

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EFEITOS DA CAMINHADA PROLONGADA SOBRE A
CINEMÁTICA DA LOCOMOÇÃO DE IDOSOS ATIVOS
E SEDENTÁRIOS EM ESCADAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Marcos Roberto Kunzler

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

PPGEE/UFSM, RS

KUNZLER, Marcos Roberto

Mestre

2015

**EFEITOS DA CAMINHADA PROLONGADA SOBRE A CINEMÁTICA
DA LOCOMOÇÃO DE IDOSOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS EM
ESCADAS**

Marcos Roberto Kunzler

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Área de Concentração Educação Física, Saúde e Sociedade, linha de pesquisa em Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e da Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física

Orientador: Prof. Dr. Felipe Pivetta Carpes

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Kunzler, Marcos Roberto
EFEITOS DA CAMINHADA PROLONGADA SOBRE A CINEMÁTICA DA
LOCOMOÇÃO DE IDOSOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS EM ESCADAS /
Marcos Roberto Kunzler.-2015.
72 p.; 30cm

Orientador: Felipe Pivetta Carpes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Educação Física e desportos, Programa de
Pós-Graduação em Educação Física, RS, 2015

1. Cinemática 2. Envelhecimento 3. Exercício físico 4.
Locomoção em escadas 5. Nível de atividade física I.
Carpes, Felipe Pivetta II. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Marcos Roberto Kunzler. A reprodução de partes ou de todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: marcoskunzler.rs@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Física e Desportos
Programa de Pós-Graduação em Educação Física**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado


**EFEITOS DA CAMINHADA PROLONGADA SOBRE A
CINEMÁTICA DA LOCOMOÇÃO DE IDOSOS ATIVOS E
SEDENTÁRIOS EM ESCADAS**

elaborada por
Marcos Roberto Kunzler

como requisito parcial para obtenção de grau de
Mestre em Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA:


Felipe Pivetta Carpes, PhD.
(Presidente/Orientador)


Eduardo Lusa Cadore, PhD. (UFRGS)


Rodrigo Rico Bini, PhD. (EsEFEx)

Santa Maria, 20 de janeiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

A minha noiva Carla, a minha família e amigos pelo incentivo e compreensão ao longo do curso.

Ao professor Felipe P. Carpes pela orientação, confiança e incentivo durante todo o curso. Pessoa que admiro pelo caráter, determinação e competência profissional. Obrigado pela amizade dentro e fora da Universidade.

Ao professor Carlos Boli Mota pela ajuda na construção do trabalho, contribuições na banca de qualificação, nas questões burocráticas e no acolhimento junto ao Labiomec e aos seus alunos.

Ao professor Maarten Boobert pelas sugestões e auxílio em várias fases da pesquisa, com sua simplicidade e sabedoria.

Aos professores Rodrigo Rico Bini e Eduardo Lusa Cadore pelas contribuições nas bancas de qualificação e defesa da dissertação.

Aos meus professores do curso, a direção do Centro de Educação Física e Desportos, coordenação e secretaria do PPGEF/UFSM.

Aos colegas do curso por compartilharem seus conhecimentos comigo.

A Universidade Federal do Pampa pela estrutura e equipamentos disponibilizados.

Ao Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada – GNAP, especialmente ao Emmanuel e Álvaro pela parceria no projeto e por formarem a equipe de trabalho com empenho e dedicação;

A Capes e a Sociedade Internacional de Biomecânica pelos auxílios concedidos.

**EFEITOS DA CAMINHADA PROLONGADA SOBRE A CINEMÁTICA
DA LOCOMOÇÃO DE IDOSOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS EM
ESCADAS**

Marcos Roberto Kunzler

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Área de Concentração Educação Física, Saúde e Sociedade, linha de pesquisa em Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e da Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física

Orientador: Prof. Dr. Felipe Pivetta Carpes

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Universidade Federal de Santa Maria

EFEITOS DA CAMINHADA PROLONGADA SOBRE A CINEMÁTICA DA LOCOMOÇÃO DE IDOSOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS EM ESCADAS

AUTOR: MARCOS ROBERTO KUNZLER

ORIENTADOR: FELIPE PIVETTA CARPES

Data e Local da defesa: Santa Maria, 20 de Janeiro de 2015.

O envelhecimento altera diversas características relacionadas com a mobilidade em idosos. Tais alterações tornam situações cotidianas, como subir escadas, mais desafiadoras para idosos. O exercício físico regular é uma das estratégias para obter benefícios para manutenção de diversas funções corporais nos idosos, incluindo a capacidade de lidar com essas tarefas cotidianas. No entanto, poucos cientistas têm considerado os efeitos agudos do exercício físico. Longe de sugerir que o exercício possa ser perigoso ao idoso, o cuidado com os efeitos agudos de uma sessão de exercício é importante pois estes podem alterar momentaneamente a tarefa de andar, e aumentar risco de tropeços e quedas. Adicionalmente, os efeitos agudos da caminhada são pertinentes por este ser um dos principais tipos de exercícios que os idosos praticam. Neste trabalho, analisamos a cinemática da locomoção em idosos ativos e sedentários durante a subida em escadas, antes e depois de uma sessão de caminhada prolongada. Participaram do estudo idosos de ambos os sexos, ativos (n=15) e sedentários (n=15) com 60 anos ou mais. Eles foram avaliados quanto à preferência lateral e cinemática da marcha durante a locomoção em uma escada com três degraus, antes e depois de uma caminhada em esteira por 30 minutos, em velocidade confortável. Nossos principais resultados sugerem que a caminhada prolongada aumenta o risco de tropeço na subida de uma escada por idosos sedentários. Tal afirmação é fundamentada pela diminuição na elevação do segundo pé que transpõe os degraus e pela menor velocidade na marcha dos idosos sedentários comparados aos idosos ativos. Nossos resultados sugerem que efeitos agudos do exercício são mais substanciais em idosos sedentários e por isso estratégias para lidar com esses déficits agudos podem ser importantes quando idosos iniciam rotinas de exercício físico. Apesar do maior risco de tropeço em idosos sedentários, os padrões de marcha em escadas foram similares nos dois grupos de idosos. Investigações futuras devem procurar saber se alguma estratégia pré-exercício pode auxiliar na minimização destes déficits agudos.

Palavras-chave: Envelhecimento. Caminhada. Exercício físico. Locomoção em escadas. Nível de atividade física. Cinemática.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Physical Education
Federal University of Santa Maria

EFFECTS OF PROLONGED WALKING ON KINEMATICS OF STAIRS LOCOMOTION IN ACTIVE AND SEDENTARY ELDERLY

AUTHOR: MARCOS ROBERTO KUNZLER

SUPERVISOR: FELIPE PIVETTA CARPES

Date and place of presentation: Santa Maria, January 20th 2015.

Aging modifies a number of characteristics associated with mobility in the elderly. These changes can make of usual tasks, such as stair locomotion, a challenge in the elderly. Regular physical exercise is a valid strategy for improving mobility and minimizing functional deficits in the elderly, especially those related to daily tasks. However, a few scientists have considered the acute effects of physical exercise in the elderly. Not saying exercise is bad for the elderly, it is important to consider that acute effect from exercise can change gait patterns and increase risks of tripping and/or falling. In addition, acute effects of walking are important, as we know walking is one of the favorite exercises for the elderly. In this study we analyzed the kinematics of locomotion in the elderly when ascending stairs before and after a session of prolonged walking. Male and female participants aged 60 years old or more have taken part in this study. They were organized in a group of physically active (n=15) and sedentary (n=15). They were evaluated concerning leg preference and gait kinematics in a 3-step stair before and after a treadmill walking trial lasting 30 minutes at comfortable speed. Our main findings suggest that prolonged walking increase the risk for tripping during stair ascendant locomotion in sedentary elderly. Such affirmation is based in the lower trail limb toe clearance and lower gait speed in sedentary compared to active elderly. Our results show that acute effects are more substantial in the sedentary elderly and therefore, strategies to deal with these acute deficits can be of importance to the elderly who starts routines of physical exercise. Although there is greater risk of tripping among sedentary elderly, the gait patterns observed were similar between groups. Future investigations should assess whether a pre-exercise intervention can help in minimizing such acute risks observed.

Keywords: Aging. Walking. Physical Exercise. Locomotion on stairs. Level of physical activity. Kinematics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho experimental do estudo.....	22
Figura 2 – Escada de madeira utilizada para a análise da marcha.....	25
Figura 3 – Ilustração das trajetórias e distâncias verticais entre o hálux e os degraus (DV) relacionadas à posição do membro direito.....	27
Figura 4 – Ilustração da velocidade do centro de massa (VCoM) em momentos específicos do trajeto da subida na escada.....	28
Figura 5 – Distâncias verticais (DV) entre cada degrau e o hálux, para os pés de abordagem e transposição, nos grupos de idosos ativos e sedentários.....	37
Figura 6 – Comparações das Distâncias verticais (DV) entre os degraus para os pés de abordagem e transposição nas condições pré e pós caminhada para os grupos de idosos ativos e sedentários.....	38
Figura 7 – Velocidade média horizontal do centro de massa durante a aproximação da escada e do momento de passagem em cada degrau, nas condições pré e pós caminhada e nos dois grupos.....	39
Figura 8 – Comparações da velocidade média horizontal do centro de massa entre as fases de aproximação da escada e os momentos de abordagem em cada degrau.....	40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Comparação entre o membro preferido e o não preferido, no momento de abordagem e transposição dos degraus, para cada variável..... **33**
- Tabela 2 – Comparação entre as condições pré e pós a caminhada de 30 minutos, nos grupos de idosos ativos e sedentários..... **34**
- Tabela 3 – Comparação entre os grupos de idosos ativos e sedentários, nas condições pré e pós a caminhada de 30 minutos..... **35**
- Tabela 4 – Comparação entre as fases da tarefa, quanto à Distância Vertical e à Velocidade do Centro de Massa durante a marcha e negociação com os degraus, nos grupos de idosos ativos e sedentários, nas condições pré e pós a caminhada de 30 minutos..... **46**

LISTA DE ANEXOS

Anexo A - Questionário Internacional de Atividade Física.....	60
Anexo B - Inventário de Waterloo para preferência de membros inferiores	62
Anexo C – Posicionamento dos marcadores reflexivos; Plug-In Gait Lower Body Modelling - Vicon, com marcadores extras – vista anterior e posterior.....	64

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	66
Apêndice B – Ficha de anamnese.....	68
Apêndice C – Exercícios praticados pelos idosos.....	69
Apêndice D – Variáveis descritivas.....	71
Apêndice E - Valores médios de cada variável.....	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Natureza do problema.....	14
1.2 Fundamentação teórica	15
1.3 Delimitação do tema.....	18
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo geral	20
2.2 Objetivos específicos	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Delineamento experimental e participantes	21
3.2 Avaliação cinemática da marcha.....	23
3.3 Protocolo de caminhada prolongada.....	25
3.4 Variáveis.....	26
3.5 Processamento dos dados.....	28
3.6 Análise estatística	29
4 RESULTADOS.....	30
4.1 Distância vertical hálux-degrau.....	30
4.2 Velocidade do Centro de Massa	32
5 DISCUSSÃO	41
5.1 Efeitos da caminhada prolongada.....	41
5.2 Comparação entre idosos sedentários e fisicamente ativos.....	44
5.3 Efeito do degrau.....	46
6 CONCLUSÕES	48
7 APLICAÇÕES PRÁTICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS	49
8 REFERÊNCIAS.....	50
ANEXOS	59
APÊNDICES	65

APRESENTAÇÃO

A mobilidade do idoso é um quesito fundamental para a sua locomoção, sendo um importante componente da independência funcional, garantindo qualidade de vida nessa faixa etária. Por isso, diversos cientistas buscam compreender como a locomoção é alterada devido ao envelhecimento e como estratégias para manutenção ou promoção da mobilidade pode ser organizada. Nesse sentido, o exercício físico regular é uma das estratégias com maior grau de evidência para promover a mobilidade no idoso (FRANKLIN et al., 2013). Ao passo que o exercício físico tem efeitos crônicos positivos, existe preocupação sobre efeitos agudos do exercício, que causando cansaço e fadiga poderiam afetar o desempenho neuromuscular do idoso, especialmente na marcha em condições desafiadoras, como por exemplo terrenos irregulares, com obstáculos, desníveis e degraus. Com isso, esses efeitos agudos poderiam, ou poderiam aumentar o risco de quedas nos idosos. A literatura já é bastante ampla em relação aos danos causados aos idosos devido a uma queda (MOCHIDA et al., 2009; SIQUEIRA et al., 2011; BENTLEY et al., 2012), que envolvem diminuição da mobilidade, fraturas, lesões, medo de cair novamente, depressão e em casos mais extremos até o óbito.

Neste estudo avaliamos a biomecânica da marcha de idosos durante a locomoção em escadas antes e imediatamente depois de realizar um exercício prolongado de caminhada. Participaram do estudo, idosos fisicamente ativos e sedentários. O interesse em investigar a negociação com escadas está associado ao fato de que o andar em escadas é um exemplo de situação desafiadora que a grande maioria dos idosos enfrenta diariamente, uma vez que pequenas escadarias são frequentemente encontradas nos deslocamentos em ambiente domiciliar ou nas

vias públicas para pedestres. Em nosso estudo, tratamos como um desafio para os idosos a locomoção em uma escada com três degraus, na qual avaliamos parâmetros cinemáticos antes e após caminhar por um período de tempo prolongado de trinta minutos. Desenvolvemos a tarefa de exercício prolongado em uma esteira motorizada, a fim de permitir um controle da velocidade da marcha e outros parâmetros. Estudos anteriores já demonstraram que aspectos biomecânicos da marcha de idosos são alterados ao realizar um exercício físico prolongado deste tipo (KO et al., 2010; CHOU et al., 2012), mas os efeitos agudos em condições de marcha desafiadora ainda são pouco descritos.

A presente dissertação é organizada da seguinte forma. Inicialmente apresentamos a introdução, que mostra a natureza do problema de pesquisa, a fundamentação teórica da proposta e a delimitação do tema da investigação. Em seguida são apresentados os objetivos, os métodos e os procedimentos adotados, assim como os resultados e discussão considerando a literatura pertinente. Por fim, as conclusões e aplicações práticas dos resultados são apresentadas, assim como perspectivas futuras de estudo no tema. O referencial teórico considerado na redação deste documento e anexos e apêndices completam o documento apresentado.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Natureza do problema

Em escala mundial estima-se que o número de idosos possa chegar a 22% do total da população até 2025, com uma taxa de crescimento (2,6% ao ano) maior do que o observado para a população em geral (1,2% ao ano) (ONU, 2009). Dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2012, mostraram que a população considerada idosa no Brasil, ou seja, com 60 anos ou mais, passou de 8,6% em 2000, para 11% em 2010, sendo formada na maioria por mulheres (54,5%)(IBGE, 2012). Essas projeções evidenciam a importância de estratégias para a manutenção da mobilidade funcional do idoso (DIEHR et al., 2013), o que garante boa qualidade de vida e independência.

O envelhecimento natural altera características neuromusculares funcionais e morfológicas (MCGIBBON, 2003), que se manifestam pela perda de massa muscular (KENNIS et al., 2014), diminuição da força (KENNIS et al., 2014), déficits de equilíbrio e acuidade visual (BERARD et al., 2012), menor controle postural (PAILLARD, 2012) e déficits de cognição (BOREL; ALESCIO-LAUTIER, 2014). Somados a estas características inerentes ao envelhecimento, as perdas na visão, audição, equilíbrio e capacidade cognitiva, formam um conjunto de fatores que aumentam os desafios para tarefas da vida diária dos idosos (RANTANEN et al., 2012). Este é um quadro propício para consequentes danos na mobilidade funcional independente e alteração da marcha normal.

Perturbações durante o andar podem gerar tropeços e quedas enquanto idosos caminham. A ocorrência de uma queda tem correlação positiva com índices de morbidade e mortalidade na população idosa (MOCHIDA et al., 2009). Um quadro clínico de limitações funcionais pode causar, em parte, limitação da mobilidade (BENTLEY et al., 2012). Estima-se que pelo menos 27,6% dos idosos no Brasil já sofreram ao menos uma queda, e destes, 11% relataram pelo menos uma fratura como resultado do evento (SIQUEIRA et al., 2011). Considerando estas estatísticas, podemos estimar que um grande número de idosos se encontra em condições de mobilidade limitada por ter sofrido alguma queda.

Como uma forma de minimizar o risco de quedas e melhorar a mobilidade, programas de exercícios regulares são indicados para a comunidade idosa (FRANKLIN et al., 2013). O engajamento de idosos nestes programas tem aumentado nos últimos anos (EIRAS, 2010). Os maiores benefícios do exercício físico têm efeito a longo prazo, minimizando, mas não extinguindo, o risco de queda (BENTO et al., 2010). O exercício crônico leva a ganhos significativos na mobilidade e estabilidade de idosos (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; CHOU et al., 2012), mas as alterações agudas, como as que podem ocorrer logo após uma sessão de exercício, podem aumentar o risco de queda no idoso. Conforme evidenciado em experimentos que avaliaram o efeito da fadiga sobre o desempenho de tarefas posturais simples (NAM et al., 2013; BISSON et al., 2014; HILL et al., 2015). Do ponto de vista aplicado, sabendo que idosos têm menor resistência à fadiga (GRANACHER et al., 2010) e menor capacidade de produção de força e potência nos membros inferiores (SCHIMIDT, 2014), fatores estes que aumentam o risco de quedas (GRANACHER et al., 2010; BARBIERI et al., 2013; HATTON et al., 2013). Com base nesse raciocínio, torna-se relevante investigar os efeitos agudos do exercício em idosos. Desse modo, questiona-se como os idosos respondem a um exercício prolongado, quando logo após o seu término precisam realizar tarefas funcionais que possuam algum risco inerente de queda como, por exemplo, caminhar sobre escadas.

1.2 Fundamentação teórica

A descrição da marcha de idosos parte dos princípios básicos que caracterizam o movimento de caminhar. As principais adaptações da marcha dos idosos estão ligadas a alterações dos movimentos dos membros inferiores (CABELL et al., 2013). Portanto, variáveis cinemáticas são muito utilizadas para identificar modificações na marcha (HAMACHER et al., 2011). Essas variáveis servem para mostrar que idosos apresentam redução no comprimento do passo, na velocidade (KERRIGAN et al., 1998; KANG; DINGWELL, 2008) e cadência (passos por minuto) de caminhada (STASZKIEWICZ et al., 2010). Estas alterações são acompanhadas

pelo aumento da altura de cada passo (FIGLIOLINO, 2009), tempo de duplo apoio e largura do passo (JUDGE et al., 1995).

Pessoas acima dos 60 anos tendem a praticar caminhadas de média a longa duração (ex., 30-40min) para manutenção da saúde, auxílio no controle do nível de glicose, minimizar efeitos da hipertensão, de doenças cardiovasculares e controle da massa corporal (MONTEIRO, 2010). Em estudos prévios, observamos que na comunidade onde nosso laboratório está inserido é predominante o envolvimento de idosos em espaços públicos de caminhada (KUNZLER et al., 2011; KUNZLER et al., 2014). No entanto, a realização de uma sessão de exercício prolongado acarreta indicadores momentâneos de fadiga muscular nesta população (VESTERGAARD et al., 2009). Estudos prévios indicam que estas alterações agudas podem prejudicar a estabilidade corporal (HASSANLOUEI et al., 2012; PAILLARD, 2012) e o padrão da marcha (NAJAFI et al., 2009; KO et al., 2010).

Quando o exercício físico já não pode ser mantido, ou é percebido um esforço excessivo e desconforto, ocorre a sensação de fadiga muscular (TARTARISCO et al., 2012). Idosos são menos resistentes a fadiga muscular quando comparados a adultos mais jovens (GRANACHER et al., 2010), o que resulta de fatores ligados diretamente ao envelhecimento, como perda de massa e força muscular, aumento da adiposidade e diminuição da capacidade de recrutamento neuromuscular (PAILLARD, 2012). A modulação dos parâmetros espaço-temporais da marcha pode depender da idade e de quais músculos são mais desgastados (BARBIERI et al., 2013). Exercícios com características voltadas para a promoção da saúde em geral, como a caminhada em esteira, podem induzir fadiga em idosos, alterando variáveis espaço-temporais da marcha (PEREIRA; GONÇALVES, 2011). A indução de fadiga dos extensores e flexores do joelho contribui para reduções na velocidade de caminhada e o comprimento do passo na marcha dos idosos (GRANACHER et al., 2010). Estas alterações podem aumentar o risco de tropeços e quedas (UEMURA et al., 2011), especialmente quando a marcha requer transposição de obstáculos, bem como subir ou descer escadas (NOVAK; BROUWER, 2011). Desta maneira, a fadiga muscular tem sido apontada como um fator de risco para quedas em idosos (KO et al., 2010; NOVAK; BROUWER, 2011; PEREIRA; GONÇALVES, 2011; UEMURA et al., 2011; BARBIERI et al., 2013).

A marcha de idosos em escadas requer adaptações tanto nas fases de aproximação quanto durante o trajeto de subida (OH-PARK et al., 2011). Estas

adaptações em idosos envolvem diminuição do tamanho do passo na aproximação da escada (LAESSE; VOIGT, 2013), aumento no recrutamento muscular dos membros inferiores (CAVANAGH et al., 1997), bem como mais movimentos laterais do centro de massa nas transições entre os degraus (NOVAK; BROUWER, 2011). Quanto mais alta a inclinação da escada, maiores são as flexões das articulações (RIENER et al., 2002) e a falta de apoio das mãos, diminui a estabilidade biomecânica da marcha (REID et al., 2011).

O exercício físico regular aumenta a velocidade de marcha, melhora o equilíbrio e o desempenho nas atividades diárias dos idosos (CHOU et al., 2012). Como resultado, idosos sedentários apresentam menor mobilidade funcional, maiores déficits no equilíbrio e alterações espaço-temporais na marcha com obstáculos quando comparadas a idosas ativas (PADOIN, 2010). Ao contrário dos benefícios crônicos do exercício físico regular, os efeitos agudos podem causar alterações fisiológicas momentâneas, interferindo na mecânica do movimento de caminhar. Sabe-se que um dos efeitos é a diminuição na velocidade da marcha em idosos (KO et al., 2010; BARBIERI et al., 2013).

Idosos sedentários sofrem mais com quedas do que idosos ativos (SIQUEIRA et al., 2011). Programas de exercícios específicos, como alongamentos dos flexores do quadril (RODACKI et al., 2009), e hidroginástica (AGUIAR et al., 2010) parecem diminuir comportamentos que são associados com o risco de quedas de idosos. Em estudo anterior do nosso grupo, idosas envolvidas em programas de exercício físico, com frequência semanal mínima de 3 vezes, tiveram mais sucesso na marcha com obstáculos do que idosas que não praticavam nenhum exercício (GUADAGNIN, 2014). Tropeços em calçadas irregulares, rampas e escadas são fatores associados às quedas em até 73% dos idosos praticantes de exercícios físicos no Brasil (BECK, 2011). Tal fato chama a atenção, uma vez que um dos exercícios mais praticados pela população idosa é a caminhada (MONTEIRO, 2010; INÁCIO, 2012), que expõe os idosos a este tipo de terreno, se não durante a atividade, após sua realização.

Para avaliar os riscos de tropeço em virtude das adaptações na marcha dos idosos, algumas variáveis são comumente utilizadas como indicadores. A redução da flexão dorsal do tornozelo na fase de balanço da marcha em idosos ao tentar superar o contato com algum obstáculo (BEGG; SPARROW, 2006), e a menor distância vertical mínima do pé em relação ao objeto (*toe clearance* ou elevação do

pé ou do dedo) pode aumentar o risco de tropeço (BARRETT et al., 2010; BARBIERI et al., 2013; HATTON et al., 2013). O aumento na variabilidade da marcha também vem sendo sugerida como tendo associação com risco de quedas (BARRETT et al., 2010; HATTON et al., 2013; HAMACHER; SCHEGA, 2014). A variabilidade do comprimento do passo e da velocidade de marcha pode indicar mobilidade prejudicada em idosos (BRACH et al., 2010).

Estudos envolvendo idosos, nível de atividade física, avaliação cinemática, efeito agudo do exercício físico e locomoção em escadas, vêm sendo discutidos pela literatura científica, como vimos neste texto. No entanto, as análises encontradas muitas vezes não relacionam estas variáveis com condições do dia a dia do idoso. Um ponto chave da discussão é a falta de ligação dos experimentos realizados com a realidade da vida dos idosos. Os protocolos de investigação não retratam um contexto possível após uma sessão de exercício, ou seja, uma condição onde alterações transitórias na capacidade de marcha dos idosos possam repercutir em falha na capacidade de lidar com condições de marcha com perturbação ou desafios, como é o caso da locomoção em escadas.

1.3 Delimitação do tema

Há algum tempo, a biomecânica tenta esclarecer como se dá a negociação com obstáculos, degraus e desníveis na locomoção de idosos. Recentemente, estudos vêm tentando estabelecer relações entre a locomoção nestes terrenos e os efeitos induzidos pelo exercício físico (GRANACHER et al., 2010; HATTON et al., 2013).

Nesse sentido, observa-se que a fadiga induzida pela repetição do teste de sentar e levantar prejudica o controle do movimento e posicionamento do pé em idosos, antes e depois de ultrapassar obstáculos durante a marcha (HATTON et al., 2013). Embora o estudo de Hatton et al (2013) tenha contribuído para conhecer melhor os efeitos da fadiga sobre a marcha com obstáculos em idosos, o protocolo de investigação com fadiga muscular pelo exercício de sentar e levantar, não retrata uma situação do dia a dia para os idosos. Adicionalmente, idosos têm muitas dificuldades em sentar e levantar, e por isso, podem fadigar rapidamente e de uma forma diferente do que experimentam no dia a dia (KANEHISA; FUKUNAGA, 2014).

Durante o andar, são recrutados diversos músculos que contribuem tanto para a propulsão quanto para o controle da postura (EARHART, 2013). Caminhar em ritmo confortável por um determinado período de tempo pode não causar fadiga muscular, mas os efeitos momentâneos decorrentes da caminhada podem ter consequências específicas sobre a marcha em condições desafiadoras (RIBEIRO et al., 2007).

Durante a negociação com obstáculos no percurso da marcha, há risco de tropeço relacionado com diferenças importantes na distância mínima entre o pé e o obstáculo (LOVERRO et al., 2013), bem como a distância entre a borda do degrau de uma escada e o calçado em adultos jovens e idosos (FOSTER et al., 2014). Especificamente na negociação com escadas, investiga-se a velocidade do centro de massa (REID et al., 2011), a cinemática das articulações (SAMUEL et al., 2011) e também da preferência lateral para o início da subida dos degraus (ALCOCK et al., 2014). Porém, não são verificadas possíveis diferenças entre idosos ativos e sedentários e também quais seriam os efeitos agudos do exercício físico sobre essa locomoção em escadas. O engajamento em práticas de atividade física regular em idosos contribui para reduzir ou prevenir declínios funcionais associados ao envelhecimento (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009) o que poderia colocar idosos ativos em vantagem quando submetidos à negociação com obstáculos ou terrenos irregulares quando desgastados fisicamente.

Idosos são frequentemente expostos à negociação com degraus e escadas no seu dia a dia. Eles podem experimentar esse tipo de situação nas vias públicas e em suas casas após se exercitar. De uma forma aplicada, conhecer o impacto agudo do exercício sobre a negociação com obstáculos e com degraus pode ajudar a compreender (a) se os efeitos agudos do exercício podem aumentar o risco de quedas, (b) se as características dos trajetos percorridos depois do exercício podem aumentar o risco de quedas em idosos e (c) fomentar discussões sobre como o profissional de educação física pode agir com o idoso logo após o exercício. Considerando a hipótese de que após uma caminhada prolongada um efeito agudo negativo ocorre na negociação com obstáculos, é possível que o imediato período pós-exercício requeira alguma intervenção adicional com o objetivo de restaurar as condições de repouso.

Dessa forma, esta investigação busca responder a seguinte questão: Como se comporta a cinemática da subida de escadas, em idosos ativos e sedentários, após uma sessão de caminhada prolongada?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar a cinemática da locomoção de idosos ativos e sedentários durante a subida de escada, antes e depois de uma caminhada prolongada.

2.2 Objetivos específicos

Comparar a cinemática da subida de escadas, em idosos sedentários, antes e após uma caminhada prolongada;

Comparar a cinemática da subida de escadas, em idosos ativos, antes e após uma caminhada prolongada;

Comparar a cinemática da subida de escadas, entre idosos sedentários e ativos, antes e depois de uma caminhada prolongada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental e participantes

Os participantes deste estudo foram selecionados por conveniência na comunidade local urbana de Uruguaiana – RS. Ao longo de um período de 3 meses, 34 idosos aceitaram participar das avaliações no Laboratório de Neuromecânica da Universidade Federal do Pampa. A seleção dos participantes iniciou após a divulgação de convite aos interessados no *website* do Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada da Unipampa – Campus Uruguaiana, assim como pela distribuição de cartazes e panfletos em centros de convivência de idosos, grupos sociais e academias da cidade. Foram selecionados para o estudo os idosos que, ao se enquadrarem nos critérios de inclusão, aceitaram participar assinando um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Pampa (protocolo número 19939513.0.0000.5323- Apêndice A).

Inicialmente, os participantes responderam um questionário de anamnese (Apêndice B). Em seguida foi aplicado o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) adaptado para idosos (BENEDETTI T.B.; MAZO, 2004) (Anexo A). A preferência lateral foi verificada por meio do Inventário revisado de Waterloo (ELIAS et al., 1998) (Anexo B). Para ser incluído no estudo o participante deveria ter 60 anos de idade ou mais, ter condições de caminhar de forma independente (sem auxílio de outra pessoa e/ou de órtese ou prótese) durante um período de trinta minutos; não sofrer de patologia cardiovascular, cognitiva ou neuromuscular que interferisse ou impossibilitasse a marcha independente e comparecer ao laboratório no dia e horário agendado para a avaliação. Foram excluídos do estudo os participantes que não conseguiram concluir todos os protocolos, por desistência, mal estar, ou qualquer outro motivo. O desenho experimental do estudo é ilustrado na Figura 1.

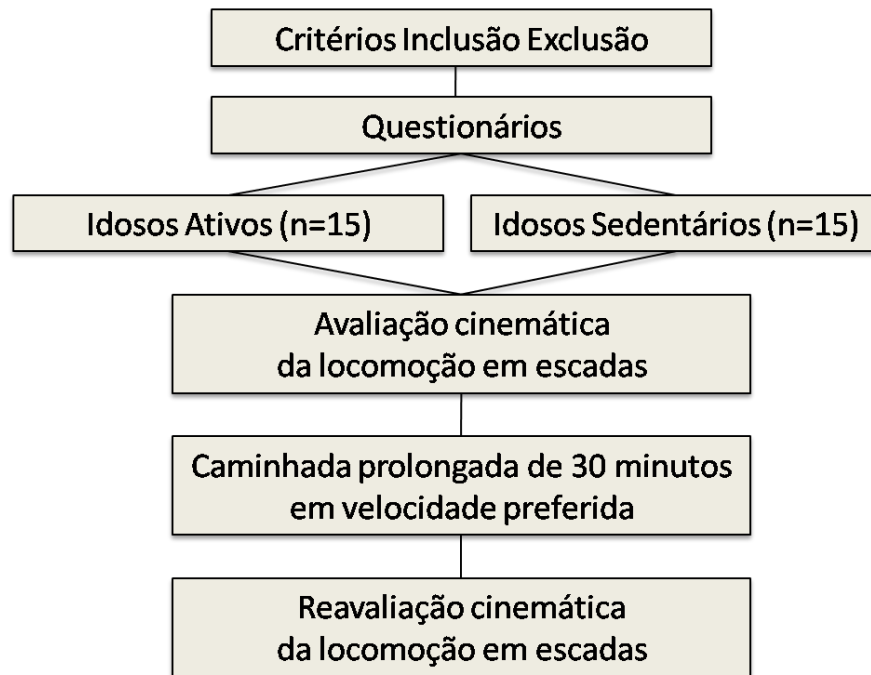


Figura 1: Desenho experimental do estudo.

Foram incluídos no estudo 30 idosos, sendo esse número de participantes baseado em estudos similares na área. O grupo de estudo foi subdividido e organizado em dois grupos, com base na classificação do IPAQ (Anexo A). O grupo ativo (GA; n=15) foi formado por idosos classificados como “ATIVO” ou “MUITO ATIVO” que praticavam exercício físico regularmente, de no mínimo 5 sessões de 30 minutos de caminhada / atividade moderada, ou um somatório mínimo de atividades físicas de 150 minutos semanais [média (desvio-padrão): 3 homens e 12 mulheres; idade 67,20 (5,29) anos; estatura 1,58 (7,93) m; massa corporal 65,02 (10,60)kg]. Do grupo sedentário (GS; n=15) participaram idosos classificados como “INATIVO” ou “IRREGULARMENTE ATIVO” que não atingiram o índice mínimo de atividades físicas semanais regulares [média (desvio-padrão): 15 mulheres; idade 68,27 (5,09) anos; estatura 1,52 (0,34) m; massa corporal 66,24 (12,61) kg]. A atividade física mais relatada pelos idosos ativos foi a caminhada, e também atividades de ginástica nos grupos de convivência. A frequência semanal e a duração dos exercícios praticados pelos idosos sedentários e ativos estão descritos no Apêndice C.

3.2 Avaliação cinemática da marcha

A avaliação cinemática da marcha foi realizada em dois diferentes momentos, ambos em ambiente de laboratório, com iluminação constante e padronizada para todos os participantes, antes e depois do protocolo de caminhada em esteira. A avaliação cinemática da marcha em escadas envolveu:

- 1) Marcha com subida de escada antes da caminhada prolongada;
- 2) Marcha com subida de escada após a caminhada prolongada.

Como há grande variabilidade no padrão da marcha em idosos (BARRETT et al., 2010; HATTON et al., 2013; HAMACHER; SCHEGA, 2014), cada condição de subida na escada foi realizada com um número mínimo de 10 repetições, sendo estas 5 repetições iniciando com a perna direita e as outras 5 iniciando com a perna esquerda. A escolha do pé de subida foi feita aleatoriamente pelo participante em cada tentativa. A manipulação do pé que iniciava a subida na escada foi feita pela variação na posição inicial do idoso para realizar a tarefa.

Inicialmente foram realizadas avaliações antropométricas, incluindo medidas de massa corporal (kg), estatura (mm), diâmetro do tornozelo (distância em mm entre os maléolos da tíbia e fíbula), diâmetro do joelho (distância em mm entre os epicôndilos femorais), e comprimento de membro inferior (distância em mm da espinha íliaca ântero-superior até a borda inferior do maléolo medial). As medidas foram realizadas bilateralmente e registradas em um arquivo eletrônico. A seguir, foram fixados 26 marcadores reflexivos esféricos passivos de 14 mm, nos participantes. Estes marcadores foram posicionados em pontos de referência anatômica do corpo, nos membros inferiores (bilateralmente), de acordo com o modelo *Plug-In Gait Lower Body Modelling* (Vicon Motion Systems, Oxford, UK) (Anexo C). Além dos 16 marcadores que este modelo requer, mais 10 marcadores adicionais para realização das medidas de interesse (frontal da cabeça; 7^o vértebra cervical; 10^o vértebra torácica; esterno; acrômio do ombro esquerdo; cotovelo esquerdo; acrômio do ombro direito; cotovelo direito; trocanter maior do fêmur esquerdo; trocanter maior do fêmur direito) (Anexo C).

Após esta etapa, foi iniciada a avaliação da marcha subindo escadas antes da caminhada prolongada. O pé utilizado na subida do primeiro degrau da escada era monitorado, para ter um número equivalente de tentativas entre o membro inferior preferido e o não preferido. O mesmo procedimento foi adotado para as tentativas

após o protocolo de caminhada prolongada em esteira. Em cada tentativa, o participante caminhou em linha reta por aproximadamente 4 metros, chegando até uma escada com 3 degraus, tendo que subir por esta, colocando um pé em cada degrau e continuando a caminhada sobre um platô posterior de 2,1 metros de comprimento, sem apoio das mãos ou interrupção do movimento de marcha. Tanto na tarefa de locomoção na escada quanto a caminhada na esteira, os idosos utilizaram calçados próprios, utilizados habitualmente para caminhada, e roupas justas na medida do possível, para melhor colocação dos marcadores.

Para a avaliação cinemática da locomoção dos idosos foi utilizado um sistema de análise de movimentos (Nexus, VICON Motion Systems, Oxford, Reino Unido), com 15 (quinze) câmeras infravermelhas (Bonita B10, Oxford, Reino Unido), com software NEXUS 1.5.2, operando a uma frequência de aquisição de 120Hz.

A escada onde os participantes se locomoviam foi posicionada no centro do laboratório, circundada por câmeras do sistema de cinemetria. Confeccionada em madeira, com 3 (três) degraus, sequenciais, cada um com 17 cm de espelho e 30 cm de piso, com relação perpendicular, e largura de 90 cm, com platô superior de 2,1 m de comprimento e corrimãos laterais, para delimitar o espaço e dar segurança aos participantes durante o deslocamento (Figura 2a). Todas as medidas da escada estavam de acordo com a NBR 9050:2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004). Para a avaliação cinemática, foram fixados marcadores reflexivos em cada degrau da escada, posicionados nas extremidades (Figura 2b), para que as suas informações de posição estivessem disponíveis no sistema de análise cinemática para reconstrução (Figura 2c) e cálculo das medidas de interesse.

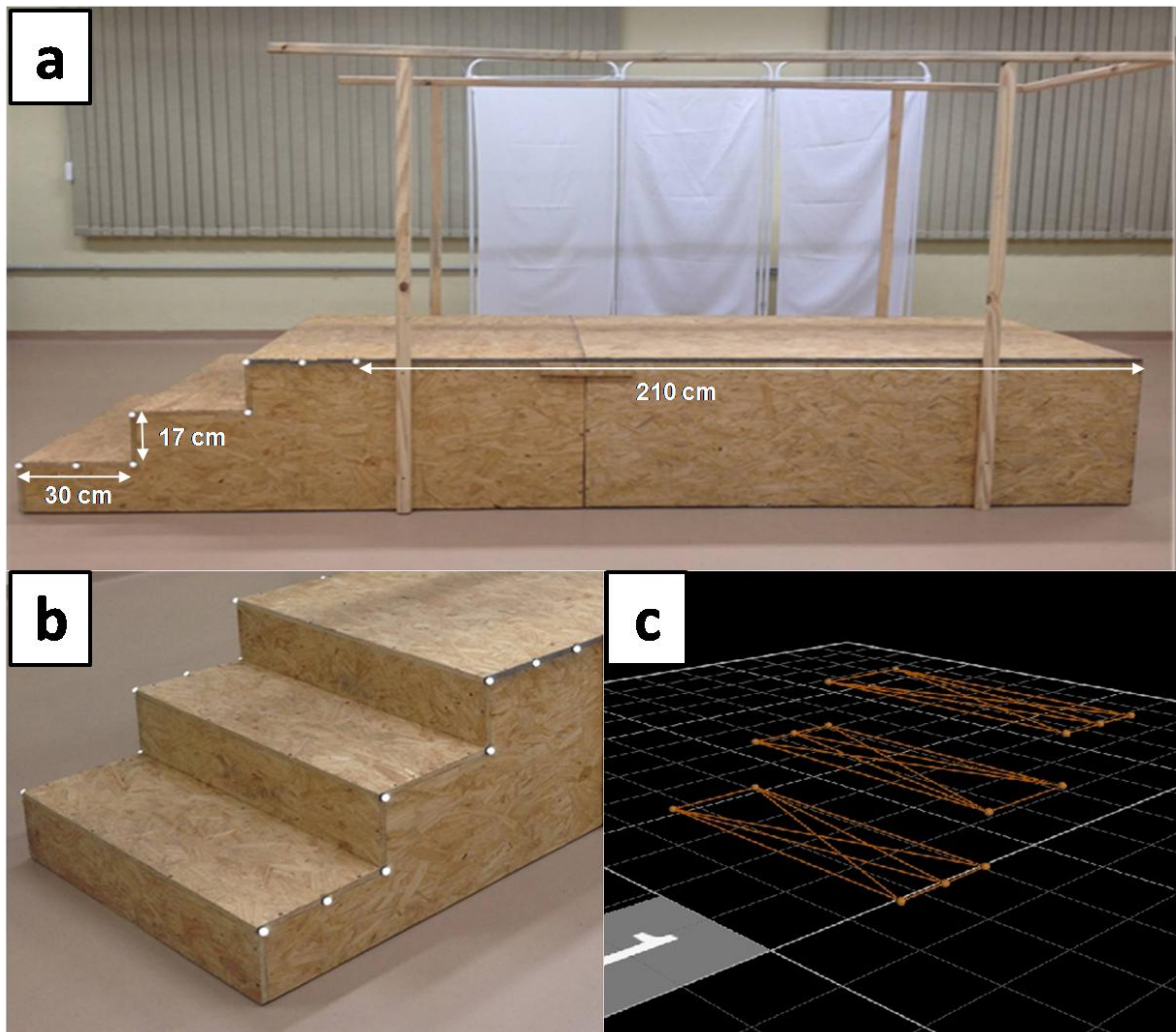


Figura 2. Escada de madeira utilizada para a análise da marcha. a – Estrutura e dimensões da escada. b - Marcadores reflexivos posicionados nas extremidades de cada degrau. c – Representação tridimensional da escada no software de captura do sistema de análise de movimentos.

3.3 Protocolo de caminhada prolongada

O protocolo de exercício utilizado foi uma caminhada prolongada, com duração de 30 minutos, realizada em esteira motorizada, modelo *Gait trainer 3* marca *Biodex*, e considerando a velocidade preferida de cada participante. Para determinar a velocidade preferida, os participantes iniciaram a caminhada em velocidade baixa (1km/h) sendo aumentada progressivamente em 0,1 km/h até que o participante encontrasse uma velocidade reportada como confortável, quando então o valor era registrado. Após esse processo, a velocidade era aumentada até o

momento em que o participante declarasse não conseguir manter a caminhada normal. Então era realizada a diminuição progressiva da velocidade em 0,1 km/h, até que o participante encontrasse novamente um padrão confortável para a caminhada, e este valor era registrado (PEREIRA; GONÇALVES, 2011). Assim, a velocidade da marcha preferida foi determinada pela média dos dois valores registrados. A partir disso, o participante caminhou 30 minutos em sua velocidade preferida de caminhada. Durante todo o protocolo, inclusive nos minutos anteriores e posteriores da caminhada, a frequência cardíaca (FC) foi monitorada por um frequencímetro marca *Polar* integrado a esteira ergométrica, durante todo o exercício, estando descritas no Apêndice D. Todo o desenvolvimento do desenho experimental durava cerca de 90 minutos. Apenas dados de idosos que completaram todo o experimento foram incluídos nas análises.

3.4 Variáveis

As variáveis cinemáticas avaliadas para este estudo foram:

- Distância vertical hálux-degrau (cm): distância vertical entre o marcador do hálux e a borda do degrau durante a subida da escada (Figura 3). Medida no instante em que o marcador do hálux de cada pé (pé de abordagem – o que sobe primeiro no degrau; e pé de transposição – o segundo pé que transpõe o degrau) estivesse alinhado verticalmente à linha formada pelos marcadores da borda do degrau. Neste estudo esta variável foi analisada em diferentes posições e momentos: DV hálux-degrau – pé de abordagem – Degrau 1 (Figura 3 - a1); Degrau 2 (Figura 3 – a2); Degrau 3 (Figura 3 – a3) / DV hálux-degrau – pé de transposição - Degrau 1 (Figura 3 - b1); Degrau 2 (Figura 3 – b2); Degrau 3 (Figura 3 – b3).

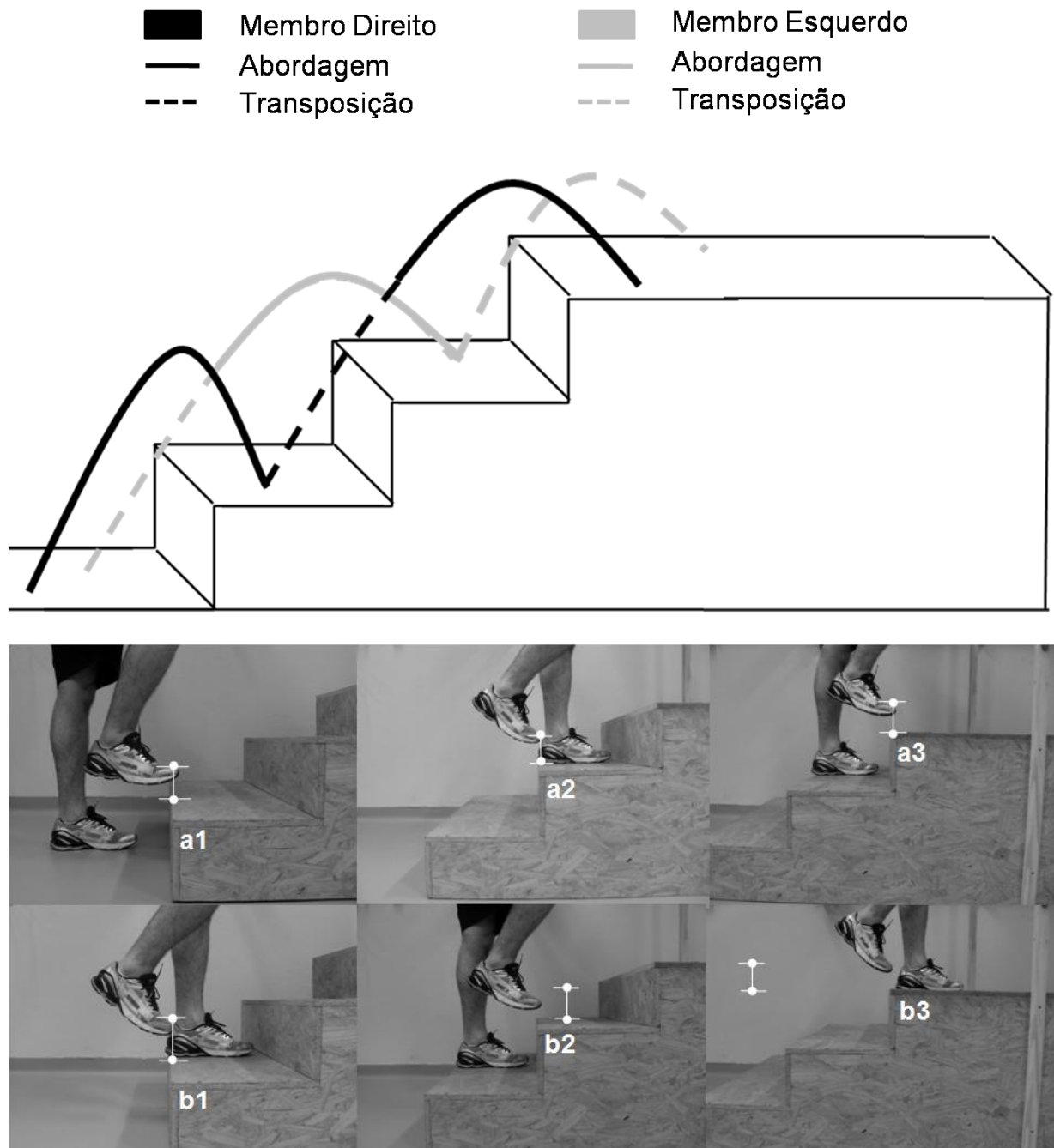


Figura 3 – Ilustração das trajetórias e distâncias verticais entre o hálux e os degraus (DV) relacionadas à posição do membro direito (observação: representação ilustrativa, escalas não foram consideradas). a1-pé de abordagem no degrau 1; a2 - pé de transposição no degrau 2; a3 - pé de abordagem no degrau 3; b1 - pé de transposição no degrau 1; b2 - pé de abordagem no degrau 2; b3 - pé de transposição no degrau 3.

- Velocidade horizontal da marcha (m/s): velocidade média do centro de massa, calculada pelo modelo segmentar, a cada centímetro do deslocamento na

direção do trajeto, a partir das coordenadas de posição do centro de massa, ao longo do tempo. Foram analisadas quatro fases. A) média no trajeto de aproximação (2 metros antes da escada); B) Momento de alinhamento vertical com a borda do degrau 1; C) Momento de alinhamento vertical com a borda do degrau 2; D) Momento de alinhamento vertical com a borda do degrau 3 (Figura 4).

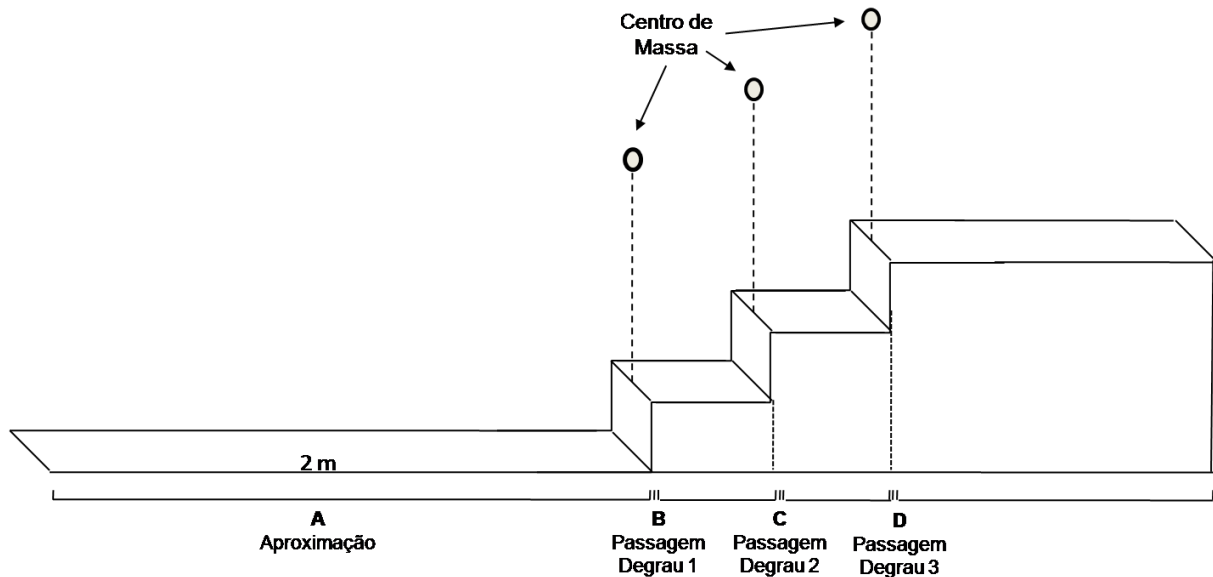


Figura 4 – Ilustração da velocidade do centro de massa (VCoM) em momentos específicos do trajeto da subida na escada: A – VCoM média nos 2 metros de aproximação da escada; B – VCoM no degrau 1; C – VCoM no degrau 2; D – VCoM no degrau 3. Observação: representação ilustrativa, escalas não foram consideradas.

3.5 Processamento dos dados

As coordenadas tridimensionais de posição foram capturadas pelo sistema de análise de movimentos. Essas informações de coordenadas de posição dos marcadores no espaço foram importadas para ambiente Matlab[®] onde foram escritas rotinas específicas para o cálculo das variáveis de interesse, com limpeza e filtragem das coordenadas, estimativas do centro de massa, cálculo da velocidade e elevação do pé. Todos os dados cinemáticos foram submetidos a um filtro passa baixa *Butterworth* de 4^a ordem, com frequência de corte de 10 Hz.

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à estatística descritiva para medidas de tendência central e dispersão, teste de normalidade de Shapiro-Wilk e teste de homogeneidade de variâncias de Levene. Foram realizados testes t para amostras pareadas com o objetivo de verificar assimetrias entre os membros inferiores e diferenças entre as condições pré e pós caminhada, em cada grupo. Comparações entre os grupos, nas condições pré e pós caminhada, foram realizadas utilizando teste t para amostras independentes. A comparação entre os degraus e a comparação da velocidade nas diferentes fases de caminhada (aproximação e negociação com os degraus) foram realizadas por análise de variância *one-way* com *post-hoc* de Tukey. Todos os testes foram feitos utilizando um pacote estatístico comercial (SPSS Inc. versão 20.0, Chicago IL, EUA) e consideraram um nível de significância de 0,05.

4 RESULTADOS

Os dados descritivos, de velocidade média preferida na caminhada em esteira ergométrica, distância percorrida, números de passos, e frequência cardíaca (FC) do protocolo de caminhada com 30 minutos de duração, são apresentados no Apêndice D. Os resultados estatísticos das comparações feitas entre membros inferiores (preferido e não preferido), condições (antes do exercício e depois do exercício), grupos (ativo e sedentário) e entre os degraus da escada são apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, incluindo os valores de t, F e p, e nas Figuras 5, 6, 7 e 8. Além disso, no Apêndice E, encontra-se uma tabela com os valores médios de cada variável para cada grupo dentro de cada condição e cada membro inferior.

Considerando dados dos dois grupos, foram encontradas apenas 3 situações de assimetria entre o membro inferior preferido e não preferido (Tabela 1). Já que a maioria das variáveis investigadas neste estudo apresentou resultados similares entre as pernas, optamos por apresentar e discutir apenas os resultados do pé preferido. O pé preferido foi escolhido considerando as respostas dos participantes ao questionário de preferência lateral, sobre o pé que mais utilizam para iniciar tarefas de subir em objetos elevados, como um degrau.

4.1 Distância vertical hálux-degrau

A distância vertical do hálux em relação ao degrau (DV) do primeiro pé que abordou cada degrau (Figura 3a), chamado de pé de abordagem, não apresentou diferenças significativas entre as condições pré e pós a caminhada nos dois grupos. Também não observamos diferenças entre os grupos de idosos sedentários e ativos nas duas condições. Diminuições significativas foram observadas para a distância vertical do segundo pé que ultrapassava cada degrau, chamado de pé de transposição (Figura 3b).

Alterações substanciais foram observadas em idosos sedentários e quantificadas pela diminuição nas distâncias verticais – elevação – do pé que transpõe os degraus após a caminhada. Na distância vertical do pé de transposição em idosos sedentários observamos diminuição pós caminhada para os degraus 1 e

2 (Tabela 2). Neste grupo, a condição pós caminhada apresentou uma distância vertical hálux-degrau1 [$p=0,039$] e distância vertical hálux-degrau2 [$p=0,002$] significativamente menor do que na condição pré caminhada (Figura 5b e 5d).

Adicionalmente, quando comparamos estes idosos sedentários aos idosos fisicamente ativos notamos que, antes da caminhada, idosos sedentários elevavam mais o pé que transpunha o degrau. Houve diferença na condição pré, no degrau 2 (Tabela 3), quando idosos sedentários apresentaram menor distância vertical hálux-degrau2 do que idosos ativos [$p=0,030$] (Figura 5d).

Quando comparamos a distância vertical entre os três degraus da escada observamos diferenças significativas em ambos os grupos e condições (Tabela 4).

Para o pé de abordagem, foram encontradas diferenças na distância vertical entre os degraus em ambos os grupos e nas duas condições (Figura 6). Idosos sedentários apresentaram menores valores de distância vertical no degrau 3 em relação ao degrau 1, na condição pré [$p=0,020$] e pós caminhada [$p=0,014$]. Não foram encontradas diferenças significativas na comparação da distância vertical entre os degraus 2 e 3 (Figura 6b). Idosos ativos, apresentaram menores valores de distância vertical no degrau 2 em relação ao degrau 1 [$p= 0,012$] assim como a distância vertical no degrau 3 em relação ao degrau 1 [$p= 0,000$], na condição pré caminhada. Na condição pós caminhada, a distância vertical nos degraus 2 e 3 foi menor que no degrau 1 [$p=0,016$] e [$p=0,000$] respectivamente (Figura 6a).

Para o pé de transposição, foram encontradas diferenças na distância vertical entre os degraus em ambos os grupos, nas duas condições e entre todos os degraus (Figura 6). No grupo sedentário a distância vertical foi menor nas comparações entre os degraus 2 e 1, 3 e 1, 3 e 2 na condição pré [$p=0,000$] e pós caminhada [$p=0,000$] respectivamente (Figura 6d). Do mesmo modo, no grupo ativo, os valores de distância vertical foram menores nas comparações entre os degraus 2 e 1, 3 e 1, e 3 e 2 [$p=0,000$] na condição pré caminhada, assim como nas mesmas comparações entre os degraus 2 e 1, 3 e 1, e 3 e 2 [$p=0,000$] na condição pós caminhada (Figura 6c).

4.2 Velocidade do Centro de Massa

Não observamos diferenças significativas da velocidade do centro de massa (VCoM) entre as condições pré e pós caminhada, tanto para o grupo de idosos sedentários quanto para o grupo de idosos ativos.

Idosos sedentários se deslocaram com menor velocidade durante a subida na escada após a caminhada do que os ativos. A VCoM diferiu significativamente entre os grupos na condição pós caminhada (Tabela 3). As diferenças na VCoM entre os grupos de idosos sedentários e ativos aconteceu no momento de passagem nos degraus 1 e 3 (Figura 7b e 7d). Após a caminhada, o grupo sedentário passou pelo degrau 1 da escada com uma VCoM menor do que o grupo ativo [$p=0,000$]. O mesmo aconteceu na passagem pelo degrau 3 [$p=0,041$].

Quando visualizamos a velocidade da marcha durante o trajeto de caminhada na escada, encontramos diminuição na magnitude da VCoM à medida que os idosos avançavam sobre a escada, independente do efeito agudo da caminhada e do nível de atividade física dos idosos. Nas comparações de VCoM entre as quatro fases do trajeto da subida na escada (*Aproximação, Passagem no degrau 1, Passagem no degrau 2, Passagem no degrau 3*) (Figura 4) foram encontradas diferenças significativas em ambos os grupos e nas duas condições (Tabela 4). Os dois grupos mostraram diminuição progressiva na VCoM entre as fases (Figura 8).

A VCoM média no trajeto de aproximação da escada foi maior do que na passagem pelos degraus 1, 2 e 3 tanto no grupo sedentário nas condições pré [$p=0,000$] e pós caminhada [$p=0,000$] (Figura 8b), quando no grupo ativo nas condições pré [$p=0,000$] e pós a caminhada [$p=0,000$] (Figura 8a). No grupo de idosos sedentários, a VCoM foi menor nos degraus 2 e 3 comparados ao degrau 1 na condição pré caminhada [$p=0,000$] e também na condição pós caminhada [$p=0,000$]. No grupo de sedentários, a VCoM nos degraus 2 e 3 foi menor do que no degrau 1 [$p=0,000$] na condição pré [$p=0,010$] e pós caminhada [$p=0,004$]. Não houve diferença entre os degraus 2 e 3 em nenhum grupo e/ou condição (Tabela 4).

Tabela 1 – Resultados estatísticos da comparação entre o membro preferido e o não preferido, no momento de abordagem e transposição dos degraus, para cada variável. Assimetrias foram analisadas por teste t pareado.

Variável	Grupo Ativo				Grupo Sedentário			
	Pré caminhada		Pós caminhada		Pré caminhada		Pós caminhada	
	t	p	t	p	t	p	t	p
DV hálux-degrau1 – pé de abordagem (m)	2,789	0,014*	0,237	0,816	0,355	0,728	1,328	0,206
DV hálux-degrau1 – pé de transposição (m)	-1,546	0,144	-2,680	0,018*	0,631	0,538	0,527	0,606
DV hálux-degrau2 – pé de abordagem (m)	-0,853	0,40	-0,667	0,516	1,640	0,123	1,155	0,267
DV hálux-degrau2 – pé de transposição (m)	-0,953	0,357	-1,382	0,189	1,829	0,089	-0,783	0,447
DV hálux-degrau3 – pé de abordagem (m)	-0,212	0,835	-0,841	0,414	0,431	0,673	0,224	0,826
DV hálux-degrau3 – pé de transposição (m)	-1,253	0,231	-3,253	0,006*	-1,981	0,068	-0,822	0,425
Velocidade do centro de massa - aproximação (m/s)	1,871	0,082	0,419	0,681	-0,457	0,655	0,546	0,594
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 1 (m/s)	0,921	0,373	0,843	0,414	0,834	0,418	0,192	0,851
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 2 (m/s)	-1,132	0,277	0,683	0,506	-3,566	0,003*	-0,560	0,584
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 3 (m/s)	0,321	0,753	1,126	0,279	-1,575	0,138	-1,519	0,151

*Diferença estatisticamente significativa entre o membro preferido e o não preferido; $p < 0,05$. DV – distância vertical.

Tabela 2 – Resultados estatísticos da comparação entre as condições pré e pós a caminhada, nos grupos de idosos ativos e sedentários (valores de t e p) analisadas por teste t pareado.

Variável	Grupo Ativo		Grupo Sedentário	
	t	p	t	p
DV hálux-degrau1 – pé de abordagem (m)	2,034	0,061	0,844	0,413
DV hálux-degrau1 – pé de transposição (m)	0,967	0,350	2,281	0,039*
DV hálux-degrau2 – pé de abordagem (m)	1,744	0,103	1,161	0,265
DV hálux-degrau2 – pé de transposição (m)	0,935	0,366	3,820	0,002*
DV hálux-degrau3 – pé de abordagem (m)	1,103	0,289	1,518	0,151
DV hálux-degrau3 – pé de transposição (m)	2,032	0,062	-0,161	0,875
Velocidade do centro de massa - aproximação (m/s)	-1,192	0,253	-1,069	0,303
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 1 (m/s)	-1,237	0,237	-0,580	0,571
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 2 (m/s)	-1,425	0,176	-1,300	0,215
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 3 (m/s)	-1,805	0,093	0,276	0,786

*Diferença estatisticamente significativa entre condições pré e pós a caminhada; $p < 0,05$. DV – distância vertical.

Tabela 3 – Resultados estatísticos da comparação entre os grupos de idosos ativos e sedentários, nas condições pré e pós a caminhada, (valores de t e p) analisadas por teste t independente.

Variável	Pré caminhada		Pós caminhada	
	t	p	t	p
DV hálux-degrau1 – pé de abordagem (m)	0,680	0,502	0,372	0,713
DV hálux-degrau1 – pé de transposição (m)	-1,899	0,068	-1,779	0,086
DV hálux-degrau2 – pé de abordagem (m)	-0,754	0,457	-0,869	0,392
DV hálux-degrau2 – pé de transposição (m)	-2,282	0,030*	-0,328	0,745
DV hálux-degrau3 – pé de abordagem (m)	-1,905	0,067	-1,410	0,170
DV hálux-degrau3 – pé de transposição (m)	0,530	0,600	-0,320	0,751
Velocidade do centro de massa - aproximação (m/s)	1,933	0,063	1,803	0,082
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 1 (m/s)	1,280	0,211	-5,031	0,000*
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 2 (m/s)	1,275	0,213	1,175	0,250
Velocidade do centro de massa – passagem degrau 3 (m/s)	1,616	0,117	2,139	0,041*

*Diferença estatisticamente significativa entre os grupos de idosos ativos e sedentários; $p < 0,05$. DV – distância vertical.

Tabela 4 – Resultados estatísticos da comparação entre as fases da tarefa, quanto à Distância Vertical e à Velocidade do Centro de Massa durante a marcha e negociação com os degraus, nos grupos de idosos ativos e sedentários, nas condições pré e pós a caminhada de 30 minutos, (valores de F e p) analisadas por ANOVA *one-way*.

Variável	F [#]	D1	D1	D2	Aprox.	Aprox.	Aprox.
		X	X	X	X	X	X
		D2	D3	D3	D1	D2	D3
		p	p	p	p	p	p
DV hálux-degrau – pé de abordagem (m) Grupo ativo – Pré caminhada	11,230	0,012*	0,000*	0,225	-	-	-
DV hálux-degrau – pé de transposição (m) Grupo ativo – Pré caminhada	46,300	0,000*	0,000*	0,000*	-	-	-
DV hálux-degrau – pé de abordagem (m) Grupo ativo – Pós caminhada	9,982	0,016*	0,000*	0,309	-	-	-
DV hálux-degrau – pé de transposição (m) Grupo ativo – Pós caminhada	47,677	0,000*	0,000*	0,000*	-	-	-
DV hálux-degrau – pé de abordagem (m) Grupo sedentário – Pré caminhada	4,497	0,065	0,020*	0,871	-	-	-
DV hálux-degrau – pé de transposição (m) Grupo sedentário – Pré caminhada	82,736	0,000*	0,000*	0,000*	-	-	-
DV hálux-degrau – pé de abordagem (m) Grupo sedentário – Pós caminhada	4,702	0,084	0,014*	0,729	-	-	-
DV hálux-degrau – pé de transposição (m) Grupo sedentário – Pós caminhada	83,965	0,000*	0,000*	0,000*	-	-	-
Velocidade do centro de massa (m/s) Grupo ativo – Pré caminhada	47,691	0,000*	0,000*	0,995	0,000*	0,000*	0,000*
Velocidade do centro de massa (m/s) Grupo ativo – Pós caminhada	22,363	0,010*	0,004*	0,998	0,001*	0,000*	0,000*
Velocidade do centro de massa (m/s) Grupo sedentário – Pré caminhada	42,572	0,000*	0,000*	0,984	0,000*	0,000*	0,000*
Velocidade do centro de massa (m/s) Grupo sedentário – Pós caminhada	54,646	0,000*	0,000*	0,690	0,000*	0,000*	0,000*

Efeito significativo $p < 0,05$. *Diferença estatisticamente significativa entre degraus; $p < 0,05$. DV – distância vertical.

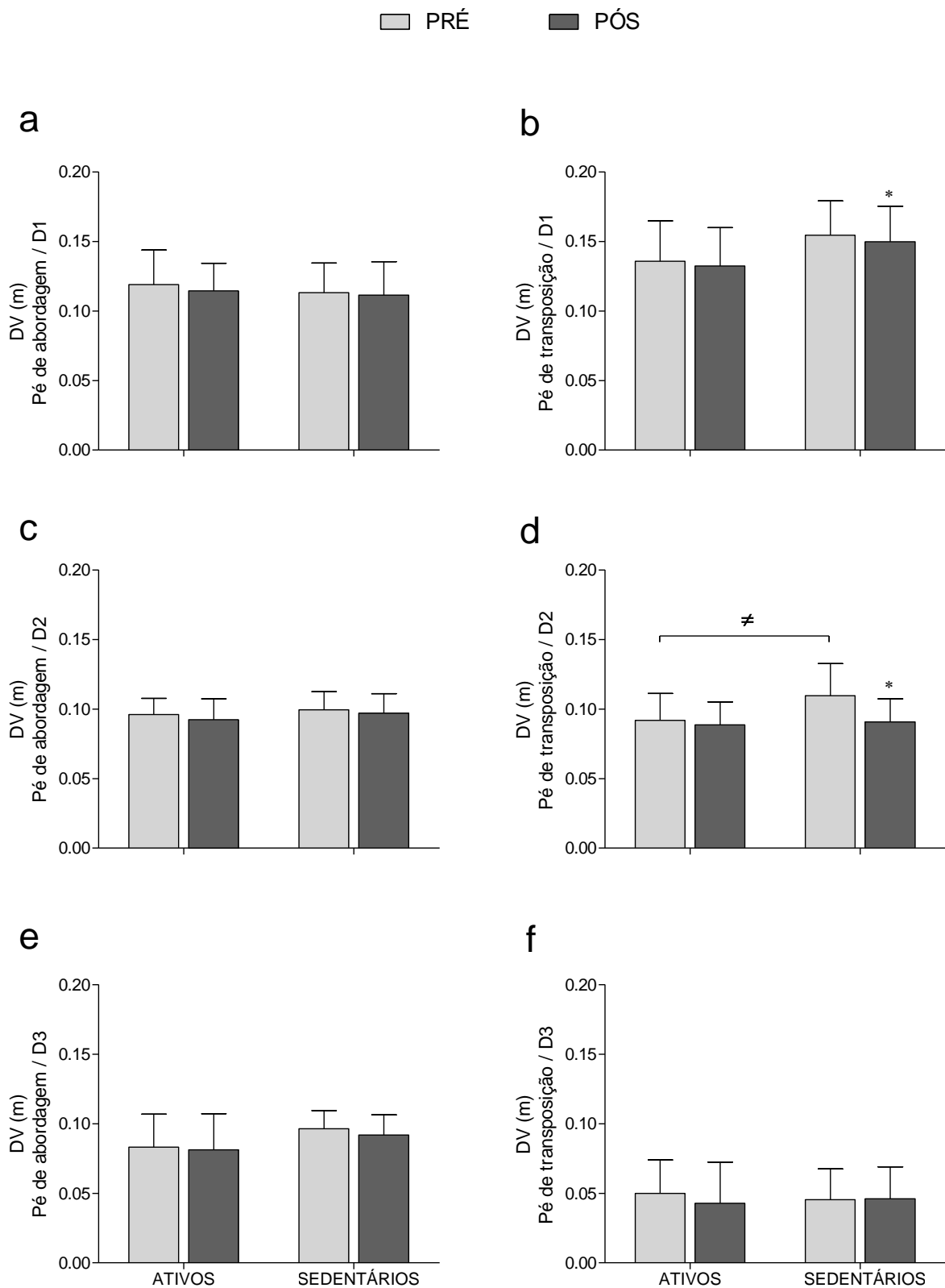


Figura 5 – Distâncias verticais entre o hálux e cada degrau (DV), para os pés de abordagem e transposição, nos grupos de idosos ativos e sedentários. * indica diferença estatisticamente significativa entre as condições pré e pós caminhada ($p < 0,05$). # indica diferença significativa entre o grupo ativo e sedentário ($p < 0,05$).

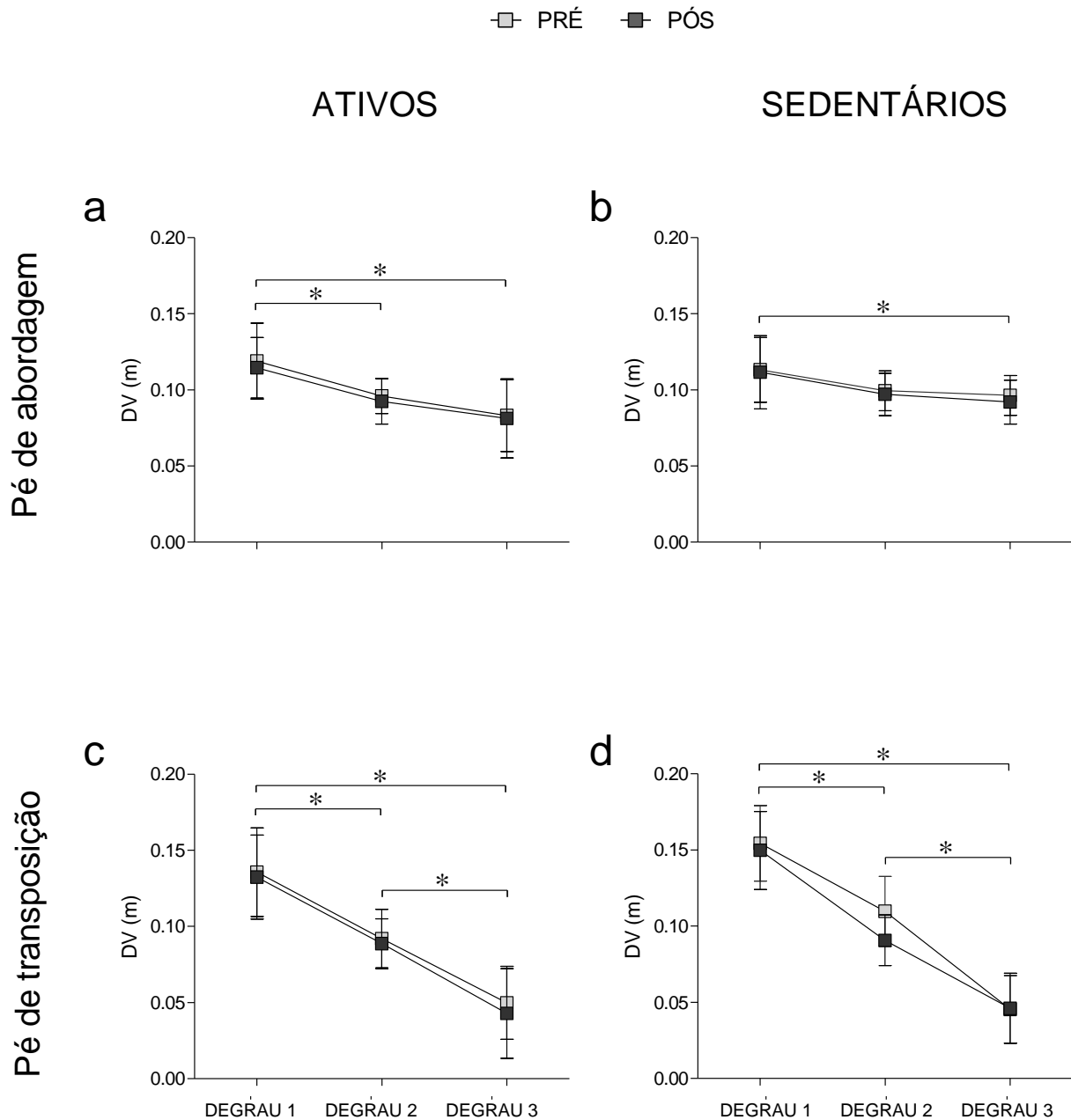


Figura 6 – Comparações das distâncias verticais (DV) entre os degraus para os pés de abordagem e transposição nas condições pré e pós caminhada para os grupos de idosos ativos e sedentários. *indica diferença estatisticamente significativa entre os degraus ($p < 0,05$).

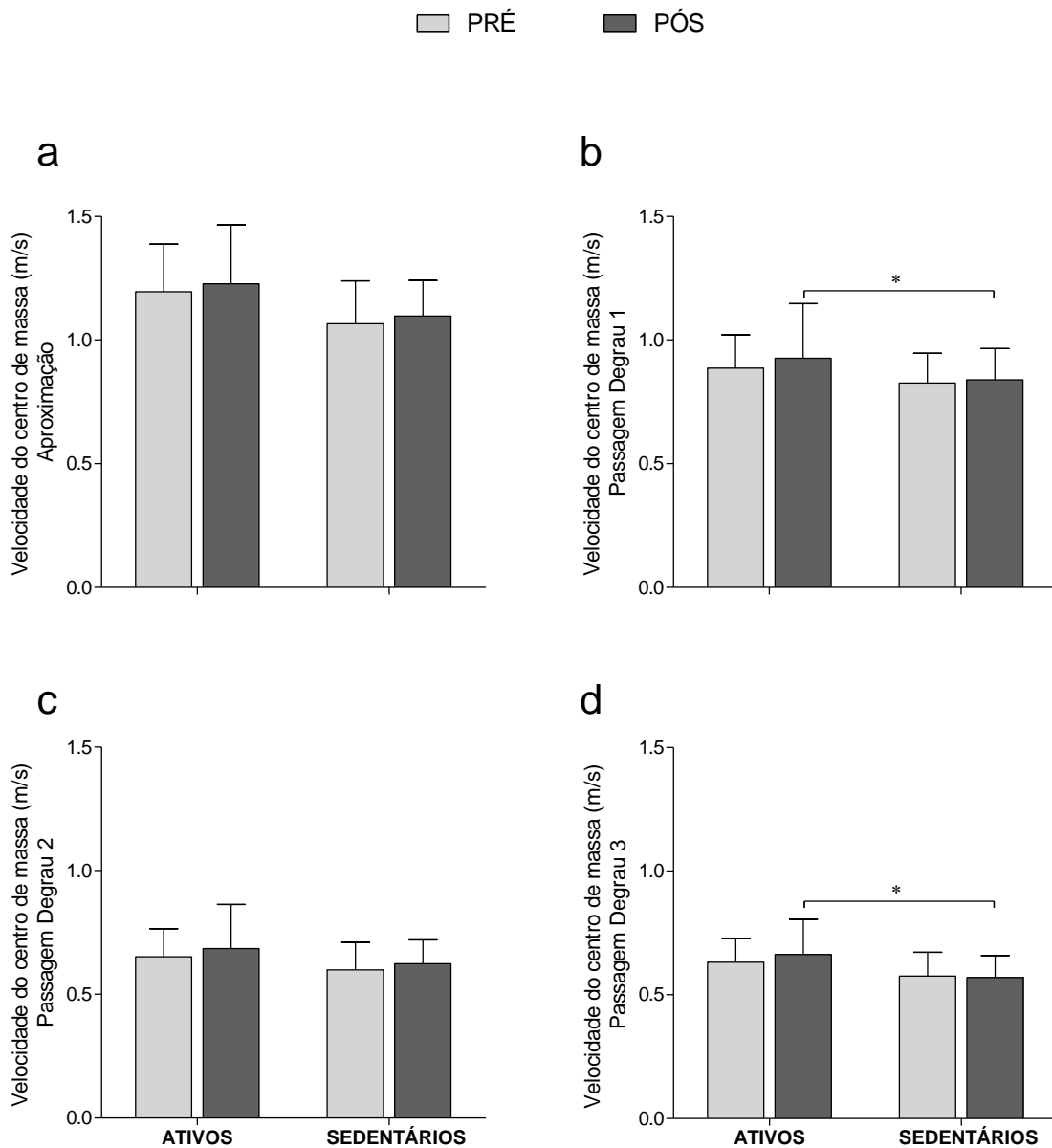


Figura 7 – Velocidade média horizontal do centro de massa durante a aproximação da escada e do momento de passagem em cada degrau, nas condições pré e pós caminhada e nos dois grupos. * indica diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

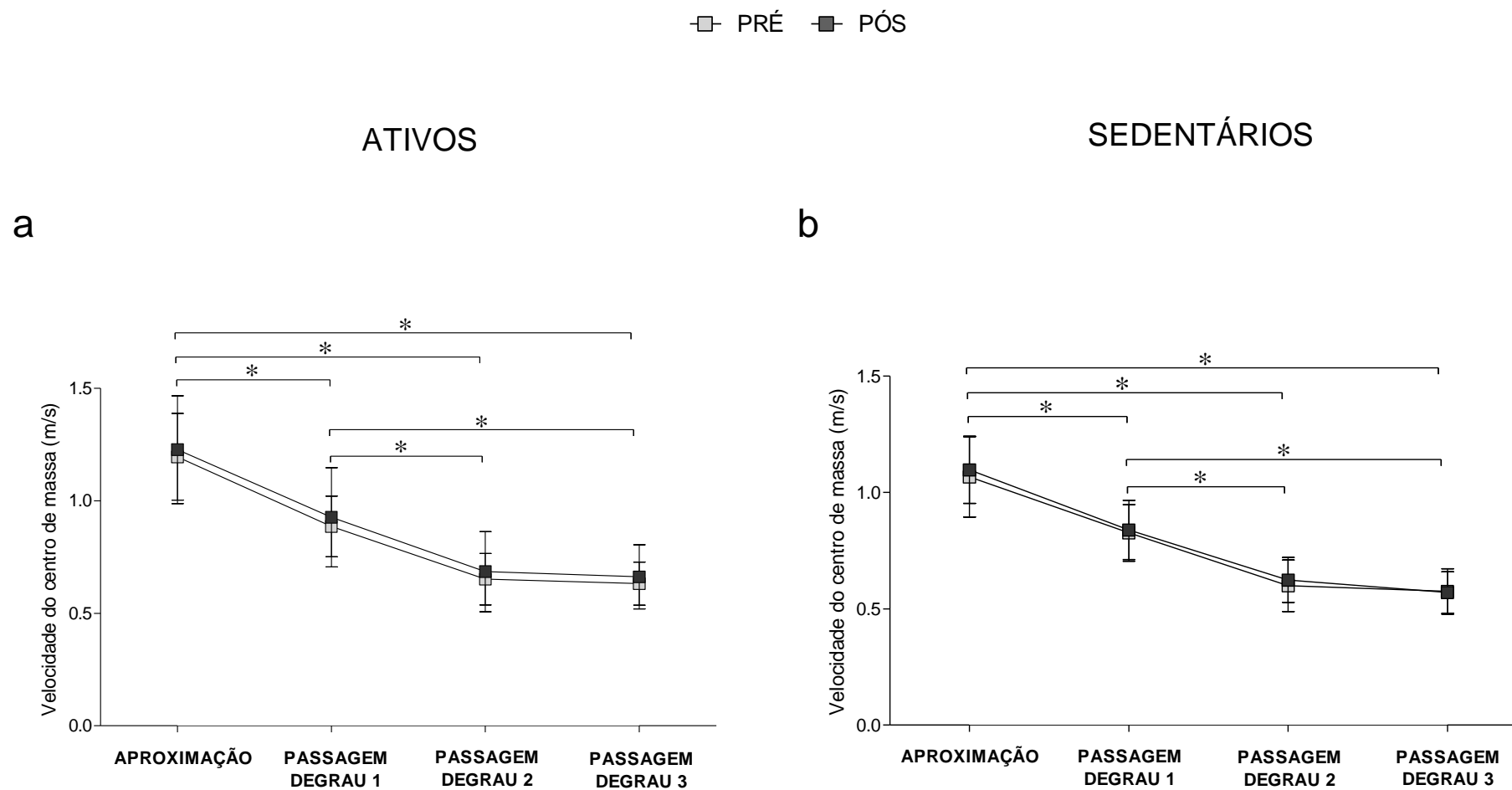


Figura 8 – Comparações da velocidade média horizontal do centro de massa entre as fases de aproximação da escada e os momentos de abordagem em cada degrau. * indica diferença estatisticamente significativa entre as fases ($p < 0,05$).

5 DISCUSSÃO

Neste estudo investigamos o efeito agudo de uma caminhada prolongada, em velocidade preferida, sobre a cinemática da subida de escadas em idosos sedentários e idosos fisicamente ativos. O protocolo foi especialmente desenhado para refletir a realidade de muitos idosos que praticam caminhada. Nossos principais achados sugerem que a caminhada prolongada provoca alterações significativas na cinemática da subida de uma escada e que estas alterações, com base em evidências da literatura, acarretam um maior risco de tropeço e, conseqüentemente, de queda nos idosos.

5.1 Efeitos da caminhada prolongada

A caminhada prolongada acarretou diminuição nas distâncias verticais do pé que transpõe os degraus após a caminhada em idosos sedentários. Partindo do pressuposto de que quanto menor a distância entre o pé e o objeto, maiores as chances de acontecer um tropeço, esse resultado indica maior risco de queda. Os tropeços parecem ser um dos principais fatores associados ao risco de queda durante a marcha de idosos (CAMPBELL et al., 1990; LU et al., 2006; SIQUEIRA et al., 2011). Tal efeito não questiona o benefício crônico do exercício aeróbico sobre a marcha (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; CHOU et al., 2012).

Mesmo estudos que não avaliaram a dinâmica da marcha mostram que efeitos agudos de uma única sessão de exercício podem deteriorar o equilíbrio de idosos (CARLUCCI et al., 2010; KANEKAR; ARUIN, 2014). Essa diminuição na elevação do pé junto ao degrau pode resultar de diminuição na capacidade de produzir força imediatamente após uma sessão de exercícios (BARBIERI et al., 2014). Outro fator que pode estar relacionados com os resultados encontrados é a amplitude de movimento do quadril. O treinamento de alongamento de músculos flexores e extensores de quadril em idosos melhora variáveis importantes da marcha, proporcionando um aumento no comprimento do passo e nos ângulos de flexão e extensão do quadril (WATT et al., 2011).

Baseado em estudos anteriores o risco aumentado de tropeço em escadas logo após a caminhada prolongada é maior em idosos sedentários. Alguns estudos nos ajudam a entender os motivos para estes achados. A realização de uma sessão de exercício prolongado pode acarretar indicadores momentâneos de fadiga neuromuscular em idosos (VESTERGAARD et al., 2009). A diminuição da força e do controle postural imposta pelo exercício, de forma aguda, podem prejudicar a estabilidade e o controle do posicionamento dos membros inferiores (HASSANLOUEI et al., 2012; PAILLARD, 2012) e do movimento padrão da marcha normal em caminhos longos, pela redução do tempo no ciclo da passada (NAJAFI et al., 2009; KO et al., 2010).

Considerando que a marcha normal promove ativação de muitos grupos musculares, é improvável que especificamente ocorra a exaustão de um ou outro músculo, mas sim um desgaste físico generalizado maior nos idosos menos treinados. Por envolver várias articulações e muitos músculos, a possibilidade de uso de sinergias é maior. Por exemplo, quando exercícios de flexão e extensão de joelho foram executados até ocorrer a fadiga muscular em idosos, houve maior recrutamento de outros grupos musculares como flexores do quadril e do tornozelo, como estratégia para manter estabilidade da marcha (GRANACHER et al., 2010). Já quando a fadiga muscular foi induzida em idosos através da caminhada, envolvendo vários grupos musculares, maiores assimetrias nos parâmetros espaço-temporais como a largura do passo e o tempo de duplo apoio foram encontradas (NAGANO et al., 2014). Contudo, é importante lembrar que idosos tem naturalmente menos força no quadríceps comparado à jovens (SCHIMIDT, 2014) e isso pode afetar negativamente a capacidade de posicionar os pés durante a caminhada (GRANACHER et al., 2010). Importante mencionar também que os estudos sempre descrevem movimentos nas condições em que o obstáculo ou degrau foi vencido com sucesso, sendo que tentativas nas quais houve contato com o obstáculo ou degrau, sem ocorrência de uma queda, pode fornecer evidências importantes sobre como a biomecânica da marcha se comporta quando uma condição inesperada acontece.

Nas variáveis analisadas, encontramos pequena ocorrência de assimetrias entre o membro inferior preferido e não preferido dos idosos. Assimetrias entre os membros ainda possuem insipientes evidências associadas a risco na negociação com obstáculos e escadas (NAGANO et al., 2011; ROCHA et al., 2013;

GUADAGNIN, 2014). Avaliar o desempenho de cada uma das pernas ao cruzar um obstáculo ou um degrau é importante, pois cada uma das pernas possui padrões específicos para esses movimentos. Diferenças bilaterais na velocidade do centro de massa, avaliado em cada membro, durante o ciclo da marcha, sugerem uma divisão funcional de tarefas de frenagem e propulsão, entre os membros inferiores, para a maioria das pessoas (POTDEVIN et al., 2008), porém quando realizada em velocidade considerada normal, a assimetria funcional entre os membros parece não se confirmar (SEELEY et al., 2008).

Nesse sentido, um importante resultado do nosso estudo é que o exercício realizado não afetou a negociação com degraus para o pé que inicia a subida em cada degrau, chamado nesse estudo de pé de abordagem, já que as distâncias verticais entre este membro e os degraus da escada foram similares nas condições pré caminhada. No entanto, ao passo que os resultados sugerem que idosos parecem preocupar-se muito com a colocação do pé que vai a frente, mantendo ou aumentando a folga em relação ao obstáculo a ser superado (MUIR et al., 2015), foi na cinemática do segundo pé que ultrapassa o degrau, denominado aqui como pé de transposição, que observamos alterações significantes. O pé de transposição mostrou menor elevação após o exercício de caminhada. Essa menor elevação é considerada um fator de risco para um contato e tropeço com o obstáculo em idosos considerados menos ativos fisicamente (WEERDESTYEN et al., 2008). Um estudo anterior revela que o movimento do membro que vem à frente nem sempre é o mais perigoso, mostrando que o segundo pé a ultrapassar um obstáculo, apresenta mais variabilidade nas elevações, indicando um maior risco de contato entre o pé e o objeto a ser vencido (MUIR et al., 2015). Quando o risco de queda é avaliado em adultos jovens, a segunda perna que ultrapassa um obstáculo no solo sempre apresenta maior número de contatos durante transposição (HEIJNEN et al., 2012). Talvez exista maior preocupação e atenção na passagem do pé pela borda do degrau e menos cuidado durante toda a trajetória de deslocamento entre um degrau e outro, assim como a falta de informação visual sobre o movimento da perna de transposição pode caracterizar uma condição limitante para a elevação suficiente dessa perna.

5.2 Comparação entre idosos sedentários e fisicamente ativos

Idosos sedentários preservaram uma maior elevação do pé de transposição antes da caminhada do que idosos ativos. Isso pode estar ligado ao fato de que, em condições similares, idosos menos treinados fisicamente tentam estabelecer uma maior margem de segurança em relação à um possível tropeço, afastando mais o pé dos degraus (LU et al., 2006). No entanto, uma maior elevação do pé possivelmente exigirá uma flexão maior do quadril e joelho, indo além do que idosos estão acostumados a fazer. Esse esforço para ultrapassar o obstáculo pode gerar sobrecarga nos músculos flexores do quadril, tornando os idosos incapazes de se recuperarem de um possível tropeço (LU et al., 2006). Essa influência da capacidade funcional do quadril em idosos ficou evidente quando após um treinamento de flexibilidade de músculos do quadril. Observou-se a melhora em variáveis espaço-temporais da marcha, proporcionando um aumento na amplitude dos movimentos na marcha (WATT et al., 2011).

Há uma relação da prática regular de atividade física com uma maior eficiência em tarefas funcionais, como ultrapassar obstáculos e subir escadas. Idosos fisicamente ativos apresentam maior agilidade medida pelo teste de *Timed Up & Go* (CHOU et al., 2012), e maior mobilidade funcional, menores déficits no equilíbrio e alterações espaço-temporais na marcha com obstáculos quando comparadas a idosas sedentárias (PADOIN, 2010). Apesar destes achados, a influência do exercício físico regular sobre variáveis da marcha, como velocidade, equilíbrio dinâmico e negociação com obstáculos em idosos ainda não está bem definida na literatura (HOWE et al., 2011; CHOU et al., 2012). O exercício físico está relacionado com melhoras na capacidade de locomoção independente em idosos (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009) e aumento da velocidade de marcha, equilíbrio e desempenho nas atividades diárias (CHOU et al., 2012). Talvez o fato de estarem adaptados à prática regular de exercícios tornou a tarefa de subir escada no nosso estudo fácil de ser cumprida pelos idosos ativos. Apesar de o nível de esforço não ser analisado, percebemos que este grupo foi mais eficiente durante o tempo de caminhada. Idosos fisicamente ativos produziram maior velocidade e percorreram uma maior distância em relação ao grupo sedentário, mantendo a mesma variação do ritmo cardíaco que os sedentários (Apêndice D). Essa eficiência relacionada com

a frequência cardíaca pode interferir em variáveis espaço-temporais da marcha (NAGANO et al., 2014).

Já na comparação entre os dois grupos na condição pós caminhada, idosos sedentários tiveram menor velocidade na marcha durante a subida nos degraus. A velocidade foi menor em momentos cruciais da negociação com a escada, ou seja, quando iniciam e finalizam a subida da escada. Nessa linha de pensamento, sabe-se que idosos com dificuldades de subir e descer escadas apresentam marcha mais lenta nessas fases da negociação (VERGHESE et al., 2008). Dessa forma, os idosos sedentários não conseguiram manter, após o exercício de caminhada, a mesma distância entre o pé e o degrau que apresentavam antes do exercício, aumentando a possibilidade de um contato do pé com a borda do degrau. Parâmetros de velocidade da caminhada e comprimento do passo são reduzidos durante a marcha normal de idosos (GRANACHER et al., 2010) e estas diminuições podem aumentar o risco de tropeços e quedas (UEMURA et al., 2011). Tal situação é especialmente perigosa quando a marcha requer a transposição de obstáculos, como subir ou descer escadas (NOVAK; BROUWER, 2011).

A dificuldade em manter a velocidade da marcha parece ser mais evidente no primeiro degrau, indicando uma dificuldade entre a transição da marcha no plano para a escada, prejudicando a estabilidade. A manutenção da velocidade da marcha é importante para aumentar a estabilidade dinâmica em idosos (HAMACHER et al., 2011), mas essa tarefa parece ser mais difícil para idosos com níveis mais baixos de aptidão funcional (PAULSON; GRAY, 2014). A velocidade de abordagem do primeiro degrau de uma escada com a manutenção do movimento dinâmico pode afetar a negociação, em comparação com o início da subida a partir de uma posição estática (VALLABHAJOSULA et al., 2012). Estas adaptações podem ser explicadas pela diminuição do comprimento do passo de aproximação da escada (LAESSOE; VOIGT, 2013), quando há um aumento no recrutamento muscular dos membros inferiores (CAVANAGH et al., 1997) e mais movimentos laterais do centro de gravidade nas transições entre os degraus (NOVAK; BROUWER, 2011). No entanto, a diminuição da velocidade horizontal do grupo sedentário pode ser uma estratégia para encontrar mais tempo na transição entre os degraus, na tentativa de manter uma distância segura de abordagem. Os tempos de subida e descida da escada são medidas clínicas simples, rápidas e válidas para avaliar o risco de declínio funcional em idosos (OH-PARK et al., 2011). Em nosso estudo ambos os

grupos apresentaram velocidade média maior que 0,5 m/s, sendo considerados com bom estado de saúde (TOOTS et al., 2013).

Neste estudo, os tipos de exercício mais praticados pelos idosos dos dois grupos participantes e relatados como habituais foram a caminhada e ginástica de grupo, porém com regularidades e volumes diferentes. Como resultado, entendemos que o padrão de marcha em escadas de idosos sedentários é diferente do observado para idosos fisicamente ativos.

5.3 Efeito do degrau

À medida que os idosos avançam desde o plano até o final da subida na escada, o risco de tropeço aumenta progressivamente. Isso ocorre independente do efeito agudo da caminhada e do nível de atividade física dos idosos. Ambos os grupos mantiveram resultados semelhantes quando as diferenças entre etapas do trajeto de subida na escada foram comparadas. A redução da velocidade sugere que os idosos levam mais tempo para se deslocar de um ponto para outro. Essa afirmação não corrobora integralmente os nossos resultados, já que apenas em alguns pontos do trajeto de subida na escada idosos sedentários foram mais lentos que os ativos, e ambos os grupos diminuíram a velocidade quando avançaram sobre a escada.

As diminuições nas distâncias verticais ao avançar sobre os degraus da escada podem apresentar um maior risco de tropeço. Voltando a enfatizar que quanto menor distância vertical mínima do pé para objeto, maior o risco de tropeço (BARRETT et al., 2010; BARBIERI et al., 2013; HATTON et al., 2013), nossos resultados sugerem que idosos têm maior risco de tropeçar e cair nos últimos degraus da subida em uma pequena escadaria. Estas menores distâncias verticais podem estar diretamente relacionadas com a colocação do pé de apoio no momento da abordagem ou transposição dos degraus. Analisando o piso dos degraus, precisamos considerar que há uma limitação do espaço para colocação do pé que sustentará o corpo enquanto o outro pé se movimenta, havendo uma restrição sobre um posicionamento individual mais adequado. Estudos apontam para uma forte relação entre a distância horizontal do pé de apoio com o obstáculo e a distância

vertical do pé que o ultrapassa, mostrando que quanto mais próximo o pé de apoio estiver do degrau a ser vencido, menor será a distância vertical encontrada no pé que o transpõe (CHOU; DRAGANICH, 1998; LAMOUREUX et al., 2003). No entanto, as distâncias horizontais do pé de apoio não foram analisadas neste trabalho, e consideramos esta uma das limitações de nosso estudo.

6 CONCLUSÕES

Uma sessão de exercício prolongado de caminhada, em velocidade confortável durante 30 minutos de duração, alterou a cinemática da subida de escadas em idosos sedentários, ao passo que idosos fisicamente ativos conseguem manter um padrão similar tanto antes quanto depois do exercício. A diminuição observada na elevação do pé ao cruzar pelos degraus e na velocidade de marcha após a caminhada em idosos sedentários denota maior risco de tropeço, podendo resultar em uma queda. Tais resultados devem ser levados em consideração nas rotinas de exercício para essa população, especialmente idosos sedentários que iniciam a prática de caminhada como exercício físico.

7 APLICAÇÕES PRÁTICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Com o desenvolvimento deste trabalho conseguimos entender melhor como acontece a locomoção de idosos na subida de escadas logo após uma caminhada prolongada, e que diferenças ocorrem entre idosos sedentários e fisicamente ativos. Percebemos que a prática regular de exercícios físicos proporcionou mais segurança na negociação com a subida de escada logo após uma caminhada prolongada, reiterando a importância da promoção de programas de atividades físicas para esta população. Mesmo que poucas assimetrias entre os membros na marcha tenham sido encontradas, sua associação com riscos de queda em estudos futuros podem ajudar a explicar mais detalhadamente se assimetrias oferecem riscos reais de tropeço em idosos nas mesmas condições propostas neste estudo.

Algumas variáveis adicionais ainda precisam ser investigadas, e representarão a continuação da nossa investigação. Primeiramente, analisaremos variáveis cinemáticas como distâncias horizontais, distâncias mínimas, ângulos entre os segmentos, não somente durante a subida, mas também para o trajeto de descida da escada. Isto pode permitir detalhar quais fases apresentam mais risco para o idoso.

Considerando a existência de um risco agudo para quedas após uma sessão de exercício prolongado de caminhada, torna-se evidente a importância de investigar (1) os efeitos de outros protocolos de exercício e também (2) estratégias para reverter esses riscos agudos. Aqui investigamos o efeito da caminhada, que envolve o recrutamento de um grande número de músculos, mas sabemos que idosos frequentemente praticam treinamento com pesos, caminhada, ginástica aquática e também atividades em grupos. Os riscos que investigamos aqui podem ser pertinentes para a situação pós-exercício em todos esses exemplos de atividades.

Considerando a aplicação prática do conhecimento aqui produzido, podemos considerar que esta pesquisa serve para auxiliar na compreensão dos efeitos agudos do exercício e as características dos trajetos percorridos depois de sua prática podem aumentar o risco de quedas em idosos. Os resultados servem, também, para ressaltar a importância da atuação do profissional de educação física na realidade da vida dos idosos antes, durante e após o exercício.

8 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. **NBR 9050:2004**, 2004.

AGUIAR, J. B. D.; PAREDES, P. F. M.; GURGEL, L. A. Análise da efetividade de um programa de hidroginástica sobre o equilíbrio, o risco de quedas e o IMC de mulheres idosas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.15, n.2, p. 115-119, 2010.

ALCOCK, L.; O'BRIEN, T. D.; VANICEK, N. Biomechanical demands differentiate transitioning vs. continuous stair ascent gait in older women. **Clinical Biomechanics**, v.29, n.1, Jan, p. 111-118, 2014.

BARBIERI, F. A.; DOS SANTOS, P. C.; SIMIELI, L.; ORCIOLI-SILVA, D.; VAN DIEËN, J. H.; GOBBI, L. T. Interactions of age and leg muscle fatigue on unobstructed walking and obstacle crossing. **Gait & posture**, v.39, n.3, Mar, p. 985-90, 2014.

BARBIERI, F. A.; LEE, Y.-J.; GOBBI, L. T. B.; PIJNAPPELS, M.; VAN DIEËN, J. H. The effect of muscle fatigue on the last stride before stepping down a curb. **Gait & Posture**, v.37, n.4, p. 542-546, 2013.

BARRETT, R. S.; MILLS, P. M.; BEGG, R. K. A systematic review of the effect of ageing and falls history on minimum foot clearance characteristics during level walking. **Gait & Posture**, v.32, n.4, Oct, p. 429-35, 2010.

BECK, A. P. A., D. L.; MAURER, S. T.; BENEDETTI, T. R. B.; LOPES, M. A. Fatores Associados Como Quedas Entre Idosos Praticantes de Atividades Físicas. **Contexto Texto - enfermagem**, v.20, n.2, junho, p. 280-286, 2011.

BEGG, R. K.; SPARROW, W. A. Ageing effects on knee and ankle joint angles at key events and phases of the gait cycle. **Journal Medical Engineer Technology**, v.30, n.6, Nov-Dec, p. 382-9, 2006.

BENEDETTI T.B.; MAZO, G. Z. B., M. V. G. Aplicação do questionário internacional de atividades físicas para avaliação do nível de atividades físicas de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v.12, n.1, p. 25-34, 2004.

BENTLEY, J. P.; BROWN, C. J.; MCGWIN, G., JR.; SAWYER, P.; ALLMAN, R. M.; ROTH, D. L. Functional status, life-space mobility, and quality of life: a longitudinal mediation analysis. **Quality of Life Research**, Nov 17, p., 2012.

BENTO, P. C. B.; RODACKI, A. L.; HOMANN, D.; LEITE, N. Exercícios físicos e redução de quedas em idosos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.12, n.6, p. 471-479, 2010.

BERARD, J.; FUNG, J.; LAMONTAGNE, A. Impact of aging on visual reweighting during locomotion. **Clinical Neurophysiology**, v.123, n.7, Jul, p. 1422-8, 2012.

BISSON, E. J.; LAJOIE, Y.; BILODEAU, M. The influence of age and surface compliance on changes in postural control and attention due to ankle neuromuscular fatigue. **Experimental Brain Research**, v.232, n.3, Mar, p. 837-45, 2014.

BOREL, L.; ALESCIO-LAUTIER, B. Posture and cognition in the elderly: interaction and contribution to the rehabilitation strategies. **Clinical Neurophysiology**, v.44, n.1, Jan, p. 95-107, 2014.

BRACH, J. S.; PERERA, S.; STUDENSKI, S.; KATZ, M.; HALL, C.; VERGHESE, J. Meaningful change in measures of gait variability in older adults. **Gait & Posture**, v.31, n.2, Feb, p. 175-9, 2010.

CABELL, L.; PIENKOWSKI, D.; SHAPIRO, R.; JANURA, M. Effect of age and activity level on lower extremity gait dynamics: an introductory study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.6, Jun, p. 1503-10, 2013.

CAMPBELL, A. J.; BORRIE, M. J.; SPEARS, G. F.; JACKSON, S. L.; BROWN, J. S.; FITZGERALD, J. L. Circumstances and consequences of falls experienced by a community population 70 years and over during a prospective study. **Age Ageing**, v.19, n.2, Mar, p. 136-41, 1990.

CARLUCCI, F.; MAZZA, C.; CAPPOZZO, A. Does whole-body vibration training have acute residual effects on postural control ability of elderly women? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.12, Dec, p. 3363-8, 2010.

CAVANAGH, P. R.; MULFINGER, L. M.; OWENS, D. A. How do the elderly negotiate stairs? **Muscle & Nerve**, v.5, p. S52-5, 1997.

CHODZKO-ZAJKO, W. J.; PROCTOR, D. N.; FIATARONE SINGH, M. A.; MINSON, C. T.; NIGG, C. R.; SALEM, G. J.; SKINNER, J. S. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.41, n.7, p. 1510-1530, 2009.

CHOU; HWANG, C. L.; WU, Y. T. Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.93, n.2, Feb, p. 237-44, 2012.

CHOU, L. S.; DRAGANICH, L. F. Placing the trailing foot closer to an obstacle reduces flexion of the hip, knee, and ankle to increase the risk of tripping. **Journal of Biomechanics**, v.31, n.8, Aug, p. 685-91, 1998.

DIEHR, P. H.; THIELKE, S. M.; NEWMAN, A. B.; HIRSCH, C.; TRACY, R. Decline in Health for Older Adults: Five-Year Change in 13 Key Measures of Standardized Health. **Journal of Gerontology. Biological Sciences.**, May 10, p., 2013.

EARHART, G. M. Dynamic control of posture across locomotor tasks. **Movement Disorders**, v.28, n.11, Sep 15, p. 1501-8, 2013.

EIRAS, S. B. S., W. H.; SOUZA, D. L.; VENDRUSCOLO, R. . Fatores de adesão e manutenção da prática de atividade física por parte de idosos. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.31, n.2, março, p. 75-89, 2010.

ELIAS, L. J.; BRYDEN, M. P.; BULMAN-FLEMING, M. B. Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. **Neuropsychologia**, v.36, n.1, Jan, p. 37-43, 1998.

FIGLIOLINO, J. A. M., MORAIS, T B, BERBEL, A M, CORSO, S D. Análise da influência do exercício físico em idosos com relação a equilíbrio, marcha e atividade de vida diária. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v.12, n.2, p. 227-238, 2009.

FOSTER, R. J.; HOTCHKISS, J.; BUCKLEY, J. G.; ELLIOTT, D. B. Safety on stairs: Influence of a tread edge highlighter and its position. **Experimental Gerontology**, v.55, Jul, p. 152-158, 2014.

FRANKLIN, R. C.; BOEHM, J.; KING, J.; NEWITT, R.; GRANT, T.; KURKOWSKI, B.; JOHNSTON, B.; GORDON, R.; LLOYD, J. A framework for the assessment of community exercise programmes: a tool to assist in modifying programmes to help reduce falls risk factors. **Age Ageing**, v.42, n.4, Jul, p. 536-40, 2013.

GRANACHER, U.; WOLF, I.; WEHRLE, A.; BRIDENBAUGH, S.; KRESSIG, R. W. Effects of muscle fatigue on gait characteristics under single and dual-task conditions in young and older adults. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v.7, p. 56, 2010.

GUADAGNIN, E. C. **Biomecânica da Marcha com Obstáculo e Dupla Tarefa em Idosas Sedentárias e Fisicamente Ativas**. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Maria. 2014., 2014.

HAMACHER, D.; SCHEGA, L. Towards the importance of minimum toe clearance in level ground walking in a healthy elderly population. **Gait & Posture**, Jul 28, p., 2014.

HAMACHER, D.; SINGH, N. B.; VAN DIEEN, J. H.; HELLER, M. O.; TAYLOR, W. R. Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: a systematic review. **Journal of the Royal Society**, v.8, n.65, Dec 7, p. 1682-98, 2011.

HASSANLOUEI, H.; ARENDT-NIELSEN, L.; KERSTING, U. G.; FALLA, D. Effect of exercise-induced fatigue on postural control of the knee. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.22, n.3, Jun, p. 342-7, 2012.

HATTON, A. L.; MENANT, J. C.; LORD, S. R.; LO, J. C.; STURNIEKS, D. L. The effect of lower limb muscle fatigue on obstacle negotiation during walking in older adults. **Gait & Posture**, v.37, n.4, Apr, p. 506-10, 2013.

HEIJNEN, M. J.; MUIR, B. C.; RIETDYK, S. Factors leading to obstacle contact during adaptive locomotion. **Experimental Brain Research**, v.223, n.2, Nov, p. 219-31, 2012.

HILL, M. W.; OXFORD, S. W.; DUNCAN, M. J.; PRICE, M. J. The effects of arm crank ergometry, cycle ergometry and treadmill walking on postural sway in healthy older females. **Gait & Posture**, v.41, n.1, Jan, p. 252-7, 2015.

HOWE, T. E.; ROCHESTER, L.; NEIL, F.; SKELTON, D. A.; BALLINGER, C. Exercise for improving balance in older people. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n.11, p. CD004963, 2011.

IBGE. Sinopse do Censo Demográfico 2010. 2012, 2012.

INÁCIO, R. F., EMANUEL PÉRICLES SALVADOR, ALEX ANTONIO FLORINDO. Análise descritiva da prática de atividade física no lazer de idosos residentes em uma região de baixo nível socioeconômico da zona leste de São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v.16, n.2, p. 150-155, 2012.

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

KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Age-related change in sit-to-stand power in Japanese women aged 50 years or older. **Journal Physiology Anthropology**, v.33, n.1, p. 26, 2014.

KANEKAR, N.; ARUIN, A. S. Improvement of anticipatory postural adjustments for balance control: Effect of a single training session. **Journal Electromyography Kinesiology**, Nov 13, p., 2014.

KANG, H. G.; DINGWELL, J. B. Separating the effects of age and walking speed on gait variability. **Gait & Posture**, v.27, n.4, May, p. 572-7, 2008.

KENNIS, E.; VERSCHUEREN, S.; VAN ROIE, E.; THOMIS, M.; LEFEVRE, J.; DELECLUSE, C. Longitudinal impact of aging on muscle quality in middle-aged men. **Age**, v.36, n.4, Aug, p. 9689, 2014.

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. **Archives Physical Medical Rehabilitation**, v.79, n.3, Mar, p. 317-22, 1998.

KO, S. U.; HAUSDORFF, J. M.; FERRUCCI, L. Age-associated differences in the gait pattern changes of older adults during fast-speed and fatigue conditions: results from the Baltimore longitudinal study of ageing. **Age Ageing**, v.39, n.6, Nov, p. 688-94, 2010.

KUNZLER, M. R.; ROCHA, E. S.; BOMBACH, G. D.; NEVES, D.; SANTOS, G. R. S.; CARPES, F. P. Saúde no parque: características de praticantes de caminhada em espaços públicos de lazer. **Saude em Debate**, v.38, p. 646-653, 2014.

KUNZLER, M. R.; VEPO, A.; NEVES, D.; BOMBACH, G. D.; FERNANDES, W. C.; CARPES, F. P. Análise da faixa etária predominante dentre praticantes de caminhada e corrida em espaço público. **Revista Contexto & Saúde**, v.10, p. 653-658, 2011.

LAESOE, U.; VOIGT, M. Step adjustments among young and elderly when walking toward a raised surface. **Aging Clinical and Experimental Research**, v.25, n.3, Jun, p. 299-304, 2013.

LAMOUREUX, E.; SPARROW, W. A.; MURPHY, A.; NEWTON, R. U. The effects of improved strength on obstacle negotiation in community-living older adults. **Gait Posture**, v.17, n.3, Jun, p. 273-83, 2003.

LOVERRO, K. L.; MUESKE, N. M.; HAMEL, K. A. Location of minimum foot clearance on the shoe and with respect to the obstacle changes with locomotor task. **Journal of Biomechanics**, Jun 5, p., 2013.

LU, T. W.; CHEN, H. L.; CHEN, S. C. Comparisons of the lower limb kinematics between young and older adults when crossing obstacles of different heights. **Gait & Posture**, v.23, n.4, Jun, p. 471-9, 2006.

MCGIBBON, C. A. Toward a better understanding of gait changes with age and disablement: neuromuscular adaptation. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.31, n.2, Apr, p. 102-8, 2003.

MOCHIDA, L. Y.; CESAR, G. M.; SANTIAGO, P. R. P.; COSTA, P. H. L. D. Estudo dinâmométrico da marcha de idosas ultrapassando obstáculos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.23, n.1, p. 15-23, 2009.

MONTEIRO, L. Z., FIANI, C R V, FREITAS, M C F, ZANETTI, M L,FOSS, M C. Redução da Pressão Arterial, do IMC e da Glicose após treinamento aeróbico em idosas com diabete tipo 2. **Arquivos Online Sociedade Brasileira de Cardiologia**, v.95, n.5, novembro, p., 2010.

MUIR, B. C.; HADDAD, J. M.; HEIJNEN, M. J.; RIETDYK, S. Proactive gait strategies to mitigate risk of obstacle contact are more prevalent with advancing age. **Gait & Posture**, v.41, n.1, Jan, p. 233-9, 2015.

NAGANO, H.; BEGG, R. K.; SPARROW, W. A.; TAYLOR, S. Ageing and limb dominance effects on foot-ground clearance during treadmill and overground walking. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v.26, n.9, Nov, p. 962-8, 2011.

NAGANO, H.; JAMES, L.; SPARROW, W. A.; BEGG, R. K. Effects of walking-induced fatigue on gait function and tripping risks in older adults. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v.11, p. 155, 2014.

NAJAFI, B.; HELBOSTAD, J. L.; MOE-NILSSEN, R.; ZIJLSTRA, W.; AMINIAN, K. Does walking strategy in older people change as a function of walking distance? **Gait & Posture**, v.29, n.2, Feb, p. 261-6, 2009.

NAM, H. S.; PARK, D. S.; KIM, D. H.; KANG, H. J.; LEE, D. H.; LEE, S. H.; HER, J. G.; WOO, J. H.; CHOI, S. Y. The relationship between muscle fatigue and balance in the elderly. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v.37, n.3, Jun, p. 389-95, 2013.

NOVAK, A. C.; BROUWER, B. Sagittal and frontal lower limb joint moments during stair ascent and descent in young and older adults. **Gait & Posture**, v.33, n.1, Jan, p. 54-60, 2011.

OH-PARK, M.; WANG, C.; VERGHESE, J. Stair negotiation time in community-dwelling older adults: normative values and association with functional decline. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.92, n.12, Dec, p. 2006-11, 2011.

ONU. Organização das Nações Unidas. Relatório do Índice de Desenvolvimento Humano, 2009.

PADOIN, P. G., GONÇALVES, M P, COMARU, T, SILVA, A M V. Análise comparativa entre idosos praticantes de exercício físico e sedentários quanto ao risco de quedas. **O mundo da saúde**, v.34, n.2, p. 158-164, 2010.

PAILLARD, T. Effects of general and local fatigue on postural control: a review. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v.36, n.1, Jan, p. 162-76, 2012.

PAULSON, S.; GRAY, M. Parameters of Gait Among Community-Dwelling Older Adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, Apr 21, p., 2014.

PEREIRA, M.; GONÇALVES, M. Effects of Fatigue Induced by Prolonged Gait When Walking on the Elderly. **Human Movement**, v.12, n.3, p., 2011.

POTDEVIN, F.; GILLET, C.; BARBIER, F.; COELLO, Y.; MORETTO, P. Propulsion and braking in the study of asymmetry in able-bodied men's gaits. **Perceptual and Motor Skills**, v.107, n.3, Dec, p. 849-61, 2008.

RANTANEN, T.; PORTEGIJS, E.; VILJANEN, A.; ERONEN, J.; SAAJANAHO, M.; TSAI, L. T.; KAUPPINEN, M.; PALONEN, E. M.; SIPILA, S.; IWARSSON, S.; RANTAKOKKO, M. Individual and environmental factors underlying life space of older people - study protocol and design of a cohort study on life-space mobility in old age (LISPE). **BMC Public Health**, v.12, p. 1018, 2012.

REID, S. M.; NOVAK, A. C.; BROUWER, B.; COSTIGAN, P. A. Relationship between stair ambulation with and without a handrail and centre of pressure velocities during stair ascent and descent. **Gait & Posture**, v.34, n.4, Oct, p. 529-32, 2011.

RIBEIRO, F.; MOTA, J.; OLIVEIRA, J. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. **European Journal of Applied Physiology**, v.99, n.4, Mar, p. 379-85, 2007.

RIENER, R.; RABUFFETTI, M.; FRIGO, C. Stair ascent and descent at different inclinations. **Gait & Posture**, v.15, n.1, Feb, p. 32-44, 2002.

ROCHA, E. S.; MACHADO, Á. S.; FRANCO, P. S.; GUADAGNIN, E. C.; CARPES, F. P. Gait asymmetry during dual-task obstacle crossing in the young and elderly. **Human Movement**, v.14, n.2, p. 138-143, 2013.

RODACKI, A. L.; SOUZA, R. M.; UGRINOWITSCH, C.; CRISTOPOLISKI, F.; FOWLER, N. E. Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women. **Manual Therapy**, v.14, n.2, Apr, p. 167-72, 2009.

SAMUEL, D.; ROWE, P.; HOOD, V.; NICOL, A. The biomechanical functional demand placed on knee and hip muscles of older adults during stair ascent and descent. **Gait & Posture**, v.34, n.2, Jun, p. 239-44, 2011.

SCHIMIDT, H. L. M., ÁLVARO S.; VAZ, MARCO A.; CARPES, FELIPE P. Isometric muscle force, rate of force development and knee extensor neuromuscular efficiency asymmetries at different age groups. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**, v.16, n.3, p., 2014.

SEELEY, M. K.; UMBERGER, B. R.; SHAPIRO, R. A test of the functional asymmetry hypothesis in walking. **Gait & Posture**, v.28, n.1, Jul, p. 24-8, 2008.

SIQUEIRA, F. V.; FACCHINI, L. A.; SILVEIRA, D. S.; PICCINI, R. X.; TOMASI, E.; THUME, E.; SILVA, S. M.; DILELIO, A. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. **Cadernos de Saúde Pública**, v.27, n.9, Sep, p. 1819-26, 2011.

STASZKIEWICZ, R.; RUCHLEWICZ, T.; FORCZEK, W.; LASKA, J. The impact of changes in gait speed and step frequency on the extent of the center of mass displacements. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**, v.12, n.3, p. 13-20, 2010.

TARTARISCO, G.; BILLECI, L.; RICCI, G.; VOLPI, L.; PIOGGIA, G.; SICILIANO, G. A personal monitoring architecture to detect muscular fatigue in elderly. **Neuromuscular Disorders**, v.22 Suppl 3, Dec, p. S192-7, 2012.

TOOTS, A.; ROSENDAHL, E.; LUNDIN-OLSSON, L.; NORDSTROM, P.; GUSTAFSON, Y.; LITTBRAND, H. Usual gait speed independently predicts mortality in very old people: a population-based study. **J Am Med Dir Assoc**, v.14, n.7, Jul, p. 529 e1-6, 2013.

UEMURA, K.; YAMADA, M.; NAGAI, K.; ICHIHASHI, N. Older adults at high risk of falling need more time for anticipatory postural adjustment in the precrossing phase of obstacle negotiation. **Journals of Gerontology. Biological Sciences and Medical Sciences**, v.66, n.8, Aug, p. 904-9, 2011.

VALLABHAJOSULA, S.; YENTES, J. M.; MOMCILOVIC, M.; BLANKE, D. J.; STERGIOU, N. Do lower-extremity joint dynamics change when stair negotiation is initiated with a self-selected comfortable gait speed? **Gait & Posture**, v.35, n.2, Feb, p. 203-8, 2012.

VERGHESE, J.; WANG, C.; XUE, X.; HOLTZER, R. Self-reported difficulty in climbing up or down stairs in nondisabled elderly. **American Society of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.89, n.1, Jan, p. 100-4, 2008.

VESTERGAARD, S.; NAYFIELD, S. G.; PATEL, K. V.; ELDADAH, B.; CESARI, M.; FERRUCCI, L.; CERESINI, G.; GURALNIK, J. M. Fatigue in a representative population of older persons and its association with functional impairment, functional limitation, and disability. **Journals of Gerontology. Biological Sciences and Medical Sciences**, v.64, n.1, Jan, p. 76-82, 2009.

WATT, J. R.; JACKSON, K.; FRANZ, J. R.; DICHARRY, J.; EVANS, J.; KERRIGAN, D. C. Effect of a supervised hip flexor stretching program on gait in elderly individuals. **Physical Medicine and Rehabilitation**, v.3, n.4, Apr, p. 324-9, 2011.

WEERDESTEYN, V.; NIENHUIS, B.; DUYSSENS, J. Exercise training can improve spatial characteristics of time-critical obstacle avoidance in elderly people. **Human Movement Science**, v.27, n.5, Oct, p. 738-48, 2008.

ANEXOS

Anexo A: Questionário internacional de Atividade Física – IPAQ

Participante Nº:

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- 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

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**? horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**): dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**? horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração. Dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**? horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre (deixa livre ou lazer. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV, jogando vídeo game, bate-papo na internet e uso do computador para jogar e estudar. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? _____

horas _____ minutos

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não



CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

1. INATIVO: aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

2. IRREGULARMENTE ATIVO: aquele que realiza atividade física, porém, de forma insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa).

3. ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão; ou

MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão; ou

Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

4. MUITO ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

VIGOROSA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão ou

VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + MODERADA ou CAMINHADA:

≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão.

Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Inativo
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração

Sugerimos uma forma de classificação adicional reduzindo para dois grupos. Aqueles que alcançam e não alcançam a recomendação, muito utilizada em estudos de Cálculo de Risco.

Os grupos com a classificação Inativo e Irregularmente Ativo denominam-se SEDENTÁRIO ou Insuficientemente ativo.

Os grupos classificados como Ativo e Muito Ativo recebem o conceito de suficientemente ativos, aqueles que alcançam a recomendação de ≥ 150 minutos e ≥ 5 dias na semana.

Anexo B: Inventário revisado de Waterloo

Participante Nº:

INVENTÁRIO REVISADO DE WATERLOO					
<p>Instruções: responda cada uma das seguintes questões da melhor forma possível. Se você sempre usa um pé para realizar a atividade descrita, circule Ds ou Es (para direito sempre ou esquerdo sempre). Se você usualmente usa um pé, circule Du ou Eu, conforme apropriado. Se você usa ambos os pés com a mesma frequência, circule Ig. Por favor, não simplesmente circule uma resposta para todas as questões, mas se imagine realizando cada atividade, e então marque a resposta apropriada. Se necessário, pare e simule a atividade.</p>					
1.Qual pé você usaria para chutar uma bola que está parada à sua frente e alinhada com um alvo também à sua frente?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
2.Se você tivesse que parar em um pé só, com qual deles seria?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
3.Qual pé você usaria para mexer(desenhar ou aplanar) na areia da praia?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
4.Se você tivesse que subir em cima de uma cadeira, qual pé você colocaria primeiro na cadeira?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
5.Qual pé você usaria para matar um inseto se movendo rapidamente no chão?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
6.Se você tivesse que se equilibrar em um pé sobre um trilho de trem, qual pé você usaria?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
7.Se você quisesse apanhar uma bola de gude com seus dedos do pé, qual pé você usaria?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
8.Se você tivesse que saltar em um pé só, qual pé você usaria?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
9.Qual pé você usaria para ajudar a enterrar uma pá no solo?	Es	Eu	Ig	Du	Ds
10.Quando em pé, em postura relaxada, as pessoas inicialmente colocam a maior parte do	Es	Eu	Ig	Du	Ds

peso sobre um pé, deixando a outra perna ligeiramente flexionada. Em qual pé você coloca a maior parte do seu peso primeiro?					
11.Há alguma razão (lesão, por exemplo) pela qual você mudou sua preferência de pé para qualquer das atividades acima?	Sim		Não		
12.Você já realizou treinamento especial ou encorajamento para usar um pé em particular para realizar alguma dessas atividades?	Sim		Não		
13.Se você respondeu SIM para a questão 11 e/ou 12, por favor explique:					

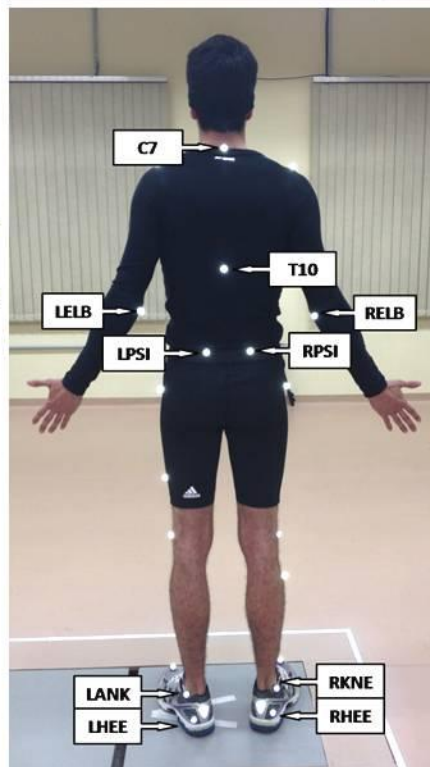
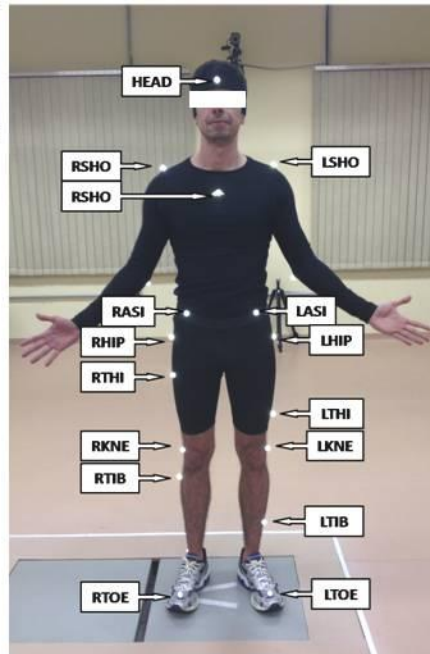
Anexo C: Posicionamento dos marcadores reflexivos, Plug-In Gait Lower Body Modelling–Vicon, com marcadores extras – vista anterior e vista posterior

Plug-In Gait Lower Body Modelling - Vicon

Iliac previous Left - **LASI**
 Iliac previous Right - **RASI**
 Iliac posterior left - **LPSI**
 Iliac posterior Right – **RPSI**
 Left thigh - **LTHI**
 Left knee - **LKNE**
 Left tibia - **LTIB**
 Left ankle - **LANK**
 Left heel - **LHEE**
 Left toe – **LTOE**
 Right thigh - **RTHI**
 Right knee - **RKNE**
 Right tibia - **RTIB**
 Right ankle - **RANK**
 Right heel - **RHEE**
 Right toe - **RTOE**

Marcadores extras

Head - **HEAD**
 Left shoulder - **LSHO**
 Left elbow - **LELB**
 Right Shoulder - **RSHO**
 Right elbow - **RELB**
 Cervical - **C7**
 Chest-**T10**
 Sternum - **STERN**
 Left hip - **LHIP**
 Right hip - **RHIP**



APÊNDICES

Apêndice A: Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada – Campus Uruguiana

Esse termo de consentimento, cuja cópia lhe foi entregue, é apenas parte de um processo de consentimento informado de um projeto de pesquisa do qual você está sendo convidado a participar. Este termo deve lhe dar uma ideia básica do que se trata o projeto, e o que sua participação envolverá. Se você quiser mais detalhes sobre algo mencionado aqui, ou informação não incluída aqui, sinta-se livre para solicitar. Por favor, leia atentamente esse termo, a fim de que você tenha entendido plenamente o objetivo desse projeto, e o seu envolvimento nesse estudo como sujeito participante. O investigador tem o direito de encerrar o seu envolvimento nesse estudo, caso isso se faça necessário, se você não estiver apto a realizar as atividades no momento da avaliação, ou se a comunicação entre o pesquisador e você se torne ineficaz. De igual forma, você pode retirar o seu consentimento em participar no mesmo a qualquer momento se assim o desejar.

O projeto de pesquisa: “Efeito do exercício físico prolongado sobre a cinemática da marcha de idosos: avaliação da negociação com obstáculos e escadas”, o convida para participar deste estudo, que será realizado pelo Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada (GNAP) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Sua participação envolve a visita ao laboratório de neuromecânica da UNIPAMPA durante 1 hora e 30 minutos, em um dia e horário de sua disponibilidade, quando será feita uma avaliação de movimento durante a caminhada no solo com pequenos obstáculos e em uma escada com três degraus regulares, usando calçados. Também será realizado uma caminhada de 30 minutos em uma esteira ergométria apropriada.

O projeto de pesquisa tem como objetivo investigar o efeito do exercício físico prolongado sobre a marcha de idosos em negociação com obstáculos e escadas, em atividades que envolvem caminhada. Os efeitos do envelhecimento podem aumentar o risco de quedas, que contribuem negativamente para a mobilidade, diminuindo sua expectativa de vida. A locomoção em idosos pode sofrer o efeito do cansaço após uma atividade física mais prolongada e acarretar risco de quedas, como por exemplo, quando andando em terrenos irregulares (exemplo, calçadas e degraus). Na visita ao laboratório serão realizadas medidas antropométricas (exemplo, o comprimento de sua perna, a largura de seu joelho, etc) e da descrição do movimento durante a caminhada, com a realização de diferentes situações por um trajeto de 6 metros, assim como será feita uma análise do exercício praticado na esteira. Essas medidas de movimento envolvem a análise que seu corpo faz no espaço onde irá caminhar. Para medir isso, você caminhará sobre o solo, onde distantes da sua volta, estarão câmeras infravermelhas que captarão a imagem do seu movimento em um computador. Estas câmeras não provocam nenhum desconforto físico. No trajeto da caminhada serão colocados supostos obstáculos, feitos de espuma, e marcado no chão, com fita adesiva colorida e também uma pequena escada de madeira, com três degraus, larga e com corrimãos laterais para sua segurança. A caminhada em esteira terá 30 minutos de duração, em ritmo confortável de acordo com a sua preferência, podendo ser interrompida a qualquer momento, onde sua frequência cardíaca estará sendo controlada. Todos os participantes do estudo terão completa assistência pelos pesquisadores durante a realização do projeto no intuito de minimizar quaisquer riscos a sua saúde física, mental ou social. Nesse sentido, durante as tarefas de caminhada, você será recomendado a relatar qualquer desconforto que possa sentir, ou qualquer mal-estar que possa experimentar. As avaliações são individuais, logo não há risco de constrangimentos frente a outros participantes (muito embora, os protocolos não estejam ligados a qualquer tipo de constrangimento). Dentre os riscos possíveis, estão leve cansaço após a caminhada na esteira e risco pequeno de tropeço durante a ultrapassagem dos obstáculos (portanto, o obstáculo é de espuma, para caso o contato com ele aconteça, ele não causará perda de seu equilíbrio e nem mesmo vai te machucar). Riscos de cortes nos pés estão descartados, pois os instrumentos utilizados são polidos e não apresentam qualquer irregularidade em sua superfície que possam causar arranhões ou cortes. Aqueles que, mesmo assinando o TCLE e agendando a avaliação, no momento das tarefas de caminhada, sentirem-se inseguros quanto a avaliação, poderão retirar seu consentimento de participação. Se aceitar participar você poderá esclarecer qualquer tipo de dúvida a qualquer momento com o pesquisador responsável. O principal benefício em sua participação voluntária será o recebimento dos resultados dos testes, que serão gratuitos, e irão fornecer importantes informações sobre seu padrão de caminhada na passagem

sobre obstáculos do solo e locomoção em escadas, já que estas ferramentas de avaliação não estão disponíveis na grande maioria das instituições públicas de saúde. Indiretamente, você estará contribuindo para aumentar o conhecimento no tema e promover técnicas de treinamento e prevenção de tropeços e quedas durante a caminhada. Todas as informações obtidas como parte desse estudo permanecerão confidenciais e sua identidade não será revelada. As únicas pessoas com acesso aos seus resultados pessoais serão os investigadores envolvidos nesse estudo, que manterão os dados à sua disposição durante cinco anos. Qualquer documento publicado apresentando os resultados desse estudo não identificará os participantes. Para confirmar sua participação, assine as duas vias deste termo, sendo que uma permanecerá em seu poder e outra ficará com o pesquisador responsável pelo projeto.

Os horários podem ser agendados por telefone, e-mail ou pessoalmente, sendo possível a disponibilidade de carona para ir ao campus e também para retornar, bastando combinar com os pesquisadores o dia, horário e o endereço.

Eu _____ estou ciente das informações acima e concordo em participar do projeto de pesquisa: **Efeito do exercício físico prolongado sobre a cinemática da marcha de idosos: avaliação da negociação com obstáculos e escadas**, por livre e espontânea vontade.

Caso deseje maiores informações contate: Felipe P Carpes (Fone –(55) 96612010 – felipecarpes@gmail.com).

Caso deseje contatar o CEP/Unipampa: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Pampa (Fone – (55) 3413 4321, Ramal: 2289 - cep@unipampa.edu.br.) O CEP/Unipampa fica no Prédio Administrativo da Unipampa – Campus Uruguiana, sala 23.

As ligações para os telefones de contato podem ser feitas a cobrar.

Assinatura Participante ou responsável Assinatura Pesquisador

Nome por extenso Nome por extenso

Data: ___/___/___

Apêndice B: Ficha de anamnese

Participante nº: _____

Nome: _____

Idade: _____ Data Nascimento: _____ Sexo: _____

Profissão: _____ Aposentado: () sim () não

Endereço: _____

Telefone: _____

Você sente dor em alguma parte do corpo? () Sim () Não

Qual(is)? _____

Com que frequência? _____

Você possui algum problema muscular, ósseo ou articular? () Sim () Não

Qual(is)? _____

Você possui alguma doença? () Sim () Não

Qual(is)? _____

Você está tomando algum medicamento? () Sim () Não

Qual(is)? Para que? _____

Hoje você tomou todos os medicamentos corretamente? () Sim () Não

É fumante? () Sim () Não Quantidade de cigarros por dia: _____

Você sofreu queda no último ano? () Sim () Não Quantas? _____

Qual(is) foi(foram) o(s) motivo(s) que levaram às mesmas? _____

Alguma delas resultou em lesão/fratura? () Sim () Não Qual(is)? _____

PA repouso: _____ FC Repouso: _____

Apêndice C: Exercícios praticados pelos idosos

Frequência semanal e duração dos exercícios praticados pelos idosos sedentários e ativos incluídos neste estudo.

Participantes	Idosos insuficientemente ativos (sedentários)							Somatório total de tempo (minutos)
	Caminhada		Atividades moderadas		Atividades vigorosas		Total de sessões	
	Frequência	Duração (minutos)	Frequência	Duração (minutos)	Frequência	Duração (minutos)		
1	1	50	0	0	0	0	1	50
2	1	20	0	0	0	0	1	20
3	1	20	6	10	0	0	7	30
4	3	30	0	0	0	0	3	90
5	2	40	1	20	0	0	3	100
6	0	0	2	10	0	0	2	20
7	2	20	1	15	0	0	3	55
8	2	20	0	0	0	0	2	40
9	2	15	0	0	0	0	2	30
10	2	20	0	0	0	0	2	40
11	2	10	0	0	0	0	2	20
12	2	10	0	0	0	0	2	20
13	0	0	2	20	0	0	2	40
14	5	20	1	20	0	0	7	100
15	3	30	2	10	0	0	5	110

Participantes	Idosos ativos							
	Caminhada		Atividades moderadas		Atividades vigorosas		Total de sessões	Somatório total de tempo (minutos)
	Frequência	Duração (minutos)	Frequência	Duração (minutos)	Frequência	Duração (minutos)		
1	5	20	5	40	2	60	12	420
2	5	20	5	40	3	60	13	480
3	3	30	2	30	1	10	5	160
4	5	30	7	20	0	0	12	290
5	5	60	0	0	0	0	5	300
6	3	60	1	15	0	0	4	195
7	5	60	0	0	0	0	5	300
8	4	20	1	40	4	40	9	280
9	3	40	2	20	0	0	3	160
10	4	30	2	20	0	0	6	160
11	5	40	2	60	0	0	7	320
12	5	20	2	30	0	0	7	160
13	5	30	2	20	0	0	4	170
14	3	30	2	45	0	0	5	180
15	4	40	2	10	0	0	6	180

Apêndice D: Variáveis descritivas

Os participantes dos dois grupos foram observados quanto à velocidade média preferida na caminhada em esteira ergométrica, distância percorrida, números de passos, e frequência cardíaca (FC) durante o protocolo de caminhada durante 30 minutos. Esse processo teve o objetivo de descrever características da marcha prolongada de idosos ativos e sedentários. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos quanto ao número de passos [$t_{(28)}=-,256;p=,800$], e quanto à FC inicial [$t_{(28)}=-,820;p=,419$], e FC final [$t_{(28)}=-,669;p=,509$]. No entanto, diferenças significativas foram encontradas quanto a velocidade média preferida [$t_{(28)}=3,485;p=,002$] e distância percorrida [$t_{(28)}=2,868;p=,008$]. Comparações foram realizadas utilizando teste t para amostras independentes, com um pacote estatístico comercial (SPSS Inc. versão 20.0, Chicago IL, EUA) e considerando um nível de significância de 0,05.

Variável (médias)	Grupo Ativo	Grupo Sedentário
Velocidade preferida (km/h)	4,53 ± 0,63	3,61 ± 0,76
Distância percorrida (m)	2330,07 ± 721,77	1705,67 ± 436,11
Número de passos (Un)	3009,67 ± 861,07	2942,87 ± 531,84
Comprimento do passo (cm)	65,93 ± 9,24	55,83 ± 8,16
Variação do comprimento do passo (%)	20,43 ± 4,48	22,37 ± 2,69
Variação da frequência cardíaca		
Início(bpm)	77,07 ± 9,71	80,87 ± 15,09
Fim (bpm)	100,27 ± 13,59	104,13 ± 17,79

Apêndice E: Tabela com valores médios de cada variável

Variável	Ativos				Sedentários			
	Pré exercício		Pós exercício		Pré exercício		Pós exercício	
	<i>P</i>	<i>NP</i>	<i>P</i>	<i>NP</i>	<i>P</i>	<i>NP</i>	<i>P</i>	<i>NP</i>
DV hálux-degrau1 – pé de abordagem (m)	0,12 ± 0,03	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02
DV hálux-degrau1 – pé de transposição (m)	0,14 ± 0,03	0,14 ± 0,03	0,13 ± 0,03	0,14 ± 0,03	0,15 ± 0,03	0,15 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,15 ± 0,02
DV hálux-degrau2 – pé de abordagem (m)	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,01
DV hálux-degrau2 – pé de transposição (m)	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,03
DV hálux-degrau3 – pé de abordagem (m)	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,02
DV hálux-degrau3 – pé de transposição (m)	0,05 ± 0,02	0,06 ± 0,03	0,04 ± 0,03	0,05 ± 0,03	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,02
Velocidade do centro de massa - aproximação (m/s)	1,18 ± 0,18		1,22 ± 0,22		1,07 ± 0,16		1,09 ± 0,16	
Velocidade do centro de massa passagem degrau 1(m/s)	0,88 ± 0,12		0,91 ± 0,20		0,82 ± 0,13		0,84 ± 0,13	
Velocidade do centro de massa passagem degrau 2 (m/s)	0,66± 0,11		0,66± 0,16		0,61± 0,10		0,63 ± 0,10	
Velocidade do centro de massa passagem degrau 3 (m/s)	0,63 ± 0,10		0,63 ± 0,12		0,58± 0,09		0,58± 0,09	