor. McIntosh *et*

al., (2006) aponta que o comprimento do passo aumenta inicialmente em caminhadas em plano inclinado. No terreno declinado, não ocorreram diferenças, esse achado foi ao encontro aos achados do mesmo autor, pois houve pouca mudança no comprimento do passo, porém concordou com as afirmações de Kawamura *et al* (1991) e Sun *et al.* (1996). Gabell e Nayak, (1984) que sugerem o comprimento do passo é controlado por mecanismos musculares, que geram o padrão da marcha. Massani (2002) verificou que a variabilidade do comprimento do passo é mínima durante a velocidade constante na marcha humana. Já segundo Borghese (1996), afirma que existe uma mudança nos parâmetros de marcha em função da velocidade, do aumento do comprimento do passo, da diminuição da duração do ciclo e da duração da fase de apoio. A assimetria entre o comprimento do passo direito e o comprimento do passo esquerdo, encontrada na linha de base, manteve-se na comparação das demais condições.

A frequência da passada, na marcha dos idosos deste estudo, em terreno plano sem o transporte manual de cargas (linha de base), foi de 0,80 passadas por segundo, ou seja, aproximadamente 96 passos por minuto em terreno plano sem o transporte manual de carga, sendo que este parâmetro é influenciado pela velocidade da marcha e do comprimento do passo. Castro (2002) estudou a marcha de idosos brasileiros com idades de 70 a 79 anos e encontrou valores similares de velocidade, porém o comprimento do passo foi de 0,81m sendo assim a cadência foi de 119 passos por minuto. Com o avanço da idade os idosos tendem a diminuir o comprimento do passo e, para manter a velocidade aumentam a cadência. Arantes *et al.* (2009) descreve indivíduos idosos com média de idade de 67 anos que apresentaram frequência de 100 passos por minuto e o trabalho de Ribas *et al.* (2005) que analisaram indivíduos com idade entre 54 a 81 anos de idade e que apresentaram média de 178 passos por minuto ($1,49 \pm 0,27$ passos/s). Na comparação da FP em relação aos tipos de terreno, evidenciou-se diferença estatisticamente significativa entre o terreno plano com os terrenos inclinado e declinado. No terreno plano a FP foi de 0,80p/s, no terreno inclinado foi de 0,78p/s e no terreno declinado foi de 0,92p/s, demonstrando valores semelhantes aos encontrados por McInstosh *et al* (2006), quando comparado ao terreno plano e ao terreno inclinado, o mesmo autor assegura que a FP diminui em terreno inclinado, este achado indica que o idoso utiliza uma estratégia de aumentar a FP em terreno declinado como uma forma de adaptação para manter o equilíbrio corporal na

descida. As metodologias para análise da frequência da passada dos estudos citados foram diferentes do presente estudo, além disso os idosos possuíam características antropométricas diferentes.

A velocidade da marcha dos idosos (1,01m/s), na condição de linha de base (terreno plano sem o transporte manual de cargas), apresentou valores semelhantes aos reportados na literatura (WATERS, 1989), comprovando que indivíduos idosos saudáveis, caminham na sua velocidade normal entre 1,0 a 1,7 m/s, cujos valores foram confirmados nos estudos de Castro *et al.* (2002) e Sarraf (2006). A velocidade da marcha descrita por Porter, Evans e Duncan (1995) como uma medida útil para identificar a capacidade dos idosos de executar atividades da vida diária e de acordo com Friedman; Richmond, Baskett (1998) também pode ser utilizada como representação da eficiência da marcha, tanto que nas demais comparações a marcha não sofreu nenhuma alteração em relação aos tipos de terreno e ao tempo.

Em relação ao tipo de terreno era esperado que ocorressem diferenças em relação na velocidade da marcha, como no estudo de Prentice *et al* (2004) onde os autores verificaram que na subida é evidenciada diminuição da velocidade da marcha em inclinações superiores a 9° (nove graus), esse achado não ocorreu no presente estudo, pois os idosos mantiveram o mesmo valor de velocidade nesta condição.

A marcha em terreno inclinado com transporte manual de cargas provocou diferença estatisticamente significativa no comprimento da passada que foi 22% maior em relação à marcha em terreno inclinado sem o transporte manual de carga, este achado era esperado uma vez que o aumento de carga na subida exige um maior esforço muscular da subida associado à carga. No trabalho de Martin e Nelson (1986) que avaliou o comportamento das variáveis da marcha em homens e mulheres durante o transporte de cargas verificaram o aumento do comprimento da passada comparando a marcha livre com o transporte de 10kg, que correspondem a 15% da massa corporal dos idosos do mesmo estudo.

O transporte manual de carga não alterou o comprimento do passo esquerdo e direito nas comparações com e sem transporte manual de carga, pois não se evidenciou diferença estatisticamente significativa na comparação entre estas condições. Assim como demonstrado por Sarraf (2006) esperava-se que, com o TMC o aumento na frequência da passada em terreno plano, pois esta variável é influenciada pelo aumento da carga (MARTIN; NELSON, 1986), porém esta

diferença ocorreu apenas na marcha em terreno inclinado, na comparação com e sem o transporte manual de cargas.

A velocidade da marcha apresentou diferença estatisticamente significativa apenas na comparação da marcha na linha de base e na condição com o transporte manual de carga, onde se observou uma diminuição de 21% quando comparada a marcha sem carga (1,01 m/s) com a marcha com TMC (0,80 m/s) em terreno plano que se manteve por todo o experimento. Esta diferença evidencia que a presença de carga aumenta o peso corporal e conseqüentemente diminui a velocidade da marcha durante esta condição. Cabe ressaltar que no presente estudo a velocidade da marcha foi auto selecionada pelos próprios idosos, não sendo controlada de nenhuma forma. Tais resultados confrontam os resultados dos estudos de Crosbie, Flynn e Rutter (1994), no sentido de que o aumento de carga possibilita um aumento na velocidade da marcha dos indivíduos, porém concordam com os achados de Sarraf (2006) e Martin e Nelson, (1986), pois pelas adaptações do comprimento e frequência da passada a velocidade se manteve constante. Embora os resultados tenham evidenciado um aumento da frequência da passada o comprimento da passada também foi alterado o que permitiu manter a velocidade semelhante à linha de base. Para Sutherland *et al.* (1980), a velocidade é uma determinante da marcha que é influenciada diretamente por vários fatores como a frequência e comprimento da passada. Os achados no presente estudo, relativos à velocidade têm sido habitualmente apresentadas em estudos realizados com esta temática tais como McIntosh *et al.* (2006) e Sarraf, (2006).

Na comparação com o tempo de 20 minutos de percurso da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado, realizado com e sem o transporte manual de cargas, ocorreram diferenças estatisticamente significativas no comprimento da passada, comprimento do passo esquerdo e direito e na frequência da passada em terreno plano. Após um percurso de 5 minutos com transporte manual de cargas ocorreram diferenças estatisticamente significativas na comparação com a marcha sem transporte manual de cargas no comprimento da passada e no comprimento do passo esquerdo, onde se observou uma pequena diminuição do valor desta variável em relação ao tempo de percurso da marcha dos idosos. Aos 10 minutos de marcha as diferenças estatisticamente significativas no comprimento da passada e no comprimento do passo esquerdo se mantiveram e ainda ocorreram mais duas diferenças em relação ao comprimento do passo direito e na frequência da passada.

Após 15 minutos de percurso de marcha, as diferenças ocorreram no comprimento da passada e no comprimento do passo esquerdo se mantiveram e o comprimento do passo direito não apresentou diferença estatisticamente significativa. Da mesma forma ocorreu no tempo de 20 minutos de percurso da marcha. Estes achados sugerem que os idosos adaptem constantemente as variáveis espaciais da marcha ao tempo de percurso. Maki (1997) relata que durante a marcha de idosos, possíveis alterações em variáveis espaciais como comprimento da passada e velocidade da marcha, por isso a compreensão dos efeitos do protocolo do estudo é fundamental para a criação de estratégias de prevenção de quedas durante a marcha. As alterações observadas ao longo do tempo podem ser consideradas estratégias adaptativas para manutenção da velocidade da marcha.

Na marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado com transporte manual de cargas, ocorreram diferenças estatisticamente significativas no comprimento da passada, a frequência da passada em terreno inclinado e a velocidade da marcha em terreno plano. Não foi verificada diferença em transportar manualmente carga ou não no comprimento da passada em terreno plano, este resultado é similar aos achados de Sarraf (2006) que utilizou a mesma carga na mesma condição de carregamento de sacolas de supermercado com 5% da massa corporal de cada lado.

4.2 Análise das variáveis temporais da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado

A análise das variáveis temporais permite verificar o comportamento do ciclo de marcha no tempo em função do transporte manual de cargas em terreno plano, inclinado e declinado durante um percurso de 20 minutos de marcha. Os resultados das análises ao longo do tempo entre as condições são apresentados de forma descritiva utilizando a mediana e o intervalo interquartil na Tabela 4.

Tabela 4 – Identificação das variáveis temporais da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado em diferentes tempos.

		TP (s)	TPE (s)	TPD (s)	TPDA (s)	TSDA (s)	TASE (s)	TASD (s)
		(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3	(Md) Q1-Q3
LB	PI	1,18(1,66-1,23) ^{a,y}	0,63 (0,61-0,71) ^{a,y}	0,55 (0,50-0,56) ^{a,y}	0,22 (0,20-0,26) ^{a,y}	0,16 (0,15-0,18) ^y	0,44 (0,39-0,48) ^{a,y}	0,35 (0,30-0,40) ^a
	SC	1,26(1,21-1,38) ^{x,y}	0,65 (0,58-0,70) ^y	0,63 (0,60-0,68) ^y	0,23 (0,20-0,27) ^{bxy}	0,18 (0,16-0,20) ^y	0,40 (0,38-0,44) ^y	0,43 (0,41-0,47) ^y
	D	1,08 (1,03-1,15) ^y	0,63 (0,56-0,65) ^y	0,48 (0,43-0,50) ^y	0,22 (0,20-0,30) ^y	0,13 (0,11-0,17) ^{c,y}	0,41 (0,35-0,43) ^y	0,32 (0,24-0,39) ^y
LB	PI	1,16 (1,11-1,25)	0,61 (0,56-0,66)	0,53 (0,50-0,56)	0,19 (0,16-0,25)	0,16 (0,13-0,18)	0,42 (0,40-0,44)	0,37 (0,35-0,38)
	CC	1,25(1,15-1,35) ^x	0,65 (0,55-0,66)	0,61 (0,58-0,65)	0,21 (0,18-0,27) ^x	0,18 (0,16-0,22)	0,40 (0,37-0,47)	0,40 (0,38-0,45)
	D	1,16 (1,01-1,18)	0,60 (0,56-0,65)	0,50 (0,41-0,55)	0,21 (0,18-0,25)	0,15 (0,12-0,17)	0,38 (0,34-0,47)	0,35 (0,24-0,39)
5	PI	1,18(1,10-1,23) ^a	0,61 (0,58-0,66) ^a	0,53 (0,51-0,58)	0,18 (0,16-0,24) ^a	0,15 (0,14-0,19)	0,42 (0,40-0,44)	0,37 (0,34-0,40)
	In	1,25 (1,15-1,35)	0,65 (0,55-0,66)	0,61 (0,58-0,65)	0,21 (0,18-0,27)	0,18 (0,16-0,22)	0,40 (0,37-0,47)	0,40 (0,38-0,45)
	D	1,10 (1,01-1,18)	0,60 (0,53-0,56)	0,51 (0,43-0,56)	0,22 (0,18-0,24)	0,14 (0,11-0,17)	0,38 (0,35-0,42)	0,37 (0,30-0,40)
10	PI	1,16(1,10-1,23) ^a	0,60 (0,56-0,63) ^a	0,55 (0,55-0,56) ^a	0,18 (0,15-0,21) ^a	0,17 (0,15-0,18)	0,41 (0,40-0,44)	0,39 (0,36-0,41) ^a
	In	1,25 (1,16-1,38)	0,63 (0,58-0,66)	0,65 (0,56-0,73)	0,22 (0,20-0,24)	0,20 (0,17-0,23)	0,40 (0,37-0,44)	0,44 (0,38-0,46)
	D	1,11 (1,01-1,18)	0,61 (0,56-0,66)	0,48 (0,46-0,55)	0,22 (0,20-0,24)	0,13 (0,11-0,16)	0,40 (0,37-0,44)	0,33 (0,30-0,36)
15	PI	1,15(1,06-1,23) ^a	0,58 (0,55-0,63) ^a	0,56 (0,53-0,60) ^a	0,19 (0,16-0,22) ^a	0,17 (0,14-0,19)	0,40 (0,37-0,43) ^a	0,39 (0,36-0,40)
	In	1,28 (1,20-1,40)	0,60 (0,58-0,70)	0,65 (0,61-0,70)	0,22 (0,20-0,25) ^b	0,19 (0,16-0,25)	0,42 (0,36-0,45)	0,44 (0,41-0,46)
	D	1,11 (1,03-1,15)	0,61 (0,56-0,61)	0,50 (0,45-0,55)	0,21 (0,18-0,23)	0,16 (0,14-0,18) ^c	0,40 (0,35-0,42)	0,33 (0,31-0,38)
20	PI	1,18 (1,10-1,21) ^a	0,58 (0,55-0,63) ^a	0,58 (0,51-0,61)	0,20 (0,17-0,20) ^a	0,16 (0,14-0,17)	0,40 (0,38-0,43)	0,40 (0,35-0,44)
	In	1,26 (1,15-1,36)	0,66 (0,56-0,70)	0,61 (0,55-0,68)	0,21 (0,17-0,23)	0,19 (0,16-0,21)	0,46 (0,39-0,49)	0,42 (0,39-0,45)
	D	1,10 (1,01-1,18)	0,61 (0,58-0,68)	0,48 (0,43-0,50)	0,22 (0,18-0,28)	0,14 (0,12-0,16)	0,42 (0,35-0,47)	0,32 (0,28-0,34)

Nota: LB= linha de base; SC = sem carga; CC = com carga; PL= terreno plano; IN= Terreno inclinado; D = terreno declinado. a= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno plano; x= diferença estatisticamente significativa na comparação com e sem o transporte manual de cargas; y= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o terreno plano com inclinado e declinado.

As variáveis cinemáticas temporais foram quantificadas e comparadas em relação ao tipo de terreno plano com inclinado e declinado, ao transporte manual de cargas e o tempo de percurso de 20 minutos. Na condição de linha de base ocorreram diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre o terreno plano com o terreno inclinado e declinado que ocorreram no tempo da passada, tempo do passo direito, tempo do segundo duplo apoio e no tempo de apoio simples direito.

Na linha de base, em terreno plano e sem o transporte manual de carga o tempo da passada dos idosos foi de 1,18s, sendo semelhante ao valor encontrado no estudo de Sarraf (2006) na mesma condição de marcha (sem transporte manual de carga). O tempo da passada dos idosos apresentou diferença estatisticamente significativa na marcha em terreno plano quando comparado com terreno inclinado, sendo 6% maior e 8% menor quando a marcha foi realizada em terreno declinado.

Estas diferenças ocorreram como estratégia de regulação da marcha em relação ao tipo de terreno. Gabell e Nayak, (1984) sugerem que o tempo da passada seja controlado por mecanismos musculares que geram o padrão da marcha e estes mecanismos incluem uma regulação e adaptação ao tipo de terreno.

Entre o tempo dos passos direito e esquerdo observou-se uma assimetria entre os lados, quando comparado com o tempo do passo direito (Md 0,63 s) e o tempo do passo esquerdo (Md 0,55s). Para Ozzimo (1995) essa assimetria é um indicador da estabilidade do membro inferior de apoio. Assim, devido aos idosos levarem mais tempo para realizar o passo com a perna não dominante é um indicador de estabilidade do membro inferior dominante, uma vez que este está envolvido na fase de apoio e de suporte do peso corporal. O tempo do passo direito apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparadas aos tipos de terreno, resultando em um aumento de 13% em terreno inclinado e uma diminuição do mesmo percentual em terreno declinado. Essas diferenças podem ser consideradas como estratégia da marcha de realizar um maior esforço na subida da rampa e realizar um maior controle corporal na descida para manter a estabilidade.

Em relação ao tempo de duplo apoio, o tempo do primeiro duplo apoio foi de 0,22s na linha de base em terreno plano sem o transporte manual de cargas, enquanto que o tempo do segundo duplo apoio foi de 0,16s na mesma condição. O tempo de duplo apoio tem sido descrito como um fator determinante na recuperação do equilíbrio após o período de instabilidade decorrente do apoio simples (WINTER, 1995). Rose e Gamble (2006) afirmam que o aumento do tempo de duplo apoio pode refletir sobre o controle motor corporal durante o apoio simples e é um fator importante para a manutenção do equilíbrio e desempenho na marcha do idoso (KINOSHITA, 1985). O tempo de duplo apoio constitui aproximadamente 20% de todo o ciclo da marcha e tem sido descrito como um fator determinante na recuperação do equilíbrio após o período de instabilidade decorrente do apoio simples (WINTER, 1995). GABELL; NAYAK, (1984) sugerem que o tempo da fase de apoio duplo é controlado por mecanismos posturais, ou seja, um aumento nos valores significa um ganho de estabilidade.

Na comparação entre o terreno plano com os terrenos inclinado e declinado sobre o tempo do segundo duplo apoio, evidenciou-se diferença estatisticamente significativa, em terreno inclinado que foi 11% maior em relação ao terreno plano e 19% menor em terreno declinado. Maki (1997) relata que durante a marcha de

idosos, possíveis alterações em variáveis temporais como o tempo da fase de suporte duplo (tempo de duplo apoio) aumentam consideravelmente a chance de quedas. Serrão e Amadio (1994) afirmam que o aumento no tempo de duplo apoio pode estar associado a uma diminuição no equilíbrio identificado em idosos. Portanto a diminuição do tempo de duplo apoio observado na descida (terreno declinado) pode ser considerado um fator de risco para quedas pela diminuição da estabilidade. O aumento do tempo de segundo apoio verificado na subida (terreno inclinado) pode ser uma adaptação a um maior esforço muscular.

A compreensão destas diferenças ocorrida entre estas variáveis é imprescindível, pois as alterações observadas no padrão da marcha estão associadas com o aumento no risco de quedas de acordo com Tinetti, (1988). As quedas ocorrem durante a fase de balanço (quando o indivíduo está transpondo o pé), não há queda durante o duplo apoio, por isso o aumento do duplo apoio é um indicativo de piora da marcha, pois o indivíduo tem mais estabilidade nesta condição, e por isso adota a seguinte estratégia: o passo fica mais curto, reduz o tempo do apoio simples e aumenta o duplo apoio.

O tempo de apoio simples esquerdo e direito apresentaram valores diferentes, isso ocorreu pela assimetria entre o comprimento do passo direito e esquerdo. Assim sendo, o valor do tempo de apoio simples esquerdo foi de 0,44s e do direito foi de 0,35s esses valores representaram 63% do ciclo respectivamente. A literatura descreve que o tempo de apoio simples representa cerca de 60% do tempo do passo (PERRY 2005). Os trabalhos de Winter (1995) apontam que no período do apoio simples o corpo recupera o equilíbrio com o início da fase de duplo apoio no passo subsequente, sendo, portanto importante seu entendimento para compreender o fenômeno da marcha e a prevenção de quedas.

O tempo de apoio simples direito dos idosos apresentou diferença estatisticamente significativa na marcha em terreno plano quando comparada ao terreno inclinado, sendo 19% maior e 9% menor quando a marcha foi realizada em terreno declinado. Durante o período do apoio simples o corpo recupera o equilíbrio com o início da fase de duplo apoio no passo subsequente (WINTER, 1995). A diminuição do tempo de apoio simples direito que ocorreu na descida pode ser considerado um fator de risco, pois Monteiro (2005) demonstrou que o aumento do tempo de permanência dos membros inferiores em contato com o solo é uma estratégia para o aumento e manutenção da estabilidade postural. O mesmo autor

concluiu que situações de subir ou descer rampa, a marcha é capaz de provocar alterações no sistema de controle motor. O aumento do tempo de apoio simples direito na subida ocorreu pelo maior esforço muscular; estes mecanismos podem ser considerados uma forma de adaptação da marcha.

Na marcha em terreno plano, inclinado e declinado dos idosos com transporte manual de cargas ocorreram diferenças estatisticamente significativas no tempo da passada e no tempo do primeiro duplo apoio apenas nas comparações em terreno inclinado, que foi menor quando o idoso não transporta carga. Não foram observadas diferenças em transportar manualmente carga em terreno plano, este resultado vai ao encontro aos achados de Sarraf (2006) que utilizou a mesma carga na mesma condição de carregamento.

Em relação ao tempo de percurso verificou-se que em terreno plano e a partir de 5 minutos de marcha ocorrem diferenças estatisticamente significativas no tempo da passada, no tempo do passo esquerdo e no tempo do primeiro duplo apoio que reduzem em comparação à linha de base em terreno plano sem o transporte manual de carga. Após 10 minutos de percurso de marcha de idosos, as diferenças estatisticamente significativas no tempo da passada, no tempo do passo esquerdo e no tempo do primeiro duplo se mantêm e ocorre mais uma diferença estatisticamente significativa no tempo do passo direito em relação em comparação à linha de base em terreno plano sem o transporte manual de carga. Passados 15 minutos de marcha, as diferenças estatisticamente significativas que ocorreram no tempo de 10 minutos se mantêm, com o acréscimo da diferença que ocorre no tempo do primeiro apoio simples que ocorre no terreno inclinado, no tempo do segundo duplo apoio que ocorre na comparação no terreno declinado e do tempo de apoio simples esquerdo que ocorre na comparação com o terreno plano. No tempo de 20 minutos de percurso da marcha dos idosos ocorrem diferenças estatisticamente significativas no tempo da passada, no tempo do passo esquerdo e no tempo do primeiro duplo apoio que reduzem em comparação à linha de base em terreno plano sem o transporte manual de carga, não ocorrendo diferenças estatisticamente significativa no tempo do primeiro duplo apoio, do tempo do segundo apoio e do tempo de apoio simples esquerdo. Estes achados sugerem que os idosos adaptam constantemente as variáveis temporais da marcha ao tempo de percurso da marcha. Maki (1997) relata que durante a marcha de idosos, possíveis alterações

em variáveis temporais como o tempo da fase de suporte duplo (tempo de duplo apoio) aumentam consideravelmente a chance de quedas.

Na marcha em terreno inclinado os idosos aumentaram o tempo da passada, tempo do passo, tempo de apoio duplo e tempo de apoio simples, conforme evidenciado em diversos estudos Mc Intosh *et al.*, (2006), Prentice *et al.*, 2004; Leroux; Fung; Barbeau, 2002; Kawamura; Tokuhito; Takechi, 1991. O oposto foi evidenciado no terreno declinado. Não foi verificada diferença em transportar manualmente carga nos tempos de duplo apoio em terreno plano. Este resultado é similar aos achados de Sarraf (2006) que utilizou a mesma carga na mesma condição de carregamento, este achado foi diferente dos estudos de Kinoshita, (1985); Martin; Nelson, (1986) que observaram aumentos no tempo de duplo apoio em resposta a incrementos da carga transportada. Estes estudos concluíram que os idosos buscam aumentar o tempo de duplo apoio para recuperar a instabilidade. No presente estudo ocorreu aumento dos tempos de marcha com o transporte manual de cargas em terreno inclinado, sendo que em terreno declinado houve diminuição nos parâmetros temporais. Ao longo do tempo de percurso de marcha ocorreu diminuição dos parâmetros temporais após 5 minutos e que se mantiveram durante todo o protocolo.

4.3 Análise das variáveis angulares da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado.

Os segmentos do tornozelo, joelho, quadril e tronco foram analisados para verificar se existem diferenças nos ângulos segmentares da marcha em relação ao tipo de terreno (plano, inclinado e declinado) e com transporte manual de cargas em 20 minutos de marcha. A Tabela 5 apresenta as medianas e os intervalos interquartis das variáveis angulares das articulações do joelho e tornozelo, e a Tabela 5 apresenta as medianas e os intervalos interquartis das variáveis angulares das articulações do quadril e tronco.

Tabela 5 – Identificação e comparação das variáveis angulares de joelho e tornozelo da marcha de em terreno plano, inclinado e declinado em diferentes tempos.

		MPJ (graus) (Md) Q1-Q3	MSJ (graus) (Md) Q1-Q3	PDT (graus) (Md) Q1-Q3	PFT (graus) (Md) Q1-Q3	AMT (graus) (Md) Q1-Q3
LB	PI	15,27 (14,79-17,89) ^{a,x,y}	62,16 (57,75-63,98) ^{a,x,y}	15,45 (11,65-18,44) ^{a,y}	17,53 (14,98-21,41) ^{x,y}	32,61 (28,82-36,79) ^y
	In	35,01 (31,71-41,11) ^{b,x,y}	44,41 (53,62-60,37) ^{b,y}	24,00 (21,00-26,29) ^{b,y}	10,46 (8,00-12,00) ^y	32,46(31,00-37,27) ^{b,y}
	D	26,26 (20,18-33,10) ^{c,x,y}	70,23 (68,43-76,17) ^{c,x,y}	22,63 (21,90-27,05) ^y	17,19 ^e (12,94-19,14) ^x	39,09 (36,81-41,38) ^{c,y}
LB	PI	19,76 (15,13-22,10) ^x	57,67 (55,68-66,83) ^d	17,81 (13,46-24,13)	17,31 (11,89-23,27) ^{d,x}	36,02 (32,07-37,73)
	In	40,48 (35,56-44,16) ^x	59,48 (55,13-66,35)	25,35 (23,63-27,82)	12,58 (7,90-15,83)	37,91 (32,76-44,95)
	D	29,89 (24,97-34,17) ^x	75,72 (72,19-76,22) ^f	21,41 (21,10-26,25)	14,83 (10,71-18,42) ^x	35,29 (31,81-38,77)
5	PI	19,44 (16,63-23,86)	59,78 (56,92-66,23)	17,15 (11,94-23,69)	17,42 (10,98-21,72)	34,67 (30,76-37,69)
	In	39,56 (33,96-43,24) ^b	59,89 (56,79-64,52) ^b	25,32 (22,72-29,22)	11,26 (7,15-18,85)	36,58 (34,29-39,81)
	D	28,24 (25,11-33,17) ^c	74,04 (70,71-78,21)	24,06 (21,78-26,09)	14,62 (12,35-17,52)	37,79 (33,62-43,83) ^c
10	PI	20,93 (15,47-25,64) ^a	62,80 (58,22-66,18) ^d	16,78 (11,04-23,91) ^a	16,94 (10,01-21,24) ^d	33,26 (30,17-33,92)
	In	40,84 (37,32-44,55) ^b	59,77 (58,19-69,02) ^b	27,98 (23,54-29,56)	13,81 (3,84-14,60)	40,49 (33,28-43,52)
	D	28,90 (23,06-31,33)	75,72 (70,99-75,90) ^c	24,60 (19,57-25,47)	14,24 (13,29-18,92)	40,71 (30,72-43,46)
15	PI	20,18 (16,86-25,43) ^a	66,24 (57,32-70,57) ^{a,d}	16,21 (12,09-21,71)	19,08 (7,30-23,30)	33,08 (29,01-40,06)
	In	38,33 (35,12-42,22) ^b	59,47 (54,50-65,21) ^b	28,03 (21,98-28,84) ^b	12,50 (8,41-19,50)	37,13 (35,45-44,57) ^b
	D	27,04 (25,46- 33,08)	76,43 (71,98-77,43) ^{c,f}	23,58 (21,54-29,68)	13,73 (12,03-17,93)	39,47 (35,15-43,89)
20	PI	21,69 (17,61-25,52) ^a	62,47 (57,19-68,00) ^{a,d}	17,26 (13,07-26,90) ^a	16,63 (8,51-24,38)	35,41 (29,57-39,20)
	In	40,89 (37,30-44,72) ^b	60,28 (58,00-61,64) ^b	26,92 (23,69-30,76) ^b	13,46 (4,75-23,41)	42,47 (33,79-44,22) ^b
	D	30,52 (23,73-31,66) ^c	78,45 (73,68-85,00) ^{c,f}	23,40 (21,20-29,36)	14,56 (11,32-19,46)	40,68 (37,80-45,87)

Nota: LB= linha de base; SC = sem carga; CC = com carga; PL= terreno plano; IN= Terreno inclinado; D = terreno declinado. a= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno plano; b = diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno inclinado; c= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno declinado; x= diferença estatisticamente significativa na comparação com e sem o transporte manual de cargas; y= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o terreno plano com inclinado e declinado.

As variáveis cinemáticas angulares da marcha dos idosos foram quantificadas e comparadas em relação ao tipo de terreno (plano com inclinado e declinado), ao transporte manual de cargas e ao tempo de percurso de 20 minutos. Na condição de linha de base ocorreram diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre o terreno plano com o terreno inclinado e declinado, as diferenças foram evidenciadas no primeiro e segundo pico de flexão do joelho, no pico de dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo e na amplitude de movimento do tornozelo.

Os valores encontrados no presente estudo de flexão e extensão das variáveis cinemáticas do quadril, joelho e tornozelo foram bastante similares com os valores reportados em outros estudos envolvendo idosos na marcha livre (MURRAY; KORY; CLARKSON, 1969; WINTER, 1991; KERRIGAN *et al.*, 2001). Assim, pode-se afirmar que as alterações observadas na marcha decorrentes das condições de carregamento ocorrem em resposta apenas da própria condição e não de uma possível descaracterização da amostra de idosos. A amplitude de movimento do tornozelo da linha de base foi maior ao valor encontrado nos estudos de Prince *et al.* (1997) que encontraram valores de 24,9°, porém a idade dos participantes neste estudo foi maior em relação ao presente trabalho, e isso se justifica pelo decréscimo de até 0,8° por década de vida.

O primeiro pico de flexão do joelho dos idosos apresentou diferença estatisticamente significativa na marcha em terreno plano quando comparada ao terreno inclinado, tendo aumentado em 166%, e em 93% quando comparado ao terreno declinado. No segundo pico de flexão do joelho também apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação ao terreno declinado onde se observou um aumento de 11% na comparação com o terreno plano e uma redução de 29% no terreno inclinado. O pico de dorsiflexão do tornozelo apresentou diferença estatisticamente significativa na marcha em terreno plano quando comparada ao terreno inclinado, tendo aumentado em 36% maior, e em 32% maior quando comparado ao terreno declinado. O pico de flexão plantar do tornozelo também apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação ao terreno inclinado onde se observou uma redução de 41% no valor da mediana desta variável e em terreno declinado uma redução de 3%. A amplitude de movimento de tornozelo apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação entre o terreno plano com terreno declinado que foi 14% maior na descida. As diferenças encontradas podem ser explicadas pela necessidade de adaptação à inclinação da rampa (Prentice *et al.*, 2004).

Os resultados do estudo de Mc Intoshi *et al.* (2006) verificaram que a dinâmica do joelho apresenta característica associada com superfícies inclinadas e declinadas, pois na subida há uma fase de geração de energia após o contato inicial do calcanhar, que exige maior força do membro inferior que está em fase de apoio para conseguir realizar a marcha, os mesmos achados foram evidenciados no estudo de Prentice *et al.* (2004). Enquanto que na descida (terreno declinado) exige-

se um maior controle postural e isso justifica as diferenças encontradas no aumento do segundo pico de flexão de joelho neste terreno. No caso dos idosos, Mc Intosh *et al.* (2006) sinalizaram que por não possuir força suficiente podem exacerbar a quantidade de energia necessária para controlar o movimento na descida, esses achados demonstram as alterações no equilíbrio dinâmico da marcha e das adaptações que os idosos realizam em cada situação.

A amplitude de movimento do tornozelo aumentou em ambos os terrenos, indo de encontro às afirmações de Adolph e Avolio (2000) que citaram que o movimento do tornozelo seria alterado pela rampa, no caso da subida e descida, onde esta articulação aumenta seus valores de dorsiflexão e flexão plantar para se adaptar às demandas da inclinação do terreno. Esses achados corroboram com os dados de Prentice *et al.* (2004) que afirmam que o aumento do movimento do tornozelo ocorre pela necessidade de adaptação de apoio do pé à inclinação da rampa. Na descida o equilíbrio é precário porque o corpo, na tentativa de evitar quedas, ficaria rígido como compensação da diminuição da base de suporte e pela limitação do movimento do tornozelo (ADOLPH; AVOLIO, 2000). O aumento na flexão das articulações dos membros inferiores em terrenos inclinados (Mc Intosh *et al.*, 2006; PRENTICE *et al.*, 2004) é possível pela maior geração de força (McINTOSH *et al.*, 2006 LEROUX; FUNG; BARBEAU, 2002).

Na marcha em terreno plano, inclinado e declinado dos idosos com transporte manual de cargas, ocorreram diferenças estatisticamente significativas no primeiro pico de flexão do joelho nas comparações em terreno plano, evidenciando um aumento de 26% no terreno plano, 14% em terreno inclinado e 12% em terreno declinado do que a marcha do idoso sem transporte manual de carga. O pico de dorsiflexão do tornozelo apresentou diferenças estatisticamente significativas com o transporte manual de cargas nas comparações entre o terreno plano e também com terreno declinado, sendo maior neste último, provocando uma diminuição de 14%. As diferenças observadas em transportar manualmente cargas em terreno plano, vão de encontro aos achados de Sarraf (2006) que utilizou a mesma carga nas mesmas condições de carregamento, que não observou diferenças estatisticamente significativas nos ângulos das articulações de membro inferior com acréscimo de carga na durante a marcha de idosos.

Em relação ao tempo de percurso de marcha de 20 minutos ocorreram diferenças no primeiro pico de flexão do joelho dos idosos na comparação entre

todos os terrenos com a linha de base sem o transporte manual de carga. No terreno plano houve aumento a partir do tempo de 10 minutos de marcha que se manteve pelo restante do protocolo do estudo e foi de 25%. No terreno inclinado a diferença iniciou a partir de 5 minutos de marcha e durou todo o protocolo. No terreno declinado a diferença foi de 10%. O segundo pico de flexão do joelho apresentou diferenças que ocorreram em relação ao tempo entre todos os terrenos na comparação com a linha de base sem o transporte manual de carga. No terreno plano verificou-se uma alteração a partir de 15 minutos de marcha onde houve um aumento que se manteve até o tempo de 20 minutos. No terreno inclinado as diferenças iniciaram a partir do tempo de 5 minutos de marcha que duraram até o fim do experimento com um aumento de 25%. No terreno declinado, assim como no terreno plano as diferenças iniciaram a partir de 10 minutos de marcha ocorreu um aumento no valor desta variável que se manteve até o tempo de 20 minutos. Na comparação da linha de base com transporte manual de cargas foi observada uma diferença que ocorreu a partir do tempo de 10 minutos de marcha em terreno plano. Em terreno inclinado não houve diferença estatisticamente significativa. Em terreno declinado as diferenças ocorreram a partir do tempo de 15 minutos de marcha até o final do protocolo do estudo.

No tornozelo ocorreram alterações na dorsiflexão que apresentou diferença em terreno plano e inclinado no tempo de marcha de 10 e de 20 minutos e no terreno inclinado a no tempo de 15 e 20 minutos na comparação com a linha de base sem o transporte manual de cargas. O pico de flexão do tornozelo apresentou diferença apenas no tempo de 10 minutos de marcha na comparação com a linha de base com o transporte manual de carga. Finalmente a variável de amplitude de movimento do tornozelo apresentou diferença entre terreno inclinado no tempo de 15 e 20 minutos de marcha e no terreno declinado apenas no tempo de 5 minutos de marcha na comparação com a linha de base sem o transporte manual de carga.

Tabela 6 – Identificação e comparação das variáveis angulares de quadril e tronco da marcha de em terreno plano, inclinado e declinado em diferentes tempos.

		PEQ (graus) (Md) Q1-Q3	PFQ (graus) (Md) Q1-Q3	AMQ (graus) (Md) Q1-Q3	PET (graus) (Md) Q1-Q3	PPET (graus) (Md) Q1-Q3
LB SC	PI	17,85 (16,27-20,22) ^{a,y}	22,17(19,71-25,24) ^{a,y}	41,73 (38,83-43,21) ^y	93,61 (91,32-98,1) ^y	46,56 (45,05-48,57)
	In	14,92(13,39-17,39) ^{x,y}	39,16(38,44-44,46) ^{b,y}	55,68 (54,08-57,21) ^y	102,0 (99,2-107,5) ^y	60,30 (47,06-65,82)
	D	19,27 (16,48-21,81) ^{c,y}	4,68 (1,25-8,08) ^y	24,05(23,06-26,15) ^{c,y,x}	97,57 (93,40-98,81) ^c	26,13 (14,90-77,72)
LB CC	PI	14,42 (12,09-18,97) ^d	21,01 (20,44-25,73)	39,33 (33,82-41,23)	94,46 (90,44-98,84)	47,23 (43,38-71,18)
	In	13,94 (11,45-16,89) ^{x,e}	39,87 (37,79-44,19)	55,30 (49,48-57,16) ^e	103,67 (99,5-105,8)	60,30 (47,06-64,15)
	D	20,39 (16,21-22,37)	7,80 (3,12-13,98)	28,34 (25,35-30,91) ^x	95,72 (93,05-100,3)	22,44 (14,57-63,81)
5	PI	15,00 (12,81-21,01) ^d	23,81 (21,55-26,58) ^a	41,58 (37,86-42,41)	95,24 (93,18-98,32)	38,69 (17,42-60,97)
	In	14,71 (12,19-17,58) ^e	42,02 (38,72-45,75)	58,72 (54,93-63,28) ^e	102,7 (99,6-106,4)	61,80 (23,78-63,98)
	D	20,27 (18,75-22,63) ^c	1,20 (4,78-10,04)	27,41 (22,21-29,41)	95,15 (91,46-98,94) ^c	38,02 (15,41-81,57)
10	PI	15,73 (12,92-20,29)	23,90 (20,46-27,63) ^a	42,11 (38,12-42,98)	95,73 (90,37-97,11)	42,88 (25,46-60,30)
	In	14,14 (11,45-16,90)	44,64 (38,57-48,12)	56,77 (54,08-59,78)	103,2 (100,2-108,4)	60,30 (34,00-62,14)
	D	20,30 (17,63-22,15) ^c	4,18 (3,09-8,81)	26,44 (23,55-27,14) ^c	95,7 (93,53-100,2)	63,81 (15,24-80,56)
15	PI	15,09 (13,86-20,43) ^d	23,90 (21,38-27,53) ^a	41,39 (38,70-43,23)	95,47 (90,28-98,34)	44,72 (43,55-60,30)
	In	11,41 (11,21-16,99)	44,67 (37,24-45,45)	56,77 (54,08-59,78)	103,9 (98,0-105,5)	49,74 (35,84-62,98)
	D	21,41 (18,38-22,80) ^c	3,89 (1,81-9,11)	26,49 (22,38-30,48)	93,82 (93,35-97,58)	42,71 (17,58-71,69)
20	PI	14,34 (12,76-17,20) ^a	25,66 (20,51-28,28) ^a	41,12 (37,23-42,52)	94,43 (90,84-98,12)	44,22 (23,32-51,04)
	In	13,05 (11,02-16,49)	43,70 (39,26-45,76)	56,05 (54,40-61,25)	103,5 (100,2-106,2)	47,73 (42,04-63,14)
	D	20,58 (20,06-23,51) ^c	4,62 (4,19-9,40) ^c	26,67 (25,08-30,59)	95,00 (93,75-98,42)	24,28 (21,94-26,63)

Nota: LB= linha de base; SC = sem carga; CC = com carga; PL= terreno plano; IN= Terreno inclinado; D = terreno declinado. a= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno plano; b = diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno inclinado; c= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o tempo de percurso da marcha em terreno declinado; x= diferença estatisticamente significativa na comparação com e sem o transporte manual de cargas; y= diferença estatisticamente significativa na comparação entre o terreno plano com inclinado e declinado.

As variáveis cinemáticas angulares foram quantificadas e comparadas em relação ao tipo de terreno (plano com inclinado e declinado) ao transporte manual de cargas e ao tempo de percurso de 20 minutos. Na condição de linha de base ocorreram diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre o terreno plano com o terreno inclinado e declinado; estas diferenças ocorreram no pico de extensão e amplitude de movimento do quadril. No pico de flexão do quadril

ocorreu diferença estatisticamente significativa nas comparações entre o terreno plano com o terreno inclinado.

No pico de flexão do quadril ocorreu diferença estatisticamente significativa nas comparações entre o terreno plano com o terreno inclinado, aumentando 43% e diminuindo 79% em terreno declinado. O pico de extensão do quadril foi 16% menor em terreno inclinado. Na amplitude de movimento de quadril ocorreu diferença estatisticamente significativa no terreno declinado que foi 17% maior. Estes achados corroboram com as afirmações de Mc Intosh *et al.* (2006), ao afirmarem que é necessário um aumento na flexão do quadril na marcha em terreno inclinado, esta tendência também foi observada por Leroux *et al.* (2006). No terreno declinado observou-se uma diminuição na flexão do quadril em relação à linha de base; este mesmo achado também foi reportado nos estudos de Mc Intosh *et al.* (2006). Em relação ao pico de extensão de quadril, os dados do presente estudo apresentaram incongruência ao que foi reportado nos estudos de Leroux *et al.* (2002) e Mc Intosh *et al.* (2006), que verificaram que a extensão máxima do quadril permaneceu inalterada em relação ao tipo de terreno inclinado e declinado em 10°, este achado pode ter ocorrido no presente estudo uma vez que a inclinação da rampa era 3° maior que os demais estudos.

O primeiro pico de extensão do tronco, na linha de base sem o transporte manual de cargas, foi de 94,46 graus, e a porcentagem do primeiro pico de extensão do tronco ocorreu em 47,23% do ciclo. No próprio processo do envelhecimento, os idosos tendem a adotar uma postura flexionada do tronco (SHUMMAY-COOK; WOOLLACOTT, 1995) e isso pode justificar esta diferença. Na comparação entre os tipos de terreno o pico de extensão do tronco apresentou diferença estatisticamente significativa (8%) apenas na comparação entre o terreno plano com o inclinado. No terreno inclinado houve um aumento da extensão de tronco, isso pode ser explicado pelo deslocamento do centro de massa para trás. Desta forma, há uma diminuição do tempo necessário para transpor o centro de massa para frente. Este achado está de acordo com Leroux *et al.* (2002), pois o movimento do tronco durante a marcha tem o objetivo de manter a dinâmica e posicionar o centro de massa anteriormente.

Não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas no primeiro pico de extensão do tronco no terreno plano e declinado, isso vai ao encontro com Adolph e Avolio (2000), que afirmam que na decida ocorre pouca variação de movimento de tronco no plano frontal. Os mesmos autores ainda explicam que na

descida o equilíbrio é precário porque o corpo, na tentativa de evitar quedas, ficaria rígido como compensação da diminuição da base de suporte.

Na marcha em terreno plano, inclinado e declinado dos idosos com transporte manual de cargas, ocorreram diferenças estatisticamente significativas no pico de extensão do quadril no terreno inclinado na marcha dos idosos, evidenciando-se um aumento de 28% no pico de extensão de quadril e a amplitude de movimento no terreno declinado, onde a marcha com carga aumentou 14%. No tronco, tanto o pico de extensão (PET) quanto a porcentagem do primeiro pico de extensão (PPET), no transporte manual de cargas não houve diferença estatisticamente significativa em nenhum tipo de terreno. Estes achados eram esperados com base no estudo de Sarraf (2006) que verificou que o tronco não altera sua mecânica devido ao transporte manual de cargas de idosos saudáveis.

O tempo de marcha alterou as variáveis do quadril, ocorrendo diferenças estatisticamente significativas na comparação com condição sem transporte manual de carga no pico de extensão do quadril em terreno plano, no tempo de 20 minutos de marcha. No terreno declinado as diferenças ocorreram a partir de 5 minutos de marcha e se mantiveram até o fim do protocolo do estudo. Na comparação entre o tempo de percurso de marcha e a linha de base com transporte manual de carga ocorreu diferença estatisticamente significativa no terreno plano e inclinado no tempo de 5 minutos de marcha apenas. No pico de flexão do quadril foram observadas diferenças na comparação com a marcha sem o transporte manual de carga, que ocorreram em dois momentos em terreno plano, no tempo de 5 minutos e no terreno inclinado no tempo de 10 minutos. A amplitude de movimento do quadril apresentou diferença em terreno declinado na comparação com a marcha sem o transporte manual de carga entre o tempo de 10 e 20 minutos, e em terreno inclinado na comparação com o transporte manual de carga no tempo de 5 minutos. Essas diferenças podem ser explicadas como um mecanismo adaptativo da marcha do idoso para manter os parâmetros espaciais e temporais, pois os mesmos não apresentaram diferenças na comparação entre as condições após o início do tempo de percurso. No tronco, observou-se apenas uma diferença em relação ao tempo no terreno declinado quando comparado à marcha sem o transporte manual de cargas, após 5 minutos de percurso de marcha. Esse achado era esperado também nas demais condições uma vez que existe a necessidade de adaptação do tronco em relação à inclinação do terreno.

Ao longo do tempo de 20 minutos de marcha do protocolo, os idosos apresentaram alterações cinemáticas nas articulações do tornozelo, joelho, quadril e tronco. Nas articulações do membro inferior ocorreram aumentos na angulação de flexão e extensão das articulações em relação ao tempo em diversos momentos a partir dos 5 minutos de percurso de marcha, enquanto que no tronco ocorreu apenas uma diferença em 5 minutos de marcha. Tais evidências comprovam que os idosos realizam ajustes posturais nas articulações dos membros inferiores ao longo do tempo, com o objetivo de manter a estabilidade. Gahery (1987) aponta que o controle postural é mantido por ajustes posturais compensatórios, onde o indivíduo seleciona estratégias por meio de sua percepção, da necessidade do movimento e da eficiência motora, estabelecendo uma margem de segurança para a regulação da postura.

Na marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado com transporte manual de cargas ocorreram diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros cinemáticos angulares do tornozelo, joelho, quadril e tronco. Em terreno inclinado os idosos aumentaram os valores de dorsiflexão do tornozelo, do primeiro pico de flexão do joelho, de flexão de quadril, de extensão do tronco e das amplitudes de movimento de tornozelo e quadril. Ocorreu diminuição dos valores de flexão plantar do tornozelo, do segundo pico de flexão do joelho e de extensão de quadril. Um comportamento semelhante ao terreno inclinado foi observado no terreno declinado na flexão plantar, dorsiflexão e amplitude de movimento do tornozelo e no primeiro pico de flexão do joelho, enquanto que, no segundo pico de flexão do joelho, extensão, flexão e amplitude de movimento do quadril ocorreu o oposto. O transporte manual de carga durante a marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado aumenta os parâmetros angulares do tornozelo, joelho, quadril e tronco. Ao longo do tempo de 20 minutos de percurso de marcha os idosos aumentam o grau de flexão e extensão do tornozelo, joelho e quadril. Esses resultados indicam que os idosos realizam ajustes posturais durante a marcha nas articulações dos membros inferiores em relação à inclinação do terreno, ao transporte manual de cargas e ao tempo de percurso.

Ao final da análise cinemática verificou-se que o terreno inclinado e declinado alteram os parâmetros espaciais, temporais e angulares da marcha de idosos saudáveis. A presença da aclive e do declive alterou o desempenho funcional da marcha, porque gerou uma demanda específica do ambiente. Esse desempenho

permitiu que os idosos acomodassem os membros inferiores às demandas ambientais no caminho da progressão, conforme descrito por Perry, 2005b. Os resultados encontrados nas articulações do joelho, tornozelo e quadril foram semelhantes aos estudos de Adolph e Avolio (2000) que estudaram a locomoção e as adaptações da marcha nas dimensões corporais, de Leroux, Fung, Barbeau (2002) que analisaram a adaptação postural da marcha em superfícies inclinadas, de Prentice, *et al.* (2004) que investigaram as adaptações locomotoras da marcha em terreno declinado e de Noble e Prantice, 2008 que estudaram a locomoção e as adaptações da marcha nas dimensões corporais,

O transporte manual de cargas alterou a marcha de idosos saudáveis nas variáveis espaciais (velocidade da marcha, comprimento do passo direito e frequência da passada), temporais (tempo da passada e tempo do primeiro duplo apoio) e angulares (primeiro pico de flexão do joelho, pico de flexão plantar do tornozelo, pico de extensão do quadril e a amplitude de movimento do quadril). Estas alterações foram divergentes das reportadas na literatura, nos estudos de Sarraf (2006), Kinoshita, (1985); Martin, Nelson, (1986) que não evidenciaram alterações angulares na marcha de idosos com o transporte manual de cargas nas mesmas condições.

O tempo de percurso de marcha de 5,10,15 e 20 minutos alterou os parâmetros espaciais, temporais e angulares da marcha de idosos, comprovando que os idosos adaptam-se constantemente às demandas do tempo buscando equilíbrio corporal. Os dados demonstraram que não houve influência da fadiga, pois esta variável foi controlada durante todo protocolo do estudo e nem da condição física dos idosos que possuíam o mesmo nível de condicionamento.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O presente estudo foi proposto para analisar a cinemática da marcha de idosos considerando o transporte manual de carga em terreno plano, inclinado e declinado, em um tempo de 20 minutos de percurso de marcha.

Os resultados demonstraram que quando o idoso anda em terreno inclinado ocorrem alterações nos parâmetros espaciais da marcha, onde o comprimento e a frequência da passada diminuem e o comprimento do passo direito aumenta. Nos parâmetros temporais ocorre aumento dos tempos da passada e do passo, do apoio simples e do duplo apoio. Nos parâmetros angulares ocorre aumento do primeiro pico de flexão do joelho, da dorsiflexão, da amplitude de movimento do tornozelo, da flexão de quadril e da extensão do tronco e diminuição no segundo pico de flexão do joelho, da flexão plantar do tornozelo e da extensão do quadril. Na marcha do idoso em terreno declinado o comprimento da passada e o comprimento do passo direito diminuem, enquanto que a frequência da passada aumenta. Ocorre uma diminuição do tempo de passada, do passo, do apoio simples e do duplo apoio e um aumento do primeiro e segundo picos de flexão do joelho, da dorsiflexão, da amplitude de movimento do tornozelo e da extensão de quadril e diminuição flexão plantar do tornozelo, da flexão e amplitude de movimento do quadril. Os achados referentes ao tipo de terreno são sugestivos e indicam que ocorrem medidas compensatórias principalmente das variáveis angulares para reestruturar a acomodação dos membros inferiores às demandas ambientais do aclave e declive do terreno no caminho da progressão para manter a estabilidade e a velocidade da marcha.

Na marcha com o transporte manual de cargas os idosos diminuem a velocidade da marcha, a flexão plantar do tornozelo e o primeiro pico de flexão do joelho em terreno plano. No terreno inclinado, o transporte manual de carga aumenta o comprimento e a frequência da passada, o primeiro pico de flexão do joelho e diminuição do tempo da passada e do tempo do primeiro duplo apoio e do pico de extensão de quadril. No terreno declinado o transporte manual de carga causa aumento do primeiro pico de flexão do joelho, da flexão plantar do tornozelo e da amplitude de movimento do quadril. Estes achados evidenciam que os idosos

adotam estratégias adaptativas e conservativas na marcha para realizar o transporte manual de cargas, principalmente no terreno inclinado.

O tempo de marcha de 5,10,15 e 20 minutos altera os parâmetros espaciais, temporais e angulares da marcha de idosos. Ocorreram alterações a partir do tempo de 05 minutos de percurso de marcha que se repetem nos demais tempos de percurso. Os idosos diminuem o comprimento da passada e o comprimento do passo esquerdo, o tempo da passada, o tempo do passo esquerdo tempo do primeiro duplo apoio e aumentam no primeiro e segundo picos de flexão do joelho e no pico de flexão e extensão do quadril. Após 10 minutos de percurso os idosos aumentaram a frequência da passada que se manteve até o final do protocolo. Outras alterações foram evidenciadas somente em alguns momentos do percurso de marcha, comprovando que os idosos realizam ajustes posturais nas articulações dos membros inferiores ao longo do tempo, com o objetivo de manter a estabilidade.

As evidências encontradas poderão contribuir para o desenvolvimento de estratégias ergonômicas designadas para prevenir o risco de lesões durante atividades ocupacionais e da vida diária como diminuição nas inclinações das rampas e redução das cargas carregadas pelos idosos. Para a Educação Física o presente estudo contribui demonstrando a necessidade de melhorar os indicadores fisiológicos dos idosos como aumento da resistência cardiopulmonar e fortalecimento da musculatura de membros inferiores.

Existe a necessidade de realizar outros estudos para aprofundar a análise dos padrões cinemáticos da marcha, utilizando cinemática tridimensional (3D), com a utilização de outros instrumentos de análise biomecânica como: eletromiografia, plataforma de força, plataforma de equilíbrio, entre outros. Sugere-se um número maior de sujeitos divididos por faixas etárias, com a finalidade de identificar os detalhes de cada faixa etária, incluindo sujeitos do gênero feminino. Em relação à inclinação da rampa sugere-se um incremento com diferentes inclinações, comparando diversas angulações do terreno.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – **Norma Brasileira de Acessibilidade - NBR 9050**, (2004).

ADOLPH, K. E.; AVOLIO, A. M. **Walking adapt locomotion to changing body dimensions.** Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. v. 26, n.03, p.1148-1166, 2000.

ALLARD, P.; STOKES, V. P.; BLANCHI, J.-P. **Three-dimensional analysis of human movement.** 1. ed., Windsor, Human Kinetics, 1995.

ALMEIDA, V. L. V. **Modernidade e velhice.** In: Revista Serviço Social e Sociedade, São Paulo, Cortez, nº 75, p.35-54, 2003.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. Pronouncement. **Exercise and physical activity for older adults.** In: Medicine and Science in Sports and Exercise. v. 30, n. 6, p. 1-23, 2000.

AMERICAN GERIATRICS SOCIETY, BRITISH GERIATRICS SOCIETY, AMERICAN ACADEMY OF ORTHOPEDIC SURGEONS. **Panel on falls prevention. Guideline for the prevention of falls in older persons.** Journal of the American Geriatric Society. v. 49, n.5, p. 664-672, 2001

ANDREOLI, T. E.; BENNETT, J. C.; CARPENTER, C, C, J.; PLUM, F. Cecil **Medicina Interna Básica.** 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997

ANDRIACCHI TP, ALEXANDER EJ. **Studies of human locomotion: past, present and future.** Journal of Biomechanics. 2000; 33(10), 1217-1224.

BAKER, S. P; HARVEY, A. H. **Fall injuries in the elderly.** Clinical Geriatrics Medicine. v. 1, p. 501–12, 1985.

BANGAARDT R. **How Bernstein Conquered Movements.** In: LATASH ML, ZATSIORSKY VM. Classics in Movement Science. Champaign: Human Kinetics, 2001. p. 59-84. Disponível em: http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=IX6sJHqQbgUC&oi=fnd&pg=PA59&dq=gait+coordination+autor:bernstein&ots=TuqmDIMoBV&sig=rd5iboir6Oshw_P_CENF4jLdMEw#v=snippet&q=motor%20coordination&f=false

BARROS, RML *et al.* **Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos.** *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica.* 1999; 15 (1-2), 79-86.

BERG, W. P.; ALESSIO, H. M.; MILLS, F. M.; TONG, C. **Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults.** Age and ageing. V.26, p.161-268, 1997.

BERZINS, M. A. V. S. **Envelhecimento populacional: uma conquista para ser celebrada.** In: Revista Serviço Social e Sociedade, São Paulo, Cortez, nº 75, p. 19-34, 2003.

BORG, G. **Perceived exertion as an indicator of somatic stress.** Scanda J Rehabil Med. 2:92-8, 1970.

BOUXSEIN, M.L.; SZULC, P.; MUNOZ, F.; THRALL, E.; SORNAY-RENDU, E.; DELMAS, P.D. **Contribution of trochanteric soft tissues to fall force estimates, the factor of risk, and prediction of hip fracture risk.** J Bone Miner Res, v. 22, n.6, p. 825-831, June 2007.

BRUNO, M. R. P., **Cidadania não tem idade.** In: Revista Serviço social e sociedade. São Paulo, Cortez, 2003. p. 74-83.

CAMARANO, A. A., PARSINATO, M. T. **Envelhecimento da População Brasileira: Uma contribuição Demográfica.** IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão nº. 858. Rio de Janeiro. Janeiro/2002.

CAMPBELL, A.; BORRIE, M. J.; SPEARS, G. F. **Risk factors for falls in a communitybased prospective study of people 70 years and older.** Journal of Gerontology. v. 44, p. 112-117, 1989.

CAPEZUTI, E.; HARTFORD, J. A. **Building the Science of Falls-Prevention Research.** Journal of the American Geriatrics Society. v. 52, p. 461-462, 2004.

CARVALHO FILHO, E.T. de. **Fisiologia do Envelhecimento.** In: PAPALÉO NETTO, M. Gerontologia: A velhice e o envelhecimento em visão globalizada. São Paulo: Atheneu, p.60-70, 2002.

CARVALHO, A. M., **Demência como fator de risco para queda seguida de fratura grave em idosos.** [Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2000.

CASTRO, C. L. N. e cols. – **Estudo da marcha em idosos – resultados preliminares.** Acta Fisiátrica 7(3): 103-107, 2000.

CECIL. **Textbook of Medicine.** W. B. Saunders Company, 1992.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHAFFIN, D. B.; ANDERSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica Ocupacional.** New York, NY: John Wiley and Sons, Inc, 1999.

COSTA, E. M. A. **Saúde do Idoso (Um desafio para a atenção básica em Saúde)**. Revista da SOMERJ, Rio de Janeiro, abr.2005.

CRAIK, R.; DUTTERER, L. – **Spatial and temporal characteristics of foot fall patterns**. In: Craik RL, Oatis CA (ed) Gait Analysis Theory and Application. 1 ed St Louis: Mosby- Year Book, 143-58, 1995.

CROSBIE, J.; FLYNN, W.; RUTTER, L. **Effect of side load carriage on the kinematics of gait**. *Gait and Posture*, v. 2, n. 2, p. 103-108, 1994.

CROSBIE, J.; VACHALATHITI, R.; SMITH, R. **Patterns of spinal motion during walking**. *Gait & Posture*, v.5, p.6-12, 1997.

CUNHA, S.A. **Metodologia para análise cinemática da corrida**. Dissertação-(Mestrado em Educação Física). UNICAMP, Campinas, 1993

CUNHA, U.; VEADO, M.A.C. **Fratura da extremidade proximal do fêmur em idosos: independência funcional e mortalidade em um ano**. *Rev Bras Ortop*, v. 41, n.6, p. 195-199, 2006.

DANION,F. **Stride variability in human gait: the effect of stride frequency and stride length**. *Gait Posture*. 2003; 18 (1): 69-77.

DEVITA, P.; HONG, D.; HAMILL J. **Effects of asymmetric load carrying on the biomechanics of walking**. *Journal of Biomechanics*. v. 24, n. 12, p. 1119-1129, 1991.

DYCHTWARD, K. **O mercado emergente dos “novos velhos”**. *HSM Management*. n. 33, p. 47-57, 2002.

EKE-OKORO,S.T. **A critical point for the onset of falls in the elderly**. *Gerontology*. 2000; 46 88-92

ELBLE, R.J.; THOMAS, S.S.; HIGGINS, C.; COLLIVER, J. – **Stride-dependent changes in gait of older people**. *J Neurol* 238: 1-5 1991. *Elderly and Pathological*. Ontario, Canada: University of Waterloo, 1991.

FABRICIO S. C. C.; RODRIGUES, R.A.P.; COSTA JUNIOR, M.L.da. **Causas e Conseqüências de Quedas de Idosos atendidos em Hospital Público**. *Rev. Saúde Pública* , São Paulo, v. 38, n. 1, 2004.

FOWLER, N. E.; RODACKI, A. L. F.; RODACKI, C. L. N. **Changes in stature and spine kinematics during a loaded walking task**. *Gait and Posture*. v. 23, p. 133-141,2006.

GABELL,A. e NAYAK,U.S. **The effect of age on variability in gait**. *Journal of Gerontology*. 39 (6): 662-666, 1984.

GAMBLE, J. G.; ROSE, J. In: ROSE, J.; GAMBLE, J. G. *Human Walking*. 3. ed. Philadelphia: Lippincott William e Wilkins, 2006.

GAHERY, Y. Associated movements, postural adjustments and syneries: some comments about the history and significance of three motor concepts. *Archives Italiennes de Biologie* 125: 345-360, 1987.

GRABINER, P.C. *et al.* **Age-related changes in spatial and temporal gait variables.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2001; 82 31-35.

GROSS, J.; FETTO, J.; ROSEN, E. **Exame Músculoesquelético.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

GUIMARÃES, R.M. **Alterações da marcha em idosos com história de queda.** Editora Manole, vol. 3. 1999.

HAENTJENS P, AUTIER P, BARETTE M, BOONEN, S. **The economic cost of hip fractures among elderly women.** *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83(4):493-500.

HAGEMAN, P. e BLANKE, D.J. **Comparison of gait of young women and elderly women.** *Physical Therapy.* 1986; 66 (9): 1382-1387.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano.** São Paulo: Manole, 1999.

HAUSDORFF, J.M.; EDELBERG, H.K.; CUDKOWICZ, M.E.; SINGH, M.A.; WEI, J.Y. **The relationship between gait changes and falls.** *J Am Geriatr Soc*, v. 45, n.11, p. 1406- Nov. 1997.

HAUSDORFF, J.M.; RIOS, D.A.; EDELBERG, H.K. **Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study.** *Arch Phys Med Rehabil*, v. 82, n.8, p. 1050-1056, Aug. 2001.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 03/06/2011.

KEMOUN, G. *et al.* **Ankle dorsiflexion delay can predict falls in the elderly.** *Journal of Rehabilitation Medicine.* 34 (6): 278-283, 2000.

KERRIGAN, D.C.; TODD, M.K.; DELLA CROCE, U.; LIPSITZ, L.A.; COLLINS, J.J. – **Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments.** *Arch Phys Med Rehabil* 79: 317-22, 1998.7

KING, M.B. **Falls Hazard's Geriatric Medicine and Gerontology.** 6a Ed. 2009.

KINOSHITA, H. **Effects of different and carrying systems on selected biomechanical parameters describing walking gait.** *Ergonomics.* v. 28, n. 9, p. 1347-1362, 1985.

LACHMAN, M. E.; HOWLAND, J.; TENNSTEDT, S.; JETTE, A.; ASSMANN, S.; PETERSON, E. W. **Fear of falling and activity restriction: The survey of**

activities and fear of falling in the elderly. The Journal of Gerontology (B) Psychological Science and Social Science. v. 53B, p. 43-50, 1998.

LEGG, S. J. **Comparison of different methods of load carriage.** Ergonomics. v. 28, n. 1, p. 197-212, 1985.

LEROUX, A., FUNG, J., BARBEAU, H., 2002. **Postural adaptation to walking on inclined surfaces: I. Normal strategies.** Gait & Posture 15 (1), 64–7, 2002.

LIPSITZ, L. A.; JONSSON, P. V.; KELLEY, M. M.; KOESTNER, J. S. **Causes and correlates of recurrent falls in ambulatory frail elderly.** Journal of Gerontology. v46, n. 4, p. 114-122, 1991.

MAKI, B. E.; MCILROY, W. E. **Postural control in the older adult.** Clinical Geriatrics Medicine. v. 12, p. 653-658, 1996.

MAKI, B.E. **Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear.** Journal of American Geriatric Society. 1997; 45 (3): 313-320.

MANN, L.; TEIXEIRA, C.S.; MOTA, C.B. **A marcha humana: interferências de cargas e de diferentes situações.** Arquivos de Ciências da Saúde, v.12, n.3, p.257-264, 2008.

MARTIN, P. E.; NELSON, R. C. **The effect of carried loads on the walking patterns of men and women.** Ergonomics. v. 29, n. 10, p. 1191-1202, 1986.
MASORO, E.J. **Physiology of aging**, 5. ed. London: Churchill Livingstone, p. 33- 37, 1998.

McINTOSH, A. S.; BEATTY, K. T.; DWAN, L. N.; VICKERS, D. R. **Gait dynamics on an inclined walkway.** Journal of Biomechanics. v.39, p.2491-2502, 2006.

MURRAY, M. P.; KORY, R. C.; CLARKSON, B. H. **Walking patterns in healthy old men.** Journal of Gerontology. v. 24, p. 169-178, 1969.

NERI, A.L. **“Qualidade de vida no adulto maduro: interpretações teóricas e evidências de pesquisa”** in NERI, A. L. (Org.). Qualidade de vida e idade madura. Campinas: Papyrus, 1993. V 1 . 285 pp.

NERI, A. L., **Qualidade de Vida e Idade Madura in coleção Viva Idade**, 5ª ed. Campinas: Ed. Papyrus, 2001.

NEVITT, M. C.; CUMMINGS, S. R.; KIDD, S.; BLACK, D. **Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: a prospective study.** The Journal of the American Medical Association. v. 261, p. 2663-2668, 1989.

NOBLE, J. W.; PRENTICE, S. D. **Intersegmental coordination while walking up inclined surfaces: age and ramp angle effects.** Exp. Brain Res. v.189, p.249–255, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS), 1997.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **O papel da atividade física no envelhecimento saudável.** Tradução: Maria de Fátima S. Duarte; Markus V. Nahas. Núcleo de pesquisa em atividade física e saúde. UFSC, 2003.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Guia Clínica para Atención Primaria a las Personas Mayores.** 3. ed. Washington: OPAS, 2003.

OVERSTALL, P. W.; EXTON-SMITH, A. N.; IMMS, F. J.; JOHNSON, A. L. **Falls in the elderly related to postural imbalance.** British Medical Journal. v. 1, p. 261-264, 1977.

PASCOE, D. D.; PASCOE, D. E.; WANG, Y. T.; KIM, C. K. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. Ergonomics, v. 40, n 6, p. 631-641, 1997.

PERRACINI, M.R.; RAMOS, L.R. **Fall-related factors in a cohort of elderly community residents.** Rev Saude Publica, v. 36, n.6, p. 709-716, Dec. 2002.

PERRY J. **Análise de Marcha: Marcha normal.** São Paulo: Manole, 2005a.

PESSOA, M. S. DA V; BRANDT, C. T. . **Artroplastia do quadril: análise dos custos e benefícios.** Anais da Faculdade de Medicina do Centro de Ciências da Saúde Da Universidade Federal de Pernambuco 37, 1992-38, 2009.

PRENTICE, S. D.; HASLER, E. N.; GROVER, J. J.; FRANK, J. S. **Locomotor adaptations for changes in the slope of the walking surface.** Gait and Posture. v. 20, p. 255–265, 2004.

PRENTICE, S. D.; HASLER, E. N.; GROVER, J. J.; FRANK, J. S. **Locomotor adaptations for changes in the slope of the walking surface.** Gait and Posture. v. 20, p. 255–265, 2004.

PRINCE, F.; CORRIVEAU, H.; HEBERT, R.; WINTER, D. A. **Gait in the elderly.** Gait and Posture. v. 5, p. 128-135, 1997.

RACIC, V.; PAVIC, A.; BROWNJOHN, J.M.W. **Experimental identification and analytical modeling of human walking forces: Literature review.** Journal of Sound and Vibration, v,326,p.1–49, 2009.

RAMOS, L.R. **Determinant factors for healthy aging among senior citizens in a large city: the Epidoso Project in Sao Paulo.** Cad Saude Publica, v. 19, n.3, p. 793-798, May 2003.

REBELATTO, J.R. MORELLI, J.G.S. **Fisioterapia Geriátrica: a prática da assistência ao idoso.** São Paulo. Manole, p. 60 a 64, 2003.

RILEY, P.O. *et al.* **Effect of age on lower extremity joint moment contributions to gait speed.** Gait and Posture. 2001; 14 264-270.

ROBBINS, A. S. RUBENSTEIN, L. Z. JOSEPHSON, K. R. SCHULMAN, B. L. OSTERWEIL D.; FINE, G. **Predictors of falls among elderly people. Results of two population-based studies.** Archives of Internal Medicine. v. 149, n.7, p. 1628-1631, 1989.

ROBERTS, S. L.; FALKENBURG, S. A. **Biomechanics: problem solving for functional activity.** Mosby Year Book St. Louis, 1992.

ROBLEDO, L. M. G. **Concepción holística del envejecimiento.** In: ANZOLA PÉREZ, E. *et al.* (ed). La atención de los ancianos: un desafío para los años noventa. Washington, D.C, Organización Pan Americana da la Salud, 1994.

ROSE J, GAMBLE JG. **Marcha Humana.** São Paulo: Premier, 1998.

ROSENGREN, K.S. *et al.* **Gait adjustments in older adults: activity and efficacy influences.** Psychology and Aging. 1998; 13 (3): 375-386.

SADEGHI, H.; PRINCE, F.; ZABJEK, K. F.; LABELLE, H. **Simultaneous, bilateral, and three-dimensional gait analysis of elderly people without impairments.** American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. v. 83, p. 112-123, 2004.

SARRAF, T.A., **A influência do transporte de cargas manuais sobre a marcha em idosos.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2006.

SCHNEIDER, E. L.; GURALNIK, J. K. **The aging of America.** The Journal of the American Medical Association. V. 263, n. 17, p. 2335-2340, 1990.

SHUMWAY-COOK A, WOOLLACOTT MH. **Controle Motor: teoria e aplicações práticas.** São Paulo: Manole. 2 ed., 2003.

SOUZA, X. M., Kamada, M., Guariento, M.E., **Avaliação de fatores de risco para fratura de quadril em mulheres idosas,** Rev Bras Clin Med.;7:379-38, 2009.

STEL, V. S.; SMIT, J. H.; PLUIJM, S. M. F.; LIPS, P.. **Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline.** Age and Ageing. V. 33, n. 1, p. 58–65, 2004.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TINETTI, M. E.; MENDES DE LEON, C. F.; DOUCETTE, J. T.; BAKER, D. I. **Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders.** Journal of Gerontology. V. 49, p. 140–147, 1994.

TINETTI, M. E.; SPEECHLEY, M.; GINTER, S. F. **Risk factors for falls among elderly person living in the community.** The New England Journal of Medicine. v. 319, n. 26, p. 1701-1707, 1988.

VERAS, R. **País jovem com cabelos brancos: a saúde do idoso no Brasil.** Rio de Janeiro: Relume-Dumará, UERJ, 2003.

WINTER DA. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement.** 2 ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 1990.

WINTER, D.A. – **The biomechanics and motor control of human gait : norma I , elderly, and pathological.** Waterloo.Ontario: University of Waterloo Press, 1991.

WINTER, D.A.; PATLA, A.E.; FRANK, J.S.; WALT, S.E. **Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly.** Phys Ther, v. 70, n.6, p. 340-347, June 1990.

WOLFSON,L. *et al.* Gait assessment in the elderly: **A gait abnormality rating scale and its relation to falls.** Journal of Gerontology. 1990; 45 (1): M12-19.

WOO, J.; HO, S.C.; LAU, J.; CHAN, S.G.; YUEN, Y.K. **Age-associated gait changes in the elderly: pathological or physiological?** Neuroepidemiology, v. 14, n.2, p. 65-71, 1995.

ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO I

ESCALADA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO DE BORG (MODIFICADO)

0	Nenhum
0,5	Extremamente leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderado
4	Pouco intenso
5	Intenso
6	
7	Muito intenso
8	
9	Muito muito intenso
10	Máximo

Escala de Borg modificada

ANEXO II

FICHA DE AVALIAÇÃO DOS IDOSOS

Data: ____ / ____ / ____ Hora: ____ : ____ Identificação: _____
 ____ / ____ / ____

DADOS PESSOAIS:

Nome: _____

Idade: ____ anos Data de nascimento: ____/____/____ Estado

civil: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ ou _____

Aspectos Clínicos:

Massa corporal: _____ Estatura: _____

Membro dominante: () D / () E

Etilismo _____ Tabagismo _____ Tempo e

Quantidade: _____

Drogas _____ em _____ uso:

Dados Vitais: PA: _____ mmHg FC: _____ bpm

Quedas (últimos 12 meses): _____

DADOS DE SAÚDE:

- Histórias de cirurgia: () Sim () Não / Onde _____
- AVC, desmaios, convulsões: () Sim () Não
- Vertigens, tonturas: () Sim () Não
- Alterações neurológicas: () Sim () Não
- Alterações cardíacas: () Sim () Não
- Alterações circulatórias: () Sim () Não
- Alterações ortopédicas: () Sim () Não
- Doenças reumáticas, fraturas: () Sim Não
- Dor no quadril, joelho ou tornozelo: () Sim () Não
- Alterações musculares: () Sim () Não
- Alterações visuais: () Sim () Não
- Uso de lentes de correção: () Sim () Não
- Alterações de equilíbrio: () Sim () Não
- Medo de quedas: () Sim () Não

	Grau de desconforto – Escala de Borg	Escala de dor
0"		
5"		
10"		
15"		
20"		

ANEXO III

Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ

Forma longa, semana usual/ normal, adaptado por Benedetti *et al*

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **normal/ habitual**

- Atividades físicas **vigorosas** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **muito** mais forte que o normal.
- Atividades físicas **moderadas** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **um pouco** mais forte que o normal
- Atividades físicas **leves** são aquelas em que o esforço físico é normal, fazendo com que a respiração seja normal.

DAS 1B A 4C O QUADRO ABAIXO DEVERÁ ESTAR DISPONÍVEL PARA PREENCHIMENTO

Dia da Semana Tempo hora/min Manhã tarde noite	Dia da Semana Tempo hora/min Manhã tarde noite
2º feira	6º feira
3º feira	Sábado
4º feira	Domingo
5º feira	xxxxxx

DOMÍNIO 1 – ATIVIDADE FÍSICA NO TRABALHO: Este domínio inclui as atividades que você faz no seu trabalho remunerado ou voluntário, e as atividades na universidade, faculdade ou escola (trabalho intelectual). Não incluir as tarefas domésticas, cuidar do jardim e da casa ou tomar conta da sua família. Estas serão incluídas no Domínio 3.

1a- Atualmente você tem ocupação remunerada ou faz trabalho voluntário fora de casa?

() Sim () Não **-Caso você responda Não, Vá para o Domínio 2: Transporte**

As próximas questões relacionam-se com toda a atividade física que você faz em uma semana **normal/habitual**, como parte do seu trabalho remunerado ou voluntário. **Não inclua** o transporte para o trabalho. Pense apenas naquelas atividades que durem **pelo menos 10 minutos contínuos** dentro do seu trabalho:

1b- Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal você realiza atividades **VIGOROSAS** como: trabalho de construção pesada, levantar e transportar objetos, cortar lenha, serrar madeira, cortar grama, pintar casa, cavar valas ou buracos, subir escadas **como parte do seu trabalho remunerado ou voluntário** por **pelo menos 10 MINUTOS CONTÍNUOS?**

_____ horas _____ min. _____ dias por **semana** () nenhum

1c- Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal você realiza atividades **MODERADAS**, como: levantar e transportar pequenos objetos, lavar roupas com as mãos, limpar vidros, varrer ou limpar chão, carregar crianças no colo, **como parte do seu trabalho remunerado ou voluntário**, por **pelo menos 10 MINUTOS CONTÍNUOS?**

_____ horas _____ min. _____ dias por **semana** () nenhum

1d- Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal você **CAMINHA, NO SEU TRABALHO remunerado ou voluntário** por **pelo menos 10 MINUTOS CONTÍNUOS** ? Por favor **não inclua** o caminhar como forma de transporte para ir ou voltar do trabalho ou do local que você é voluntário.

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

DOMÍNIO 2- ATIVIDADE FÍSICA COMO MEIO DE TRANSPORTE

Estas questões se refere à forma normal como você se desloca de um lugar para outro, incluindo seu grupo de conveniência para idosos, igreja, supermercado, trabalho, cinema, lojas e outros.

2a –Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante **uma semana normal** você **ANDA DE ÔNIBUS E CARRO/MOTO?**

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

Agora pense somente em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar a outro em uma semana normal.

2b – Quantos dias e qual o tempo (hora e minuto) durante uma semana normal você **ANDA DE BICICLETA** para ir de um lugar para outro por **pelo menos 10 minutos contínuos? (não inclua o pedalar por lazer ou exercício)**

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

2c –Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana **normal** você **CAMINHA** para ir de um lugar para outro, como: ir ao grupo de convivência para idosos, igrejas, supermercado, médico, banco, visita a amigo, vizinho e parentes por **pelo menos 10 minutos contínuos?** (**NÃO INCLUA as caminhadas por lazer ou exercício físico**)

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhuma

DOMÍNIO 3 – ATIVIDADE FÍSICA EM CASA OU APARTAMENTO: TRABALHO. TAREFAS DOMÉSTICAS E CUIDAR DA FAMÍLIA

Esta parte inclui as atividades físicas que você faz em uma semana **normal/ habitual** dentro e ao redor da sua casa ou apartamento. Por exemplo: trabalho doméstico, cuidar do jardim, cuidar do quintal, trabalho de manutenção da casa e para cuidar da sua família. Novamente pense **somente** naquelas atividades físicas com duração por **pelo menos 10 minutos contínuos.**

3a –Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal você faz Atividades Físicas **VIGOROSAS AO REDOR DE SUA CASA OU APARTAMENTO (QUINTAL OU JARDIM)** como: carpir, cortar lenha, serrar madeira, pintar casa, levantar e transportar objetos pesados, cortar grama, por **pelo menos 10 MINUTOS CONTÍNUOS** ?

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

3b –Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal você faz atividades **MODERADAS AO REDOR de sua casa ou apartamento** (jardim ou quintal) como: levantar e carregar pequenos objetos, limpar a garagem, serviço de jardinagem em geral por **pelo menos 10 minutos contínuos** ?

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

3c – Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal você faz atividades **MODERADAS DENTRO da sua casa ou apartamento** como: carregar pesos leves, limpar vidros e/ou janelas, lavar roupas a mão, limpar banheiro e chão, **por pelo menos 10 minutos contínuos?**

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

DOMÍNIO 4 – ATIVIDADES FÍSICAS DE RECREAÇÃO, ESPORTE, EXERCÍCIO E DE LAZER

Este domínio se refere as atividades físicas que você faz em uma semana **normal/ habitual** unicamente por recreação, esporte, exercício ou lazer. Novamente pense

somente nas atividades físicas que você faz **por pelo menos 10 minutos contínuos**. Por favor **não inclua atividades que você já tenha citado**.

4a –Sem contar qualquer caminhada que você tenha citado anteriormente, quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal, você CAMINHA (exercício físico) no seu tempo livre por PELO MENOS 10 MINUTOS CONTÍNUOS ?

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

4b –Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal você faz atividades VIGOROSAS no seu tempo livre como: correr, nadar rápido, musculação, canoagem, remo, enfim, esportes em geral por pelo menos 10 minutos contínuos ?

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

4c – Quantos dias e qual o tempo (horas e minutos) durante uma semana normal, você faz atividades MODERADAS no seu tempo livre como: pedalar em ritmo moderado, jogar voleibol recreativo, fazer hidroginástica, ginástica para terceira idade, dançar, por pelo menos 10 minutos contínuos?

_____horas _____min. _____dias por **semana** ()nenhum

DOMÍNIO 5 – TEMPO GASTO SENTADO

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado em diferentes locais como exemplo: em casa, no grupo de convivência para idosos, no consultório médico e outros. Isso inclui o tempo sentado, enquanto descansa, assiste a televisão, faz trabalhos manuais, visita amigos e parentes, faz leituras, telefonemas e realiza refeições. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, carro, trem e metrô.

5a – Quanto tempo, no total, você gasta sentado durante UM DIA de semana normal?

UM DIA _____ horas _____ min.

Dia da semana Um dia	Tempo horas/Min.		
	Manhã	Tarde	Noite

5b – Quanto tempo, no total, você gasta sentado durante UM DIA de final de semana normal?

UM DIA _____ horas _____ min.

Final de semana Um dia	Tempo horas/ Min.		
	Manhã	Tarde	Noite

ANEXO III

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Senhor,

Nós do Departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Estadual do Paraná, temos o prazer de convidá-lo a participar de nossa pesquisa intitulada “ANÁLISE CINEMÁTICA DA MARCHA DE IDOSOS EM TERRENO PLANO, INCLINADO E DECLINADO COM TRANSPORTE MANUAL DE CARGA” da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é analisar a marcha de idosos em diferentes situações cotidianas.

Para analisar sua marcha precisamos avaliar algumas medidas corporais como peso, altura e anotar sua idade. Após isso iremos filmá-lo andando em uma rampa que está localizada no espaço cultural “Brunão” ao lado da cantina central por 20 minutos. Para analisarmos o movimento precisamos colar 06 adesivos nas regiões dos ombros, quadris, joelhos, tornozelos e pés sobre sua pele, esses adesivos não causam alergia e irritações na pele e serão dadas duas sacolas de supermercado para cada participante carregar. Os procedimentos do estudo não causam nenhum desconforto aos participantes, pois o andar é um movimento humano natural e habitual, oferecendo um risco mínimo comparado às atividades cotidianas. O peso carregado (5% do seu peso corporal de cada lado) está dentro dos limites aceitos pela comunidade científica para os idosos. As medidas do corpo também são rotineiras e não oferecem qualquer risco ou desconforto. Mesma assim o senhor tem a total liberdade em recusar o convite e/ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Benefícios esperados: Espera-se ao final do estudo, que se conheça as características cinemáticas da marcha de indivíduos idosos em diferentes condições.

Forma de assistência e responsável: em caso de dúvidas quanto à participação na pesquisa, os interessados deverão ligar para o pesquisador responsável George Coelho, tel. (044) 9950-6688, (44) 3223-0273 que estaremos à disposição para qualquer esclarecimento.

Esclarecimentos antes e durante a pesquisa sobre a metodologia: os participantes selecionados para o estudo serão informados sobre a metodologia em reuniões com os pesquisadores envolvidos no estudo antes do início da coleta de dados.

Liberdade de recusar ou retirar o consentimento sem penalização: os participantes terão a liberdade de aceitar, recusar e interferir a qualquer momento durante a pesquisa, não sendo alvo de penalização.

Garantia de sigilo e privacidade: garantimos a não publicação de nomes e fatos comprometedores e somente os resultados globais serão divulgados após análise.

Formas de ressarcimento: sendo a participação voluntária, não haverá ressarcimento para nenhuma das partes envolvidas.

Eu, _____, após ter lido e entendido as informações e esclarecido todas as minhas dúvidas referentes a este estudo com o pesquisador George Luis Coelho Silva, **CONCORDO VOLUNTARIAMENTE** em participar do mesmo.

_____ Data: ____/____/____
Assinatura (do pesquisado ou responsável) ou impressão datiloscópica

Eu, George Luis Coelho Silva declaro que forneci todas as informações referentes ao estudo ao projeto de pesquisa supra-nominado.

_____ Data: ____/____/____
Assinatura do pesquisador

EQUIPE:

1- Nome: **George Luis Coelho Silva** Telefone: (44) 9950-6688
Endereço: Rua Pero Vaz Caminha, 1165. – Zona 2 - Maringá – PR
e-mail: georgecoelho10@gmail.com

2- Nome: **José Luiz Lopes Vieira** Telefone (44) 9951-6108
Endereço Completo: Departamento de Educação Física – UEM
e-mail: jllvieira@uem.br

Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa (COPEP) envolvendo Seres Humanos da UEM, no endereço abaixo:

COPEP/UEM

Universidade Estadual de Maringá.

Av. Colombo, 5790. Campus Sede da UEM.

Bloco da Biblioteca Central (BCE) da UEM.

CEP 87020-900. Maringá-Pr. Tel: (44) 3011-4444

e-mail: copep@uem.br

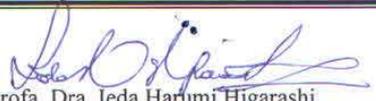
APÊNDICE I



Universidade Estadual de Maringá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

CAAE Nº 0474.0.093.000-11

PARECER Nº 708/2011

Pesquisadora Responsável: José Luiz Lopes Vieira	
Centro/Departamento: CCS / Departamento de Educação Física	
Título do projeto: Análise cinemática da marcha de idosos em terreno plano, inclinado e declinado com transporte manual de carga	
<p>Considerações:</p> <p>Trata-se de pesquisa do Grupo III, que tem o objetivo de analisar a cinemática da marcha de idosos. Para tanto pretende filmar a marcha de quinze idosos matriculados na UNATI -Universidade Aberta à Terceira Idade, comparando os dados obtidos com um modelo biomecânico.</p> <p>Em primeira submissão a este Comitê o projeto restou pendente, conforme parecer 684/2011-COPEP. A seguir é apresentado o aspecto que levou o protocolo à condição de pendência, seguido dos ajustes e esclarecimentos do pesquisador, bem como da análise desta relatoria quanto à sua adequação:</p> <p>Pendência 1: Solicita-se ao pesquisador que apresente autorização do Departamento de Educação Física para a utilização das instalações e equipamentos no estudo.</p> <p>Resposta do pesquisador: O pesquisador apresentou documento de autorização da Chefia do DEF, para uso das instalações e equipamentos no estudo, datada de 07 de dezembro de 2011 e assinada pelo Prof. Dr. Luiz Silva Santos.</p> <p>Análise da relatoria: Diante o exposto, considera-se a pendência atendida.</p> <p>Considerando o exposto, e tendo em vista o atendimento pleno da pendência previamente arrolada, este comitê de ética em pesquisa se manifesta por aprovar o protocolo na forma em que ora se apresenta.</p>	
SITUAÇÃO: APROVADO	
Com relação a aplicação do TCLE, conforme instrução operacional do sistema CEP/CONEP, datada de 21/03/2011, os pesquisadores deverão fazer constar, além das assinaturas de ambos (pesquisador e sujeito de pesquisa) nos campos específicos da última página, a rubrica, também de ambos, em todas as folhas do documento (TCLE).	
CONEP: (<input checked="" type="checkbox"/>) para registro (<input type="checkbox"/>) para análise e parecer Data: 09/12/2011	
Relatório Final para Comitê: (<input type="checkbox"/>) Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Sim Data: 30 de abril de 2012	
O protocolo foi apreciado de acordo com a Resolução nº. 196/96 e complementares do CNS/MS, na 22ª reunião do COPEP em 09/12/2011.	 Prof. Dra. Ieda Harumi Higarashi Presidente do COPEP

APÊNDICE II

DESCRIÇÃO DOS ESTUDOS PILOTOS REALIZADOS

- **PRIMEIRO ESTUDO PILOTO** – Foi realizada a coleta de dados no Laboratório de Biomecânica e Comportamento Motor (LABICOM) no dia 02/07/2011, com um indivíduo de 65 anos de idade, 1,71m de estatura, 72 Kg de massa corporal e saudável. A filmagem foi realizada em 11 (onze) condições experimentais de marcha, com o indivíduo descalço, caminhando em uma esteira ergométrica na velocidade de 6 km por hora, carregando uma caixa de madeira próxima ao corpo, com 10% da massa corporal e com a esteira em plano inclinado e vertical a condição. A partir do registro de imagem, foram tomadas as seguintes decisões:
 - a) Construir uma rampa segunda as recomendações da ABNT para a aproximação do estudo com a realidade (abordagem ecológica).
 - b) Utilizar um espaço maior para a coleta, com possibilidade de criação de circuitos de marcha, para se verificar se existem alterações da marcha ao longo do tempo.
 - c) Analisar o fenômeno em diferentes momentos, com possibilidade de estudar a marcha em terreno declinado, pois a esteira só inclinava, sem interferência da esteira e com incremento de mais condições experimentais;
 - d) Utilização de sacolas de supermercado com objetos que são comumente comprados por estes indivíduos;
 - e) Utilização de chinelo durante a marcha;

- **SEGUNDO ESTUDO PILOTO** - Foi realizada a coleta de dados no dia 10/10/2011 no Espaço Cultural “Brunão”, com um indivíduo de 65 anos de idade, com 1,71m de estatura, 72 Kg de massa corporal e saudável. A filmagem foi realizada em 16 (dezesesseis) situações de marcha com e sem

transporte manual de cargas em terreno plano, inclinado e declinado.
Tomadas de decisão:

- a) Uso de duas sacolas de supermercado carregada com 5% do peso corporal em cada uma, totalizando 10% da massa corporal com objetos (em alguns momentos as sacolas ocultaram os pontos do quadril e joelho – a solução deste problema será com a “predição dos pontos”, marcando manualmente quando eles se perderem);
- b) Ajuste do recuo da câmera e do sistema de referência;
- c) Percepção do sujeito em relação ao estudo: Escala de Borg,. uso de frequencímetro FC variou de 71 (em repouso) a 89 bpm (no final do protocolo). Escala de dor: antebraço e dedos doeram por causa do peso das sacolas, por volta dos 12 minutos e os dedos doeram por causa da alça das sacolas.
- d) Uso de chinelo durante a marcha.
- e) Incremento de 02 condições experimentais: marcha em terreno inclinado e declinado sem carga.
- f) Substituir o uso do chinelo por um tênis por gerar maior estabilidade e firmeza nos pés e evitar acidentes.