**Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto**

2020

A influência do envelhecimento nas variáveis espaciais e temporais da marcha e a capacidade de adaptação da marcha sob estímulo visual em idosos de 60 a 102 anos.

Paola Errera Magnani

Tese

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

PAOLA ERRERA MAGNANI

A influência do envelhecimento nas variáveis espaciais e temporais da marcha e a capacidade de adaptação da marcha sob estímulo visual em idosos de 60 a 102 anos.

Ribeirão Preto

2020

PAOLA ERRERA MAGNANI

A influência do envelhecimento nas variáveis espaciais e temporais da marcha e a capacidade de adaptação da marcha sob estímulo visual em idosos de 60 a 102 anos.

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutora em
Reabilitação e Ciência da Saúde

Programa de Pós-graduação em Reabilitação e
desempenho Funcional

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Cristina
Carvalho de Abreu

Ribeirão Preto

2020

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

Magnani, Paola Errera

A influência do envelhecimento nas variáveis espaciais e temporais da marcha e a capacidade de adaptação da marcha sob estímulo visual em idosos de 60 a 102 anos./ Paola Errera Magnani; orientadora, Daniela Cristina Carvalho de Abreu. - 2020.

79f :4il

Tese (Doutorado em Reabilitação e Ciência da Saúde) – Programa de Pós-graduação em Reabilitação e desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Versão original

1. Velocidade da marcha. 2. Cadência 3. Comprimento do passo 4. Muito idoso. 5. Idade fisiológica. 6. Idade cronológica &. Travessia de rua

Nome: MAGNANI, Paola Errera

Título: A influência do envelhecimento nas variáveis espaciais e temporais da marcha e a capacidade de adaptação da marcha sob estímulo visual em idosos de 60 a 102 anos

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutora em
Reabilitação e Ciência da Saúde

Área de concentração: Fisioterapia

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

*Aos meus pais Pedro e Luzia e ao meu irmão
Lucas, que são minha base e meus maiores
incentivadores. Com amor e gratidão.*

Agradecimientos

Primeiramente, agradeço à Deus por me dar essa oportunidade única de aumentar meus conhecimentos e por me iluminar nessa caminhada;

Agradeço de coração aos meus pais e irmão, que nunca mediram esforços para me ajudar e me apoiar, em especial à minha mãe, que além do apoio me ajudou no recrutamento de voluntários, organização das fichas e dados dos idosos, sem ela eu não conseguiria realizar essa pesquisa, agradeço também às minhas tias Clarice e Lucélia e meu companheiro peludinho de todas as horas, Kiko;

À minha orientadora, Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, por toda paciência dedicação, ensinamentos e exemplo de uma excelente profissional;

À minha melhor amiga Denise, que estive sempre caminhando ao meu lado, me ajudando e apoiando em todos os momentos;

Ao meu namorado André, que mesmo distante conseguiu me apoiar, incentivar e me ajudar nessa reta final do doutorado.

Aos amigos do laboratório, pela parceria, trabalho e risadas, mas queria agradecer especialmente minhas alunas de iniciação científica, a Jaqueline e o Renato, que me ajudaram em diversas fases dessa pesquisa e nunca me deixaram na mão;

Aos voluntários, que foram essenciais para essa pesquisa e me fizeram amar cada vez mais a gerontologia, em especial aos idosos centenários que conseguiram ampliar minha visão com relação ao envelhecimento e a capacidade de se envelhecer de forma bem-sucedida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – 2012/01770-1).

Resumo

RESUMO

MAGNANI, Paola Errera. **A influência do envelhecimento nas variáveis espaciais e temporais da marcha e a capacidade de adaptação da marcha sob estímulo visual em idosos de 60 a 102 anos.** 2020. 79f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Com o aumento da expectativa de vida, é importante entender a influência do envelhecimento na marcha, uma vez que esta atividade está relacionada à independência do idoso e pode ajudar no desenvolvimento de estratégias de saúde que incentivem o envelhecimento bem-sucedido em todas as fases deste processo. Os idosos de diferentes idades são submetidos a vários estímulos visuais enquanto andam pelas ruas em suas atividades diárias, o que pode afetar sua marcha de maneira prejudicial ou benéfica. Objetivos: Comparar parâmetros da marcha com velocidades usuais e rápidas, identificar quais das variáveis são melhores para identificar diferenças entre os diferentes grupos etários. Comparar estratégias de adaptação durante a marcha associadas a dupla tarefa relacionadas às atividades rotineiras, a fim de identificar a influência do estímulo visual sobre esses parâmetros em idosos independentes e autônomos durante todo o processo de envelhecimento (60 a 102 anos) Métodos: Tratam-se de dois estudos observacionais, transversais, desenvolvido na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Foram avaliados 200 idosos com idade entre 60 e 102 anos. Em ambos os estudos a amostra foi dividida em faixas etárias. A marcha foi avaliada nas seguintes situações: 1) marcha habitual (MH) 2) marcha rápida 3) marcha com estimulação visual (MEV) fornecida por um semáforo de pedestres e 3) MEV associada a uma tarefa cognitiva (MEV-C) O equipamento GAITRite Platinum foi utilizado para avaliar as variáveis da marcha. Os dados são reportados como média e desvio padrão, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Resultados: A comparação entre os grupos tanto na marcha habitual quanto na marcha rápida revelou diferença significativa em todas as variáveis demonstrando que nessas avaliações foram possíveis observar a influência do envelhecimento nos parâmetros de marcha. Além disso, pode-se observar que variáveis como velocidade da marcha e comprimento do passo apresentaram maiores tamanhos de efeito na comparação intergrupos (marcha usual: 0,48 e 0,47; marcha rápida: 0,36 e 0,40; respectivamente), possivelmente mostrando que essas variáveis podem detectar melhor as mudanças observadas com o aumento da idade. Para aumentar a velocidade da marcha, idosos de 60 a 89 anos utilizaram estratégias de aumento da duração e cadência do passo, enquanto indivíduos com mais de 90 anos utilizaram apenas estratégias de aumento da cadência. Pode-

se observar que os parâmetros da marcha (velocidade da marcha, cadência e comprimento do passo) melhoram na condição MEV em comparação à MH. Além disso, a comparação da MEV e MEV-C revelaram uma diminuição na velocidade da marcha em todas as faixas etárias quando a tarefa cognitiva foi adicionada, embora essa redução tenha sido mais acentuada em indivíduos com mais de 70 anos. Conclusão: Existem diferenças no desempenho da marcha de idosos de diferentes faixas etárias nas velocidades habituais e rápidas da marcha, o que é mais evidente em relação às variáveis velocidade da marcha e comprimento do passo. Recomendamos o uso da marcha habitual para a identificação dos efeitos do envelhecimento, pois, além de apresentar valores de tamanho de efeito mais altos, é mais confortável e requer menos esforço dos idosos. Os adultos mais velhos são capazes de alterar seus parâmetros da marcha de maneira benéfica quando recebem um estímulo visual e a dupla tarefa cognitiva parece prejudicar a marcha, sendo mais evidente em adultos com mais de 70 anos. Nas situações em que ocorre o estímulo visual, os idosos utilizam diferentes estratégias de acordo com a faixa etária, fato que mostra a importância de uma avaliação específica, sempre levando em consideração a faixa etária, para manter a máxima funcionalidade, permitindo assim uma melhor socialização.

Palavras-chave: idade cronológica, velocidade da marcha, idade fisiológica, idoso mais velho comprimento do passo, cadência, envelhecimento

Abstract

ABSTRACT

MAGNANI, Paola Errera. The influence of aging on spatial and temporal gait variables at habitual and fast speeds and the ability to adapt gait under visual stimulation in the older adults aged 60 to 102 years. 2020. 79f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

With the increase in life expectancy, the understanding of the influence of aging on gait is important since this daily activity is related to the independence of older adults, and also because such understanding may be of help for the development of health strategies that will encourage successful aging in all phases of this process. Older people of different ages are submitted to various visual stimuli while they walk on the street in their daily activities, a fact that may affect their gait in a harmful or beneficial manner. Objectives: To compare gait parameters of usual and rapid speed and to determine which variables are better for the identification of differences between various age groups. To compare strategies of adaptation during gait associated with a double task related to routine activities in order to determine the influence of a visual stimulus on these parameters in independent and autonomous older adults throughout the aging process (60 to 102 years). Methods: Methods: These are two observational, cross-sectional studies, developed in the city of Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. 200 elderly people aged between 60 and 102 years were evaluated. In both studies, the sample was divided into age groups. The sample was divided into age ranges and gait was assessed in the following situations: 1) habitual gait (HG), 2) rapid gait, 3) gait with visual stimulation (GVS) provided by a pedestrian traffic light, and 3) GVS associated with a cognitive task (GVS-C). The GAITRite Platinum equipment was used to assess the gait variables. Data are reported as mean and standard deviation, with the level of significance set at 5% ($p < 0.05$). Results: Group comparison regarding both habitual gait and rapid gait revealed a significant difference in all variables, demonstrating the influence of aging on gait parameters. In addition, variables such as gait speed and step length showed a greater effect size in intergroup comparison (habitual gait: 0.48 and 0.47; rapid gait: 0.36 and 0.40, respectively), possibly showing that these variables can better detect the changes observed with increasing age. In order to increase gait speed, older adults aged 60 to 89 years used strategies of increased step duration and cadence, whereas subjects older than 90 years only used strategies of increased cadence. It was observed that gait parameters (gait speed, cadence and step length) improved in the GVS condition compared to HG. In addition, comparison of GVS and GVS-C revealed a reduced

gait speed in all age ranges when the cognitive task was added, although this reduction was more marked in subjects older than 70 years. Conclusion: There were differences in gait performance between older adults of different age ranges regarding habitual and rapid gait speed, which were more evident regarding the gait speed and step length variables. We recommend the use of habitual gait in order to identify the effects of aging since this procedure, in addition to showing higher effect size values, is more comfortable and requires less effort on the part of older adults. Older senior subjects are able to change their gait parameters in a beneficial manner when they receive a visual stimulus, and a double cognitive task seems to hamper gait, an effect more clearly seen in adults older than 70 years. In situations involving a visual stimulus, older adults use different strategies according to age range, a fact that demonstrates the importance of a specific evaluation, always taking into consideration the age range, in order to maintain maximum functionality and thus permit better socialization.

Key-words: chronological age, gait speed, physiological age, older older adults

Step length, cadence, aging

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração do ambiente de avaliação das marchas.....	42
Figura 2. Comparação da velocidade da marcha entre as três diferentes situações da marcha, segundo faixa etária. Dados expressos em barra média e desvio padrão	55
Figura 3. Comparação do comprimento do passo entre as três diferentes situações da marcha, de acordo com a faixa etária. Dados expressos em barra média e desvio padrão	56
Figura 4. Comparação da cadência entre as três diferentes situações da marcha, segundo faixa etária. Dados expressos em barra média e desvio padrão.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra por grupos. Dados expressos em média, desvio padrão (DP), mediana e intervalo interquartil (IR).	48
Tabela 2. Caracterização da amostra por categorias nos grupos de idade. Dados expressos em número de casos (n) e porcentagem (%).	50
Tabela 3. Comparação do desempenho habitual e rápido da marcha entre os grupos Dados expressos em média, desvio padrão.....	53
Tabela 4. Caracterização da amostra por faixas etárias. Dados expressos em média, desvio padrão.	54

Sumário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
1.1. Envelhecimento	22
1.2. Marcha e Quedas	23
1.3. Marcha associada a Dupla ou Multitarefa	27
1.4. Marcha e travessia de rua	30
1.5. Hipótese	32
2. ESTUDOS	35
2.1 Estudo 1 (PUBLICADO).....	35
2.2 Estudo 2 (SUBMETIDO em fevereiro de 2020)	35
3. OBJETIVOS	37
3.1. Objetivo do Estudo 1	37
3.2. Objetivo do Estudo 2	37
4. MÉTODOS.....	39
4.1. Amostra	39
4.2. Aspectos éticos	40
4.3. Procedimentos	40
4.4. Análise estatística	44
5. RESULTADOS	47
5.1. Resultados Estudo 1	47
5.2. Resultados Estudo 2	54
6. DISCUSSÃO	59
6.1. Discussão Estudo 1	59
6.2. Discussão Estudo 2	64
7. CONCLUSÕES.....	69
7.1. Conclusão Estudo 1	69
7.2. Conclusão Estudo 2	69
8. REFERÊNCIAS	72
9. APÊNDICE 1	78
10. ANEXO 1.....	80

Introdução

1. INTRODUÇÃO

1.1. Envelhecimento

De acordo com o valor estimado pelas Nações Unidas, em 2012 no Brasil existiam mais de 22 milhões de idosos, sendo esse um valor superior a alguns países da Europa (Minayo, 2012). No Brasil, em 2016, 10,4% da população era constituída por idosos com idade entre 60 e 79 anos e 1,7% com mais de 80 anos. De acordo com as projeções do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2030, 15,7% da população brasileira serão idosos com idade entre 60 e 79 anos e 2,9% terão mais de 80 anos, desta forma, a população idosa acima de 80 anos terá crescido 70,6% em 14 anos, o que mostra a importância cada vez mais evidente de se estudar uma população que cresce de forma tão acelerada em tão pouco tempo (IBGE, 2016)

É possível classificar os idosos de acordo com suas faixas etárias, sendo os jovens idosos (com idade entre 60 e 69 anos), médio idosos (de 70 anos a 79 anos) e muito idosos (com mais de 80 anos de idade) (Forman, Berman, McCabe, Baim, & Wei, 1992).

O envelhecimento pode vir acompanhado de diversas alterações, como a deterioração do sistema sensorial, motor e declínio do funcionamento em níveis superiores (Lin & Woollacott, 2005), o que pode gerar em prejuízo no controle postural e funcionalidade, aumentando o risco de quedas (Demura, Kitabayashi, & Aoki, 2008).

Entretanto, mesmo com essas alterações, muitas pessoas estão envelhecendo de forma ativa, pois permanecem atuantes no desenvolvimento socioeconômico, político e cultural do Brasil (Minayo, 2012). O envelhecimento ativo foi definido pela OMS como "o processo de otimização das oportunidades de saúde, participação e segurança, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida à medida que as pessoas ficam mais velhas" O termo ativo refere-se não apenas a capacidade física, mas também ao envolvimento do idoso nas questões sociais, econômicas, culturais, espirituais e civis. Um estilo de vida ativo e socialmente engajado está associado ao envelhecimento bem-sucedido (OMS., 2002).

Para serem fisicamente ativos e independentes, os idosos devem ser capazes de realizar suas atividades funcionais de rotina de maneira segura (Lawton & Brody, 1969; Riberto et al., 2004). Existem diversos desafios enfrentados constantemente pelos idosos quando realizam a atividade de caminhar e, ao mesmo tempo, outros processos motores e cognitivos (por exemplo, conversando ou carregando uma sacola de compras enquanto caminha, lendo uma placa de rua ou andando em uma superfície irregular). Assim, a realização de uma tarefa cognitiva e / ou motora durante a caminhada é considerada uma tarefa dupla ou multitarefa, com a marcha sendo considerada a tarefa principal (Woollacott & Shumway-Cook, 2002).

1.2. Marcha e Quedas

Estudos com a população idosa, incluindo centenários, estão se tornando cada vez mais necessários, já que é importante entender melhor o processo de envelhecimento e a longevidade (Willcox, Willcox, & Poon, 2010), a fim de melhorar a abordagem de promoção da saúde, prevenção de comprometimento e estratégias de reabilitação voltadas para populações mais velhas, facilitando o envelhecimento funcional com boa qualidade de vida.

A avaliação dos parâmetros habituais da marcha em idosos é uma ferramenta importante para a identificação da capacidade funcional (Montero-Odasso et al., 2005; Studenski et al., 2003), o risco de quedas (Guralnik et al., 2000; Studenski et al., 2003), o risco de demência (Verghese, Wang, Lipton, Holtzer, & Xue, 2007) e até o risco de morte precoce (Montero-Odasso et al., 2005; Studenski et al., 2011). Além disso, a velocidade máxima da marcha é uma ferramenta importante para a identificação de fraqueza muscular, diminuição da independência funcional (Ploutz-Snyder, Manini, Ploutz-Snyder, & Wolf, 2002) e declínio cognitivo (Umegaki et al., 2018). Studenski et al. (2011), demonstraram associação entre velocidade da marcha e expectativa de vida em idosos, sendo que velocidade de marcha acima de 1,0 m/s parece estar associada com envelhecimento bem sucedido.

Alterações e comprometimentos no padrão de marcha em idosos são muito prevalentes, isso geralmente ocorre em 35% dos idosos. (Verghese et al., 2006) A velocidade da marcha sofre uma redução média de 12% a 16% ao se comparar idosos com jovens. (Patterson, Rodgers, Macko, & Forrester, 2008)

Com o envelhecimento algumas alterações na marcha são observadas. Ao comparar a marcha de idosos com jovens nos Estados Unidos da América, nota-se que os idosos apresentam diminuição do comprimento do passo, da cadência e da velocidade da marcha, e aumento da fase de apoio e diminuição da largura da passada (Cruz-Jentoft et al., 2010; Cruz-Jimenez, 2017; Kim & Kim, 2014; Ko, Stenholm, Metter, & Ferrucci, 2012). No entanto, poucos estudos incluíram idosos com mais de 90 anos, fato que impossibilita extrapolar a relação entre idade e alterações nos parâmetros de marcha nos adultos mais velhos, além de que as diferenças nas alterações na marcha podem variar entre as populações devido à nacionalidade, aspectos culturais, sociais e demográficos.

Em um recente estudo (2016) que avaliou mulheres idosas brasileiras com idade entre 65 e 89 anos, foi observado que o envelhecimento está associado à diminuição da velocidade da marcha e da cadência e aumento do tempo de passo, variabilidade da velocidade da marcha, e tempo de duplo apoio (Kirkwood, Gomes, Sampaio, Furtado, & Moreira, 2016). Nesse estudo não foi feita correlação com histórico de quedas e nem foram avaliadas mulheres acima de 90 anos, o que impede extrapolar a relação entre idade e alterações nos parâmetros da marcha em idosas mais velhas, assim como não é possível extrapolar os resultados para o sexo masculino.

Aproximadamente 1 em cada 3 pessoas com 65 anos de idade ou mais caem pelo menos uma vez por ano (Gill, Taylor, & Pengelly, 2005; Tinetti, Speechley, & Ginter, 1988) e isso se torna cada vez mais prevalente com o aumento da idade, sendo 50% para idosos com mais de 80 anos. (Soriano, DeCherrie, & Thomas, 2007)

O aumento do risco de quedas em idosos podem estar relacionados a diversos fatores, alguns intrínsecos, que incluem: prejuízos no equilíbrio, na marcha, na cognição, na visão e na força muscular; uso de quatro ou mais medicamentos; sintomas depressivos; hipotensão postural e artrite. (Forrest et al., 2012; Tinetti, Gordon, Sogolow, Lapin, & Bradley, 2006)

Fatores de risco extrínsecos, relacionados ao ambiente, também estão presentes em grande parte das quedas, sendo geralmente ocasionados por superfícies irregulares, molhadas/escorregadias, objetos/tapetes soltos e desníveis no chão ou problemas com degraus. Idosos ativos fisicamente tendem a cair em ambientes externos, pois ao saírem se colocam em mais situações de risco e enfrentam maiores desafios impostos pelo ambiente. Já idosos com maior comprometimento funcional caem dentro do próprio domicílio, pois suas atividades são mais restritas a esse ambiente (Oliveira, Trevizan, Bestetti, & Melo, 2014).

De acordo com um estudo de revisão da literatura de 2014, aproximadamente metade das quedas em idosos ocorre durante a marcha e envolve tropeços e escorregões (Oliveira et al., 2014). A avaliação da velocidade da marcha tem sido muito realizada em idosos para detectar problemas de mobilidade e quedas na população idosa (Guralnik et al., 2000; Studenski et al., 2003). Um estudo em 2005 observou que a redução da velocidade da marcha pode estar relacionada a maior risco de quedas, e desta forma aumentam as chances da necessidade de internação, de exigência de um cuidador, de fraturas e de morte (Montero-Odasso et al., 2005).

Os idosos caem mesmo ao andar curtas distâncias, sugerindo que eles têm dificuldade em manter o equilíbrio durante a fase de transição, incluindo o início e término da marcha, que exigem atenção e que são frequentemente repetidos durante as atividades diárias. Desta forma, sugere-se que as quedas podem não estar somente relacionadas a fatores musculoesqueléticos, como fadiga, mas também com alterações nos ajustes antecipatórios e tempo de reação do idoso (Bardy & Laurent, 1991).

Início da marcha é uma transição voluntária a partir de uma condição de um suporte estável para uma postura continuamente instável durante a locomoção, o que exige ajuste postural antecipatório para deslocar o centro de massa para o lado de suporte, de modo que a perna possa ser levantada para dar o passo (Tateuchi, Ichihashi, Shinya, & Oda, 2011).

Prolongado tempo para iniciação do passo já foi observado ocorrer em idosos, o qual pode estar associado com um risco aumentado de quedas nessa população (Melzer, Kurz, Shahrar, Levi, & Oddsson, 2007), sendo que, o tempo de resposta para iniciar a marcha é considerado um indicador da capacidade de controle de equilíbrio durante tarefas dinâmicas (Melzer et al., 2007; Uemura, Yamada, Nagai, & Ichihashi, 2011).

Após uma queda, atividades como caminhar em superfície plana, subir/descer escadas e deitar/levantar estavam entre as atividades rotineiras mais prejudicadas. Além disso, idosos relatavam abandono de atividades, perda de autonomia e surgimento de doenças como osteoporose e artrite após a queda (Fabrício, Rodrigues, & Costa Junior, 2004). O medo de cair faz com que os idosos realizem cada vez menos atividades diárias e sociais e isso pode acarretar em um progressivo comprometimento da capacidade funcional com o passar dos anos (Perracini & Ramos, 2002).

O processo de envelhecimento é heterogêneo uma vez que a maneira como as pessoas envelhecem tem relação com a vida que tiveram, incluindo aspectos morfológicos, funcionais, psicológicos e sociais e hábitos de vida que caracterizam a idade fisiológica das pessoas. Estudos demonstraram que idosos de diferentes faixas etárias podem ter semelhanças em relação ao controle postural e à funcionalidade (Fujita et al., 2005; Gomes, Reis, Neves, Petrella, & de Abreu, 2012), demonstrando que a idade fisiológica pode ser mais importante do que a idade cronológica, pelo menos até as faixas etárias examinadas nessas investigações (60 a 88 anos). No entanto, de acordo com a literatura, não está claro se o processo de envelhecimento se torna mais evidente em determinadas idades, causando maior influência da

idade cronológica do que fisiológica, possivelmente porque existem poucos estudos que incluem idosos com mais de 90 anos (Chui & Lusardi, 2010; Herssens et al., 2018; Lusardi, Pellecchia, & Schulman, 2003). Isso provavelmente torna mais difícil definir em que idade as alterações funcionais e de equilíbrio postural se tornam mais evidentes.

De acordo com um estudo recente (Lee, Bhatt, Smith-Ray, Wang, & Pai, 2019), é possível observar um declínio abrupto da velocidade da marcha e do equilíbrio dinâmico em idosos acima de 85 anos, mas o estudo citado teve um número amostral muito pequeno representando essa faixa etária ($n = 9$), o que é uma importante limitação apontada pelos autores.

1.3. Marcha associada a Dupla ou Multitarefa

O paradigma da dupla tarefa foi utilizado em estudos desde meados da década 80 e é caracterizado pela realização de duas tarefas concomitantes. A dupla tarefa é uma avaliação clinicamente relevante pois reflete situações do dia a dia (Hausdorff, Rios, & Edelberg, 2001; Muhaidat, Kerr, Evans, & Skelton, 2013; Yang, Liao, Lam, He, & Pang, 2015). Nessas atividades, os idosos são constantemente desafiados, como caminhar durante a realização de outros processos motores e cognitivos ao mesmo tempo (por exemplo, conversando durante a caminhada, lendo uma placa de rua ou andando em uma superfície irregular) e caminhar com alguma distração (como buzinas e o ruído do trânsito de carros).

A realização de uma tarefa cognitiva ou motora durante o caminhar é considerada uma dupla tarefa, sendo a marcha determinada como tarefa primária. (Woollacott & Shumway-Cook, 2002). A divisão da atenção e dos comandos motores e cognitivos durante a dupla tarefa faz com que uma atividade intervenha na outra ou haja um desvio ou redução da atenção para a realização das atividades. O idoso é capaz de manter o equilíbrio quando está concentrado na realização de uma atividade específica, mas pode não apresentar o mesmo desempenho de execução quando precisa realizar múltiplas tarefas simultaneamente. A atenção dividida na

realização de várias tarefas do dia a dia podem gerar dificuldades no desempenho motor e no equilíbrio do idoso (Jamet, Deviterne, Gauchard, Vancon, & Perrin, 2007). Ao acompanhar durante 5 anos 256 idosos entre 70 e 90 anos, MIRELMAN et al., 2012 concluíram que testes de atenção, função executiva e marcha com dupla tarefa podem prever risco de quedas futuras, e ressaltam que é muito importante padronizar as avaliações e aprofundar as descobertas nesse sentido.

Avaliar o desempenho funcional do idoso durante duplas-tarefas é importante, já que os idosos tendem a cair mais quando caminham desempenhando ao mesmo tempo uma segunda tarefa (Montero-Odasso, Muir, & Speechley, 2012). Desta forma, o fato da dupla-tarefa piorar o desempenho da marcha, mostra que a marcha não é um ato totalmente automático (Brauer, Woollacott, & Shumway-Cook, 2002) e sim demonstra que há um compartilhamento de redes neurais cerebrais para o desempenho motor e cognitivo (Montero-Odasso et al., 2012; Montero-Odasso et al., 2014), sendo que sua aplicação pode ser utilizada para avaliação ou treino de idosos. (Woollacott & Shumway-Cook, 2002).

Para obter inclusão social, é importante que os idosos possam se locomover de maneira independente e segura. Para isso, eles devem poder alterar a velocidade da marcha para facilitar a execução de várias atividades fora de casa, como atravessar a rua. Essa é uma tarefa que requer planejamento e impõe uma demanda cognitiva, porque os pedestres devem poder andar sem perder o equilíbrio e, ao mesmo tempo, observar as condições de tráfego (Neider, McCarley, Crowell, Kaczmariski, & Kramer, 2010). Além disso, eles devem andar a uma velocidade apropriada para esta tarefa, que geralmente é maior que a velocidade habitual da marcha.

Em uma revisão sistemática publicada em 2016, concluiu-se que a maioria dos artigos encontrados na literatura demonstram uma associação entre um pior desempenho da marcha durante a realização de dupla tarefa e risco de queda futura. Mas ressalta que, ainda são

necessárias novas pesquisas sobre esse assunto, pois ainda não é possível fornecer recomendações para a padronização dessa avaliação afim de predizer risco de quedas na população idosa. A avaliação da dupla tarefa, na prática clínica, deve ser realizada como um meio para avaliar a cognição, função motora e estabilidade postural e, portanto, é muito importante novas descobertas para que se possa chegar a um padrão de avaliação (Muir-Hunter & Wittwer, 2016).

Ao se realizar uma multitarefa, alterações na marcha ficam mais evidentes. Assim, uma associação da marcha com uma tarefa cognitiva e uma tarefa motora ao mesmo tempo, pode ser usado para revelar os primeiros sinais de deterioração na capacidade de realizar multitarefas concomitantes a locomoção e, conseqüentemente, identificar o risco de quedas (Laessoe, Hoeck, Simonsen, & Voigt, 2008).

Outros estudos também compararam o desempenho na realização de multitarefas entre idosos abaixo de 80 anos e jovens e também observaram uma maior alteração de marcha nos idosos (Granacher, Bridenbaugh, Muehlbauer, Wehrle, & Kressig, 2011; Granacher et al., 2010).

Faltam estudos na literatura que realizam a avaliação da multitarefa associada à marcha com idosos acima de 80 anos, assim como estudos que comparam idosos com diferentes faixas etárias para saber se as alterações observadas têm relação com o aumento da idade cronológica, ou com a idade fisiológica (a qual sofre influência de aspectos psicossociais e não apenas de aspectos fisiológicos), o que estabelece o caráter heterogêneo na forma em que as pessoas envelhecem.

Nesse sentido é relevante investigar se durante uma atividade cotidiana de atravessar a rua, na qual o indivíduo precisa ser ágil para atravessar no tempo pré-determinado, os idosos de diferentes faixas etárias, inclusive os idosos acima de 80 anos, apresentam dificuldades e alterações na marcha quando realizam concomitantemente outra tarefa cognitiva e/ou motora .

1.4. Marcha e travessia de rua

De acordo com o Ministério da Saúde, no Brasil o número de mortes decorrentes de acidente de trânsito chega a 38 mil/ano(Penna et al., 2009). Os atropelamentos representam 26,6% dos acidentes de trânsito e aproximadamente 46,9% destes levam ao óbito (CET, 2008).

Atravessar a rua com segurança requer planejamento e demanda cognitiva, já que para isso é necessário que o pedestre ande sem perder o equilíbrio e ao mesmo tempo preste atenção na sinalização de trânsito (Neider et al., 2010).

Entretanto, os semáforos de pedestres estão programados, em média, para pessoas que caminham a uma velocidade de 1,2m/s (CET, 2008). A velocidade média de marcha do idoso é de aproximadamente 0,8m/s (Studenski et al., 2011). Um estudo recente, de 2017, demonstra que os semáforos na cidade de São Paulo não oferecem tempo suficiente para que os idosos ou pessoas com mobilidade reduzida consigam atravessar a rua (Dويم, Lebrao, Duarte, & Antunes, 2017). Assim o idoso é obrigado a andar mais rápido que o habitual para fazer a travessia, podendo resultar em perda de equilíbrio, quedas ou acidentes mais graves além de afetar seu envolvimento social, pois dificuldades para realizar a travessia de rua são barreiras para inclusão social.

A literatura traz que a marcha com velocidade superior a 1,0 m/s está relacionada com envelhecimento bem-sucedido, enquanto velocidades de marcha inferiores a 0,6 m/s estão relacionadas a maiores chances de problemas de saúde e funcionalidade (Studenski et al., 2003). Portanto, quando o semáforo é programado para 1,2m/s já dificulta a travessia mesmo os idosos que são considerados com bom desempenho da capacidade funcional.

Existem diversos artigos na literatura que avaliam uma marcha durante situações semelhantes a travessia de rua (Beurskens & Bock, 2012; Dommes & Cavallo, 2011; Dommes, Cavallo, Dubuisson, Tournier, & Vienne, 2014; Hatfield & Murphy, 2007; Kaewkaen et al., 2018; Nasar, Hecht, & Wener, 2008; Neider et al., 2011; Neider et al., 2010; Oxley, Ihssen,

Fildes, Charlton, & Day, 2005), mas nenhum deles avaliam idosos mais velhos (acima de 80 anos de idade), sendo assim, é extremamente importante conhecer as adaptações da marcha necessárias para a realização dessa tarefa em cada faixa etária e desta forma entender o processo de envelhecimento nas multitarefas relacionadas a travessia de rua.

A literatura tem demonstrado que a travessia de rua dos idosos é mais insegura que a dos jovens (Oxley et al., 2005), com lentidão para tomada de decisão da travessia e dificuldade de compreensão da necessidade de aumentar a velocidade da marcha para completar a travessia antes da chegada do carro (Dommes & Cavallo, 2011; Dommes et al., 2014). Essas alterações e comportamentos menos seguros observados em alguns idosos, principalmente os mais velhos, podem ocorrer devido a um declínio de suas habilidades cognitivas e visuais, o que acarreta em um erro na percepção da velocidade dos automóveis dificultando a tomada de decisão e a travessia de rua (Dommes & Cavallo, 2011; Zito et al., 2015; Zivotofsky, Eldror, Mandel, & Rosenbloom, 2012).

Estudos demonstraram que jovens sofrem deficiências de desempenho ao tentar atravessar a rua enquanto conversam em um telefone celular (Hatfield & Murphy, 2007; Nasar et al., 2008; Neider et al., 2010). Em idosos entre 60 e 81 anos isso também acontece, sendo estes mais suscetíveis a alterações comparados a jovens, mesmo em travessias menos desafiadoras (sem dupla tarefa ou sem mudança de velocidade dos automóveis durante a simulação de trânsito) (Neider et al., 2011).

Com o aumento da expectativa de vida, busca-se incentivar o envelhecimento ativo (Minayo, 2012) e por isso estudos que avaliam o desempenho de idosos em diferentes atividades funcionais, como durante a travessia de ruas, são relevantes, para que o melhor entendimento da funcionalidade de idosos em diferente contextos possa auxiliar em medidas de acessibilidade, nas estratégias de prevenção de riscos, permitindo aumentar a inclusão e participação social dos idosos.

Existe na literatura diversos estudos que abordam o tema de marcha e dupla tarefa, mas ainda não se tem uma padronização dessa avaliação. Observa-se em alguns estudos, o uso de tarefas que são raramente desenvolvidas dentro de um contexto ou ambiente funcional e alguns não realizam a comparação com um grupo de controles jovens para identificar o decréscimo no desempenho da marcha em condições de dupla tarefa que são relacionadas à idade. Além disso, existem poucas avaliações com tarefas de demanda visual e já está descrito que a demanda visual pode exercer uma influência negativa na marcha, principalmente em idosos mais velhos, por talvez estar relacionada a uma atividade visual que necessita de uma compreensão maior por parte do idoso, que algumas vezes não possui uma boa reserva cognitiva (Beurskens & Bock, 2012) ou influência positiva, servindo como um estímulo para esses idosos (Vieira et al., 2015). Nosso estudo aborda todos esses aspectos, a fim de entender de forma mais aprofundada o impacto das duplas-tarefas e múltiplas tarefas no processo de envelhecimento.

A maioria dos estudos com idosos mais velhos, que avaliam marcha com dupla tarefa e correlacionam com risco de quedas, incluem idosos entre 80 e 90 anos de idade (Herman, Mirelman, Giladi, Schweiger, & Hausdorff, 2010; Kirkwood et al., 2016; Mirelman et al., 2012), ou alocam em um mesmo grupo os idosos com idade superior a 80 anos (Granacher et al., 2011; Granacher et al., 2010), ignorando as possíveis diferenças entre eles. Nosso estudo, além de aumentar o limite superior de idade para 102 anos, separou em diferentes faixas etárias e observou o desempenho da marcha em indivíduos muito idosos (a partir dos 80 anos).

1.5. Hipótese

Diante do exposto, nossa hipótese é que existem diferenças nos parâmetros de marcha, tanto em velocidade habitual quanto na velocidade máxima, entre idosos de diferentes faixas de idade, portanto, se faz necessário conhecer e explorar essas alterações em idosos de todas as fases do envelhecimento. Além disso se faz necessário conhecer as influências que os estímulos

visuais podem ter na marcha dos idosos, a fim de identificar se esses estímulos exercem respostas benéficas ou prejudiciais para marcha e a funcionalidade do idosos.

2. ESTUDOS

2.1 Estudo 1 (PUBLICADO)

Magnani P.E., Freire Junior R.C., Zanellato N.F.G., Genovez M.B., Alvarenga I.C. Abreu D.C.C.. The Influence of aging on the spatial and temporal variables of gait during usual and fast speeds in older adults aged 60 to 102 years. **Human Movement Science**, 68, 102540, 2019.

2.2 Estudo 2 (SUBMETIDO em fevereiro de 2020)

Magnani P.E., Zanellato N.F.G., Genovez M.B., Alvarenga I.C. Abreu D.C.C. The ability of older adults of different ages to adapt their gait under visual stimulation. **Journal Geriatric Physical Therapy**.

Objetivos

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo do Estudo 1

Comparar parâmetros da marcha com velocidades usuais e rápidas em idosos independentes e autônomos durante todo o processo de envelhecimento (60 a 102 anos) e identificar quais das variáveis da marcha são melhores para identificar diferenças entre os diferentes grupos etários.

3.2. Objetivo do Estudo 2

Avaliar a adaptação da marcha em diferentes situações com e sem estimulação visual em idosos de 60 a 102 anos, a fim de identificar a influência do estímulo visual sobre esses parâmetros da marcha e as diferentes estratégias de adaptação utilizadas de acordo com a faixa etária dos idosos.

4. MÉTODOS

4.1. Amostra

O presente estudo foi transversal e sua amostra foi composta por idosos de ambos os sexos, com idades entre 60 e 102 anos, residentes na cidade de Ribeirão Preto, no estado de São Paulo. Os idosos foram recrutados em atividades artesanais, físicas e bailes da comunidade, assim como em postos de saúde, hospitais e outras pesquisas realizadas na Universidade.

A amostra foi dividida em faixas etárias (**Estudo 1** (3 faixas etárias): 60 a 79 anos, 80 a 89 anos e 90 anos ou mais; **Estudo 2** (4 faixas etárias): 60 a 69 anos, 70 a 79 anos, 80 a 89 anos e 90 anos ou mais;

O tamanho da amostra foi calculado usando o programa GPower 3.1.

Estudo 1: Foi realizado um estudo piloto com 16 idosos, no qual usamos a variável com o menor η^2 (eta ao quadrado) na marcha habitual. Sendo assim chegamos a uma amostra final mínima de 176 idosos com poder amostral de 0,90 e α de 0,05.

Estudo 2: Foi realizado um estudo piloto com 16 idosos divididos em 4 grupos por faixas etárias, sendo obtidos valores de média e desvios-padrão da variável velocidade da marcha durante a marcha habitual. Sendo assim chegamos a uma amostra final mínima de 189 idosos com um poder amostral de 0,95, $\alpha = 0,05$ e tamanho do efeito de 0,31.

Os critérios de não inclusão foram: detecção de comprometimento cognitivo por meio do rastreador cognitivo de 10 pontos (10-Point Cognitive Screener: 10-CS) (Apolinario et al., 2016; Pink, O'Brien, Robinson, Longson, & Guideline, 2018) e pontuação no Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) inferior a 26 pontos para idosos com 8 anos de estudo ou mais, inferior a 18 pontos para idosos com 1 a 8 anos de escolaridade e inferior a 13 pontos para idosos analfabetos (Bertolucci, Brucki, Campacci, & Juliano, 1994) ou um diagnóstico médico confirmando comprometimento cognitivo leve; doença cardiovascular descompensada que contraindicasse o esforço físico, de acordo com o autorrelato e sem diagnóstico médico

confirmando essas informações; fraturas nos 12 meses anteriores ao estudo; doença neurológica previamente diagnosticada por um neurologista; diminuição da sensibilidade protetora nos pés (era necessário sentir pelo menos 10 g no teste de sensibilidade usando monofilamentos) (Abbott et al., 2002); incapacidade de caminhar ou usar um andador como dispositivo auxiliar (o uso de bengalas foi permitido neste estudo); e morar em uma instituição, como um lar de idosos ou um lar de idosos.

Os critérios de exclusão foram: idoso não conseguir realizar todas as situações de marcha avaliadas, cansaço extremo ou sensação de mal estar através de autorrelato e desistência do participante.

4.2. Aspectos éticos

Todos os participantes foram informados previamente sobre os procedimentos a serem realizados e então foram orientados a assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) permitindo a obtenção dos dados para pesquisa e publicação, permanecendo com a cópia do documento. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (CAAE: 53421416.0.0000.5440 – Anexo 1). Durante todas as avaliações os pesquisadores envolvidos neste estudo ficaram ao lado do paciente oferecendo o suporte necessário para que não ocorresse nenhuma queda.

4.3. Procedimentos

A idade, peso e altura dos participantes foram registrados e o índice de massa corporal (IMC) foi calculado. O nível de atividade física dos participantes foi avaliado por meio do Questionário Internacional de Atividade Física - Formulário Curto (IPAQ - SF) (MATSUDO, ARAÚJO, & V., 2001; Mazo & Benedetti, 2010). O histórico de queda dos participantes foi registrado perguntando sobre o número de quedas nos últimos seis meses.

O sistema GAITRite Platinum 26 'PortableWalkway foi usado para avaliar as variáveis da marcha. Este equipamento consiste em um tapete eletrônico de borracha de 90 cm x 800 cm que registra as pegadas. O GAITRite foi escolhido por se tratar de um equipamento de fácil, rápida e precisa avaliação da marcha, além de já estar demonstrado a validade e a confiabilidade de suas medidas, inclusive na população idosa (Webster, Wittwer, & Feller, 2005).

Durante a avaliação na marcha habitual, os participantes foram solicitados a caminhar na velocidade habitual e, durante a avaliação da velocidade rápida, foram solicitados a caminhar na velocidade máxima. As avaliações começaram um metro antes e terminaram um metro após a extensão total do equipamento GAITRite para excluir períodos de aceleração e deambulação (Freire Júnior, Porto, Marques, Magnani, & Abreu, 2017; Middleton, Fritz, & Lusardi, 2015). Para cada participante, foram coletadas 25 a 36 passos para examinar a variabilidade (Lord, Howe, Greenland, Simpson, & Rochester, 2011; Schwenk et al., 2014)

Outras duas situações de marcha foram avaliadas: a marcha com estimulação visual fornecida por um semáforo de pedestres (MEV) e a marcha com estimulação visual fornecida por um semáforo de pedestres associada a uma tarefa cognitiva (MEV-C).

Figura 1 ilustra o ambiente de avaliação, sendo a figura 1- A avaliação das marcha habitual e rápida e figura 1 – B a avaliação das marchas com estímulo visual do semáforo.

Figura 1: Ilustração do ambiente de avaliação das marchas.

Durante o MEV e o MEV-C, o sujeito usou fones de ouvido externos emitindo sons de buzina e tráfego que simulavam os distúrbios sonoros que ocorrem na rua durante a vida cotidiana. A tarefa cognitiva realizada durante a MEV-C foi uma contagem regressiva, um por um, iniciando com números aleatórios entre 50 e 100 (Trombetti et al., 2011). As avaliações

com o estímulo visual do semáforo foram iniciadas e finalizadas nos limites do tapete, pois não queríamos excluir os momentos de aceleração e desaceleração devido a sua importância durante a atividade de travessia de rua.

Inicialmente, o semáforo permaneceu na cor vermelha fixa, para que o sujeito permanecesse em espera enquanto aguardava o comando. Em seguida, o semáforo passou para a cor verde fixa por 5 segundos para indicar ao participante que ele poderia começar a andar. Assim, depois de ver o semáforo verde, o sujeito teve que andar no GAITRite. Após 5 segundos de luz verde fixa, a luz vermelha foi acesa, piscando no semáforo de pedestres por 5 segundos, indicando que o tempo disponível para o sujeito concluir a travessia estava terminando. Em seguida, o semáforo voltou à cor vermelha fixa. Assim, depois que o semáforo verde foi aceso, o sujeito teve 10 segundos para concluir a travessia, o que requeria do indivíduo uma velocidade da marcha mínima de 0,8m/s para concluir a tarefa.

O cruzamento da rua ocorreu na velocidade que o sujeito julgava necessário atravessar antes do semáforo de pedestres retornar ao sinal vermelho fixo. Os sujeitos foram instruídos a prestar atenção no semáforo de pedestres, a fim de decidir sobre o melhor momento para atravessar para o lado oposto, respeitando o tempo determinado pelo semáforo de pedestres. Se o sujeito não chegasse ao fim do tapete antes que a luz vermelha fixa fosse acesa novamente, ele era instruído a encerrar a tarefa de travessia, pois, em uma situação real, ele normalmente precisava finalizar a travessia da rua.

Todas as avaliações de marcha foram testadas três vezes. Os sujeitos realizaram uma tentativa antes do registro de cada tarefa para familiarizar-se com a atividade.

Foram analisadas as seguintes variáveis da marcha:

Estudo 1: Velocidade da marcha (metros / segundo), cadência (passos / minuto), tempo de passada (segundos), comprimento do passo (centímetros), duplo apoio (porcentagem do ciclo da marcha), balanço (porcentagem do ciclo da marcha), variabilidade do comprimento do passo

(coeficiente de variação percentual - 8CoV%) e variabilidade do tempo de passada (CoV%) (Callisaya, et al., 2010). A variabilidade foi calculada como coeficiente de variação percentual (CoV%) (Hausdorff et al., 2001; Montero-Odasso et al., 2011).

A % de CoV ($\text{CoV} = \text{DP} / \text{média} * 100$) do comprimento do passo e tempo de passada foi calculada usando a média e o desvio padrão de três ensaios, a fim de determinar a variabilidade desses parâmetros

Estudo 2: Velocidade (cm / segundo), comprimento do passo (cm) e cadência (passos / min).

4.4. Análise estatística

Estudo 1:

A análise dos dados foi realizada utilizando o software IBM SPSS 17.0 (SPSS Inc.). A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. A análise descritiva incluiu o cálculo da média, desvio padrão, mediana e intervalo interquartil. As variáveis para análise descritiva incluíram idade (anos), IMC (kg / m^2), escore do MEEM (pontos), número de comorbidades, número de medicamentos e escores do IPAQ (pontos).

A caracterização da amostra por categoria de faixa etária foi expressa em número de casos e porcentagem. As variáveis utilizadas para caracterização por categoria foram sexo, IMC (Lipschitz, 1994), anos de estudo, número de medicamentos, porcentagem de indivíduos em uso de dispositivos auxiliares, escores do IPAQ (pontos) e número de episódios de queda nos seis meses anteriores. O teste do qui-quadrado foi utilizado para esta análise, com nível de significância fixado em 5% ($p < 0,05$).

As três faixas etárias (60 a 79 anos, 80 a 89 anos e 90 anos ou mais) foram comparadas quanto às variáveis da marcha (velocidade da marcha, cadência, tempo de passada, comprimento do passo, duplo apoio, balanço, variabilidade do comprimento do passo e variabilidade do tempo de passada) durante a marcha normal e rápida. O modelo linear univariado geral (ANOVA) foi utilizado para identificar possíveis diferenças entre os grupos,

com ajuste do modelo por sexo e uso de dispositivo auxiliar (bengala). O teste post-hoc de Bonferroni foi utilizado quando apropriado. η^2 parcial ($\eta^2 = SS_{\text{effect}} / (SS_{\text{effect}} + SS_{\text{error}})$) foi usado como uma medida do tamanho do efeito (Becker, 1999).

Estudo 2:

A análise dos dados foi realizada utilizando o software IBM SPSS 17.0 (SPSS Inc.). A análise descritiva incluiu o cálculo da média e desvio padrão para idade (anos), IMC (kg / m²), número de medicamentos e número de comorbidades.

A ANOVA de medidas repetidas de duas vias foi utilizada para comparar os dados da marcha (velocidade, comprimento do passo e cadência) entre as situações de marcha habitual (MH), a marcha com estimulação visual (MEV) e a MEV associada a uma tarefa cognitiva (MEV-C), para cada grupo de idosos. O teste post hoc de Bonferroni foi aplicado quando apropriado.

Os dados são relatados como média e o nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$ para todos os testes.

Resultados

5. RESULTADOS

5.1. Resultados Estudo 1

Duzentos adultos foram avaliados. Os dados descritivos sobre idade média, IMC, escores do MEEM, escores do IPAQ, número de comorbidades e número de medicamentos são mostrados na Tabela 1.

Não houve diferenças entre os três grupos de idosos em relação ao número de medicamentos ou número de comorbidades. No entanto, o grupo acima de 90 anos apresentou valores significativamente menores do que o grupo abaixo de 89 anos em relação às variáveis relacionadas ao nível cognitivo, nível de atividade física e índice de massa corporal (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização da amostra por grupos. Dados expressos em média, desvio padrão (DP), mediana e intervalo interquartil (IR).

Características	60 até 79 anos (n=102)			80 até 89 anos (n=51)			90 até 102 anos (n=47)			p valor
	Média±DP	Mediana	IR	Média±DP	Mediana	IR	Média±DP	Mediana	IR	
Idade (anos)	69,2±4,8 ^{a,b}	69,0	7,0	83,1±2,3 ^c	82,0	4,0	92,9±3,1	92,0	4,0	< 0,001*
IMC (kg/m²)	27,1±3,8 ^b	26,7	4,6	27,43±4,0 ^c	27,3	5,3	24,42±3,5	24,7	4,9	< 0,001*
MEEM (pontos)	28,0±1,4 ^{a,b}	28,0	2,0	26,4±1,7 ^c	26,0	3,0	24,2±3,1	25,0	5,0	< 0,001*
IPAQ (pontos)	567,3±632,5 ^b	518,0	84 3	401,8±506,8 ^c	132,0	80 0	121,4±255,2	0	198	< 0,001*
nº de comorbidades	2,1±1,0	2,0	1,0	1,8±0,9	2,0	1,0	1,9±1,0	2,0	2,0	0,12
nº de medicamentos	3,2±1,9	3,0	2,0	3,2±2,0	3,0	3,0	3,5±2,1	3,0	3,0	0,69

IR: Intervalo Interquartil; IMC: Índice de massa corpórea; MEEM: Mini-Exame do Estado Mental; IPAQ: International Physical Activity Questionnaire; *p<0,05

^a p<0,05 (Grupo de 60 até 79 anos versus de 80 até 89 anos); ^b p<0,05 (Grupo de 60 até 79 anos versus 90 até 102 anos); ^c p<0,05 (Grupo de 80 até 89 anos versus 90 até 102 anos);

A caracterização da amostra por categoria é apresentada na tabela 2. Os dados considerados foram sexo, IMC, anos de estudo, escores do IPAQ, medicamentos, uso de dispositivo auxiliar (cana) e número de quedas nos seis meses anteriores (Tabela 2)

A Tabela 2 mostra que não houve diferença significativa na distribuição dos grupos por categoria em relação ao sexo e número de medicamentos. Em relação ao IMC, observou-se um alto percentual de idosos obesos com menos de 89 anos (45,09% dos indivíduos entre 60 e 79 anos e 54,90% dos indivíduos entre 80 e 89 anos), enquanto o maior percentual de idosos com baixo peso foi detectado no grupo com mais de 90 anos (27,65%).

A categorização segundo os anos de estudo revelou que 58,82% dos indivíduos com menos de 80 anos tinham um nível educacional alto, enquanto 17,02% dos indivíduos com mais de 90 anos eram analfabetos. Além disso, entre os indivíduos entre 60 e 79 anos, houve uma boa divisão entre sedentarismo (35,29%), baixa atividade física (37,25%) e atividade física moderada (37,35%), enquanto a maioria dos indivíduos com 80 anos ou mais era sedentária (47,05% dos indivíduos entre 80 e 89 anos e 70,21% dos indivíduos com mais de 90 anos). O uso de auxílio à marcha (bengala) foi mais prevalente entre os indivíduos com mais de 90 anos (29,78%), assim como a ocorrência de uma ou mais quedas nos últimos 6 meses (55,31%).

Tabela 2. Caracterização da amostra por categorias nos grupos de idade. Dados expressos em número de casos (n) e porcentagem (%).

Características		60 até 79 anos (n=102)	80 até 89 anos (n=51)	90 até 102 anos (n=47)	p valor
Sexo	Mulher (n (%))	80 (78,43%)	40 (78,43%)	37 (78,73%)	0,99
	Homem (n (%))	22 (21,57%)	11 (21,57%)	10 (21,27%)	
Índice de massa corporal	Baixo peso (n (%))	6 (5,88%)	4 (7,84%)	13 (27,65%)	< 0,001*
	Eutrofia (n (%))	50 (49,01%)	19 (37,25%)	23 (48,93%)	
	Obesidade (n (%))	46 (45,09%)	28 (54,90%)	11 (23,40%)	
Anos de estudo	Analfabeto (n (%))	0 (0%)	2 (3,92%)	8 (17,02%)	< 0,001*
	1 até 8 anos (n (%))	42 (41,17%)	35 (68,62%)	27 (57,44%)	
	+ 9 anos (n (%))	60 (58,82%)	14 (27,45%)	12 (25,53%)	
IPAQ	Sedentário (n (%))	36 (35,29%)	24 (47,05%)	33 (70,21%)	< 0,001*
	Baixo (n (%))	27 (26,47%)	12 (23,52%)	11 (23,40%)	
	Moderado (n (%))	38 (37,25%)	15 (29,41)	3 (6,38%)	
	Alto (n (%))	1 (0,98%)	0 (0%)	0 (0%)	
Medicamentos	Sem medicamentos (n (%))	7 (6,86%)	3 (5,88%)	2 (4,25%)	0,53
	1 até 4 medicamentos (n (%))	50 (49,01%)	22 (43,13%)	17 (36,17%)	
	Mais de 4 medicamentos (n (%))	45 (44,11%)	26 (50,98%)	28 (59,57%)	
Dispositivo auxiliar	Bengala (n (%))	1 (0,98%)	1 (1,97%)	14 (29,78%)	< 0,001*
	Sem dispositivo (n (%))	101 (99,02%)	50 (98,03)	33 (70,20%)	
Quedas	Sem quedas (n (%))	77 (75,49%)	34 (66,66%)	21 (44,58%)	< 0,001*
	1 queda (n (%))	16 (15,68%)	14 (27,45%)	9 (19,14%)	
	2 ou mais quedas (n (%))	9 (8,82%)	3 (5,88%)	17 (36,17%)	

IPAQ: International Physical Activity Questionnaire;

- Marcha habitual

A comparação entre grupos por análise univariada em relação à marcha habitual revelou uma diferença significativa na velocidade da marcha, mesmo quando o modelo foi ajustado para covariáveis de confusão importantes (sexo e uso de dispositivo auxiliar). Esse mesmo comportamento foi observado para todas as demais variáveis da marcha, demonstrando que os grupos diferiram de maneira estatisticamente significativa (tabela 3). Além disso, variáveis como velocidade da marcha e comprimento do passo apresentaram maiores tamanhos de efeito na comparação intergrupos, possivelmente mostrando que essas variáveis podem detectar melhor as alterações observadas com o aumento da idade.

Além disso, a velocidade habitual da marcha foi reduzida em 18,18% nos indivíduos entre 80 e 89 anos em comparação com aqueles com menos de 80 anos e em 26,26% nos indivíduos com mais de 90 anos em comparação com os indivíduos entre 80 e 89 anos. O comprimento do passo durante a marcha normal foi reduzido em 12,74% nos indivíduos entre 80 e 89 anos em comparação com os menores de 80 anos e em 22,65% nos indivíduos com mais de 90 anos em comparação com aqueles entre 80 e 89 anos.

- Marcha rápida

A análise univariada revelou uma diferença significativa na velocidade da marcha rápida entre as faixas etárias, mesmo quando o modelo foi ajustado para covariáveis de confusão importantes (sexo e uso de dispositivo auxiliar). Esse mesmo comportamento foi observado para todas as demais variáveis da marcha, demonstrando que os grupos diferiram de maneira estatisticamente significativa (tabela 3). Além disso, observamos que, semelhante aos resultados da marcha habitual, a velocidade e o comprimento do passo apresentaram maiores tamanhos de efeito na comparação intergrupos.

A Tabela 3 mostra que a velocidade da marcha e o comprimento do passo são as variáveis da marcha com o maior tamanho de efeito. Além disso, a velocidade da marcha rápida foi reduzida em 16,66% nos indivíduos entre 80 e 89 anos em comparação com os menores de 80 anos e foi reduzida em 25% nos indivíduos com mais de 90 anos em comparação com aqueles entre 80 e 89 anos. O comprimento do passo durante a marcha rápida foi reduzido em 12,66% nos indivíduos entre 80 e 89 anos em comparação com indivíduos com menos de 80 anos e foi reduzido em 22,96% nos indivíduos com mais de 90 anos em comparação com aqueles entre 80 e 89 anos.

Tabela 3. Comparação do desempenho habitual e rápido da marcha entre os grupos
Dados expressos em média, desvio padrão.

Tipos de marcha	Variáveis	60 até 79 anos n = 102	80 até 89 anos n = 51	90 até 102 anos n = 47	Efeito entre os grupos (p valor)		
		Média ±DP	Média ±DP	Média ±DP	η_p^2	Não ajustado	Ajustado
Marcha habitual	Velocidade da marcha (m / s)	1,21 ±0,2 ^{a,b}	0,99 ±0,2 ^c	0,73 ±0,2	0,48	< 0,001*	< 0,001*
	Cadência (passo / min)	116,90 ±9,3 ^{a,b}	110,0 ±10,6 ^c	103,27 ±13,9	0,17	< 0,001*	< 0,001*
	Tempo de passada (s)	1,03 ±0,1 ^{a,b}	1,10 ±0,1 ^c	1,18 ±0,2	0,16	< 0,001*	< 0,001*
	Comprimento do passo (cm)	62,38 ±7,3 ^{a,b}	54,43 ±8,3 ^c	42,10 ±9,0	0,47	< 0,001*	< 0,001*
	Duplo apoio (% CT)	25,40 ±3,3 ^{a,b}	27,98 ±3,5 ^c	33,01 ±7,4	0,22	< 0,001*	< 0,001*
	Balanço (% CT)	37,50 ±1,7 ^{a,b}	35,67 ±2,0 ^c	33,14 ±4,5	0,22	< 0,001*	< 0,001*
	Variabilidade do comprimento do passo (CoV%)	4,80 ±1,6 ^b	5,72 ±2,5 ^c	9,56 ±7,2	0,15	< 0,001*	< 0,001*
	Variabilidade do tempo de passada (CoV%)	3,47 ±1,9 ^{a,b}	4,62 ±2,8	6,11 ±3,5	0,11	< 0,001*	< 0,001*
Marcha rápida	Velocidade da marcha (m / s)	1,68 ±0,2 ^{a,b}	1,40 ±0,3 ^c	1,05 ±0,4	0,36	< 0,001*	< 0,001*
	Cadência (passo / min)	142,61 ±14,7 ^b	136,08 ±15,9 ^c	129,12 ±22,3	0,08	< 0,001*	0,001*
	Tempo de passada (s)	0,84 ±0,8 ^b	0,89 ±0,1	,95 ±0,1	0,09	< 0,001*	0,001*
	Comprimento do passo (cm)	70,91 ±8,3 ^{a,b}	61,93 ±10,7 ^c	47,71 ±12,8	0,40	< 0,001*	< 0,001*
	Duplo apoio (% CT)	20,41 ±3,8 ^{a,b}	23,15 ±4,0 ^c	27,33 ±8,3	0,16	< 0,001*	< 0,001*
	Balanço (% CT)	39,83 ±1,8 ^{a,b}	38,19 ±2,3 ^c	36,04 ±4,9	0,16	< 0,001*	< 0,001*
	Variabilidade do comprimento do passo (CoV%)	5,15 ±2,0 ^{a,b}	6,71 ±2,8 ^c	9,15 ±5,2	0,15	< 0,001*	< 0,001*
	Variabilidade do tempo de passada (CoV%)	4,84 ±2,1 ^a	6,28 ±3,5	5,55 ±2,7	0,04	0,03*	0,03*

Ajustamentos: Sexo e uso de dispositivo auxiliar. *p<0,05;

^a p<0,05 (Grupo de 60 até 79 anos versus 80 até 89 anos); ^b p<0,05 (Grupo de 60 até 79 anos versus 90 até 102 anos); ^c p<0,05 (Grupo de 80 até 89 anos versus 90 até 102 anos);

η_p^2 : eta quadrado

5.2. Resultados Estudo 2

Foram avaliados 200 idosos (43 homens e 157 mulheres). Os dados descritivos para os grupos em relação à média de idade, IMC, número de comorbidades e número de medicamentos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Caracterização da amostra por faixas etárias. Dados expressos em média, desvio padrão.

Variáveis	60 até 69 anos (n=52) Média±DP	70 até 79 anos (n=50) Média±DP	80 até 89 anos (n=51) Média±DP	90 anos ou mais (n=47) Média±DP
Idade (anos)	65,3±2,8 ^{abc}	73,3±2,8 ^{de}	83,1±2,3 ^f	92,9±1,2
IMC (m/kg²)	26,8±3,6 ^c	27,4±4,1 ^e	27,4±4,0 ^f	24,4±3,5
nº Comorbidades	2,2±1,1	2,1±1,0	1,9±0,9	2,0±1,0
nº Medicamentos	3,2±2,0	3,1±1,8	3,2±2,0	3,5±2,1

IMC: índice de massa corporal

^a p<0,05 (Grupo de 60 até 69 anos versus 70 até 79 anos); ^b p<0,05 (Grupo de 60 até 69 anos versus 80 até 89 anos); ^c p<0,05 (Grupo de 60 até 69 anos versus 90 anos ou mais); ^d Grupo de 70 até 79 anos versus 80 até 89 anos; ^e p<0,05 (Grupo de 70 até 79 anos versus 90 anos ou mais); ^f p<0,05 (Grupo de 80 até 89 anos versus 90 ou mais).

O grupo de idosos acima de 90 anos apresentou um IMC estatisticamente inferior aos demais grupos. As comorbidades mais prevalentes foram hipertensão arterial (92%), dislipidemia (61%), arritmia (64%), ansiedade (53%), hipotireoidismo (35%), osteoartrite (23%) e osteopenia ou osteoporose (16%).

As figuras 2, 3 e 4 ilustram a comparação dos 3 tipos de marcha avaliados. Comparados à marcha habitual, os sujeitos de todas as faixas etárias apresentaram um aumento significativo na velocidade da marcha quando o estímulo visual (MEV) foi adicionado (figura 2). Ainda em relação à marcha habitual, apenas o grupo de indivíduos mais jovens (60 a 69 anos) apresentou marcha significativamente mais rápida na situação da MEV-C, mostrando que, mesmo com a adição da tarefa cognitiva, esse grupo

conseguiu manter uma maior velocidade em comparação com a sua marcha habitual. A comparação das duas situações de marcha com um estímulo visual (MEV e MEV-C) revelou uma redução significativa da velocidade na situação da MEV-C em todos os grupos em comparação à marcha com apenas um estímulo visual (figura 2).

MH: marcha habitual; MEV: Marcha com estimulação visual; MEV-C: Marcha com estímulo visual e tarefa cognitiva

* $p < 0,05$

Figura 2. Comparação da velocidade da marcha entre as três diferentes situações da marcha, segundo faixa etária. Dados expressos em barra média e desvio padrão

Indivíduos com idade entre 60 e 79 anos aumentaram significativamente o comprimento do passo durante as duas tarefas com estímulo visual (MEV e MEV-C) em

comparação à marcha habitual. Indivíduos entre 80 e 89 anos aumentaram o comprimento do passo apenas durante a marcha MEV em comparação à marcha habitual (figura 3). Não foi observada diferença significativa no comprimento do passo entre os indivíduos com mais de 90 anos em qualquer situação da marcha avaliada (MH, MEV e MEV-C) (figura 3).

MH: marcha habitual; MEV: Marcha com estimulação visual; MEV-C: Marcha com estímulo visual e tarefa cognitiva

* $p < 0,05$

Figura 3. Comparação do comprimento do passo entre as três diferentes situações da marcha, de acordo com a faixa etária. Dados expressos em barra média e desvio padrão

Comparadas à marcha habitual, todas as faixas etárias mostraram um aumento significativo na cadência quando um estímulo visual foi adicionado (MEV) (figura 4). A mesma comparação mostrou que apenas o grupo de indivíduos mais jovens (60 a 69 anos)

possuía uma cadência significativamente maior na MEV-C, mostrando que esse grupo foi capaz de manter uma cadência maior em comparação à marcha habitual, mesmo com a adição da tarefa cognitiva (figura 4).

MH: marcha habitual; MEV: Marcha com estimulação visual; MEV-C: Marcha com estímulo visual e tarefa cognitiva

* $p < 0,05$

Figura 4. Comparação da cadência entre as três diferentes situações da marcha, segundo faixa etária. Dados expressos em barra média e desvio padrão

Discussão

6. DISCUSSÃO

6.1. Discussão Estudo 1

Várias mudanças fisiológicas são causadas pelo processo de envelhecimento, como alterações no controle postural (Woollacott & Shumway-Cook, 2002), diminuição da força muscular (Bean, Kiely, LaRose, Alian, & Frontera, 2007) e alterações no padrão de ativação muscular (Laughton et al., 2003), que podem interferir no desempenho funcional e nos parâmetros da marcha em idosos.

Em nosso estudo, o perfil dos idosos mais velhos diferiu dos idosos mais jovens, pois o grupo de idosos mais velhos incluiu um número maior de idosos com baixo peso, com menor escolaridade, principalmente sedentários e com maior número de quedas, diferentemente dos mais novos. No entanto, apesar dessas limitações, esses idosos são independentes e autônomos, mostrando que é extremamente importante a realização de novos estudos nessa população para conhecer suas limitações e, assim, propor melhores estratégias para sua inclusão na sociedade com melhor qualidade de vida.

Além disso, os resultados do presente estudo corroboram os achados relatados em investigações anteriores (Callisaya, Blizzard, Schmidt, McGinley, & Srikanth, 2010; Chui & Lusardi, 2010; Herssens et al., 2018), porque demonstram a relação entre um aumento na idade e mudanças nas variáveis da marcha, principalmente em termos de velocidade da marcha e comprimento do passo. No entanto, o estudo de Callisaya et al. (2010) não incluíram idosos acima de 90 anos, o que dificulta a compreensão do comportamento dos parâmetros da marcha na população mais idosa. A investigação de Chui and Lusardi (2010) incluiu apenas indivíduos entre 72 e 98 anos, fato que não permitiu compreender o comportamento do processo de envelhecimento como um todo nos parâmetros da marcha, uma vez que os autores não incluíram idosos mais jovens (menores de 70 anos).

O estudo de Chui and Lusardi (2010), realizado em indivíduos americanos entre 72 e 98 anos, também revelou uma relação entre envelhecimento e piora dos parâmetros da marcha, mas os valores médios de velocidade da marcha, cadência, comprimento do passo e balanço foram superiores aos obtidos no presente estudo. Da mesma forma, os idosos avaliados na investigação de Chui and Lusardi (2010) apresentaram um valor médio menor para a variável porcentagem de tempo gasto em suporte duplo em comparação com a amostra examinada no presente estudo. Essas diferenças observadas entre os valores médios podem estar relacionadas ao fato de o processo de envelhecimento ser influenciado por fatores sociais e culturais (Freire Junior, Fernandes, Borges, Guerra, & de Abreu, 2018; Freire, Pieruccini-Faria, & Montero-Odasso, 2018; Mendes, Gusmão, Mancussi e Faro, & Leite, 2005), que enfatizam a relevância do presente estudo na identificação dos valores da marcha observados na população brasileira, permitindo que valores de referência sejam estabelecidos para a pesquisa e prática clínica brasileira.

Em um estudo brasileiro que avaliou variáveis da marcha, a amostra foi dividida em cinco anos (65-69, 70-74, 75-79 e > 80 anos), mas o objetivo da investigação não foi descobrir qual parâmetro da marcha apresentou maior correlação com o envelhecimento (Kirkwood et al., 2016). Além disso, os participantes com mais de 80 anos foram alocados no mesmo grupo (Kirkwood et al., 2016). Por outro lado, o presente estudo identificou que as variáveis velocidade da marcha e comprimento do passo parecem ser os fatores mais influenciados pelo processo de envelhecimento, tanto na avaliação da marcha normal quanto na marcha rápida, diferentemente de outras investigações que não pretendiam examinar esse aspecto. Esse achado é relevante, uma vez que a velocidade da marcha é um importante parâmetro clínico, pois é facilmente avaliada na prática clínica. Além de envolver uma avaliação simples e rápida, ela pode ser facilmente medida usando um cronômetro (Verghese, Holtzer, Lipton, & Wang, 2009).

A velocidade da marcha é determinada principalmente por variáveis espaço-temporais da cadência e comprimento do passo. Assim, uma pessoa pode mudar sua velocidade de marcha alterando uma dessas variáveis separadamente ou combinadas (Howard, Wallace, & Stokic, 2013). De acordo com os achados atuais, o aumento da idade teve maior influência na velocidade da marcha e no comprimento do passo, sugerindo que a velocidade reduzida da marcha durante o processo de envelhecimento pode ser atribuída principalmente à redução do comprimento do passo (variável espacial). Assim, é plausível considerar que a estratégia de aumentar o comprimento do passo pode ser mais eficaz do que o aumento da cadência na melhoria da velocidade da marcha na população mais idosa.

A velocidade da marcha é facilmente mensurável e um fator de risco potencialmente modificável (Dickstein, 2008). Segundo Middleton et al. (2015), a avaliação da velocidade da marcha é tão importante que essa variável pode ser considerada o sexto sinal vital. Oh-Park, Holtzer, Xue, and Verghese (2010) sugeriram valores de referência para a marcha normal de adultos com mais de 70 anos, residentes em Nova York, mas não incluíram indivíduos idosos no início do envelhecimento (antes dos 70 anos). Os valores sugeridos foram de aproximadamente 1,1 m/s para homens e mulheres entre 70 e 74 anos; 1,1 m/s para homens entre 75 e 79 anos; 1,0 m/s para mulheres entre 75 e 79 anos e aproximadamente 1,0 m/s para ambos os sexos a partir dos 80 anos de idade. No entanto, nossos achados não confirmaram esses valores, pois detectamos maiores valores de velocidade da marcha nos indivíduos com menos de 80 anos de idade (1,21 m/s) e valores mais baixos nos indivíduos com mais de 80 anos (80 a 89 anos: 0,99 m/s e 90 anos ou mais: 0,73m/s), fato possivelmente sugerindo que os idosos brasileiros sofrem maior influência negativa na velocidade da marcha após os 80

anos comparado aos idosos residentes em Nova York. Além disso, Oh-Park et al. (2010) não avaliaram a marcha em alta velocidade.

Bohannon (1997) sugeriu valores de referência para a velocidade máxima da marcha para pessoas de até 79 anos, com um valor de 1,93 m/s para homens entre 60 e 69 anos e um valor de 2,07 m/s para homens entre 70 e 79 anos. Por outro lado, o valor para mulheres entre 60 e 79 anos foi de 1,7 m/s. Os valores da marcha rápida relatados por Bohannon (1997) para as mulheres são semelhantes aos obtidos no presente estudo (1,68 m/s). Isso pode ter acontecido porque a maioria da nossa amostra consistiu em mulheres. Em contraste com o estudo de Bohannon (1997), nossos resultados também sugerem valores de referência da velocidade da marcha para indivíduos com mais de 80 anos, que podem ser usados durante a avaliação dos adultos mais velhos na prática clínica.

A comparação de idosos de diferentes faixas etárias, incluindo idosos mais velhos, é extremamente importante, pois, embora saibamos que o aumento da idade afeta negativamente a marcha dos idosos (Callisaya et al., 2010; Chui & Lusardi, 2010; Herssens et al., 2018), o processo de envelhecimento é heterogêneo. Assim, compreender a influência cronológica da idade nos parâmetros da marcha pode orientar os profissionais de saúde de maneira mais específica quando consideram cada fase do envelhecimento.

Uma das razões para a diminuição do passo durante a marcha (marcha normal ou rápida) nos idosos acima de 80 anos pode ser um aumento na atividade excêntrica do músculo quadríceps femoral durante a fase final do suporte duplo ou um aumento na atividade excêntrica dos músculos isquiotibiais durante a fase final de balanço, que ocorre com o aumento da idade (Abreu & Caldas, 2008). Outra hipótese para esse achado é que adultos mais velhos tendem a fadigar os músculos dorsiflexores mais rapidamente e, uma vez que este é um importante fator que pode levar ao comprometimento da função motora

em idosos, pode afetar negativamente o desempenho da marcha (Justice, Mani, Pierpoint, & Enoka, 2014).

A variabilidade passo a passo, medida pelo coeficiente de variação (CoV), é uma medida da reprodutibilidade dos movimentos coordenados dos membros de um passo para o outro durante a marcha. A marcha é uma das ações mais repetitivas realizadas por uma pessoa durante a vida diária, e a flutuação normal da variabilidade do tempo de passada é geralmente menor que 3% entre adultos saudáveis (Beauchet et al., 2009; Hausdorff, 2004). No presente estudo, caminhando na velocidade normal da marcha, os idosos entre 60 e 79 anos apresentaram flutuação de $3,47 \pm 1,9\%$ na variabilidade do tempo de passada, enquanto os idosos entre 80 e 89 anos e entre 90 e 102 anos apresentaram valores de $4,62 \pm 2,8\%$ e $6,11 \pm 3,5\%$, respectivamente. Há evidências na literatura que demonstram que uma maior variabilidade está associada ao aumento do risco de quedas (Toebe, Hoozemans, Furrer, Dekker, & van Dieën, 2012; Verghese et al., 2009) e a algumas doenças (Herman et al., 2010). Entretanto, quando a marcha em velocidade rápida foi avaliada, todos os grupos apresentaram flutuação aumentada na variabilidade do tempo de passada, maior que a marcha normal, exceto no grupo de 90 anos ou mais. Em relação à flutuação do tempo de passada, o grupo de idosos com menos de 80 anos apresentou valores de $4,84 \pm 2,1\%$, já o grupo de idosos entre 80 e 89 anos apresentou valores aumentados de $6,28 \pm 3,5\%$ e os idosos com mais de 90 anos apresentaram valor de $5,55 \pm 2,7\%$.

O presente estudo fornece mais informações sobre o processo de envelhecimento em pessoas mais velhas (maiores de 80 anos), incluindo centenários. No entanto, o estudo tem algumas limitações: pessoas idosas que usam um andador como dispositivo auxiliar ou que foram institucionalizadas não foram avaliadas. Além disso, a amostra do estudo

incluiu um número menor de homens, por terem dificuldade em participar do estudo e seguir o desenho do estudo.

6.2. Discussão Estudo 2

Para que um idoso consiga se manter com uma marcha independente e segura é importante que haja uma interação entre diversos componentes. Alguns componentes essenciais para a marcha são os aspectos musculares, como a flexibilidade, força e resistência muscular. (Kell, Bell, & Quinney, 2001). Quando ocorre uma alteração nesses componentes devido a diversos fatores, como o avanço da idade ou a alguma doença, podemos observar alterações no padrão da marcha. (Shkuratova, Morris, & Huxham, 2004).

A cadência (número de passos por minuto) e o comprimento do passo ou da passada são as principais variáveis espaço temporais que determinam a velocidade da marcha. Indivíduos saudáveis podem regular a velocidade de marcha ajustando a cadência ou comprimento do passo de forma isolada ou uma combinação de ambas as estratégias (Howard et al., 2013).

Uma associação da melhora na flexibilidade, resistência e força muscular dos membros inferiores pode gerar um melhor padrão do passo e consequentemente uma maior capacidade de adequação da cadência e comprimento do passo a fim de aumentar a velocidade da marcha. (Farinatti & Lopes, 2004).

De acordo com nossos achados, idosos de 60 a 102 anos foram capazes de aumentar a velocidade de marcha quando submetidos ao estímulo visual do semáforo. Porém para que isso fosse possível, idosos de 60 a 89 anos utilizaram as estratégias de aumento do comprimento do passo e aumento da cadência, e idosos acima de 90 anos utilizaram somente a estratégia de aumento da cadência. Isso pode ter ocorrido pois o

aumento da cadência sem o aumento do comprimento do passo pode ser considerado uma estratégia mais conservadora, pois provavelmente resultaria em menores alterações na biomecânica dos membros inferiores. (Miyazaki et al., 2002). Outra possível causa desses resultados encontrados em nosso estudo seria a maior limitação da movimentação articular, principalmente do quadril, presente em idosos mais velhos, já que existe uma maior redução do movimento de extensão do quadril e um aumento do encurtamento dos músculos flexores de quadril, e isso poderia acarretar maior dificuldade na marcha devido à grande importância dessa articulação durante a atividade funcional de caminhar (Kerrigan, Todd, Della Croce, Lipsitz, & Collins, 1998).

A marcha é uma atividade funcional extremamente importante para a independência dos idosos. A literatura mostra que, entre os idosos, a marcha a uma velocidade superior a 1,0 m/s está relacionada ao envelhecimento bem-sucedido, enquanto uma velocidade entre 0,4 e 0,8m/s é relacionada com mobilidade limitada (Callisaya, Blizzard, Schmidt, McGinley, & Srikanth, 2008). Os nossos resultados mostraram que indivíduos com idade entre 60 e 89 anos apresentaram velocidade habitual de marcha de 1,0 m/s ou mais, enquanto indivíduos com mais de 90 anos apresentaram velocidade média de marcha de 0,74 m/s, o que já pode ser considerado um valor preditivo de quedas (Studenski et al., 2011).

De acordo com a literatura (Goldberg & Schepens, 2011; Hardy, Perera, Roumani, Chandler, & Studenski, 2007), as alterações na velocidade de marcha menores do que 0,1 m/s não são clinicamente relevantes para a prática clínica, porém nos nossos achados, idosos de todas as faixas etárias foram capazes de aumentar a velocidade da marcha em pelo menos 0,1m/s quando comparada a marcha habitual com MEV, sendo que entre 60 e 89 anos essa diferença foi de 0,2m/s ou mais, sugerindo que esse estímulo visual foi

cl clinicamente relevante para promover alterações no padrão de marcha dos idosos entre 60 e 102 anos.

Em relação à travessia, os semáforos costumam ser programados para pessoas que conseguem andar a uma velocidade de 1,2 m/s. No presente estudo, observamos que nas marcha com estímulo visual de um semáforo de pedestres, apenas indivíduos com menos de 80 anos conseguiram andar a uma velocidade de 1,2 m/s, enquanto indivíduos com mais de 80 anos não conseguiram atingir uma velocidade suficiente para realizar essa importante atividade de interação social, fato que pode afetar sua rotina e torná-los dependente de seus cuidadores.

A literatura demonstrou que a travessia de rua é mais insegura para adultos mais velhos do que para jovens (Oxley et al., 2005), com uma lentidão na tomada de decisão com relação ao momento certo para a travessia e com dificuldade de entender a necessidade de aumentar a velocidade da marcha para concluir a travessia antes da chegada dos carros (Dommes & Cavallo, 2011; Dommes et al., 2014). Essas alterações podem ocorrer devido a um declínio cognitivo e visual entre os idosos, envolvendo um erro na percepção da velocidade dos carros e dificultando o cruzamento das ruas (Dommes & Cavallo, 2011).

Entretanto, ao comparar as diferentes faixas etárias, os resultados do presente estudo mostraram que o semáforo, quando utilizado como feedback visual, auxiliou os idosos no tempo ideal necessário para que pudessem realizar a tarefa, provavelmente devido a maior velocidade da marcha observada na presença de um semáforo. Assim, os idosos parecem ser estimulados a caminhar mais rapidamente em tarefas com estimulação visual através do semáforo. Porém é necessário que o idoso consiga realizar esse aumento de velocidade de forma segura, sendo importante um treinamento adequado e

individualizado, para diminuir as chances do idoso cair, sendo que a ocorrência de queda pode diminuir a independência e funcionalidade do idoso.

Kaewkaen et al. (2018) utilizaram como tarefa cognitiva a nomeação de lugares e objetos, nesse estudo eles avaliaram a influência de estímulo áudio visual (semáforo) na marcha de idosos de 60 a 74 anos e observaram que tanto idosos com ou sem déficit de equilíbrio aumentaram a velocidade da marcha durante a dupla tarefa (marcha e tarefa cognitiva) e durante a dupla tarefa associado ao estímulo do semáforo, apresentando aumento da velocidade da marcha em ambos os grupos. Já em nosso estudo mostram que, ao comparar situações da marcha com a estimulação visual de um semáforo de pedestres, indivíduos de todas as faixas etárias exibiram uma redução da velocidade da marcha na condição MEV-C em comparação à MEV, o que mostra a influência negativa da tarefa cognitiva associada a marcha com estímulo visual, porém somente os idosos acima de 70 anos apresentaram uma diminuição tão acentuada a ponto de fazer com que os valores de velocidade da marcha MEV-C não apresentassem diferença significativa comparado aos valores da velocidade da marcha habitual. Isso mostra que os efeitos benéficos que o estímulo visual foi capaz de apresentar nos parâmetros da marcha são anulados quando é adicionado uma dupla tarefa cognitiva, em idosos acima de 70 anos.

O presente estudo apresenta algumas limitações, como o pequeno número de sujeitos do sexo masculino (justificado pela menor prevalência de homens na sociedade e devido ao menor engajamento desses indivíduos em pesquisa); a não inclusão de idosos institucionalizados e o não acompanhamento dos idosos em avaliações periódicas para a observação real do processo de envelhecimento.

Conclusões

7. CONCLUSÕES

7.1. Conclusão Estudo 1

Os achados do Estudo 1 mostraram que existem diferenças no desempenho da marcha habitual e rápida em idosos de diferentes faixas etárias, que permitem identificar a influência do avançar da idade na marcha, sendo mais evidente nas variáveis de velocidade da marcha e comprimento do passo. No entanto, a marcha habitual apresentou valores de tamanho de efeito mais altos do que os da velocidade rápida da marcha em todas as variáveis analisadas. Portanto, recomendamos o uso da marcha usual para a identificação dos efeitos do envelhecimento, pois é mais confortável e requer menos esforço de idosos, principalmente idosos e debilitados que apresentam maior risco de queda. Portanto, a marcha usual pode ser utilizada preferencialmente na prática clínica.

7.2. Conclusão Estudo 2

Os idosos com idade entre 60 e 102 anos podem alterar seus parâmetros da marcha de maneira benéfica em relação à marcha habitual quando recebem estímulos visuais como fornecido pelo semáforo de pedestres. No entanto, quando essa atividade ocorre em conjunto com uma dupla-tarefa cognitiva, esses efeitos benéficos desaparecem em idosos com mais de 70 anos, mostrando que essas pessoas são mais influenciadas pela dupla-tarefa do que indivíduos com menos de 70 anos. Além disso, podemos concluir que idosos com idades entre 60 e 89 anos usam estratégias diferentes das pessoas com mais de 90 anos quando enfrentam uma situação que exige um aumento da velocidade da marcha. Isso mostra a importância de observar as necessidades dos idosos de maneira individual, sempre levando em consideração a faixa etária, a fim de permitir que eles mantenham funcionalidade máxima, independência e interação social. O semáforo de pedestres pode

ser um bom aliado para treino de marcha com estímulo visual em idosos. Além da contribuição desse estudo para alertar as Políticas Públicas Municipais da necessidade de ajustarem os semáforos de pedestres para se tornarem mais acessíveis aos idosos; além de colocarem semáforos para pedestres em ruas com fluxo contínuo de pessoas, uma vez que os resultados do nosso estudo mostraram que os semáforos atuam como estímulo visual positivo para os idosos

Referências

8. REFERÊNCIAS

- Abbott, C. A., Carrington, A. L., Ashe, H., Bath, S., Every, L. C., Griffiths, J., . . . North-West Diabetes Foot Care, S. (2002). The North-West Diabetes Foot Care Study: incidence of, and risk factors for, new diabetic foot ulceration in a community-based patient cohort. *Diabet Med*, 19(5), 377-384.
- Abreu, S. S. E., & Caldas, C. P. (2008). Gait speed, balance and age: a correlational study among elderly women with and without participation in a therapeutic exercise program. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12(4), 324-330.
- Apolinario, D., Lichtenthaler, D. G., Magaldi, R. M., Soares, A. T., Busse, A. L., Amaral, J. R., . . . Brucki, S. M. (2016). Using temporal orientation, category fluency, and word recall for detecting cognitive impairment: the 10-point cognitive screener (10-CS). *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 31(1), 4-12.
- Bardy, B. G., & Laurent, M. (1991). Visual cues and attention demand in locomotor positioning. *Percept Mot Skills*, 72(3 Pt 1), 915-926.
- Bean, J. F., Kiely, D. K., LaRose, S., Alian, J., & Frontera, W. R. (2007). Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil*, 88(5), 604-609.
- Beauchet, O., Annweiler, C., Lecordroch, Y., Allali, G., Dubost, V., Herrmann, F. R., & Kressig, R. W. (2009). Walking speed-related changes in stride time variability: effects of decreased speed. *J Neuroeng Rehabil*, 6, 32.
- Bertolucci, P. H. F., Brucki, S. M. D., Campacci, S. R., & Juliano, Y. (1994). O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq. Neuropsiquiatr*, 52(1), 01-07.
- Beurskens, R., & Bock, O. (2012). Age-Related Deficits of Dual-Task Walking: A Review. *Neural Plasticity*, 2012, 8.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*, 26(1), 15-19.
- Brauer, S. G., Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). The influence of a concurrent cognitive task on the compensatory stepping response to a perturbation in balance-impaired and healthy elders. *Gait Posture*, 15(1), 83-93.
- Callisaya, M. L., Blizzard, L., Schmidt, M. D., McGinley, J. L., & Srikanth, V. K. (2008). Sex modifies the relationship between age and gait: a population-based study of older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 63(2), 165-170.
- Callisaya, M. L., Blizzard, L., Schmidt, M. D., McGinley, J. L., & Srikanth, V. K. (2010). Ageing and gait variability--a population-based study of older people. *Age Ageing*, 39(2), 191-197.
- CET. (2008). Notas Técnicas da Companhia de Engenharia de Tráfego.
- Chui, K. K., & Lusardi, M. M. (2010). Spatial and temporal parameters of self-selected and fast walking speeds in healthy community-living adults aged 72-98 years. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 33(4), 173-183.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., . . . European Working Group on Sarcopenia in Older, P. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 39(4), 412-423.
- Cruz-Jimenez, M. (2017). Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 28(4), 713-725.
- Demura, S., Kitabayashi, T., & Aoki, H. (2008). Body-sway characteristics during a static upright posture in the elderly. *Geriatr Gerontol Int*, 8(3), 188-197.
- Dickstein, R. (2008). Rehabilitation of gait speed after stroke: a critical review of intervention approaches. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(6), 649-660.

- Dommes, A., & Cavallo, V. (2011). The role of perceptual, cognitive, and motor abilities in street-crossing decisions of young and older pedestrians. *Ophthalmic Physiol Opt*, 31(3), 292-301.
- Dommes, A., Cavallo, V., Dubuisson, J. B., Tournier, I., & Vienne, F. (2014). Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians. *J Safety Res*, 50, 27-34.
- Duim, E., Lebrao, M., Duarte, Y., & Antunes, J. F. (2017). Walking speed of older people and pedestrian crossing time. *Innovation in Aging*, 1(suppl_1), 883-883.
- Fabrício, S. C. C., Rodrigues, R. A. P., & Costa Junior, M. L. C. (2004). Causas e consequências de quedas de idosos atendidos em hospital público. *Revista Saúde Pública*, 38(1), 93-99.
- Farinatti, P. d. T. V., & Lopes, L. N. C. (2004). A multivariate analysis of the correlation between step length-pacing and muscular fitness components in elder subjects. *Rev Bras Med Esporte*, 10(5), 389-394.
- Forman, D. E., Berman, A. D., McCabe, C. H., Baim, D. S., & Wei, J. Y. (1992). PTCA in the elderly: the "young-old" versus the "old-old". *J Am Geriatr Soc*, 40(1), 19-22.
- Forrest, G., Huss, S., Patel, V., Jeffries, J., Myers, D., Barber, C., & Kosier, M. (2012). Falls on an inpatient rehabilitation unit: risk assessment and prevention. *Rehabil Nurs*, 37(2), 56-61.
- Freire Junior, R. C., Fernandes, T. G., Borges, G. F., Guerra, R. O., & de Abreu, D. C. C. (2018). Factors associated with low levels of physical activity among elderly residents in a small urban area in the interior of the Brazilian Amazon. *Arch Gerontol Geriatr*, 75, 37-43.
- Freire Júnior, R. C., Porto, J. M., Marques, N. R., Magnani, P. E., & Abreu, D. C. C. (2017). The effects of a simultaneous cognitive or motor task on the kinematics of walking in older fallers and non-fallers. *Hum Mov Sci*, 51, 146-152.
- Freire, R. C. J., Pieruccini-Faria, F., & Montero-Odasso, M. (2018). Are Human Development Index dimensions associated with gait performance in older adults? A systematic review. *Experimental Gerontology*, 102, 59-68.
- Fujita, T., Nakamura, S., Ohue, M., Fujii, Y., Miyauchi, A., Takagi, Y., & Tsugeno, H. (2005). Effect of age on body sway assessed by computerized posturography. *J Bone Miner Metab*, 23(2), 152-156.
- Gill, T., Taylor, A. W., & Pengelly, A. (2005). A population-based survey of factors relating to the prevalence of falls in older people. *Gerontology*, 51(5), 340-345.
- Goldberg, A., & Schepens, S. (2011). Measurement error and minimum detectable change in 4-meter gait speed in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 23(5-6), 406-412.
- Gomes, M. M., Reis, J. G., Neves, T. M., Petrella, M., & de Abreu, D. C. C. (2012). Impact of Aging on Balance and Pattern of Muscle Activation in Elderly Women from Different Age Groups. *Int J Gerontol*, 7(2), 106-111.
- Granacher, U., Bridenbaugh, S. A., Muehlbauer, T., Wehrle, A., & Kressig, R. W. (2011). Age-related effects on postural control under multi-task conditions. *Gerontology*, 57(3), 247-255.
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Bridenbaugh, S., Bleiker, E., Wehrle, A., & Kressig, R. W. (2010). Balance training and multi-task performance in seniors. *Int J Sports Med*, 31(5), 353-358.
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Pieper, C. F., Leveille, S. G., Markides, K. S., Ostir, G. V., . . . Wallace, R. B. (2000). Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(4), M221-231.
- Hardy, S. E., Perera, S., Roumani, Y. F., Chandler, J. M., & Studenski, S. A. (2007). Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 55(11), 1727-1734.
- Hatfield, J., & Murphy, S. (2007). The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at signalized and unsignalized intersections. *Accid Anal Prev*, 39(1), 197-205.
- Hausdorff, J. M. (2004). Stride variability: beyond length and frequency. *Gait Posture*, 20(3), 304.

- Hausdorff, J. M., Rios, D. A., & Edelberg, H. K. (2001). Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(8), 1050-1056.
- Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., Schweiger, A., & Hausdorff, J. M. (2010). Executive control deficits as a prodrome to falls in healthy older adults: a prospective study linking thinking, walking, and falling. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 65(10), 1086-1092.
- Herssens, N., Verbecque, E., Hallemans, A., Vereeck, L., Van Rompaey, V., & Saeys, W. (2018). Do spatiotemporal parameters and gait variability differ across the lifespan of healthy adults? A systematic review. *Gait Posture*, 64, 181-190.
- Howard, C., Wallace, C., & Stokic, D. S. (2013). Stride length-cadence relationship is disrupted in below-knee prosthesis users. *Gait Posture*, 38(4), 883-887.
- IBGE. (2016). Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Retrieved 12 Setembro, 2016, from <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>
- Jamet, M., Deviterne, D., Gauchard, G. C., Vancon, G., & Perrin, P. P. (2007). Age-related part taken by attentional cognitive processes in standing postural control in a dual-task context. *Gait Posture*, 25(2), 179-184.
- Justice, J. N., Mani, D., Pierpoint, L. A., & Enoka, R. M. (2014). Fatigability of the dorsiflexors and associations among multiple domains of motor function in young and old adults. *Experimental Gerontology*, 55, 92-101.
- Kaewkaen, K., Wongsamud, P., Ngaothanyaphat, J., Supawarapong, P., Uthama, S., Ruengsirarak, W., . . . Kaewkaen, P. (2018). The Influence of Audio-Visual Cueing (Traffic Light) on Dual Task Walking in Healthy Older Adults and Older Adults with Balance Impairments. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 25(1), 67-74.
- Kell, R. T., Bell, G., & Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 31(12), 863-873.
- Kerrigan, D. C., Todd, M. K., Della Croce, U., Lipsitz, L. A., & Collins, J. J. (1998). Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. *Arch Phys Med Rehabil*, 79(3), 317-322.
- Kim, W. S., & Kim, E. Y. (2014). Comparing self-selected speed walking of the elderly with self-selected slow, moderate, and fast speed walking of young adults. *Ann Rehabil Med*, 38(1), 101-108.
- Kirkwood, R. N., Gomes, H. A., Sampaio, R. F., Furtado, S. R., & Moreira, B. S. (2016). Spatiotemporal and variability gait data in community-dwelling elderly women from Brazil. *Braz J Phys Ther*, 20(3), 258-266.
- Ko, S. U., Stenholm, S., Metter, E. J., & Ferrucci, L. (2012). Age-associated gait patterns and the role of lower extremity strength - results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Arch Gerontol Geriatr*, 55(2), 474-479.
- Laessoe, U., Hoeck, H. C., Simonsen, O., & Voigt, M. (2008). Residual attentional capacity amongst young and elderly during dual and triple task walking. *Hum Mov Sci*, 27(3), 496-512.
- Laughton, C. A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J. F., Kerrigan, D. C., . . . Collins, J. J. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture*, 18(2), 101-108.
- Lawton, M. P., & Brody, E. M. (1969). Self maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontology*, v.9(p.179-186).
- Lee, A., Bhatt, T., Smith-Ray, R. L., Wang, E., & Pai, Y. C. (2019). Gait Speed and Dynamic Stability Decline Accelerates Only in Late Life: A Cross-sectional Study in Community-Dwelling Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 42(2), 73-80.
- Lin, S. I., & Woollacott, M. (2005). Association between sensorimotor function and functional and reactive balance control in the elderly. *Age Ageing*, 34(4), 358-363.
- Lipschitz, D. A. (1994). Screening for nutritional status in the elderly. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 21(1), 55-67.

- Lord, S., Howe, T., Greenland, J., Simpson, L., & Rochester, L. (2011). Gait variability in older adults: a structured review of testing protocol and clinimetric properties. *Gait Posture*, 34(4), 443-450.
- Lusardi, M. M., Pellecchia, G. L., & Schulman, M. (2003). Functional Performance in Community Living Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 26(3), 14-22.
- MATSUDO, S., ARAÚJO, T., & V., M. (2001). Questionário internacional de atividade física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Atividade Física & Saúde* 6(2), p.5-18.
- Mazo, G. Z., & Benedetti, T. R. B. (2010). Adaptation of the international physical activity questionnaire for the elderly. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 12(6), 480-484.
- Melzer, I., Kurz, I., Shahar, D., Levi, M., & Oddsson, L. (2007). Application of the voluntary step execution test to identify elderly fallers. *Age Ageing*, 36(5), 532-537.
- Mendes, M. R. S. S. B., Gusmão, J. L., Mancussi e Faro, A. C., & Leite, R. C. B. O. (2005). The social situation of elderly in Brazil: a brief consideration. *Acta Paul Enferm.*, 18(4), 422-426.
- Middleton, A., Fritz, S. L., & Lusardi, M. (2015). Walking speed: the functional vital sign. *J Aging Phys Act*, 23(2), 314-322.
- Minayo, M. C. (2012). Aging of the Brazilian population and challenges for the health sector. *Cad Saude Publica*, 28((2)), 208-209.
- Mirelman, A., Herman, T., Brozgol, M., Dorfman, M., Sprecher, E., Schweiger, A., . . . Hausdorff, J. M. (2012). Executive function and falls in older adults: new findings from a five-year prospective study link fall risk to cognition. *PLoS One*, 7(6), e40297.
- Miyazaki, T., Wada, M., Kawahara, H., Sato, M., Baba, H., & Shimada, S. (2002). Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 61(7), 617-622.
- Montero-Odasso, M., Muir, S. W., Hall, M., Doherty, T. J., Kloseck, M., Beauchet, O., & Speechley, M. (2011). Gait variability is associated with frailty in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 66(5), 568-576.
- Montero-Odasso, M., Muir, S. W., & Speechley, M. (2012). Dual-task complexity affects gait in people with mild cognitive impairment: the interplay between gait variability, dual tasking, and risk of falls. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(2), 293-299.
- Montero-Odasso, M., Oteng-Amoako, A., Speechley, M., Gopaul, K., Beauchet, O., Annweiler, C., & Muir-Hunter, S. W. (2014). The motor signature of mild cognitive impairment: results from the gait and brain study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 69(11), 1415-1421.
- Montero-Odasso, M., Schapira, M., Soriano, E. R., Varela, M., Kaplan, R., Camera, L. A., & Mayorga, L. M. (2005). Gait velocity as a single predictor of adverse events in healthy seniors aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(10), 1304-1309.
- Muhaidat, J., Kerr, A., Evans, J. J., & Skelton, D. A. (2013). Exploring gait-related dual task tests in community-dwelling fallers and non-faller: a pilot study. *Physiother Theory Pract*, 29(5), 351-370.
- Muir-Hunter, S. W., & Wittwer, J. E. (2016). Dual-task testing to predict falls in community-dwelling older adults: a systematic review. *Physiotherapy*, 102(1), 29-40.
- Nasar, J., Hecht, P., & Wener, R. (2008). Mobile telephones, distracted attention, and pedestrian safety. *Accid Anal Prev*, 40(1), 69-75.
- Neider, M. B., Gaspar, J. G., McCarley, J. S., Crowell, J. A., Kaczmariski, H., & Kramer, A. F. (2011). Walking and talking: dual-task effects on street crossing behavior in older adults. *Psychol Aging*, 26(2), 260-268.
- Neider, M. B., McCarley, J. S., Crowell, J. A., Kaczmariski, H., & Kramer, A. F. (2010). Pedestrians, vehicles, and cell phones. *Accid Anal Prev*, 42(2), 589-594.
- Oh-Park, M., Holtzer, R., Xue, X., & Verghese, J. (2010). Conventional and robust quantitative gait norms in community-dwelling older adults. *J Am Geriatr Soc*, 58(8), 1512-1518.

- Oliveira, A. S., Trevizan, P. F., Bestetti, M. L. T., & Melo, R. C. (2014). Environmental hazards and risk of fall in the elderly: systematic review. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.*, 17(3), p. 637-645.
- OMS. (2002). Organização Mundial da Saúde: Envelhecimento ativo: uma política de saúde / World Health Organization. *Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde*, p.60.
- Oxley, J. A., Ihlen, E., Fildes, B. N., Charlton, J. L., & Day, R. H. (2005). Crossing roads safely: an experimental study of age differences in gap selection by pedestrians. *Accid Anal Prev*, 37(5), 962-971.
- Patterson, S. L., Rodgers, M. M., Macko, R. F., & Forrester, L. W. (2008). Effect of treadmill exercise training on spatial and temporal gait parameters in subjects with chronic stroke: a preliminary report. *J Rehabil Res Dev*, 45(2), 221-228.
- Penna, G. O., Neto, O. L. M., Barêa, V. R., Duarte, E. C., Teixeira, M. G., Barreto, M. L., & Moya, J. (2009). As violências e os acidentes como problemas de saúde pública no Brasil: marco das políticas públicas e a evolução da morbidade durante os 20 anos do Sistema Único de Saúde. from http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_brasil_2008.pdf
- Perracini, M. R., & Ramos, L. R. (2002). Fatores associados a quedas em um corte de idosos residentes na comunidade. *Revista Saude Publica*, 36(6), 709-716.
- Pink, J., O'Brien, J., Robinson, L., Longson, D., & Guideline, C. (2018). Dementia: assessment, management and support: summary of updated NICE guidance. *BMJ*, 361, k2438.
- Ploutz-Snyder, L. L., Manini, T., Ploutz-Snyder, R. J., & Wolf, D. A. (2002). Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(4), B144-152.
- Riberto, M., Miyazaki, M. H., Jucá, S. S. H., Sakamoto, H., Pinto, P. P. N., & Battistela, L. R. (2004). Validação da versão Brasileira da Medida de Independência Funcional. *Acta Fisiatr.*, v.11, p. 72 - 76.
- Schwenk, M., Howe, C., Saleh, A., Mohler, J., Grewal, G., Armstrong, D., & Najafi, B. (2014). Frailty and technology: a systematic review of gait analysis in those with frailty. *Gerontology*, 60(1), 79-89.
- Shkuratova, N., Morris, M. E., & Huxham, F. (2004). Effects of age on balance control during walking. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(4), 582-588.
- Soriano, T. A., DeCherrie, L. V., & Thomas, D. C. (2007). Falls in the community-dwelling older adult: a review for primary-care providers. *Clin Interv Aging*, 2(4), 545-554.
- Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M., . . . Guralnik, J. (2011). Gait speed and survival in older adults. *JAMA*, 305(1), 50-58. doi:
- Studenski, S., Perera, S., Wallace, D., Chandler, J. M., Duncan, P. W., Rooney, E., . . . Guralnik, J. M. (2003). Physical performance measures in the clinical setting. *J Am Geriatr Soc*, 51(3), 314-322.
- Tateuchi, H., Ichihashi, N., Shinya, M., & Oda, S. (2011). Anticipatory postural adjustments during lateral step motion in patients with hip osteoarthritis. *J Appl Biomech*, 27(1), 32-39.
- Tinetti, M. E., Gordon, C., Sogolow, E., Lapin, P., & Bradley, E. H. (2006). Fall-risk evaluation and management: challenges in adopting geriatric care practices. *Gerontologist*, 46(6), 717-725.
- Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*, 319(26), 1701-1707.
- Toebes, M. J., Hoozemans, M. J., Furrer, R., Dekker, J., & van Dieën, J. H. (2012). Local dynamic stability and variability of gait are associated with fall history in elderly subjects. *Gait Posture*, 36(3), 527-531.
- Trombetti, A., Hars, M., Herrmann, F. R., Kressig, R. W., Ferrari, S., & Rizzoli, R. (2011). Effect of music-based multitask training on gait, balance, and fall risk in elderly people: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med*, 171(6), 525-533.

- Uemura, K., Yamada, M., Nagai, K., & Ichihashi, N. (2011). Older adults at high risk of falling need more time for anticipatory postural adjustment in the precrossing phase of obstacle negotiation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 66(8), 904-909.
- Umegaki, H., Makino, T., Yanagawa, M., Nakashima, H., Kuzuya, M., Sakurai, T., & Toba, K. (2018). Maximum gait speed is associated with a wide range of cognitive functions in Japanese older adults with a Clinical Dementia Rating of 0.5. *Geriatr Gerontol Int*, 18(9), 1323-1329.
- Verghese, J., Holtzer, R., Lipton, R. B., & Wang, C. (2009). Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64(8), 896-901.
- Verghese, J., LeValley, A., Hall, C. B., Katz, M. J., Ambrose, A. F., & Lipton, R. B. (2006). Epidemiology of gait disorders in community-residing older adults. *J Am Geriatr Soc*, 54(2), 255-261.
- Verghese, J., Wang, C., Lipton, R. B., Holtzer, R., & Xue, X. (2007). Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 78(9), 929-935.
- Vieira, E. R., Lim, H. H., Brunt, D., Hallal, C. Z., Kinsey, L., Errington, L., & Goncalves, M. (2015). Temporo-spatial gait parameters during street crossing conditions: a comparison between younger and older adults. *Gait Posture*, 41(2), 510-515.
- Webster, K. E., Wittwer, J., & Feller, J. A. (2005). Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait Posture*, v.22(n.4), p.317-321.
- Willcox, D. C., Willcox, B. J., & Poon, L. W. (2010). Centenarian studies: important contributors to our understanding of the aging process and longevity. *Curr Gerontol Geriatr Res*, 2010, 484529.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, 16(1), 1-14.
- Yang, L., Liao, L. R., Lam, F. M., He, C. Q., & Pang, M. Y. (2015). Psychometric properties of dual-task balance assessments for older adults: a systematic review. *Maturitas*, 80(4), 359-369.
- Zito, G. A., Cazzoli, D., Scheffler, L., Jäger, M., Müri, R. M., Mosimann, U. P., . . . Nef, T. (2015). Street crossing behavior in younger and older pedestrians: an eye- and head-tracking study. *BMC Geriatrics*, 15(1), 176. doi: 10.1186/s12877-015-0175-0
- Zivotofsky, A. Z., Eldror, E., Mandel, R., & Rosenbloom, T. (2012). Misjudging their own steps: why elderly people have trouble crossing the road. *Human Factors*, 54(4), 600-607.

9. APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Curso de Fisioterapia

Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional
*Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho
Locomotor FMRP/USP*

PROJETO: “Avaliação da marcha associada a multitarefas em idosos independentes e autônomos de diferentes faixas etárias durante simulação de travessia de rua”

PESQUISADORA RESPONSÁVEL: Paola Errera Magnani, tel (16) 99138-0777

ORIENTADORA: Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3315-4413

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) a participar do estudo intitulado “Avaliação da marcha associada a multitarefas em idosos independentes e autônomos de diferentes faixas etárias durante simulação de travessia de rua”, que será realizado pela aluna de doutorado Paola Errera Magnani, sob a orientação da Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu (FMRP-USP). Sabe-se que o processo de envelhecimento promove alterações no nosso organismo que aumentam o risco de cair principalmente em atividades dinâmicas do cotidiano. Atravessar a rua é uma atividade do dia a dia que requer muito cuidado e atenção, principalmente se o idoso está realizando uma outra atividade ao mesmo tempo. Sendo assim, o objetivo geral do estudo é avaliar a marcha associada com multitarefas durante a travessia de rua em idosos independentes e autônomos de diferentes faixas etárias e correlacionar com a sua funcionalidade.

Se o (a) senhor (a) concordar em participar deste estudo, inicialmente, será submetido (a) a uma avaliação inicial na qual serão coletados dados como peso e altura. Em seguida responderá alguns questionários, com a ajuda do pesquisador. Eles estão relacionados ao nível de atividade física, ao seu relato de queda, as atividades do seu dia a dia e a sua independência para fazer essas atividades. Será necessária sua presença no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Equilíbrio (LARE) situado dentro do campus da USP, em um dia. A avaliação durará cerca de 2 horas, sendo o agendamento do dia e horário realizado de acordo com sua disponibilidade.

Após a realização dos questionários, será avaliado a força das pernas, nesse teste será solicitado para se levantar e sentar de uma cadeira 5 vezes seguidas, sem ajuda das mãos. Será avaliado o seu equilíbrio por um teste chamado BESTest, no qual você terá que realizar tarefas sentado e em pé. Após isso será avaliada a sua marcha, e para isso o (a) senhor (a) caminhará em cima de um tapete em 7 diferentes situações: caminhada na velocidade normal, lenta, rápida, caminhada durante a simulação de atravessar a rua, atravessar a rua e contar de trás para frente, atravessar a rua carregando uma sacola de compras e atravessar a rua contando de trás para frente e carregando a sacola ao mesmo tempo. Quando houver simulação de atravessar a rua, o(a) senhor(a) iniciará a marcha sobre uma plataforma de força, de 6 cm de altura. Durante as coletas, 2 pesquisadores envolvidos na pesquisa estarão presentes para garantir a sua segurança durante as avaliações.

As pessoas que aceitarem participar da pesquisa serão divididas em quatro grupos: A) idosos de 60-69 anos B) idosos de 70-79 anos C) idosos acima de 80 anos e C) grupo controle de adultos jovens (de 20-50 anos).

Mensalmente, durante 6 meses dessa avaliação, entraremos em contato por telefone e será feito algumas perguntas referentes ao seu relato de queda, as atividades do seu dia a dia e a sua independência para fazer essas atividades.

As despesas decorrentes de sua participação na pesquisa, como transporte e alimentação serão de sua inteira responsabilidade. Entretanto, durante as coletas um lanche será fornecido pelos pesquisadores. O transporte não será custeado pelos pesquisadores devido à existência de transporte gratuito para idosos e os jovens serem recrutados dentro da USP, onde serão realizadas as avaliações. Em qualquer fase da

pesquisa você poderá retirar o termo de consentimento e deixar de fazer parte da mesma, sem qualquer prejuízo. Os seus dados pessoais serão mantidos sigilosamente, entretanto fotos dos procedimentos poderão ser solicitadas para fins didáticos ou científicos. As fotos publicadas manterão os rostos dos voluntários em sigilo.

É importante que informe a equipe sobre todo tipo de procedimento e/ou tratamento externo que está sendo realizado, para não comprometer os dados coletados durante a pesquisa. Terá a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento sobre a pesquisa, a qual possui risco mínimo relacionado ao risco de quedas durante as avaliações. Entretanto, os pesquisadores permanecerão próximos aos participantes, afim de prevenir acidentes.

Quaisquer informações a respeito do estudo os contatos são: a Prof. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu, tel (16) 3315-4413 e Paola Errera Magnani, tel (16) 99138-0777. Em caso de dúvidas, recurso ou reclamações entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto HC-FMRP/USP, tel (16) 3602-2228.

Com a sua participação na pesquisa espera-se que, como resultado deste estudo, você possa contribuir para o entendimento do equilíbrio e da marcha durante a travessia de rua e se ocorre um aumento da dificuldade em realizar essa atividade com o avançar da idade. Este estudo trata-se apenas de uma avaliação, não apresentando qualquer tipo de tratamento e não prevendo benefícios imediatos, porém caso seja observado necessidade de reabilitação do equilíbrio, o (a) senhor (a) será encaminhado (a) para o Ambulatório de Equilíbrio existente no Centro de Reabilitação (CER) – HC Campus, sob supervisão da Profa. Dra. Daniela Cristina Carvalho de Abreu.

Eu, _____, portador do RG no. _____, residente à Rua _____, no. _____, Bairro _____, cidade de _____, Estado _____, Telefone no. ____ - _____, nascido aos ____ / ____ / _____, declaro que estou devidamente esclarecido (a) sobre os procedimentos envolvidos no estudo intitulado “Avaliação da marcha associada a multitarefas em idosos independentes e autônomos de diferentes faixas etárias durante simulação de travessia de rua” e aceito participar da pesquisa, concordando com todos os itens acima descritos.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do participante

Paola Errera Magnani
(Doutoranda responsável pelo Projeto)

10. ANEXO 1

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 16 de março de 2016.

Ofício nº 935/2016
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 3179/2016

Prezadas Pesquisadoras,

O trabalho intitulado **"AVALIAÇÃO DA MARCHA ASSOCIADA A MULTITAREFA EM IDOSOS INDEPENDENTES E AUTÔNOMOS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS DURANTE SIMULAÇÃO DE TRAVESSIA DE RUA"**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 423ª Reunião Ordinária realizada em 14/03/2016, e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (ICH-GCP), bem como a Resolução nº 466/2012 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.
Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimas Senhoras

PAOLA ERRERA MAGNANI

PROFª DRª DANIELA CRISTINA CARVALHO DE ABREU (Orientadora)

Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FMA-00002733; IRB-00002186 e
Registro Plataforma Brasil /CONEP nº 5440
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br