Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2022

Efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

FACULDADE de MEDICINA de RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE
SCIENTIA TERMINUM AMOVERE

Henrique Guirado Campoi

Mestrado

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBERIÃO PRETO

HENRIQUE GUIRADO CAMPOI

Efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos

Ribeirão Preto
2022

HENRIQUE GUIRADO CAMPOI

Efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Reabilitação e Desempenho Funcional

Área de Concentração: Fisioterapia

Orientador: Prof^{o}. Dr. Renato de Moraes

Ribeirão Preto

2022

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

Campoi, Henrique Guirado

Efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos / Henrique Guirado Campoi; orientador, Renato de Moraes. Ribeirão Preto: FMRP, 2022.
89 p.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Versão Original

1. Comportamento motor. 2. Informação visual. 3. Idosos. 4. Locomoção adaptativa.

Nome: CAMPOI, Henrique Guirado

Título: Efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, namorada e ao meu orientador Renato, que durante todo esse tempo de mestrado me ajudaram de forma direta a superar as dificuldades para a conclusão deste passo importante em minha vida. Dedico também aos professores que fizeram parte da minha formação e me ajudaram a chegar ao mestrado na USP. Por fim, dedico a Deus, que sempre me fortaleceu em todas as fases da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, desde o momento em que entrei na graduação sempre iluminou meu caminho e me permitiu colher bons frutos para chegar ao momento presente. A Ele, que me concedeu paciência nos momentos de turbulência, e coragem em momentos de insegurança.

Agradeço a minha família e namorada, que durante este tempo de mestrado foram compreensíveis em todos os momentos que precisei estar ausente pelas responsabilidades dos estudos. A minha família por terem sido pacientes e prestado todo auxílio quando precisei. E a minha namorada, por me motivar e dar forças para concluir o mestrado.

Ao meu orientador Renato, que nunca deixou de prestar nenhum auxílio neste importante período de formação. Sempre esteve presente em cada etapa do Mestrado, e com sua paciência acompanhava a minha evolução. Orientador que ensinou muito mais do que estudo e conhecimento, com sua personalidade e seu jeito contribuiu para minha formação como homem e profissional.

A CAPES, pelo suporte do presente trabalho que foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

CAMPOI, H. G. **Efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos**. 2022. Dissertação (Mestrado em Reabilitação e Desempenho Funcional) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Durante a tarefa de caminhar em terrenos regulares e irregulares, os idosos apresentam modificações na marcha em comparação aos jovens. Pequenas alterações biomecânicas durante essa tarefa modificam a estabilidade corporal, sendo que os ajustes posturais necessários para manter essa estabilidade estão ligados à disponibilidade de informação visual. Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar o efeito da restrição da informação visual exproprioceptiva dos membros inferiores por meio do uso de uma máscara facial sobre o controle da estabilidade dinâmica durante a locomoção ao pisar em uma superfície desnivelada (i.e., um buraco) em indivíduos idosos. Participaram do estudo 15 idosos saudáveis com idade entre 65 e 80 anos. Foram posicionados marcadores retrorrefletivos passivos na pele dos participantes, além do posicionamento de duas plataformas de força sendo uma na região onde o pé de suporte pisou antes do buraco e outra embaixo do buraco. Os participantes andaram ao longo de uma passarela de madeira em duas condições diferentes: sem buraco e com buraco. As condições da superfície de suporte foram realizadas com e sem informação visual exproprioceptiva, que foram manipuladas com o uso de óculos de basquete e uma máscara facial para prevenir a visão de parte do campo visual inferior. O software Nexus (Vicon) foi usado para calcular os ângulos da cabeça e tronco e coordenadas do centro de massa na direção anteroposterior (AP). Foi calculada também a margem de estabilidade na direção AP e a velocidade média de caminhar. A força de reação do solo foi utilizada para calcular os impulsos de frenagem e propulsão nas direções AP e vertical. Além disso, foi feita a análise de eletromiografia de superfície (EMG) dos músculos gastrocnêmio medial, sóleo e tibial anterior da perna dominante. Para as análises estatísticas foram utilizadas análises de variância, com nível de significância de $p \leq 0,05$. Os resultados identificaram que a manipulação visual exproprioceptiva não influenciou a estabilidade dinâmica dos idosos ao pisar em um buraco e não influenciou os outros parâmetros analisados (velocidade do caminhar, impulso e atividade EMG). Os idosos realizam a estratégia de flexão de cabeça para compensar a obstrução visual inferior e assim obterem informações sobre o buraco dois passos antes para que pudessem realizar ajustes locomotores antecipatórios de forma adequada. Dessa forma, concluímos que os idosos foram capazes de realizar estratégias motoras seguras para minimizar a obstrução visual do uso da máscara e caminharem com segurança em uma superfície desnivelada.

Palavras-chave: Comportamento motor. Informação visual. Idosos. Locomoção adaptativa.

ABSTRACT

CAMPOI, H. G. **Effect of visual exproprioception information on locomotion control when stepping into a hole in older adults**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

While walking on regular and uneven terrains, older people present modifications in gait compared to younger adults. Small biomechanical changes during this task modify the body's balance with postural adjustments needed to keep the stability, which depends on the availability of visual information. Thus, this study aimed to investigate the effect of lower limb exproprioceptive visual information through a facial mask on walking stability control while stepping on an uneven surface (i.e., a hole) in older people. In this study, 15 healthy older people participated, aged between 65 and 80 years old. Passive retroreflective markers were placed on the participants' skin, and two force plates were positioned in the walkway (one in the area where the trailing limb stepped before the hole and another underneath the hole. The participants walked along a wooden walkway under two conditions: without and with the hole. The support surface conditions were performed with and without the availability of exproprioceptive visual information from the lower limbs, which were manipulated with the wearing of basketball glasses and a facial mask to prevent the vision of part of the lower visual field. The software Nexus (Vicon) was used to calculate the angles of the head and the trunk and the coordinates of the center of mass (COM) in the anterior-posterior (AP) direction. The margin of stability in the AP direction and the average gait speed were calculated. The ground reaction force was used to calculate the braking and propulsive impulses in the AP and vertical directions. Furthermore, the electromyography (EMG) of the medial gastrocnemius, soleus and tibialis anterior muscles of the dominant limb was recorded. For the statistical analysis, we carried out analyses of variance, with a significance level set at $p \leq 0.05$. The results identified that the visual exproprioception manipulation did not influence the margin of stability of older people while stepping into a hole and did not affect the other analyzed parameters (average gait speed, impulse and EMG activity). Older adults used a head-flexed strategy to compensate for the lower visual obstruction and, thus, obtain visual information about the hole two steps ahead to plan the necessary locomotion adjustments in a feedforward manner. Therefore, we concluded that older adults could perform safe motor strategies to minimize the visual obstruction of mask usage and to walk safely on an uneven surface.

Keywords: Motor behavior. Visual information. Elderly. Adaptative locomotion.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **9**
2. REVISÃO DE LITERATURA **12**
2.1. Idosos e fatores de risco para quedas **12**
2.2. Controle postural em idosos durante a marcha **15**
2.3. Visão exproprioceptiva e locomoção em idosos **17**
2.4. Adaptações e estratégias locomotoras ao pisar em um buraco **21**
3. OBJETIVO **27**
4. MÉTODOS **28**
4.1. Participantes **28**
4.2. Procedimentos **28**
4.3. Análise dos dados **34**
4.4. Análise estatística **37**
5. RESULTADOS **39**
5.1. Caracterização da amostra **39**
5.2. Obstrução do campo visual inferior **40**
5.3. Ângulo da cabeça no contato do pé no chão **41**
5.4. Ângulo do tronco no contato do pé no chão **42**
5.5. Ângulo do Tornozelo **43**
5.6. Impulso – Perna de Suporte e Abordagem **44**
5.7. Velocidade da Marcha **46**
5.8. Eletromiografia **47**
6. DISCUSSÃO **49**
6.1. Influência da visão ao pisar em um buraco **49**
6.2. Adaptações locomotoras para pisar no buraco **53**
7. LIMITAÇÕES **56**
8. CONCLUSÃO **57**
REFERÊNCIAS **58**
APÊNDICES **66**
ANEXOS **71**

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população idosa vem acontecendo de forma rápida, sendo o envelhecimento populacional uma realidade cada vez mais presente no mundo e em países em desenvolvimento como o Brasil (LUZARDO et al., 2018; IBGE, 2018). A grande preocupação deste aumento significativo da população idosa são as consequências do processo de envelhecimento na vida dessas pessoas. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) apontam que pessoas na faixa etária de 65 anos ou mais apresentam uma porcentagem de quedas de 28-35% ao ano, aumentando os valores na medida em que a idade avança (WHO, 2004). As quedas são preocupantes no cenário da saúde pública (STEWART WILLIAMS et al., 2015), uma vez que podem representar graves problemas de saúde como lesões cerebrais, fraturas ou luxações de membros superiores e inferiores, lesões na coluna, pelve, costelas e até mesmo levar à morte (EVANS et al., 2015).

Para entender os fatores que podem levar a ocorrência de quedas, precisamos considerar o local e a atividade desempenhada quando elas acontecem, mas sem considerar apenas os riscos presentes no ambiente domiciliar dos idosos. Idosos com bom nível de mobilidade caminham e realizam atividades ao ar livre e quedas acontecem nesses contextos ambientais também (KELSEY et al., 2012). Dessa forma, para essa população, há risco de sofrerem uma queda em solos desnivelados (GELBARD et al., 2014), como ao pisar em um buraco (BERG et al., 1997), tropeçar (LEAVY et al., 2015) ou descer escadas (EVANS et al., 2015).

Um controle adequado da estabilidade durante o caminhar é essencial para uma locomoção bem-sucedida. Do ponto de vista biomecânico, o cálculo do centro de massa extrapolado permite computar a margem de estabilidade (HOF et al., 2005), que tem se mostrado um parâmetro frequentemente usado para analisar o controle da estabilidade

(MORAES et al., 2020). Apesar dos idosos serem frequentemente associados a um pior controle de estabilidade, os dados disponíveis na literatura não necessariamente suportam essa afirmação (MORAES et al., 2020). Por exemplo, a margem de estabilidade anteroposterior foi semelhante entre jovens e idosos em apoio duplo na descida de degraus (BOSSE et al., 2012), ao virar a cabeça durante a marcha (FITZGERALD et al., 2020) e durante uma perturbação inesperada (ROELES et al., 2018).

Quando desafiados, tanto adultos jovens quanto idosos realizam adaptações na marcha (MENZ et al., 2003; MARIGOLD; PATLA, 2008). Para superarem esses desafios e realizarem ajustes posturais que permitam manter a estabilidade, as pessoas utilizam diferentes entradas sensoriais. A visão, em particular, é um sistema sensorial relevante por fornecer informação a uma certa distância, o que permite o planejamento antecipatório das adaptações necessárias para lidar com os desafios ambientais durante a locomoção (PATLA, 2003; MORAES; GOBBI, 2008; MORAES, 2014). Essa informação é utilizada para que os indivíduos escolham uma estratégia eficiente (GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2010; AMINIAGHDAM et al., 2019) ou se preparem para uma fase de perturbação durante a caminhada (MÜLLER; TSCHIESCHE; BLICKHAN, 2014). Assim, é preciso entender como a informação visual contribui para a negociação com terrenos irregulares, como na tarefa de pisar em um buraco (AMINIAGHDAM et al., 2017; AMINIAGHDAMA et al., 2018; SANTOS; COSTA; MORAES, 2019b). A informação visual é usada para tomar a decisão de pisar ou evitar o buraco (SANTOS et al., 2019a), além de ser usada na realização de adaptações antecipatórias para lidar com superfícies desniveladas (MÜLLER; TSCHIESCHE; BLICKHAN, 2014).

A informação oriunda do campo visual inferior ou visão exproprioceptiva dos membros inferiores em relação ao ambiente é usada para planejar de forma antecipatória o posicionamento do pé antes de um obstáculo, assim como é usada de forma online para

realizar ajustes finos na elevação do pé ao transpor um obstáculo (TIMMIS; BUCKLEY, 2012; GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2010; PATLA et al., 1996). Entretanto, esses estudos não mensuraram diretamente a estabilidade e não se sabe o papel dessa fonte de informação visual sobre o controle da estabilidade, o que pode fornecer indícios importantes sobre o risco de quedas em idosos. Isso é particularmente relevante dado contexto recente de pandemia da COVD-19. As orientações da organização mundial da saúde preconizam o uso de máscara como prevenção da COVID-19 (WHO, 2020). Entretanto, o uso de máscara influencia a disponibilidade da visão exproprioceptiva dos membros inferiores por obstruir o campo visual inferior, oferecendo, em tese, maior risco de quedas principalmente para os idosos. Recentemente, Kal et al. (2020) questionaram a recomendação para que os idosos realizassem a adaptação de olhar para baixo para compensar a falta da visão exproprioceptiva com a máscara, pois os idosos teriam mais dificuldade de planejar os ajustes antecipatórios e os movimentos frequentes da cabeça e dos olhos poderiam prejudicar a integração sensorial necessária para manter o equilíbrio durante o caminhar. Portanto, torna-se relevante investigar as adaptações locomotoras na ausência de visão exproprioceptiva com o uso de máscara em idosos ao realizar uma tarefa desafiadora de pisar em um buraco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Idosos e fatores de risco para quedas

A expectativa de vida vem aumentando com o passar dos anos, o que reflete no aumento significativo da população idosa no Brasil e no mundo nos últimos anos. Dados estatísticos apontam que em 2050 a população idosa mundial chegará a 2 bilhões em comparação com os atuais 841 milhões (WHO, 2014). No Brasil, os dados e projeções do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicam que a população de idosos em 2019 foi de 29 milhões de pessoas (13,8% da população total) e que ela aumentará, chegando a 57 milhões de idosos (24,5% do total) em 2042 (IBGE, 2018).

Esse aumento da população idosa traz consigo eventos importantes como as quedas. Peel (2011) mostrou que 20-30% dos idosos caem anualmente. A porcentagem de idosos que sofrem quedas no Brasil também está dentro desses valores, com uma prevalência de quedas variando entre 25,1% (PIMENTEL et al., 2018) e 27,6% (SIQUEIRA et al., 2011), o que resulta em uma estimativa de mais de 6 milhões de idosos caidores (PIMENTEL et al., 2018). A queda é um dos problemas que mais afetam os idosos brasileiros (ELIAS FILHO et al., 2019) e suas consequências vão de lesões leves ou moderadas a fraturas e mortes (NYMAN et al., 2013).

Um dos fatores importantes para diminuir o número de quedas em idosos é entender as circunstâncias em que elas ocorrem. Segundo Berg et al. (1997), tropeçar e escorregar estão entre as circunstâncias mais recorrentes, seguidos de passos mal colocados (ex., pisar em um buraco) e perda do equilíbrio. Pitchai et al. (2019) relataram que 56,5% das quedas ocorreram após um escorregão. Stevens et al. (2014) mostraram que das 309 quedas ocorridas ao ar livre, 31,7% aconteceram em terrenos como jardim, gramado ou bosque, 19,9% em escadas ou degraus e 18% em calçadas. Segundo Gazibara

et al. (2017), idosos acima de 65 anos de idade caem com mais frequência quando estão caminhando, e quase metade dessas quedas (49,1%) causam alguma lesão. Stevens e Rudd (2014) relataram que 53,2% das mortes por quedas estão relacionados a ferimentos na região da cabeça, 32,2% a fratura de quadril e 20,7% a outras lesões em idosos. A forma como essas quedas ocorrem também pode influenciar esses números, já que cair de uma elevação pode representar 16% de chances de morte em comparação a 5,3% de chances ao cair no nível do solo (YOKOTA et al., 2020). Assim, entender como os idosos lidam com terrenos irregulares é importante para identificar fatores que podem levar a ocorrência de quedas nessa população e prevenir ou minimizar as consequências de uma queda.

O processo de envelhecimento é responsável por modificações fisiológicas nos idosos, em decorrência de declínios naturais da idade. Essas alterações ocorrem nos sistemas musculoesqueléticos, vestibular, visual, postural, cognitivo e coordenativo (SEGEV-JACUBOVSKI et al., 2011), além de déficits de mobilidade, equilíbrio (KRUSCHKE; BUTCHER, 2017) e marcha (RUBENSTEIN, 2006). As alterações nesses sistemas contribuem para aumentar o risco de quedas, visto que algumas vezes a capacidade adaptativa do idoso não dá conta de lidar com todas essas alterações. Na maioria das vezes, as quedas ocorrem por origem multifatorial (RUBENSTEIN, 2006), que podem ser divididos em fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos estão relacionados as características de cada indivíduo como idade, doença, equilíbrio, força muscular e histórico de quedas. Os fatores extrínsecos, por sua vez, estão relacionados ao ambiente como o tipo de solo, uso de dispositivos auxiliares, tapetes, calçadas entre outros (REED-JONES et al., 2013**)**. Calçadas irregulares e desniveladas (i.e., com buracos) são, infelizmente, muito comuns no Brasil, o que se torna um fator importante para ocorrência de quedas.

Segundo Bueno-Cavanillas et al. (2000), as variáveis relacionadas a marcha e equilíbrio são fatores influentes para queda, mas o que pode levar a ocorrência de uma queda é a capacidade do idoso em manter e recuperar o equilíbrio em diferentes situações. Nesse sentido, a visão pode ter um papel fundamental. Segundo West et al. (2002), a integridade do campo visual desempenha uma função significativa nas limitações de mobilidade autorrelatadas e no desempenho de tarefas físicas como caminhar e ficar em posição estacionária. A baixa entrada de informação visual atrapalha o desempenho de habilidades no controle do equilíbrio e negociação de obstáculos devido a interpretação equivocada das informações espaciais. Por exemplo, a diminuição da percepção de profundidade é um fator de risco visual para quedas (SALONEN; KIVELA, 2012). A principal característica da visão que aumenta o risco de quedas é a perda de parte do campo visual. Freeman et al. (2007) mostraram que piores escores no campo visual estão associados ao risco de queda, interpretados tanto para o déficit de campo visual central quanto periférico. Além disso, Matthis e Fajen (2013) mostraram a importância da visão para negociar com diferentes obstáculos, eles identificaram em seu estudo que obter informações visuais dois passos antes de uma série de obstáculos podem fornecer informações suficientes para uma negociação segura e que se aproxime da caminhada em uma superfície plana e sem obstáculo. Mais do que isso, informações visuais coletadas previamente ao obstáculo com até dois passos antes auxiliam na redução de colisões e ajudam na orientação ao caminhar em diferentes terrenos (MATTHIS; FAJEN, 2014). Estes achados mostram a influência que a visão possui nas condições de risco de queda, e reforçam os achados da sua importância nas tarefas locomotoras, bem como da sua relação nos efeitos de estabilidade postural e habilidade de negociar obstáculos.

2.2. Controle postural em idosos durante a marcha

O controle postural é um tema de estudo bastante amplo e que vem recebendo constante atenção dos pesquisadores. O controle postural é entendido a partir de dois objetivos: orientação postural e estabilidade postural. O primeiro se dá pela interação do posicionamento dos segmentos corporais entre eles e o ambiente, e pelo controle do corpo em relação a gravidade, superfície de apoio, ambiente visual e referências internas. Essa orientação auxilia no controle da postura através da interpretação das informações sensoriais do sistema vestibular, somatossensorial e visual. O segundo objetivo envolve a manutenção do centro de massa (COM) estabilizado na posição desejada (equilíbrio estático) ou mover-se de forma controlada (equilíbrio dinâmico), buscando controlar a posição e velocidade do COM no espaço. Para a manutenção da estabilidade são precisos muitas vezes ajustes posturais simples como comprimento/largura dos passos, força muscular e orientação dos segmentos corporais. Todavia, podem ainda ser realizadas diferentes estratégias para que o sistema postural se reorganize em diferentes tarefas para manter essa estabilidade, como modificações no padrão de movimento e ativação muscular (HORAK; MACPHERSON, 1996; HORAK, 2006).

A estabilidade postural pode ser compreendida por meio de uma perspectiva biomecânica. Nessa perspectiva, a manutenção da estabilidade postural está diretamente relacionada com a manutenção da projeção vertical do COM do corpo dentro dos limites da base de suporte (HORAK; MACPHERSON, 1996; HORAK, 2006). Apesar desse requerimento ser amplamente usado, ele não leva em consideração a velocidade atual do COM que sendo alta pode ser suficiente para gerar instabilidade. Nos últimos anos, como forma de incorporar a velocidade na determinação da estabilidade postural, a margem de estabilidade passou a ser usada. A margem de estabilidade representa a distância entre a posição do centro de massa extrapolado e os limites da base de suporte, compreendida

como parte de uma estratégia de controle (BRUJIN et al., 2013). O centro de massa extrapolado combina a posição atual do COM, sua altura e velocidade atual para estimar a posição seguinte do COM (HOF et al., 2005). Isso é importante, já que a relação entre COM e base de suporte é dinâmica. Assim, embora o COM possa estar projetado dentro dos limites da base de suporte em um dado instante no tempo, sua velocidade pode ser muito alta e, consequentemente, sua posição, no instante seguinte, estar projetada fora dos limites da base de suporte. Como mostrado por Sivakumaran et al. (2018) e Brujin et al. (2013), enquanto o centro de massa extrapolado estiver localizado dentro dos limites da base de suporte, o indivíduo encontra-se dinamicamente estável. Em contrapartida, o centro de massa extrapolado posicionado fora dos limites da base de suporte indica que o indivíduo está instável e iniciando uma queda (MORAES et al., 2007).

Vervoort et al. (2020) analisaram como o processo de envelhecimento afeta o controle da margem de estabilidade na tarefa de caminhar com e sem perturbação. Eles identificaram que o fator idade não modificou o equilíbrio dinâmico na caminhada sem perturbação. Entretanto, na situação de perturbação, a margem de estabilidade na direção mediolateral (ML) aumentou com o passar dos anos, devido a redução do tempo de apoio duplo. Em contrapartida, Schrager et al. (2008) mostraram que com o aumento da idade a tarefa de caminhar com uma base estreita elevou o pico de velocidade e o deslocamento do centro de massa na direção ML em comparação a condição de caminhada com base de suporte preferida. Bosse et al. (2012) mostraram que ao descer escadas e no momento de duplo apoio, idosos e jovens apresentaram valores parecidos para margem de estabilidade na direção anteroposterior (AP), mas no momento de apoio único os idosos apresentaram esse valor mais negativo. Magnani et al. (2020) investigaram a influência das diferentes orientações da cabeça na estabilidade da marcha. Eles observaram que idosos e jovens apresentaram a mesma margem de estabilidade nas direções AP e ML. Por fim, Bierbaum

et al. (2010) mostraram que os idosos possuem a capacidade de melhorar a margem de estabilidade fazendo uso da primeira experiência de perturbação ao caminhar. Esse resultado indica que os idosos apresentam uma taxa de adaptação e capacidade para aprender a negociar com diferentes demandas da tarefa.

Dessa forma, compreender como se dá o controle postural do idoso em uma tarefa desafiadora como caminhar em uma superfície desnivelada (i.e., um buraco) é importante para entender como essa tarefa pode contribuir para a ocorrência de quedas. O uso da locomoção em terrenos irregulares permite também investigar as demandas de ajustes de comprimento, largura ou tempo do passo que contribuem para a estabilidade durante o caminhar. Pequenas alterações biomecânicas durante a caminhada são responsáveis por modificar a margem de estabilidade nos sentidos AP e ML. Mcandrew Young e Dingwell (2012) mostraram que caminhar com passos longos aumentou a variabilidade AP e ML da margem de estabilidade, já passos estreitos reduziram a variabilidade na direção ML, enquanto passos largos diminuíram a variabilidade AP e aumentaram a variabilidade ML.

2.3. Visão exproprioceptiva e locomoção em idosos

A visão permite ao indivíduo coletar informações importantes para planejar estratégias de adaptação durante a locomoção. Os resultados do estudo de Müller et al. (2014) mostraram que mudanças na marcha e postura não ocorrem somente no passo da perturbação, mas um passo antes como forma de preparação, dado que a visão permite obter informação de forma antecipada sobre possíveis perturbações ambientais. A informação visual ajuda os indivíduos a executarem a melhor estratégia motora, seja para acomodar ou evitar um obstáculo durante a locomoção (SANTOS et al., 2019a) ou captar informações de forma antecipatória para uma negociação segura com o obstáculo (GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2010).

Segundo Gibson (1966) e Lee (1978), a informação visual pode ser dividida em duas fontes principais: visão exproprioceptiva e visão exteroceptiva. A informação visual exproprioceptiva é determinada pelas informações relativas dos segmentos corporais em relação ao ambiente (por exemplo, a posição dos pés em relação a um obstáculo). A informação visual exteroceptiva se refere às informações sobre o ambiente (por exemplo, a distância entre dois objetos no espaço). Essas informações visuais podem ser manipuladas de diferentes formas, seja com óculos com lentes de cristal líquido (TIMMIS; BUCKLEY, 2012), óculos de treinamento do drible no basquete (THOMAS et al., 2020) ou óculos adaptados com bloqueio do campo visual (GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2010; GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2009; RIETDYK; RHEA, 2006; PATLA, 1998) que permitem obstruir partes específicas do campo visual.

A disponibilidade de informação visual é importante para um posicionamento horizontal e vertical adequado dos pés com o intuito de manter o equilíbrio durante o caminhar. Ao caminhar com visão completa é possível usar um modo de controle on-line à medida que a pessoa caminha ao longo de terreno desafiador (MARIGOLD; PATLA, 2007). Entretanto, com a manipulação da disponibilidade de visão exproprioceptiva, a visualização do obstáculo acontece somente até alguns passos antes e não quando a abordagem acontece. Graci et al. (2010) buscaram identificar a importância da informação visual oriunda de diferentes partes do campo visual ao solicitar que os participantes olhassem para frente de forma a visualizar o obstáculo posicionado e os batentes ao lado do obstáculo e, em seguida, começassem a caminhar até passar por sobre esse obstáculo. Eles identificaram que a condição visual ao transpor diferentes alturas de obstáculos (4 cm e 8 cm) influenciou no controle da locomoção adaptativa. A distância do membro de abordagem para o obstáculo foi maior com a oclusão visual do campo periférico e oclusão do campo visual inferior quando comparado às condições de oclusão

do campo visual superior ou visão completa. Esses resultados indicam a importância da informação visual exproprioceptiva no planejamento antecipatório.

A manipulação da visão exproprioceptiva por meio da oclusão do campo visual inferior foi também investigada por Timmis e Buckley (2012) em uma tarefa de transposição de um obstáculo (6 cm e 10 cm de altura) sob a condição de campo visual completo, oclusão visual do penúltimo passo, oclusão visual do último passo e oclusão visual total. Eles encontraram que no momento do passo final não houve alteração nas variáveis de distância do pé de suporte antes do obstáculo, distância do pé sobre o obstáculo e distância no posicionamento do pé de abordagem após o obstáculo, quando comparado a oclusão no momento do penúltimo passo, sugerindo que as informações visuais exproprioceptivas são importantes para planejar o posicionamento dos pés antes do obstáculo.

Graci et al. (2009) investigaram a influência de quatro condições visuais (oclusão periférica superior, oclusão periférica inferior, oclusão periférica circunferencial e visão total) no controle da distância vertical mínima entre o pé e o chão, e identificaram que com a falta de informação visual periférica circunferencial e inferior, os participantes aumentaram essa distância em relação ao solo. Essa adaptação foi compreendida como uma estratégia de controle motor resultante da não disponibilidade de informação visual exproprioceptiva durante o caminhar. Como mostrado por Patla (1998), a distância vertical pé-obstáculo aumentou na ausência de informação visual exproprioceptiva, assim como a variabilidade desta distância. Esses resultados mostram que a visão exproprioceptiva sobre o membro de abordagem é utilizado para realizar ajustes finos no momento de elevação da perna. Rietdyk e Rhea (2006) evidenciaram que quando os participantes tiveram visão exproprioceptiva obstruída com o uso de óculos adaptado, eles posicionavam os pés a uma distância horizontal maior do obstáculo, e aumentavam

a distância vertical do pé em relação ao obstáculo. Os indivíduos captavam informações momentos antes de o obstáculo ficar oculto, e não tinham acesso a visão exproprioceptiva no momento da passagem por sobre o obstáculo. Thomas et al. (2020) analisaram como o campo visual completo ou campo visual inferior bloqueado podem modificar a marcha em diferentes superfícies. Eles identificaram que os participantes inclinavam mais a cabeça na condição de bloqueio do campo visual inferior em relação a visão completa a medida em que as superfícies ficavam mais complexas, como uma estratégia compensatória para tentar minimizar a ausência da visão exproprioceptiva.

Quando se considera a disponibilidade de informação exproprioceptiva em diferentes idades, Marigold e Patla (2008) mostraram a influência dessa informação ao caminhar em diferentes superfícies de apoio em adultos jovens e idosos. Eles observaram que tanto os adultos jovens quanto os idosos aumentaram a inclinação da cabeça e reduziram a velocidade da marcha com o campo visual inferior bloqueado, sendo esses efeitos maiores nos idosos. Os resultados mostram como as informações visuais obtidas pelo campo visual inferior são importantes e ajudam ao caminhar em terrenos com diferentes superfícies. Killeen et al. (2017) avaliaram a distância mínima entre o pé e a superfície de suporte de jovens, pessoas de meia idade e idosos em diferentes condições de caminhada na esteira combinando a manipulação da disponibilidade de informação do campo visual inferior e duas tarefas cognitivas de nomeação de palavras e cores. Eles observaram que durante a caminhada com e sem restrição visual, não houve diferença entre os grupos etários para a distância mínima entre pé e superfície. Porém, na presença da tarefa cognitiva, os idosos apresentaram menores valores dessa distância mínima em comparação aos jovens. Eles notaram também que os idosos apresentaram maior variabilidade do tempo de ocorrência da distância mínima em todas as condições locomotoras comparados aos outros dois grupos. Kunimune et al. (2019) investigaram a

influência do campo visual (visão completa, oclusão total e oclusão do campo inferior) e idade ao passar por obstáculos com 5 e 10 cm de altura. Eles observaram que o valor da saída do pé de abordagem e de suporte foram maiores para os idosos do que para jovens em todas as condições, e maiores também com a oclusão total e inferior em comparação a visão completa nos dois grupos. Em síntese, esses resultados mostram como a informação do campo visual inferior ou visão exproprioceptiva é importante para planejar o posicionamento do pé durante o caminhar, assim como na elevação do pé para evitar contato com o chão/obstáculo que pode levar a ocorrência de quedas em idosos.

Outra manipulação que parece afetar a disponibilidade de informação visual exproprioceptiva durante o caminhar é a utilização de máscara facial. As recomendações das diferentes organizações de saúde sobre a utilização de máscara facial como forma de controle e prevenção ao COVID-19 (WHO, 2020) foram adotadas por muitos países e populações. Entretanto, uma preocupação que surge com o uso da máscara ao caminhar é um possível aumento no risco de quedas em idosos, já que ela obstrui parte do campo visual inferior, podendo afetar a locomoção em diferentes superfícies (KAL; YOUNG; ELLMERS, 2020). Nesse sentido, compreender como a máscara facial afeta a locomoção de idosos em terrenos irregulares é de grande relevância, pois permitirá identificar as adaptações feitas pelos idosos e, com base nelas, apontar recomendações adequadas para caminhar com as máscaras de forma a minimizar o risco de quedas nessa população.

2.4. Adaptações e estratégias locomotoras ao pisar em um buraco

Dada a relevância da informação visual exproprioceptiva na negociação de obstáculos e durante o andar em superfícies regulares e irregulares, torna-se importante investigar essa fonte de informação sensorial em outras tarefas motoras que envolvam locomoção adaptativa. Uma tarefa que tem começado a interessar de forma mais

frequente os pesquisadores é a de pisar em uma região rebaixada, como ocorre na presença de um buraco no chão (MÜLLER; TSCHIESCHE; BLICKHAN, 2014; AMINIAGHDAM et al., 2017; AMINIAGHDAMA et al., 2018; SANTOS et al., 2019a; SANTOS; COSTA; MORAES, 2019b). Com base nisso, as pesquisas têm buscado investigar tanto os mecanismos de controle reativo como os antecipatórios ao realizar essa tarefa. Dada a relevância da informação visual exproprioceptiva para o controle antecipatório como visto anteriormente, o presente estudo focou na investigação desse mecanismo de controle durante a tarefa de caminhar e pisar em um buraco.

A maioria dos estudos realizados até o momento usando essa tarefa envolveram adultos jovens. Shinya et al. (2009) analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos gastrocnêmio medial (MG), sóleo (SOL) e tibial anterior (TA) do membro que pisava no buraco (6,5 cm de profundidade). Eles observaram um aumento da atividade eletromiográfica em todos os músculos na condição de buraco em relação a condição nivelada. Além disso, esse aumento ocorreu imediatamente antes do contato do pé no buraco. Essas alterações podem ter contribuído para absorver o impacto do contato em uma superfície rebaixada ao aumentar a rigidez da articulação do tornozelo.

Müller et al. (2014) analisaram as adaptações cinemáticas ao pisar em um nível rebaixado no solo (profundidades de 5 e 10 cm) em adultos jovens. Na retirada da perna de suporte (isto é, membro que não pisa no buraco) antes do buraco, eles observaram alguns ajustes como um aumento significativo da flexão do tornozelo e joelho e uma redução do componente vertical da força de reação do solo para auxiliar no abaixamento do corpo para pisar no buraco. Eles também observaram uma postura mais ereta do tronco, possivelmente como parte de uma estratégia para garantir a estabilidade corporal. O fato desses ajustes acontecerem para a perna de suporte, indica que a informação visual possibilita adaptações antecipatórias, como forma de preparação para a perturbação

associada com a pisada no buraco. Ao final da fase de suporte da perna de abordagem no buraco, eles encontraram que tanto o tornozelo como o joelho estavam mais estendidos e o tronco mais fletido. A estratégia do tronco também foi observada no estudo de Santos et al. (2022), onde jovens e idosos realizaram o contato com o buraco com maior extensão de tronco e no momento da saída do buraco realizaram uma flexão do tronco. Esses ajustes na marcha e postura foram entendidos como parte de uma estratégia para facilitar o controle do momento corporal durante a entrada e saída do buraco. Aminiaghdam et al. (2017) observaram as respostas cinemáticas de adultos jovens ao pisar em um buraco de 10 cm de profundidade. Eles identificaram uma rotação para trás do tronco no momento da pisada no buraco para auxiliar no controle da estabilidade. Além disso, eles encontraram um aumento da flexão de quadril e joelho para a perna de suporte no contato no solo após o buraco. Essa postura fletida contribui para manter o centro de massa rebaixado antes da retirada do pé do buraco. Aminiaghdam et al. (2018) investigaram a margem de estabilidade no pisar no buraco durante o caminhar e observaram uma redução significativa dessa margem na direção AP no momento da pisada no buraco, seguido do aumento da margem de estabilidade no momento da saída do buraco. Essa redução na margem de estabilidade indica que a tarefa de pisar em um buraco compromete a estabilidade postural além de ser desafiadora para os participantes.

Santos et al. (2019b) investigaram o efeito da dominância de membros inferiores nas modificações da caminhada ao pisar em um buraco. Eles notaram que o uso do membro não dominante como perna de suporte resultou em aumento da velocidade de retirada do pé do chão, do comprimento da passada e de velocidade da passada. Essas alterações foram interpretadas de acordo com a proposição de que o membro não dominante é mais adequado para fornecer suporte, já que o aumento na velocidade de saída do pé contribui para um passo mais longo e rápido, o que é importante enquanto o

membro de abordagem está no buraco. Por sua vez, o uso do membro não dominante como perna de abordagem aumentou os impulsos de frenagem e propulsão. Essa maior variação entre os impulsos de frenagem e propulsão pode resultar em maior instabilidade, o que fornece suporte para a preferência em usar o membro dominante para pisar no buraco, já que esse membro parece ser adequado para realizar ações direcionadas a uma meta (i.e., nesse caso pisar corretamente dentro do buraco).

Embora esses estudos anteriores tenham contribuído para compreender as adaptações necessárias para pisar com um dos pés dentro de um buraco, é importante também investigar a tomada de decisão nessa tarefa. Dependendo das características do buraco, as pessoas podem preferir evitá-lo ao invés de pisar dentro dele. Assim, Santos et al. (2019a) buscaram identificar o ponto de transição entre as estratégias locomotoras de acomodar (pisar dentro do buraco) ou evitar (ajustar o comprimento/largura do passo para pisar fora do buraco) em adultos jovens e idosos ao negociar um buraco com diferentes comprimentos, mas com profundidade constante de 12 cm. Eles encontraram que tanto jovens como idosos decidiram pisar dentro do buraco quando o mesmo possuía um comprimento equivalente a 1,3 vezes o comprimento do pé. Esses achados são importantes, pois indicam que as pessoas percebem o comprimento do buraco em relação ao comprimento do pé e escolhem um comprimento mínimo de forma a garantir uma margem de segurança. Além disso, essa escolha não parece depender da idade.

Na sequência, Santos et al. (2022) investigaram as adaptações locomotoras em jovens e idosos ao pisar em um buraco de 12 cm de profundidade com diferentes demandas de dificuldade (i.e., um buraco com comprimento de 60 cm e outro com comprimento de 1,3 vezes o tamanho do pé, ponto crítico). Eles encontraram alterações para a perna de suporte antes do buraco, sendo que os dois grupos aumentaram o impulso de frenagem na condição de ponto crítico, além de aumentarem a margem de estabilidade

na mesma condição, mas com maiores valores para os idosos. Essas modificações garantiram mais estabilidade para se preparar para a pisada no buraco. Apesar disso, no momento que os participantes pisaram no buraco houve uma redução na margem de estabilidade e essa redução foi maior para os jovens em comparação aos idosos. No passo seguinte ao buraco, a margem de estabilidade não diferiu entre os grupos etários, sendo maior para ambos do que na condição sem buraco. Esses resultados sugerem que para os idosos concluírem a tarefa com precisão e continuarem caminhando eles adotaram uma estratégia mais conservadora do que os jovens. Além do mais, a estratégia motora utilizada por jovens e idosos ao descer um degrau pode repercutir na sua estabilidade. Dieën e Pijnappels (2009) identificaram uma preferência dos idosos em descer com a ponta dos pés, como forma de facilitar o controle da estabilidade na aterrissagem. Embora a descida com a ponta dos pés resulte em maior exigência do tornozelo (MOUDY et al., 2020; DEMERS et al., 2021) isso parece ser uma estratégia segura.

Embora alguns estudos envolvendo visão exproprioceptiva e locomoção em idosos tenham sido conduzidos, ainda há uma carência de mais estudos para compreender essa relação em função de diferentes tipos de tarefas locomotoras. Ao escolher pisar em um buraco, jovens e idosos optaram por pisar em buracos que mantiveram o mesmo mapeamento entre as dimensões corporais e ambientais (SANTOS et al., 2019a), ao passo que os idosos foram mais conservadores do que os jovens ao realizar essa tarefa como demonstrado pela maior margem de estabilidade no passo anterior ao buraco e no passo do buraco (SANTOS et al., 2022). Apesar disso, não está claro como a demanda por informação visual nos passos próximos ao buraco e no momento da pisada no buraco influenciam nesse controle de estabilidade. Como visto, a disponibilidade de informação visual exproprioceptiva é importante para modular o posicionamento do pé antes de um obstáculo e no momento de transposição do mesmo (TIMMIS; BUCKLEY, 2012;

GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2009). Assim, a ausência de informação visual exproprioceptiva pode influenciar nos ajustes tanto no passo anterior ao buraco como no passo do buraco. Por sua vez, o aumento da profundidade do buraco implica em um maior número de ajustes na marcha (MÜLLER; TSCHIESCHE; BLICKHAN, 2014). Nesse caso, a indisponibilidade da informação visual exproprioceptiva pode desempenhar um papel importante nos ajustes finos necessários para pisar adequadamente no buraco e garantir a estabilidade. Dessa forma, é importante compreender quais adaptações posturais os idosos apresentam ao passar por uma tarefa desafiadora como pisar em um buraco, bem como visualizar as estratégias adotadas para garantirem mais segurança em uma tarefa capaz de causar uma queda. Ao observamos como a disponibilidade de informação visual exproprioceptiva ajuda no planejamento, negociação e escolha da melhor estratégia ao pisar em um buraco durante a locomoção, teremos condições de compreender melhor os riscos envolvidos com o uso de máscaras durante a locomoção dos idosos em terrenos irregulares.

3. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi investigar o efeito da restrição da informação visual exproprioceptiva dos membros inferiores por meio do uso de uma máscara facial sobre o controle da estabilidade dinâmica durante a locomoção ao pisar em uma superfície desnivelada (i.e., um buraco) em indivíduos idosos.

4. MÉTODOS

4.1. Participantes

Participaram do estudo 15 indivíduos idosos dos sexos masculino e feminino. Os participantes foram convidados entre idosos que viviam na comunidade. O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP) da Universidade de São Paulo **(**CAAE: 26377519.0.0000.5659, Anexo A**).** Os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) antes de iniciar a participação no estudo.

Foram incluídos no estudo indivíduos com idade entre 65 e 80 anos, capazes de compreender os comandos verbais para a realização das tarefas, de ficar em pé e andar de forma independente e com altura máxima de 1,75 m. O critério de altura foi utilizado para se ter uma amostra mais homogênea, visto que Santos, Costa e Moraes (2017) mostraram que a estratégia do primeiro contato do pé no buraco foi alterada em indivíduos com mais de 1,75 m para a mesma profundidade do buraco utilizada no presente estudo. Foram excluídos do estudo, os participantes que apresentassem prejuízo visual não corrigido por lentes de contato, que utilizassem óculos, distúrbios neuromusculares, musculoesqueléticos e cardiopulmonares graves.

4.2. Procedimentos

As coletas de dados ocorreram no Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LaBioCoM) da EEFERP e os participantes realizaram somente uma visita ao laboratório. Inicialmente, os participantes foram questionados sobre suas condições de saúde e ocorrência de quedas nos últimos seis meses (Apêndice B). Na sequência, os participantes

foram avaliados em relação ao nível de atividade física habitual por meio do Questionário Modificado de Baecke para Idosos (Anexo B) (VOORRIPS et al., 1991; MAZO et al., 2001), equilíbrio funcional por meio do MiniBEST Teste (Anexo C), função cognitiva com a aplicação do Miniexame do Estado Mental (MEEM) (Anexo D) e função executiva por meio do Teste da Trilha – Partes A e B (Anexo E). O MiniBEST Teste possui uma pontuação máxima de 28 pontos, divididos em 14 itens, que variam de 0 a 2, sendo 0 o menor nível funcional e 2 o melhor nível funcional (FRANCHIGNONI et al., 2010; MAIA et al, 2013). O MEEM é um teste rápido de rastreio de demência, sendo composto por 30 questões. A pontuação de corte varia de acordo com a escolaridade do participante (BRUCKI et al., 2003). O Teste da Trilha – Parte A requer que o participante ligue números ordinais, 1 a 25, em ordem crescente e contínua e avalia o sequenciamento simples, rastreamento visual e atenção. O Teste da Trilha – Parte B requer que o indivíduo ligue números e letras em ordem crescente, alternando entre si (1-A-2-B-3-C e assim sucessivamente) e avalia a flexibilidade para mudar o andamento de uma atividade em desenvolvimento e a capacidade de lidar com mais de um estímulo ao mesmo tempo. Em ambos os casos números e letras se localizam dentro de círculos e o indivíduo ao realizar o teste não deve retirar a caneta do papel até que finalize. O tempo gasto para completar cada parte do teste foi anotado (TOMBAUGH, 2004). Os participantes foram também avaliados em relação a sensibilidade tátil dos pés usando um estesiômetro (SORRI, Bauru) (Anexo F) em sete pontos: região distal do 1º, 3º e 5º dedos, parte distal do 1º, 3º e 5º metatarso e centro do calcâneo. Esse instrumento é composto por sete monofilamentos com diferentes graus de aplicação de força. O teste foi feito sempre em ordem crescente de força dos monofilamentos e foi considerado positivo quando o participante em até três tentativas foi capaz de indicar que sentiu o monofilamento e o posicionamento correto. Para definir a perna que pisaria no buraco foi solicitado ao

participante que descesse um degrau no laboratório, a perna utilizada para realizar o primeiro passo da descida foi definida como dominante. Todos os questionários e avaliações foram realizados antes do procedimento experimental.

Antes do início da coleta das condições experimentais, os participantes andaram na velocidade preferida, sem o buraco no chão, para determinar a posição inicial de cada participante em relação ao buraco, de forma que eles caminhassem 6 passos até chegar à região do buraco. O experimentador instruiu os participantes a pisarem com a perna dominante dentro do buraco.

Foram posicionados trinta e nove marcadores retrorrefletivos passivos na pele dos participantes em pontos de referência definidos (cabeça, tronco, pelve, braço, antebraço, punho, mão, coxa, perna e pé para ambos os lados), de acordo com o modelo *Plug-in Gait Full Body* (Vicon, Oxford, Reino Unido). Dez câmeras (2 Vantages e 8 MX-T40S) do sistema de captura do movimento da Vicon foram usadas para registrar o deslocamento dos marcadores com uma frequência de amostragem de 100 Hz. Foram colocadas também duas plataformas de força, sendo uma na região onde o pé de suporte (pé que não pisa no buraco) pisou antes do buraco (Bertec, Columbus, OH, EUA) e uma embaixo do buraco (AMTI, AccuGait, Watertown, MA, USA). Os sinais dessas plataformas de forças foram amostrados a 1000 Hz. Também foram coletados os dados de eletromiografia de superfície (EMG) por meio de 3 canais com resolução de 16 bits (TrignoTM Wireless EMG System, Delsys®, Boston, MA, EUA), largura de banda de 20–450 Hz, CMRR> 80 dB, amplificação de 909 V/V e faixa de saída do sinal analógico de ±5 V. Os eletrodos de superfície (37 mm × 26 mm × 15 mm) eram bipolares, sem fio, e possuíam um conjunto de quatro barras de prata, cada uma com 1 mm de espessura e 10 mm de comprimento, com uma distância inter-eletrodo fixa de 10 mm. Os registros do sinal EMG foram feitos a 2000 Hz para três músculos da perna dominante: gastrocnêmio medial (GM), sóleo

(SOL) e tibial anterior (TA). O posicionamento dos eletrodos seguiu as recomendações do SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*). Os sinais das plataformas de força e dos marcadores foram sincronizados digitalmente e coletados pelo software Nexus do sistema Vicon.

Os participantes andaram ao longo de uma passarela de madeira em duas condições diferentes: sem buraco e com buraco com profundidade de 9,5 cm. Na condição sem buraco, a superfície toda da passarela estava nivelada. Na condição com buraco, um buraco, feito a partir de recortes na superfície da passarela de madeira, foi posicionado na distância de seis passos do ponto de partida. O buraco possuía largura e comprimento de 60 cm (Figura 1).

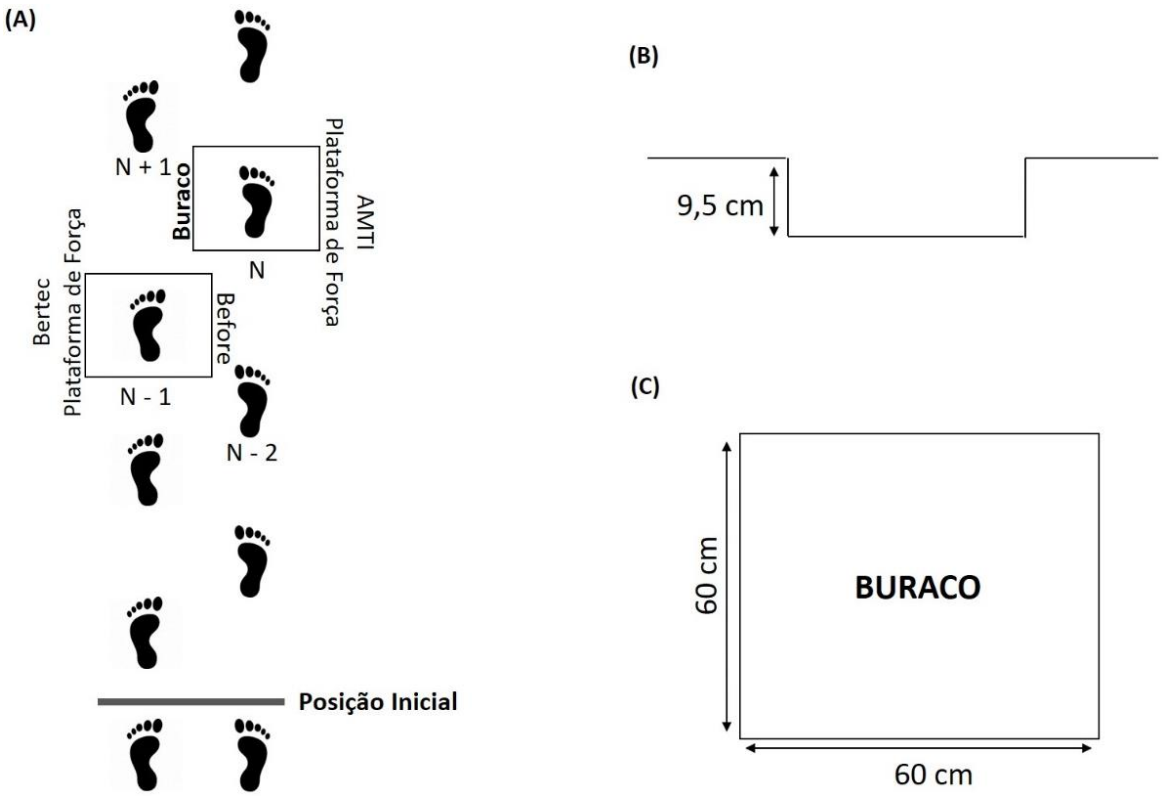


Figura 1. (A) Ilustração do experimento indicando a localização do buraco, bem como os passos antes e após a pisada no buraco (N-2, N-1, N e N+1). (B) Profundidade do buraco. (C) Largura e comprimento do buraco.

Todas essas condições da superfície de suporte foram realizadas com e sem

informação do campo visual inferior (i.e., visão exproprioceptiva). A manipulação da disponibilidade do campo visual inferior foi feita conforme descrito em outros estudos na literatura (Rietdyk; Drifmeyer, 2009; Thomas et al., 2020), por meio do uso de óculos de basquete usado para obstruir o campo visual inferior (Figura 2A), e com isso, a visão dos membros inferiores. Esses óculos impedem a visão periférica do movimento dos membros inferiores, permitindo a visualização do buraco somente até momentos antes de pisá-lo. Além dessa condição, uma outra condição envolveu a manipulação da disponibilidade do campo visual inferior feita por meio da utilização de uma máscara cirúrgica facial descartável (Figura 2B) cobrindo nariz e boca (marca *Descarpack*). Essa segunda manipulação adveio da situação atual de pandemia de COVID-19, em que o uso dessas máscaras tem sido preconizado. Embora o uso da máscara seja extremamente importante para conter a propagação do vírus, ela obstrui parte do campo visual, o que pode comprometer o controle da locomoção, particularmente em idosos.

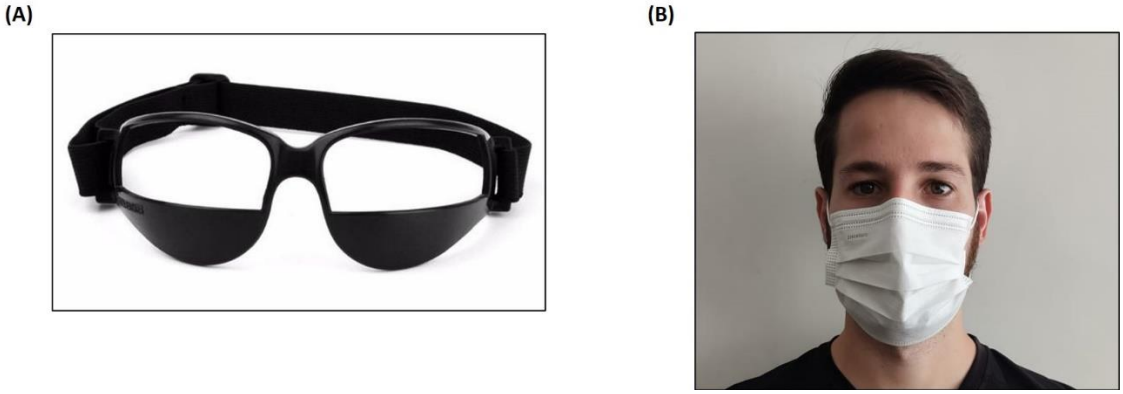


Figura 2. Para manipular a disponibilidade do campo visual inferior foram utilizados o óculos de basquete (A) e a máscara cirúrgica facial descartável (B).

Os participantes realizaram cinco tentativas para cada condição experimental, totalizando 30 tentativas, que foram divididas por blocos: superfície nivelada e buraco com 9,5 cm de profundidade. Dentro de cada bloco foram randomizadas as condições de disponibilidade de informação visual exproprioceptiva. A ordem dos blocos foi sorteada

para cada participante.

Para o cálculo da obstrução do campo visual inferior, uma tarefa psicofísica foi usada antes do início da tarefa de caminhada. Nessa tarefa, os participantes ficaram posicionados em pé, de forma estática, olhando para frente (linha do horizonte), podendo mover somente os olhos. Uma trave de madeira com uma ponteira vermelha foi posicionada no chão entre as pernas do participante. Ao lado da ponteira vermelha foi colocado um marcador retrorrefletivo (Figura 3). As coordenadas desse marcador, assim como dos marcadores corporais descritos anteriormente, foram registradas pelo sistema de análise do movimento da Vicon.

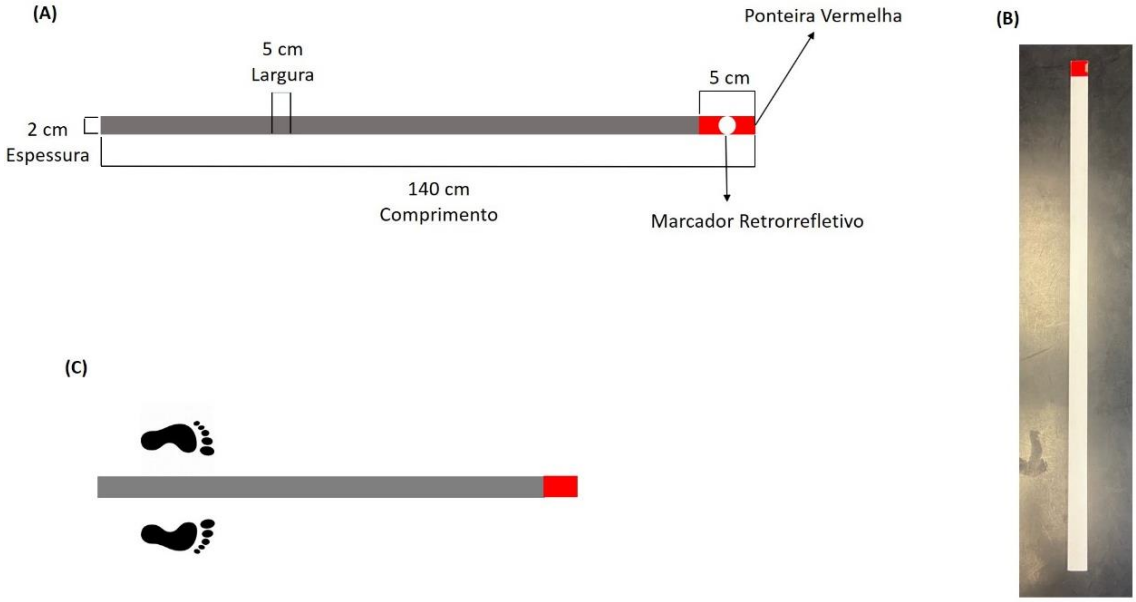


Figura 3. (A) Trave de madeira com suas medidas e o marcador retrorrefletivo posicionado na ponta vermelha. (B) Foto da trave de madeira utilizada no presente estudo. (C) Visão superior da posição dos pés do participante em relação a trave.

Com a ponteira vermelha fora do campo visual do participante, a trave foi movida para frente e o participante foi instruído a responder “Sim” imediatamente após visualizar a ponteira vermelha. O procedimento foi realizado também no sentido contrário. A ponteira vermelha estava dentro do campo visual do participante e foi movida em direção ao participante. Nesse caso, o participante foi instruído a responder “Não” imediatamente

após a ponteira vermelha desaparecer do campo visual. Duas tentativas foram realizadas em cada sentido. Assim que o participante respondia, o movimento da trave era interrompido e o registro das coordenadas do marcador da trave e dos marcadores corporais era feito pelo sistema Vicon de análise do movimento. A amplitude da obstrução visual foi definida com base na posição média do marcador da trave nas quatro tentativas.

4.3. Análise dos dados

Para o cálculo dos ângulos da cabeça e tronco foi utilizado o software Nexus (Vicon) que calculou esses ângulos tendo como referência as coordenadas tridimensionais do laboratório. Para o ângulo da cabeça, valores negativos indicam o movimento de flexão, enquanto valores positivos indicam extensão. Para o ângulo do tronco, os valores estão invertidos, ou seja, valores negativos indicam extensão e valores positivos flexão. Foi calculado também o ângulo do tornozelo no plano sagital de acordo com Winter (2005). Para o ângulo do tornozelo, valores negativos indicam flexão plantar e valores positivos dorsiflexão.

O software Nexus (Vicon) foi usado para calcular as coordenadas tridimensionais do COM com base em um modelo de 15 segmentos corporais. Esse cálculo utilizou os parâmetros antropométricos de Winter (2005). A velocidade do COM foi calculada como a primeira derivada da posição do COM (procedimento de diferença central) na direção anteroposterior (AP). A posição extrapolada do COM (XcoM) na direção AP foi calculada com base no trabalho de Hof et al. (2005):

$$XcoM = COM + \frac{\dot{COM}}{\omega_o}$$

onde *COM* representa a posição atual do COM, $\dot{COM}$ representa a velocidade do COM, e $\omega_o = \sqrt{g/l}$ (g é a aceleração devida à gravidade e l é a altura do COM). Com base na

posição do XcoM, a margem de estabilidade (ME) foi calculada na direção AP de acordo com Moraes et al. (2007):

$$ME = \text{Borda do Pé} - XcoM$$

onde o marcador do 2º metatarso foi usado para definir a borda anterior da base de suporte e calcular a margem de estabilidade. Um valor positivo para a margem de estabilidade indica que o XcoM está localizado antes da borda do pé e que o sistema é dinamicamente estável e vice-versa para valores negativos. A margem de estabilidade foi calculada em três instantes diferentes no momento do contato do pé no solo: antes do buraco, no buraco e depois do buraco.

Para o cálculo da velocidade média do caminhar, consideramos o deslocamento do COM na direção AP no intervalo correspondente a dois passos antes do buraco e um passo depois do buraco. O deslocamento do COM foi calculado considerando o instante do contato do pé no chão dois passos antes do buraco e o contato do pé no chão um passo depois do buraco. Esse deslocamento foi dividido pelo intervalo de tempo que o participante levou para deslocar-se entre esses passos.

A força de reação do solo (FRS) foi normalizada pelo peso corporal do participante e usada para calcular os impulsos de frenagem e propulsão nas direções AP e vertical. Os eventos de contato e retirada do pé do solo foram identificados quando a componente vertical da FRS for >5 N e <5 N, respectivamente. A transição entre as fases de frenagem e propulsão foi definida como o ponto de transição entre os valores negativos e positivos da FRS na direção AP. Foi calculado o impulso (área sob a curva FRS) para as fases de frenagem (do contato do pé no solo até a transição) e a propulsão (da transição até a retirada do pé do solo).

Os sinais de EMG foram filtrados por meio de um filtro passa-banda de 20 a 500 Hz, retificados de onda completa e, na sequência, filtrados por um filtro digital de

Butterworth, 4ª ordem, passa-baixa a 50 Hz para obtenção dos envelopes lineares. Posteriormente, foi calculada a integral do sinal EMG (iEMG) para o período de 100 ms antes e após o contato do pé nas condições nivelada e de buraco para a obtenção de um parâmetro de atividade muscular (SHINYA; FUJII; ODA, 2009). Essa análise permitiu identificar os ajustes antecipatórios realizados para pisar no buraco.

Além disso, calculamos o índice de coativação (IC) dos músculos TA e GM e TA e SOL, de acordo com as equações abaixo (Winter, 2005):

$$IC_{TAGM} = 2 \times \frac{Área_{TA+GM}}{Área_{TA} + Área_{GM}} \times 100$$

$$IC_{TASOL} = 2 \times \frac{Área_{TA+SOL}}{Área_{TA} + Área_{SOL}} \times 100$$

onde $Área_{TA+GM}$ e $Área_{TA+SOL}$ são as áreas comuns das séries temporais de EMG dos músculos TA e GM e TA e SOL, respectivamente, para cada intervalo de 100 ms, $Área_{TA}$, $Área_{GM}$ e $Área_{SOL}$ são as áreas das séries temporais de EMG dos músculos TA, GM e SOL, respectivamente.

Para o cálculo da amplitude de obstrução visual em função do uso da máscara e dos óculos, a posição média do marcador da trave na direção AP foi subtraída da posição do pé (posição média dos marcadores do 2º metatarso) para definir a distância obstruída *b* (Figura 4A). Tendo como base a altura do participante (*a*) e *b*, foi definido um triângulo retângulo para calcular o ângulo (α) de obstrução do campo visual inferior (Figura 4A). De forma a normalizar a região obstruída pela máscara ou óculos, a distância *b* foi dividida pelo comprimento médio dos passos de cada participante:

$$passos\ obstruídos = \frac{b}{comprimento\ médio\ do\ passo}$$

Ao caminhar, como os participantes flexionaram a cabeça, o ângulo de flexão da cabeça (α) foi subtraído, de forma a obter o ângulo de obstrução do campo visual inferior ajustado (α_n):

$$\alpha_n = \theta - \gamma$$

Tendo como base α_n, foi calculada a distância obstruída b_n (Figura 4B). A distância b_n também foi normalizada pelo comprimento médio dos passos:

$$passos\ obstruídos = \frac{b_n}{comprimento\ médio\ do\ passo}$$

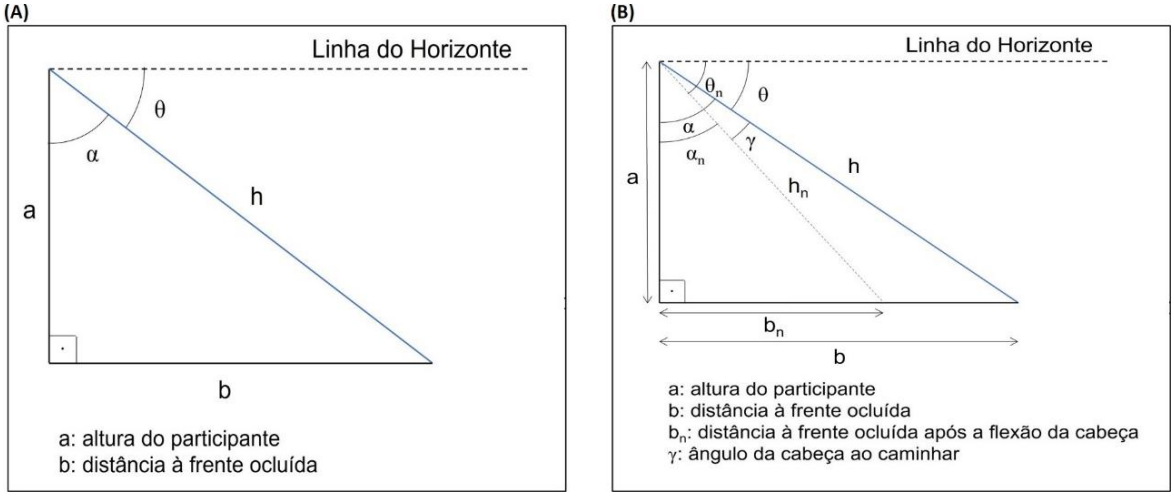


Figura 4. (A) Ilustração dos parâmetros usados no cálculo da amplitude da obstrução visual sem a flexão da cabeça. (B) Ilustração dos parâmetros usados no cálculo da amplitude da obstrução visual incluindo o ângulo de flexão da cabeça. Alfa (α) representa a obstrução do campo visual inferior. Teta (θ) representa o campo visual sem obstrução a partir da linha do horizonte. h representa o limite entre o campo visual obstruído e não obstruído, isto é, a hipotenusa do triângulo retângulo usado para calcular o ângulo de obstrução do campo visual inferior. Alfa subscrito n (α_n) representa a obstrução do campo visual inferior após a subtração do ângulo de flexão da cabeça. Teta subscrito n (θ_n) representa o campo visual sem obstrução a partir da linha do horizonte após a subtração do ângulo de flexão da cabeça. h_n representa a hipotenusa do triângulo retângulo usado para calcular o ângulo de obstrução do campo visual inferior após a subtração do ângulo de flexão da cabeça.

4.4. Análise estatística

Os valores médios das tentativas de cada condição experimental foram usados nas análises estatísticas. Para a análise da obstrução visual foram utilizados dois modelos estatísticos: 1) análise de variância (ANOVA) para dois fatores (2 superfícies [sem buraco e buraco 9,5 cm] x 2 condições visuais [óculos e máscara]), com medidas repetidas nos dois fatores; e 2) ANOVA para um fator (3 condições [em pé parado, sem buraco e com

buraco]), com medidas repetidas. Para o segundo modelo estatístico, análises separadas foram realizadas para as condições de máscara e óculos. Para as demais variáveis dependentes foram realizadas análises de variância (ANOVA) para dois fatores (2 superfícies [sem buraco e buraco 9,5 cm] x 3 condições visuais [normal, máscara e óculos]) com medidas repetidas nos dois fatores. As ANOVAs foram seguidas de testes *a posteriori* com ajuste de Bonferroni. O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$ e o programa SPSS 17.0 (SPSS, Inc.) foi utilizado para o tratamento estatístico.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização da amostra

Na Tabela 1 estão apresentadas as características antropométricas e escores dos testes clínicos dos participantes.

Tabela 1. Média e desvio padrão (±) das características antropométricas e os escores das variáveis clínicas.

Variáveis	Idosos (n = 15)
Idade (anos)	69,0 (± 5,8)
Massa Corporal (kg)	72,0 (± 0,07)
Altura (m)	1,62 (± 0,06)
MiniBEST Teste	25,8 (± 1,3)
Miniexame do Estado Mental (MEEM)	28,0 (± 2,2)
Questionário Modificado de Baecke	6,0 (± 3,8)
Teste da Trilha – Parte A (s)	41,2 (± 19,2)
Teste da Trilha – Parte B (s)	112,8 (± 54,6)
Sensibilidade tátil - pé D (g)	2,9 (± 1,2)
Sensibilidade tátil - pé E (g)	2,6 (± 1,4)

Participaram do estudo 15 idosos (10 mulheres e 5 homens). Devido ao período de pandemia e a dificuldade para encontrar participantes idosos que se disponibilizassem a participar do estudo, incluímos um idoso com 63 anos e outro com 64 anos para completar a amostra do estudo. Apenas 1 participante caiu nos últimos seis meses. Na avaliação do MiniBEST teste os participantes apresentaram bom desempenho nas tarefas, atingindo pontuação próxima ao escore máximo de 28 pontos. Assim como observado no MEEM, onde os idosos atingiram pontuação próxima ao máximo (30 pontos), o que indica que eles têm as funções cognitivas preservadas. A avaliação pelo questionário modificado de Baecke indicou que os idosos não eram fisicamente ativos na média, muito em função da pandemia da COVID-19 que limitou o acesso a locais e prática de atividade física. Para avaliação do Teste da Trilha – Partes A e B os idosos apresentaram desempenho dentro dos valores de referência (Para o Teste da Trilha – Parte A, a

pontuação de corte é > 78 s, e para o Teste da Trilha – Parte B > 273 s) (TOMBAUGH, 2004). Para sensibilidade tátil dos pés, os idosos tiveram valores inferiores a pontuação de corte (4.0 g) (SORRI, Bauru).

5.2. Obstrução do campo visual inferior

O teste psicofísico permitiu identificar que a máscara obstruiu 1,9±0,6 passos à frente da pessoa e os óculos 3,4±0,9 passos quando parados e olhando à frente. Ao caminhar em direção ao buraco e fazer a flexão da cabeça (veja Seção 5.3), a região obstruída à frente diminuiu. A ANOVA para um fator, indicou efeito de condição para máscara nos passos N-2, N-1 e N (N-2: $F_{1,312,18,361}$=8,242; p=0,006 | N-1: $F_{1,357,19,003}$=10,448; p=0,002 | N: $F_{2,28}$=6,825; p=0,008). Na condição com buraco houve uma redução do número de passos à frente ocluídos em comparação com as condições parado e sem buraco (N-2: sem buraco [1,4±0,6 passos] vs. com buraco [1,2±0,6 passos] (p=0,040); com buraco vs. parado [1,9±0,6 passos] (p=0,015) | N-1: sem buraco [1,4±0,7 passos] vs. com buraco [1,1±0,6 passos] (p=0,010); com buraco vs. parado [1,9±0,6 passos] (p=0,005) | N: com buraco [1,3±0,7 passos] vs. parado [1,9±0,6 passos] (p=0,018)). A ANOVA para um fator também identificou efeito de condição com o uso dos óculos nos passos N-2, N-1 e N (N-2: $F_{1,397,19,561}$=9,852; p=0,003 | N-1: $F_{2,28}$=10,196; p<0,0001 | N: $F_{2,28}$=5,08; p=0,013). Na presença do buraco o número de passos ocluídos diminuiu em comparação as condições parado e sem buraco (N-2: sem buraco [2,7±1,3 passos] vs. com buraco [2,1±0,8 passos] (p=0,021); com buraco vs. parado [3,4±0,9 passos] (p=0,002) | N-1: sem buraco [2,7±1,4 passos] vs. com buraco [2,0±0,8 passos] (p=0,009); com buraco vs. parado [3,4±0,9 passos] (p=0,002) | N: com buraco [2,4±1,1 passos] vs. parado [3,4±0,9 passos] (p=0,035)).

A ANOVA para dois fatores identificou efeito principal de visão para todos os

passos analisados (N-2: $F_{1,14}$=30,953; p<0,0001 | N-1: $F_{1,14}$=35,953; p<0,0001 | N: $F_{1,14}$=33,708; p<0,0001 | N+1: $F_{1,14}$=43,379; p<0,0001). Em todos os passos, a obstrução foi menor (p<0,0001) com a máscara (N-2: 1,3±0,6 passos | N-1: 1,2±0,6 passos | N: 1,3±0,7 passos | N+1: 1,5±0,8 passos) do que com os óculos (N-2: 2,3±1,1 passos | N-1: 2,3±1,1 passos | N: 2,5±1,2 passos | N+1: 2,7±1,3 passos). Além disso, as ANOVAs também identificaram efeito principal de buraco para os passos N-2 e N-1 (N-2: $F_{1,14}$=15,170; p=0,002 | N-1: $F_{1,14}$=17,470; p=0,001). Em ambos os passos a obstrução foi menor na condição com buraco em relação à sem buraco.

5.3. Ângulo da cabeça no contato do pé no chão

As ANOVAs para o ângulo da cabeça nos passos N-2, N-1 e N apresentaram efeito principal de buraco (N-2: $F_{1,14}$=17,142; p=0,001 | N-1: $F_{1,14}$=50,314; p=0,0001 | N: $F_{1,14}$=6,874; p=0,020). Houve um aumento da flexão da cabeça para condição com buraco em comparação a sem buraco (N-2: sem buraco -5,97º±11,3º; com buraco -10,4º±11,3º | N-1: sem buraco -6,2º±12,1º; com buraco -12,4º±11,6º | N: sem buraco -6,6º±12,1º; com buraco -9,8º±11,1º). As ANOVAs identificaram também efeito principal de visão para todos os passos (N-2: $F_{2,28}$=39,858; p<0,0001 | N-1: $F_{2,28}$=29,603; p<0,0001 | N: $F_{2,28}$=17,786; p<0,0001 | N+1: $F_{2,28}$=13,886; p<0,0001). Para o passo N-2, houve diferença entre as três condições visuais. O uso dos óculos (p<0,0001) e da máscara (p<0,0001) aumentou a flexão da cabeça em comparação a condição de visão normal. Além disso, o uso dos óculos resultou em maior flexão da cabeça do que o uso da máscara (p=0,020). Nos passos N-1, N e N+1, o uso da máscara e dos óculos aumentou a flexão de cabeça em comparação a condição de visão normal (N-1: normal vs. máscara (p<0,0001) | normal vs. óculos (p<0,0001) | N: normal vs. máscara (p<0,0001) normal vs. óculos (p=0,001) | N+1: normal vs. máscara (p=0,001) | normal vs. óculos (p=0,002))

(Figura 5).

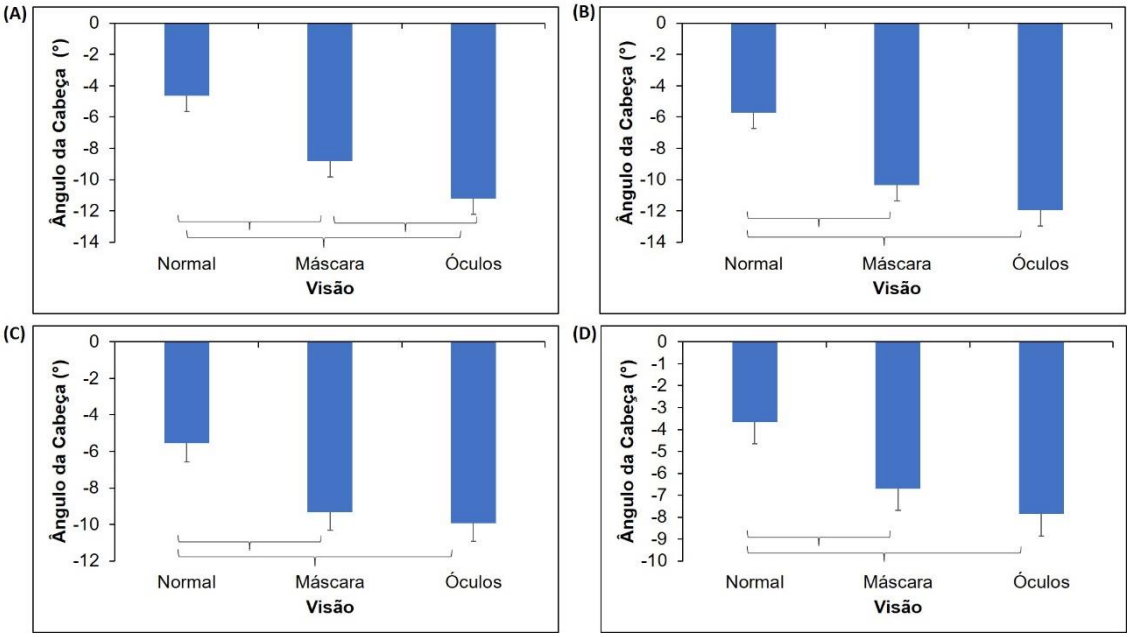


Figura 5. Média e desvio padrão do ângulo da cabeça para os passos N-2 (A), N-1 (B), N (C) e N+1 (D). Valores negativos indicam o movimento de flexão e valores positivos indicam extensão da cabeça. As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

5.4. Ângulo do tronco no contato do pé no chão

A ANOVA para o ângulo do tronco no passo N-1 apresentou efeito principal de visão ($F_{2,28}$=3,91; p=0,032), com aumento da flexão de tronco para condição com máscara em relação a condição de visão normal (p=0,017, Figura 6A). As ANOVAs para os passos N e N+1 identificaram efeito principal de buraco (N: $F_{1,14}$=102,57; p<0,0001 | N+1: $F_{1,14}$=236,016; p<0,0001). No passo N houve aumento na extensão do tronco para condição com buraco em comparação a sem buraco (Figura 6B). No passo N+1 observamos valores invertidos, sendo maior flexão de tronco para condição com buraco em relação à sem buraco (Figura 6C).

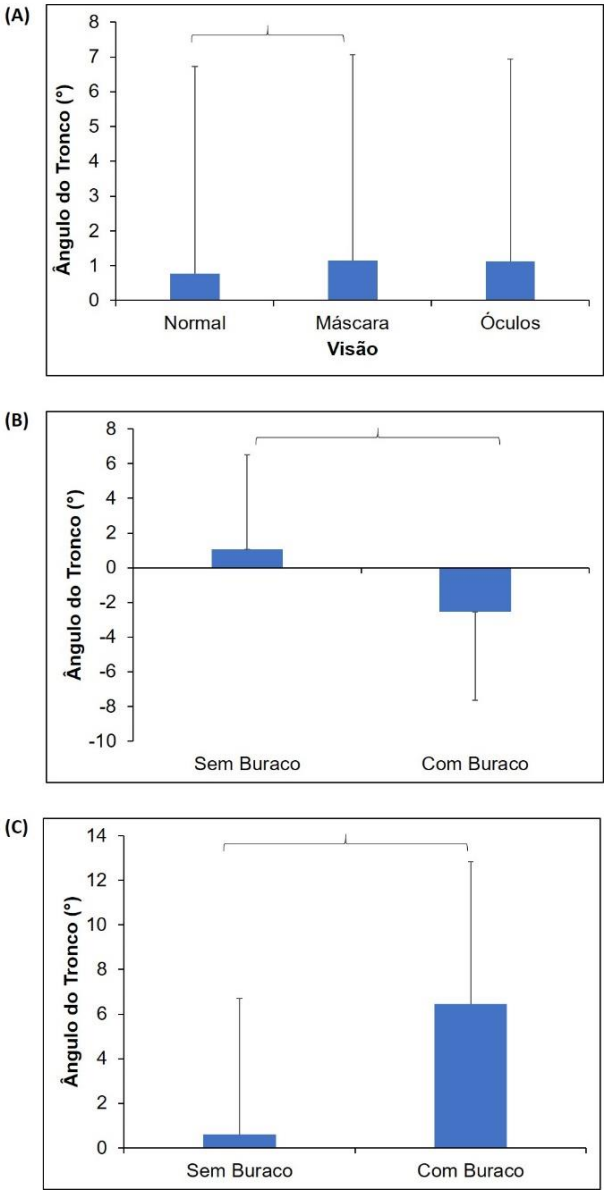


Figura 6. Média e desvio padrão do ângulo do tronco para os passos N-1 (A), N (B) e N+1 (C). Valores negativos indicam o movimento de extensão e valores positivos indicam flexão do tronco. As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

5.5. Ângulo do Tornozelo

A ANOVA para o ângulo do tornozelo no passo N identificou efeito principal de buraco ($F_{1,14}$= 174,838; p<0,0001). Houve um aumento da flexão plantar para condição com buraco em relação à sem buraco (Figura 7).

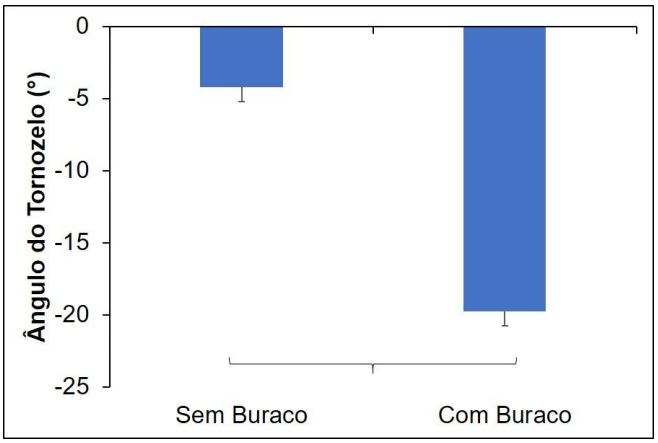


Figura 7. Média e desvio padrão do ângulo do tornozelo para o passo N. Valores negativos indicam flexão plantar e valores positivos dorsiflexão. As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

5.6. Impulso – Perna de Suporte

As ANOVAs para o impulso de frenagem anteroposterior (AP) e vertical para a perna se suporte (passo N-1) mostraram efeito principal de buraco (AP: $F_{1,14}$=13,751; p=0,002 | Vertical: $F_{1,14}$=4,773; p=0,046). O impulso de frenagem foi maior para condição com buraco em relação à sem buraco nas duas direções (Figura 8A e 8B). Para o impulso de propulsão, as ANOVAs encontraram somente efeito de buraco para a direção AP ($F_{1,14}$=36,539; p<0,0001). com valor maior para condição com buraco (Figura 8C).

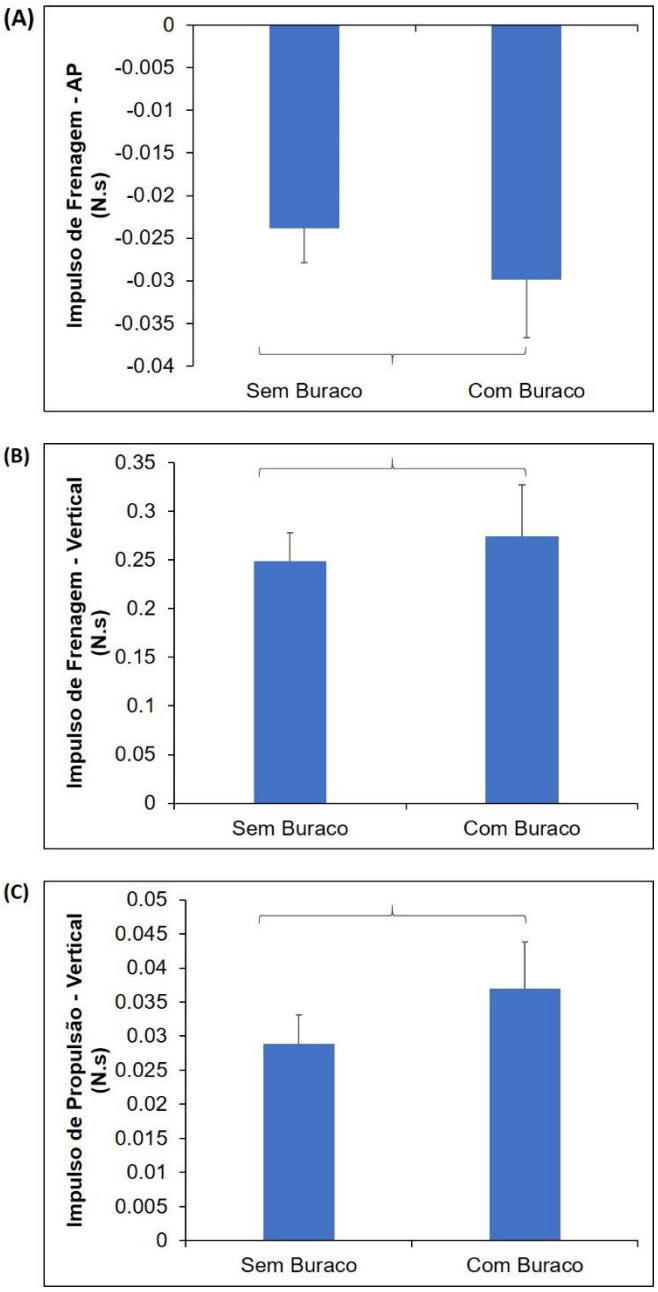


Figura 8. Média e desvio padrão do impulso de frenagem nas direções AP (A) e vertical (B) e impulso de propulsão na direção AP (C) para o passo N-1. As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

Impulso – Perna de Abordagem

As ANOVAs para o impulso de frenagem na perna de abordagem (passo N) não identificaram diferenças significativas. Para o impulso de propulsão nas direções AP e vertical, as ANOVAs observaram interação entre buraco e visão (AP: $F_{2,28}$=3,772; p=0,035 | Vertical: $F_{2,28}$=6,455; p=0,005). Na condição com buraco o impulso de

propulsão AP e vertical foi maior com óculos do que com máscara (AP: p=0,036 | Vertical: p<0,0001). Além disso, na direção vertical, o impulso de propulsão foi maior com óculos do que na condição normal (p=0,016) (Figura 9).

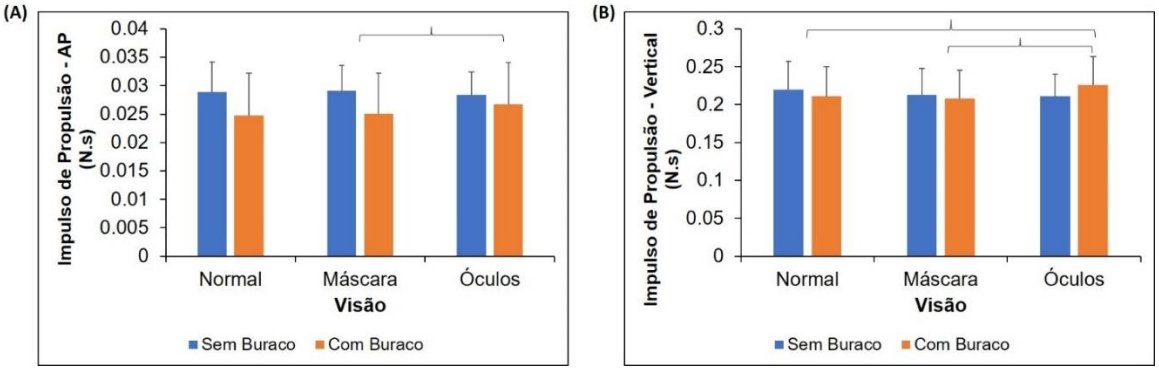


Figura 9. Média e desvio padrão do impulso de propulsão AP e vertical para o passo N. As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

5.7. Velocidade da Marcha

A ANOVA para a velocidade da marcha identificou efeito principal de buraco ($F_{1,14}$=20,842; p<0,0001). A velocidade da caminhada foi menor com do que sem buraco (Figura 10).

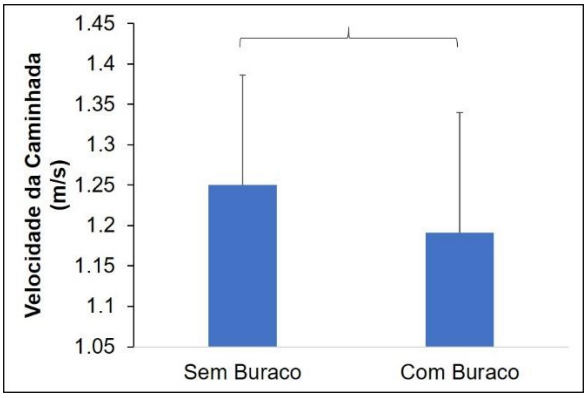


Figura 10. Média e desvio padrão da velocidade da caminhada. As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

5.8. Eletromiografia

As ANOVAs para a integral da eletromiografia (iEMG) identificaram efeito principal de buraco para todos os músculos investigados 100 ms antes e depois de pisar no buraco (GM: antes - $F_{1,14}$=33,325; p<0,0001; depois - $F_{1,14}$=38,935; p<0,0001 | SOL: antes - $F_{1,14}$=7,368; p=0,017; depois - $F_{1,14}$=7,135; p=0,018 | TA: antes - $F_{1,14}$=10,284; p=0,006; depois $F_{1,14}$=9,425; p=0,008). GM e SOL apresentaram maior ativação muscular na condição com buraco em relação à sem buraco nos dois instantes avaliados. Porém, para o TA houve menor ativação muscular na condição com buraco do que sem buraco. Além disso, para o músculo SOL foi identificada interação entre buraco e visão no intervalo de 100 ms depois de pisar no buraco ($F_{2,28}$= 4,060; p=0,028). Nas condições normal e máscara, a ativação muscular foi maior para a condição com buraco em relação à sem buraco (p=0,012 e p=0,011, respectivamente) (Figura 11).

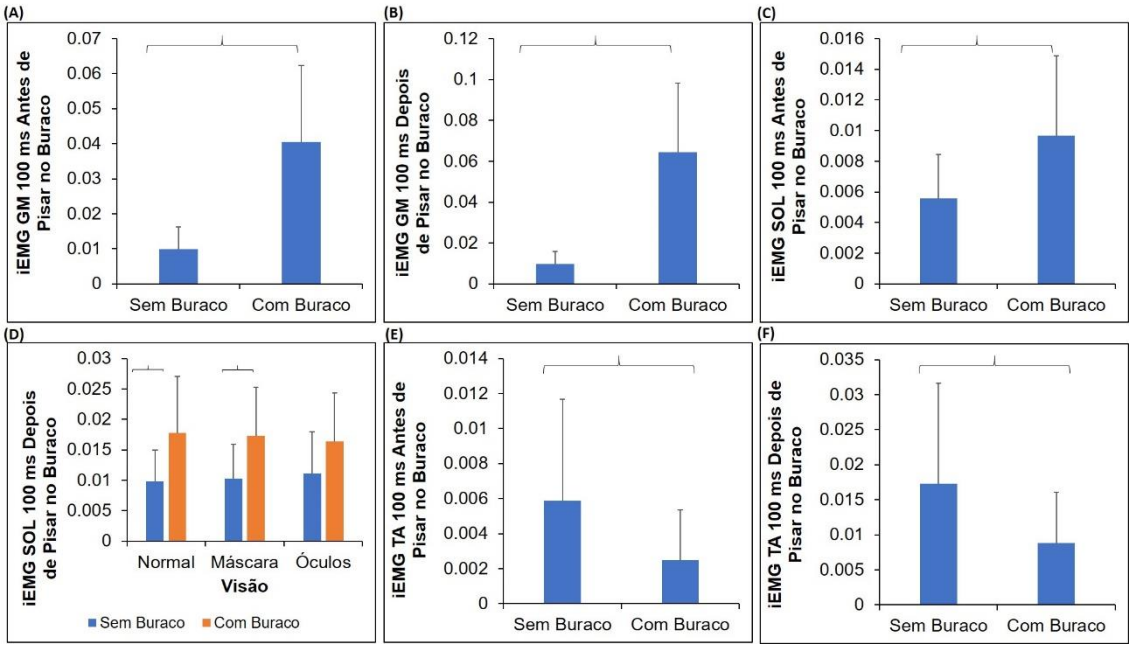


Figura 11. Média e desvio padrão da integral da eletromiografia (iEMG) 100 ms antes de pisar no buraco e 100 ms depois de pisar no buraco para os músculos GM (A e B), SOL (C e D) e TA (E e F). As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

As ANOVAs para a coativação muscular identificaram efeito principal de buraco

para os pares TA/GM e TA/SOL 100 ms antes e depois de pisar no buraco (TA/GM: antes - $F_{1,14}$=35,769; p<0,0001; depois - $F_{1,14}$=26,381; p<0,0001 | TA/SOL: antes - $F_{1,14}$=10,161; p=0,007; depois - $F_{1,14}$=5,508; p=0,034). A coativação muscular foi menor com do que sem buraco (Figura 12).

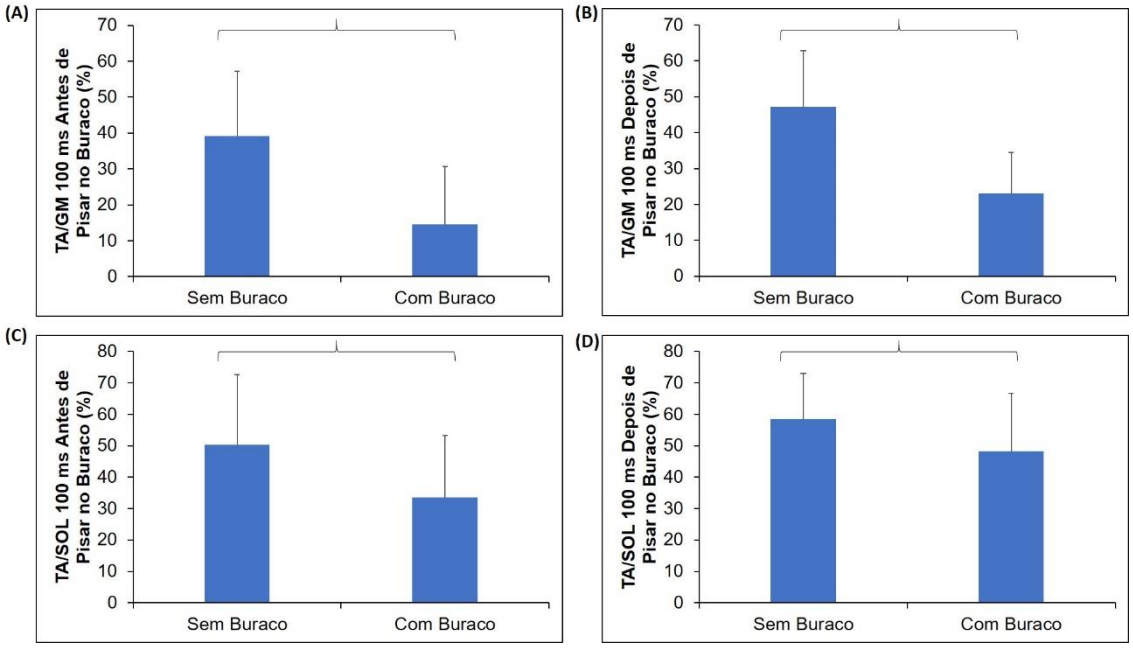


Figura 12. Média e desvio padrão da eletromiografia de coativação 100 ms antes do buraco e 100 ms durante o passo no buraco para os músculos TA/GM (A e B) e TA/SOL (C/D). As chaves indicam diferença estatisticamente significativa entre os pares analisados (veja o texto para os valores exatos do p).

6. DISCUSSÃO

Nosso estudo buscou investigar o efeito da informação visual exproprioceptiva sobre as adaptações locomotoras dos idosos ao caminhar e pisar em um buraco. As diferentes variáveis biomecânicas analisadas não mostraram efeito da manipulação visual sobre as adaptações locomotoras para caminhar e pisar em um buraco. A ausência de informação visual exproprioceptiva não afetou a margem de estabilidade, a velocidade de caminhar ou a atividade eletromiográfica. O principal aspecto encontrado foi em relação a manipulação visual exproprioceptiva realizada com a utilização da máscara e óculos não terem afetado a estabilidade dinâmica dos idosos durante a locomoção ao pisar em uma superfície desnivelada. Os idosos usaram uma estratégia de flexionar a cabeça para minimizar a obstrução visual e planejar o movimento antecipatório para pisar no buraco. Apesar disso, a tarefa de pisar em um buraco é desafiadora e oferece maiores riscos para a margem de estabilidade em comparação a condição nivelada.

6.1. Influência da visão ao pisar em um buraco

Nossos resultados não identificaram influência da manipulação visual exproprioceptiva realizada com óculos e máscara no desempenho da tarefa de pisar em um buraco. As variáveis analisadas como eletromiografia, velocidade da caminhada, impulsos e ângulos do tronco não apontaram diferença da condição visual para a tarefa do buraco, mostrando que a oclusão do campo visual inferior não afetou nem a parte comportamental e nem neuromuscular dos participantes idosos.

Contudo, há estudos na literatura que mostram a influência da visão expropioceptiva nas adaptações locomotoras em jovens e idosos ao passar por diferentes obstáculos. A oclusão do campo visual inferior parece exigir ajustes motores para maior

segurança na caminhada. Rietdyk e Rhea (2006) e Graci et al. (2010) identificaram que durante a tarefa de transpor um obstáculo essa oclusão do campo visual inferior levou os participantes a aumentarem a distância vertical e horizontal do pé em relação ao obstáculo. O aumento da distância vertical contribui para uma maior margem de segurança ao transpor o obstáculo e evitar um tropeço. Segundo Kunimune et al. (2019) além da oclusão inferior exigir maiores valores da distância vertical do membro de abordagem e suporte do que na visão completa, a idade também parece afetar a forma como essas estratégias são realizadas, já que os valores foram maiores para idosos do que jovens. Apesar dos participantes negociarem com uma única situação de perturbação a condição da tarefa parece determinar a influência ou não da visão. Observamos nos estudos acima que os indivíduos sofreram influência da visão ao transpor obstáculos com diferentes alturas, a redução do campo visual e consequentemente a menor disponibilidade de informações para transpor o obstáculo causaram maior insegurança e levaram a adaptações para evitar um tropeço. Diferente do que foi encontrado no presente estudo, quando os indivíduos precisaram negociar com uma superfície desnivelada (buraco) eles parecem confiar nas informações coletadas previamente, o que garante segurança para o sucesso da tarefa, esses fatores podem explicar a não influência da condição visual ao passar por um buraco. Ao contrário do que foi observado no estudo de Marigold e Patla (2008) que, embora tenham realizado uma tarefa diferente, identificaram que ao caminhar com o campo visual inferior bloqueado em superfícies com diferentes características (escorregadias, irregulares, inclinadas, entre outras) afetou o comportamento motor de jovens e idosos, que reduziram a velocidade da marcha e o comprimento do passo. Vale ressaltar que Marigold e Patla (2008) também encontraram um aumento da flexão da cabeça como uma estratégia para adquirir informação visual de forma antecipada da superfície de suporte, como observado no presente estudo.

O motivo de não encontrarmos influência da manipulação visual exproprioceptiva está relacionado a estratégia usada pelos idosos que flexionaram a cabeça dois passos antes do buraco para compensar a obstrução visual causada pela máscara (1,2±0,6 passos à frente) e óculos (2,1±0,8 passos à frente). A partir dessa estratégia eles conseguem adquirir informação visual do buraco e são capazes de realizar um planejamento motor antecipatório. O fato de realizar essa estratégia permite minimizar ou até mesmo excluir a influência da obstrução visual, pois quando os participantes podem obter informações visuais dois passos ou mais antes de um terreno, eles são capazes de demonstrar a mesma eficiência do que quando tinham a visão normal (MATTHIS; FAJEN, 2013). Quando a redução da limitação da visão acontece a menos do que dois passos à frente da pessoa, por exemplo, o desempenho da locomoção fica comprometido e leva os participantes a terem mais colisões com os obstáculos. Porém, quando conseguem obter informação visual dois ou mais passos à frente, as colisões com os obstáculos reduzem substancialmente e são semelhantes a condição de visão completa. Esses resultados mostram como as informações visuais coletadas dois passos antes ajudam para uma caminhada segura. Dessa forma, entendemos que a preocupação levantada por Kal et al. (2020) de que ao utilizar máscara os idosos podem apresentar dificuldade no planejamento motor pela falta de informação do campo visual inferior ou ainda que a estratégia de olhar para baixo pode comprometer a estabilidade e a segurança ao caminhar parece ser na verdade uma adaptação segura adotada por eles, como forma de minimizar essa perda visual e conseguir mais informações para um bom desempenho da marcha.

A visão possui um papel fundamental para a locomoção humana, pois ela permite aos participantes a obtenção de importantes informações como a posição do buraco, a distância até o buraco, as dimensões do buraco, entre outras, que auxiliam para o planejamento de estratégias locomotoras e permitem uma orientação mais segura para o

posicionamento dos pés em terrenos complexos (GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2010; MATTHIS; FAJEN, 2014; SANTOS et al., 2019a). Ao comprometer a visão obstruindo o campo visual inferior Marigold et al. (2008) e Thomas et al. (2020) observaram a mesma estratégia encontrada neste estudo. Os participantes realizaram a adaptação de aumentar a flexão de cabeça para compensar a perda visual e negociar com diferentes tipos de obstáculos. Esses achados reforçam que essa estratégia motora é segura e adotada como forma de compensar o campo visual obstruído.

Dessa forma, para que os participantes apresentem um bom desempenho da caminhada em diferentes terrenos é preciso não somente uma boa dinâmica de locomoção, mas também a capacidade de obter informações visuais que são utilizadas de maneira antecipada ao obstáculo. A partir disso, podemos encontrar uma relação entre visão e locomoção que permite a tomada de decisões sensório-motoras capazes de garantir uma marcha bem-sucedida (MATTHIS; YATES; HAYHOE, 2018). Para diferentes tipos de terreno Thomas et al. (2020) não observaram respostas motoras diferentes para condição visual completa e campo visual inferior obstruído, pois a medida em que as superfícies do terreno ficavam mais complexas os participantes aumentavam a coativação muscular do tibial anterior e gastrocnêmio medial de forma semelhante para as duas condições visuais. O que parece ser uma estratégia adotada independente da condição visual para garantir maior estabilidade ao passar por diferentes superfícies. Contudo, para a tarefa de pisar em um buraco a visão parece influenciar diretamente na resposta motora adotada. Quando os participantes não conseguem visualizar o buraco antecipadamente, Shinya et al. (2009) identificaram um aumento da coativação muscular no contato com o buraco como uma estratégia para estabilizar o tornozelo e garantir maior segurança. Diferente do que foi observado no presente estudo, no qual os participantes conseguiam adquirir informação visual de forma antecipada, mesmo com a visão

obstruída, e a coativação muscular foi menor para condição do buraco em relação a caminhada nivelado. A menor coativação pode estar relacionado ao ajuste utilizado para o contato com o buraco. Segundo Buckley et al. (2008) os participantes aumentam a flexão plantar do tornozelo no momento da aterrisagem, o que também foi observado no presente estudo, de forma a usar uma estratégia de contato com a ponta do pé no buraco. Esses achados mostram que as informações visuais do buraco coletadas previamente podem modificar a resposta muscular no momento da aterrissagem.

6.2. Adaptações locomotoras para pisar no buraco

Uma das preocupações ao passar por uma perturbação na marcha é em relação a manutenção da estabilidade dinâmica. Aminiaghdam et al. (2018) observaram que uma pequena queda no nível do solo parece ser suficiente para causar mais instabilidade em comparação a condição nivelada. Quando analisado para a população idosa, nosso estudo identificou que uma mudança no nível do solo como o buraco também trouxe mais instabilidade e se apresentou como uma tarefa desafiadora a essa faixa etária. Entretanto, Santos; Batistela e Moraes (2022) compararam jovens e idosos nesta mesma tarefa de passar por um buraco e encontraram valores com maior estabilidade para os idosos, identificando uma estratégia mais cautelosa por parte desta população. Esses achados identificam que embora a tarefa em uma superfície desnivelada ofereça riscos aos idosos, eles possuem a capacidade de compensar as mudanças decorrentes do envelhecimento mantendo um bom controle da estabilidade durante a locomoção (MORAES et al., 2020).

Contudo, a tarefa de pisar em um buraco parece exercer importante influência nas adaptações motoras escolhidas durante a locomoção. Esses ajustes são ainda mais necessários quando entendemos que para voltar a caminhar em uma condição nivelada o indivíduo precisa superar o momento de descida e subida de nível (SANTOS;

BATISTELA; MORAES, 2022). Com base nisso, diferentes estudos têm buscado entender quais estratégias e adaptações são realizadas ao negociar com mudanças no nível do solo e como essa tarefa impacta nas diferentes adaptações (MÜLLER; TSCHIESCHE; BLICKHAN, 2014; AMINIAGHDAM et al., 2017; AMINIAGHDAMA et al., 2018; SANTOS et al., 2019a; SANTOS; COSTA; MORAES, 2019b; SANTOS; BATISTELA; MORAES, 2022). Uma das estratégias adotadas é em relação a velocidade da marcha, nosso estudo identificou uma redução da velocidade em comparação a condição nivelada. Ao reduzir a velocidade os indivíduos parecem escolher um comportamento mais cauteloso para posicionar o pé no buraco (SANTOS; BATISTELA; MORAES, 2022), o que parece conferir mais segurança na precisão do movimento (PEPER; DREU; ROERDINK, 2015).

Além disso, adaptações motoras observadas no tronco em diferentes momentos da pisada no buraco podem auxiliar no bom desempenho da tarefa. Ao pisar na superfície desnivelada parece ser interessante que os participantes adotem uma postura mais ereta para reduzir o momento linear para frente do corpo e com isso consigam um maior controle do equilíbrio. Já para o momento da saída no buraco, uma postura com mais flexão de tronco para mover o COM adiante (MÜLLER et al., 2014; AMINIAGHDAM et al., 2017; SANTOS; BATISTELA; MORAES, 2022). Esses resultados mostram a importância da orientação do tronco para um equilíbrio dinâmico seguro durante a locomoção, essa importância se dá ainda pelo fato do tronco representar quase dois terços da massa corporal (WINTER, 1995) e ser influenciado pela altura da queda e percepção visual (AMINIAGHDAM et al., 2017). Outra estratégia encontrada foi relacionada a manipulação do impulso de frenagem e propulsão. Nosso estudo observou um aumento no impulso de frenagem da perna de suporte na condição com buraco. Ao contrário do que foi identificado no estudo de Santos; Batistela e Moraes (2022) onde os idosos

aumentaram a frenagem vertical na condição nivelada em relação a condição de ponto crítico do buraco. Ambos os achados mostram como a frenagem vertical é utilizada para controlar o deslocamento do COM e reduzir sua velocidade descendente. Essa estratégia pode auxiliar os participantes a terem mais tempo para captar informações visuais e planejar ajustes motores para negociar com o buraco (MORAES et al., 2007; GRACI; ELLIOTT; BUCKLEY, 2010). No momento seguinte a frenagem é possível notar um aumento no impulso de propulsão, esta estratégia auxiliou na progressão da marcha permitindo levantar e mover o COM para frente e para cima enquanto o membro de abordagem estava no buraco (SANTOS; BATISTELA; MORAES, 2022). As adaptações encontradas no impulso para a descida ou subida do buraco revelam a tentativa de manutenção da estabilidade por meio do controle do COM (HORAK; MACPHERSON, 1996; HORAK, 2006).

Por fim, nosso estudo identificou uma estratégia com a utilização da ponta do pé no contato inicial com o buraco. Embora o contato da ponta do pé com uma superfície desnivelada exija um maior trabalho na articulação do tornozelo (MOUDY et al., 2020; DEMERS et al. 2021) e maiores valores para a força de reação do solo em comparação ao retropé (DEMERS et al., 2021), esse comportamento parece ser adotado para conferir maior segurança aos idosos, visto que a aterrisagem com a ponta do pé permite aos participantes visualizar o trajeto para evitar o contato com a borda anterior do buraco (SANTOS; BATISTELA; MORAES, 2022).

7. LIMITAÇÕES

Apesar dos dados interessantes obtidos no presente estudo, ele possui algumas limitações que devem ser consideradas em estudos futuros. A tarefa usada consistiu em observar o comportamento dos idosos em apenas uma situação de perturbação. Se houvesse mais situações seguidas de perturbação, como por exemplo outro buraco em sequência ou outro tipo de obstáculo, poderíamos encontrar influência da manipulação exproprioceptiva na estabilidade dinâmica e nos outros parâmetros mensurados. Outra limitação foi a investigação da tarefa com apenas um tamanho de buraco para todas as condições, uma vez que diferentes medidas de buraco podem modificar os ajustes motores encontrados, como observado no estudo de Santos et al. (2022).

8. CONCLUSÃO

A ausência da visão exproprioceptiva não afetou a estabilidade dinâmica dos idosos durante a tarefa de caminhar e pisar em um buraco. Além disso, a manipulação da condição visual também não influenciou outros parâmetros analisado no estudo, como a atividade eletromiográfica, a velocidade da caminhada, os impulsos e ângulos do tronco. Os idosos foram capazes de compensar a obstrução do campo visual inferior por meio da flexão da cabeça que permitiu a eles obterem informação visual sobre o buraco dois passos à frente, de forma que pudessem realizar ajustes locomotores antecipatórios. A compreensão do comportamento motor adotado pelos idosos ao negociar com um buraco contribuem com novas informações sobre este grupo e auxiliam na criação de estratégias para prevenção de quedas.

REFERÊNCIAS

AMINIAGHDAM, S. et al. Posture alteration as a measure to accommodate uneven ground in able-bodied gait. **PLoS ONE**. v.12, n.12, 2017.

AMINIAGHDAM, S. et al. Reactive gait and postural adjustments following the first exposures to (un)expected stepdown. **Journal of Biomechanics**. v.94, p.130–137, 2019.

AMINIAGHDAM, S.; MÜLLER, R.; BLICKHAN, R. Locomotor stability in able-bodied trunk-flexed gait across uneven ground. **Human Movement Science**. v.62, p.176-183, 2018.

BERG, W.R.; ALESSIO, H.M.; MILLS, E.M.; TONG, C. Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. **Age and Ageing**. v.26, n.4 p.261–268, 1997.

BIERBAUM, S.; PEPER, A.; KARAMANIDIS, K.; ARAMPATZIS, A. Adaptational responses in dynamic stability during disturbed walking in the elderly. **Journal of Biomechanics**. v.43, n.12, p. 2362–2368, 2010.

BOSSE, I.; OBERLÄNDER, K. D.; SAVELBERG, H. H.; MEIJER, K.; BRÜGGEMANN, G.P.; KARAMANIDIS, K. Dynamic stability control in younger and older adults during stair descent. **Human Movement Science**. v.31, n.6, p. 1560–1570, 2012.

BRUCKI, S. M. D.; NITRINI, R.; CARAMELLI, P.; BERTOLUCCI, P. H. F.; OKAMOTO, I. H. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 61, n. 3-B, 777–781, 2003.

BRUIJN, S. M.; MEIJER, O. G.; BEEK, P. J.; VAN DIEEN, J. H. Assessing the stability of human locomotion: a review of current measures. **Journal of the Royal Society Interface**. v.10, n.83, 2013.

BUCKLEY, J. G.; MACLELLAN, M. J.; TUCKER, M. W.; SCALLY, A. J.; BENNETT, S. J. Visual guidance of landing behaviour when stepping down to a new level. **Experimental Brain Research**. v.184, n.2, p.223-232, 2008.

BUENO-CAVANILLAS, A.; PADILLA-RUIZ, F.; JIMENEZ-MOLEON, J.J.; PEINADO-ALONSO, C.A.; GALVEZ-VARGAS, R. Risk factors in falls among the elderly according to extrinsic and intrinsic precipitating causes. **European Journal of Epidemiology**. v.16, n.9, p.849–859, 2000.

DEMERS, T.; BEDNARZ, N.; MITCHELL, K.; GERSTLE, E.; ALMONROEDER, T. G. The influence of step-down technique on lower extremity mechanics during curb descent. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v.61, 2021.

DIEËN, J. H.; PIJNAPPELS, M. Effects of conflicting constraints and age on strategy choice in stepping down during gait. **Gait Posture**. v.29, n.2, p.343-345, 2009.

ELIAS FILHO, J.; BOREL, W.P.; DIZ, J.B.M.; BARBOSA, A.W.C.; BRITTO, R.R.; FELÍCIO, D.C. Prevalence of falls and associated factors in community-dwelling older Brazilians: a systematic review and meta-analysis. **Cadernos Saúde Pública**. v.35, n.8, 2019.

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

EVANS, D.; PESTER, J.; VERA, L.; JEANMONOD, D.; JEANMONOD, R. Elderly fall patients triaged to the trauma bay: age, injury patterns, and mortality risk. **The American Journal of Emergency Medicine**. v.33, n.11, p.1635–1638, 2015.

FITZGERALD, C.; THOMSON, D.; ZEBIB, A.; CLOTHIER, P. J.; GUPTA, A. A comparison of gait stability between younger and older adults while head turning. **Experimental Brain Research**. v.238, n.9, p.1871-1883, 2020.

FRANCHIGNONI, F.; HORAK, F.; GODI, M.; NARDONE, A.; GIORDANO, A. Using psychometric techniques to improve the balance evaluation systems test: the mini-BESTest. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 42, p. 323-331, 2010.

FREEMAN, E. E.; MUNÕZ, B.; RUBIN, G.; WEST, S. K. Visual Field Loss Increases the Risk of Falls in Older Adults: The Salisbury Eye Evaluation**. Investigative Opthalmology & Visual Science.** v.48, n.10, p.4445-4450, 2007.

GAZIBARA, T.; KURTAGIC, I.; KISIC-TEPAVCEVIC, D.; NURKOVIC, S.; KOVACEVIC, N.; GAZIBARA, T.; PEKMEZOVIC, T. Falls, risk factors and fear of falling among persons older than 65 years of age. **Psychogeriatrics**. v.17, n.4, p.215-223, 2017.

GELBARD, R.; INABA, K.; OKOYE, O. T.; MORRELL, M.; SAADI, Z.; LAM, L.; TALVING, P.; DEMETRIADES, D. Falls in the elderly: a modern look at an old problem. **The American Journal of Surgery**. v.208, n.2, p.249–253, 2014.

GIBSON, J. J. **The senses considered as perceptual systems**. Boston, MA: Houghton Mifflin, 1966.

GRACI, V.; ELLIOTT, D. B.; BUCKLEY, J. G. Peripheral visual cues affect minimum-foot-clearance during overground locomotion. **Gait & Posture**. v.30, n.3, p.370–374, 2009.

GRACI, V.; ELLIOTT, D. B.; BUCKLEY, J. G. Utility of Peripheral Visual Cues in Planning and Controlling Adaptive Gait. **Optometry and Vision Science**. v.87, n.1, p.21–27, 2010.

HOF, A. L.; GAZENDAM, M. G.; SINKE, W. E. The condition for dynamic stability. **Journal of Biomechanics**, v.38, n.1, p.1-8, 2005.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**. v.35, p.7–11, 2006.

HORAK, F.B.; MACPHERSON, J.M. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell L, Shepherd JT. **Regulation and integration of multiple systems**. Oxford University Press, New York, 1996. p. 255-292.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). IBGE/Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Gerência de Estudos e Análises da Dinâmica Demográfica. 2018.

KAL, E. C.; YOUNG, W. R.; ELLMERS, T. J. Face masks, vision, and risk of falls. **BMJ**. 2020.

KELSEY, J. L.; PROCTER-GRAY, E.; HANNAN, M. T; Li, W. Heterogeneity of falls among older adults: implications for public health prevention. **American Journal of Public Health**. v.102, n.11, p.2149–2156, 2012.

KILLEEN, T.; EASTHOPE, C. S.; DEMKÓ, L.; FILLI, L.; LŐRINCZ, L.; LINNEBANK, M.; BOLLIGER, M. Minimum toe clearance: probing the neural control of locomotion. **Scientific Reports**. v.7, n.1, 2017.

KRUSCHKE, C.; BUTCHER, H. K. Evidence-Based Practice Guideline: Fall Prevention for Older Adults. **Journal of Gerontological Nursing**. n.43, v.11, p.15–21, 2017.

KUNIMUNE, S.; OKADA, S. Contribution of vision and its age-related changes to postural stability in obstacle crossing during locomotion. **Gait & Posture**. v.70, p.284-288, 2019.

LEAVY, B.; BYBERG, L.; MICHAËLSSON, K.; MELHUS, H.; ÅBERG, A. C. The fall descriptions and health characteristics of older adults with hip fracture: a mixed methods study. **BMC Geriatrics**. v.15, n.40, 2015.

LEE, D.N. On the functions of vision. In: PICK, H. L. SALTZMAN, E. Modes of perceiving and processing information. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. 1978.

LUZARDO, A. R.; PAULA JÚNIOR, N. F; MEDEIROS, M.; WOLKERS, P. C. B.; SANTOS, S. M. A. Repercussions of hospitalization due to fall of the elderly: health care and prevention. **Revista Brasileira de Enfermagem**. v.71, n. 2, p.763–769, 2018.

MAGNANI, R.M.; BRUIJN, S.M.; VAN DIEËN, J.H.; VIEIRA, M.F. Head orientation and gait stability in young adults, dancers and older adults. **Gait Posture**. v.80, p.68-73, 2020.

MAIA, A. C.; RODRIGUES-DE-PAULA, F.; MAGALHAES, L. C.; TEIXEIRA, R. L. L. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties of the Balance Evaluation Systems Test and MiniBESTest in the elderly and individuals with Parkinson's disease: application of the Rasch model. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17, n. 3, p. 195-217, 2013.

MARIGOLD, D. S.; PATLA, A. E. Gaze fixation patterns for negotiating complex ground terrain. **Neuroscience**. v.144, n.1, p.302-313, 2007.

MARIGOLD, D. S.; PATLA, A. E. Visual information from the lower visual field is important for walking across multi-surface terrain. **Experimental Brain Research**. v.188, n.1, p.23–31, 2008.

MATTHIS, J. S.; FAJEN, B. R. Humans exploit the biomechanics of bipedal gait during visually guided walking over complex terrain. **Proceedings Biological Sciences**. v.280, n. 1762, 2013.

MATTHIS, J. S.; FAJEN, B. R. Visual Control of Foot Placement When Walking Over Complex Terrain. **Journal of Experimenlal Psychology: Human Perception and Performance**. v.40, n.1, p. 106-115, 2014.

MATTHIS, J. S.; YATES, J. L.; HAYHOE, M. M. Gaze and the Control of Foot Placement When Walking in Natural Terrain. **Current Biology**. v.28, n.8, p.1224-1233, 2018.

MAZO, G. Z.; MOTA, J.; BENEDETTI, T. B.; BARROS, M. V. G. Validade Concorrente e Reprodutibilidade. Teste-reteste do questionário de Baecke Modificado para Idosos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**.v.6, n.1, p.5-11, 2001.

MCANDREW YOUNG, P. M.; DINGWELL, J. B. Voluntary changes in step width and step length during human walking affect dynamic margins of stability. **Gait & Posture**. v.36, n.2, p.219–224, 2012.

MENZ, H.B.; LORD, S.R.; FITZPATRICK, R.C. Age-related differences in walking stability. **Age and Ageing**. v.32, n.2, p.137-142, 2003.

MORAES, R. A model for selecting alternate foot placement during human locomotion. **Psychology & Neuroscience**, v.7, p.319-329, 2014.

MORAES, R.; ALLARD, F.; PATLA, A. E. Validating determinant for an alternate foot placement selection algorithm during human locomotion in cluttered terrain. **Journal of Neurophysiology**. v.98, v.4, p.1928–1940, 2007.

MORAES, R.; GOBBI, L. T. B. Controle visual da locomoção adaptativa e da mobilidade em indivíduos idosos. In: Umberto Cesar Corrêa (Org.). **Pesquisa em comportamento motor: a intervenção profissional em perspectiva**. São Paulo: EFP/EEFEUSP, 2008, p. 42-60.

MORAES, R.; TEIXEIRA, L. A.; OTTER, R. D.; ARAMPATZIS, A.; PIJNAPPELS, M.; HORTOBÁGYI, T. Do older adults have impaired stability control during adaptive gait? **Brazilian Journal of Motor Behavior**. v.14, n.2, p.50-52, 2020.

MOUDY, S. C.; TILIN, N. A.; SIBLEY, A. R.; STRIKE, S. Foot strike alters ground reaction force and knee load when stepping down during ongoing walking. **Gait Posture**. v.76, p. 327-333, 2020.

MÜLLER, R.; TSCHIESCHE, K.; BLICKHAN, R. Kinetic and kinematic adjustments during perturbed walking across visible and camouflaged drop sing round level. **Journal of Biomechanics**. v.47, n.10, p.2286–2291, 2014.

NYMAN, S. R.; BALLINGER, C.; PHILLIPS, J. E.; NEWTON, R. Characteristics of outdoor falls among older people: a qualitative study. **BMC Geriatrics**. v.13, n.125, 2013.

PATLA, A. E. Strategies for dynamic stability during adaptive human locomotion. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, v.22, n.2, p.48-52, 2003.

PATLA, A. E. How Is Human gait controlled by vision. **Ecological Psychology**. v. 10, n. 3-4, p. 287–302, 1998.

PATLA, A. E.; MARTIN, C.; RIETDYK, S.; PRENTICE, S. Locomotor patterns of the lead and the trailing limbs as solid and fragile obstacles are stepped over: Some insights into the role of vision during locomotion. **Journal of Motor Behavior**. v.28, n.1, p. 35-47, 1996.

PEEL, N. M. Epidemiology of falls in older age. **Canadian Journal on Aging**. v.30, n.1, p.7-19, 2011.

PEPER, C. L. E.; DREU, M. J.; ROERDINK, M. Attuning one's steps to visual targets reduces comfortable walking speed in both young and older adults. **Gait Posture**. v.41, n.3, p.830-834, 2015.

PIMENTEL, W.R.T.; PAGOTTO, V.; STOPA, S.R.; HOFFMANN, M.C.C.L.; ANDRADE, F.B.; SOUZA JUNIOR, P.R.B.; LIMA-COSTA, M.F.; MENEZES, R.L. Falls among Brazilian older adults living in urban areas: ELSI-Brazil. **Revista Saúde Pública**. v.52, 2018.

PITCHAI, P.; DEDHIA, H.B.; BHANDARI, N.; KRISHNAN, D.; D'SOUZA, N.R.J.; BELLARA, J.M. Prevalence, risk factors, circumstances for falls and level of functional independence among geriatric population - A descriptive study. **Indian Journal Public Health**. v.63, n.1, p.21-26, 2019.

REED-JONES, R.J.; SOLIS, G.R.; LAWSON, K.A.; LOYA, A.M.; CUDE-ISLAS, D.; BERGER, C.S. Vision and falls: a multidisciplinary review of the contributions of visual impairment to falls among older adults. **Maturitas**. v.75, n.1, p.22-28, 2013.

RIETDYK, S.; DRIFMEYER, J. E. The Rough-Terrain Problem: Accurate Foot Targeting as a Function of Visual Information Regarding Target Location. **Journal of Motor Behavior**. v.42, n.1, p.37–48, 2009.

RIETDYK, S.; RHEA, C. K. Control of adaptive locomotion: effect of visual obstruction and visual cues in the environment. **Experimental Brain Research**. v.169, n.2, p. 272–278, 2006.

ROELES, S.; ROWE, P.J.; BRUIJN, S.M.; CHILDS, C. R.; TARFALI, G. D.; STEENBRINK,_F.; PIJNAPPELS, M. Gait stability in response to platform, belt, and sensory perturbations in young and older adults. **Medical & biological engineering & computing**. v.56, n.12, p.2325-2335, 2018.

RUBENSTEIN, L. Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. **Age and Ageing**. v.35, 2006.

SALONEN, L.; KIVELÄ, S.L. Eye Diseases and Impaired Vision as Possible Risk Factors for Recurrent Falls in the Aged: A Systematic Review. **Current Gerontology and Geriatrics Research**. 2012.

SANTOS, L. O.; BATISTELA, R. A.; MORAES, R. Gait control to step into a lowered surface with one limb with different demands for accuracy in younger and older adults. **Experimental Gerontology**. v.161, 2022.

SANTOS, L. O.; COSTA, A. A. S.; BATISTELA, R. A. MORAES, R. The critical point to step into a hole is similar in young and older adults. **Journal of Motor Behavior**. Ahead of Print, p.1-28, 2019a.

SANTOS, L. O.; COSTA, A. A. S.; MORAES, R. Effect of lower limb dominance on walking adaptations in young adults when stepping into a hole. **Brazilian Journal of Motor Behavior**. v.13, p.134-143, 2019b.

SANTOS, L. O.; COSTA, A. A. S.; MORAES, R. The strategies of stepping into a hole while walking seem to depend on the relationship between the depth of the hole and the individual's height. **Brazilian Journal of Motor Behavior**. v.11, p.20-20, 2017.

SCHRAGER, M. A.; KELLY, V. E.; PRICE, R.; FERRUCCI, L.; SHUMWAY-COOK, A. The effects of age on medio-lateral stability during normal and narrow base walking. **Gait & Posture**. v.28, n.3, p.466–471, 2008.

SEGEV-JACUBOVSKI, O.; HERMAN, T.; YOGEV-SELIGMANN, G.; MIRELMAN, A.; GILADI, N.; HAUSDORFF, J.M. The interplay between gait, falls and cognition: can cognitive therapy reduce fall risk? **Expert Review of Neurotherapeutics**. v.11, n.7, p.1057–1075, 2011.

SHINYA, M.; FUJII, S.; ODA, S. Corrective postural responses evoked by completely unexpected loss of ground support during human walking. **Gait & Posture**. v.29, n.3, p. 483–487, 2009.

SIQUEIRA, F. V.; FACCHINI, L. A.; SILVEIRA, D. S.; PICCINI, R. X.; TOMASI, E.; THUMÉ, E.; SILVA, S. M.; DILÉLIO, A. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. **Cadernos Saúde Pública**. v.27, n.9, 2011.

SIVAKUMARAN, S.; SCHINKEL-IVY, A.; MASANI, K.; MANSFIELD, A. Relationship between margin of stability and deviations in spatiotemporal gait features in healthy young adults. **Human Movement Science**. v.57, p.366–373, 2018.

STEVENS, J. A.; MAHONEY, J. E.; EHRENREICH, H. Circumstances and outcomes of falls among high risk community-dwelling older adults. **Injury Epidemiology**. v.1, n.5, p.5, 2014.

STEVENS, J.A.; RUDD, R.A. Circumstances and contributing causes of fall deaths among persons aged 65 and older: United States, 2010. **Journal American Geriatrics Society**. v.62, n.3, p.470-475, 2014.

STEWART WILLIAMS, J.; KOWAL, P.; HESTEKIN, H.; O'DRISCOLL, T.; PELTZER, K.; YAWSON, A.; BIRITWUM, R.; MAXIMOVA, T.; SALINAS RODRÍGUEZ, A.; MANRIQUE ESPINOZA, B.; WU, F.; AROKIASAMY, P.; CHATTERJI, S. Prevalence, risk factors and disability associated with fall-related injury in older adults in low- and middle-incomecountries: results from the WHO Study on global AGEing and adult health (SAGE). **BMC Medicine**. v.13, n.147, 2015.

THOMAS, N. D. A.; GARDINER, J. D.; CROMPTON, R. H.; LAWSON, R. Keep your head down: Maintaining gait stability in challenging conditions. **Human Movement Science**. v.73, 2020.

TIMMIS, M. A.; BUCKLEY, J. G. Obstacle crossing during locomotion: Visual exproprioceptive information is used in an online mode to update foot placement before the obstacle but not swing trajectory over it. **Gait & Posture**. v.36, n.1, p.160–162, 2012.

TOMBAUGH, T. N. Trail making test A and B: normative data stratified by age and education. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v. 19, n. 2, p. 203-214, 2004.

VERVOORT, D.; BUURKE, T. J. W.; VUILLERME, N.; HORTOBÁGYI, T.; DEN OTTER, R.; LAMOTH, C. J. C. Adaptive Control of Dynamic Balance across the Adult Lifespan. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.52, n.10, p.2270-2277, 2020.

VOORRIPS, L. E.; RAVELLI, A. C.; DONGELMANS, P. C.; DEURENBERG, P.; VAN STAVEREN, W. A. A physical activity questionnaire for the elderly. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, p. 117-121, 1991.

WEST, C. G.; GILDENGORIN, G.; HAEGERSTROM-PORTNOY, G.; SCHNECK, M. E.; LOTT, L.; BRABYN, J. A. Is Vision Function Related to Physical Functional Ability in Older Adults? **Journal of the American Geriatrics Society**. v.50, n.1, p.136–145, 2002.

WINTER, D. A. Biomechanics and motor control of human movement. 3 ed. Hoboken, New Jersey: Wiley. 2005.

WINTER, D. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait Posture**. v.3, n.4, p.193–214, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. “Ageing well” must be a global priority. Geneva, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Advice on the use of masks in the context of COVID-19: interim guidance. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. The Global Burden of Disease: 2004.

YOKOTA, M.; FUJITA, T.; NAKAHARA, S.; SAKAMOTO, T. (2020). Clarifying differences in injury patterns between ground-level falls and falls from heights among the elderly in Japan. **Public Health**. v.181, p.114–118, 2020.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado(a) Senhor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “Efeito da informação visual sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos”. O objetivo desse estudo é investigar o efeito do campo visual inferior sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco com diferentes profundidades em idosos.

Para participar deste estudo, você deverá fazer apenas uma visita ao Laboratório de Biomecânica e Controle Motor (LaBioCoM) da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto (EEFERP) da Universidade de São Paulo (USP). Você passará inicialmente por uma avaliação onde serão coletados seus dados de peso e altura (5 minutos de duração). Na sequência, você responderá, com o auxílio do pesquisador, um questionário breve sobre seu estado de saúde, hábitos de vida e histórico de quedas dos últimos 12 meses (duração de 5 minutos). Depois, serão feitas perguntas sobre seu nível de atividade física atual (5 minutos de duração) e suas condições cognitivas (5 minutos de duração). Depois, você fará outro teste que envolve a conexão de números e letras em ordem crescente (5 minutos de duração), avaliaremos a sensibilidade dos pés (10 minutos de duração) e a avaliação para determinar a dominância de membros inferiores (5 minutos de duração). Você ainda será avaliado em diversas tarefas de equilíbrio como se levantar de uma cadeira, ficar em pé com os olhos abertos e fechados, andar, andar sobre um obstáculo, andar e girar e ficar em pé na ponta dos pés (20 minutos de duração). Nessa primeira parte, a duração total prevista é de 1 hora.

Na última parte da avaliação, colocaremos 39 bolinhas de isopor com adesivo em sua pele, em diferentes partes do seu corpo (10 minutos de duração) e 3 caixinhas (2 x 4 cm) na sua perna dominante para medir a atividade dos seus músculos (5 minutos). Você realizará a tarefa de andar sobre uma passarela de madeira, em três condições diferentes: sem buraco e com buraco com duas profundidades diferentes (6 cm e 12 cm), com largura e comprimento do buraco em 60 cm. Todas essas condições da superfície de suporte serão realizadas com e sem informação visual do tronco e dos membros inferiores. Para tanto, você usará um óculos adaptado e uma máscara facial (cobrindo nariz e boca) para obstruir a visão do campo visual inferior. Você realizará cinco tentativas para cada condição, totalizando 45 tentativas (40 minutos de duração). Nessa segunda parte, a duração total prevista é de 55 minutos.

Você não será submetido(a) a nenhum procedimento sem o seu conhecimento e consentimento, e pode sair desta pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo, se comprometendo apenas a comunicar previamente os responsáveis pela pesquisa.

Você não terá benefícios diretos com a pesquisa, mas os resultados obtidos serão importantes para ampliar os conhecimentos e fortalecer a área de pesquisa sobre o controle do andar em idosos, principalmente em situações desafiadoras, além de contribuir para o desenvolvimento de protocolos de intervenção para reduzir o risco de quedas em idosos. Os testes realizados não terão o objetivo de diagnóstico de qualquer doença.

Os riscos envolvidos com a sua participação na pesquisa são mínimos e envolvem a eventual ocorrência de quedas que será minimizada pela presença de um experimentador próximo a você durante toda a realização das tarefas. Além disso, algumas pessoas podem apresentar vermelhidão temporária na pele devido ao contato com o marcador colado, mas isso desaparecerá logo após o término do experimento. No caso de queda, medidas de primeiros socorros serão tomadas, assim como seu encaminhamento para o serviço de saúde. Você terá garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa conforme leis vigentes no país.

A sua identidade e todas as informações adquiridas no estudo são confidenciais e o seu nome não será divulgado em momento algum. Nas tarefas com filmagens, as imagens também serão confidenciais e ficarão armazenadas em um banco de dados seguro. Essas imagens serão utilizadas para análise do movimento.

Não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida, além de qualquer tipo de pagamento que possa beneficiá-lo(a) em função da sua participação neste estudo. A participação nesta pesquisa, não irá te trazer despesas ou custos. Caso tenha eventuais despesas ou custos (tais como transporte e alimentação), elas serão ressarcidas quando necessário pelo pesquisador responsável. A sua participação é voluntária, e pode interrompê-la a qualquer momento sem prejuízo algum. Seus dados poderão ser excluídos deste estudo em caso de coleta incompleta ou não adequação dos dados ao objetivo deste trabalho.

As informações obtidas nesta pesquisa não serão associadas ao seu nome ou vistas por outras pessoas sem sua prévia autorização. Suas informações serão utilizadas para fins estatísticos ou científicos e sua privacidade e anonimato serão resguardados. A utilização dos seus dados se restringe unicamente a essa pesquisa.

Após preencher e assinar o termo de consentimento, você receberá uma via do mesmo, como de direito.

Eu, _____ portador do RG nº _____, residente à _____, nº _____, Complemento: _____, Bairro: _____, Cidade: _____, com número de contato ( )_____, aceito participar, voluntariamente, na presente pesquisa sob a responsabilidade do Prof. Dr. Renato de Moraes.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de _____

_____ _____

Nome por extenso Assinatura

_____

Prof. Dr. Renato de Moraes
Pesquisador Responsável

Se tiver dúvidas relacionadas a este estudo, contate:

Prof. Dr. Renato de Moraes
Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo – USP
Fone: (16) 3315-0522
Email: renatomoraes@usp.br
Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - USP
Avenida Bandeirantes, 3900 - 14407-907 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fone: (16) 3315-0494
E-mail: cep90@usp.br

APÊNDICE B - Questionário (condições de saúde e quedas nos últimos seis meses)

Nome: _____
End.: _____ Bairro: _____
Cidade/UF: _____ Estatura (m): _____ Massa Corporal (kg): _____
Gênero: ( )M ( )F Data de Nascimento: ____/____/_____ Data da Coleta: ____/____/_____

1) Frequentou a Escola? ( )S ( )N
Se sim, até que série? _____ Grau? _____ Sabe ler? ( )S ( )N

2) Trabalha atualmente? ( )S ( )N
Profissão? _____ Ocupação Atual? _____

3) Possui alguma destas dificuldades?
Visual: ( )S ( )N Se sim, usa óculos? ( )S ( )N
Auditiva: ( )S ( )N Se sim, usa aparelho auditivo? ( )S ( )N
Motora: ( )S ( )N Se sim, usa algum aparelho? ( )S ( )N Qual? _____
Outra: ( )S ( )N Qual? _____

4) Utiliza algum dispositivo auxiliar para caminhar? ( )S ( )N Se sim, qual? _____

5) Possui alguns destes problemas de saúde ou agravos?
( ) Pressão arterial elevada ( ) Epilepsia/Convulsões ( ) Neuropatias ( ) Artrite ( ) Diabetes
( ) Doença de Parkinson ( ) AVE ( ) Osteoporose ( ) Outra: _____
( ) Nenhum ( )NS - Não sabe ( )NR - Não respondeu

6) Sofreu AVE nos últimos anos? ( )S ( )N ( )NS ( )NR Se sim, quando? _____

7) Após o AVE houve alguma modificação na sua saúde? (responder essa questão somente se a resposta for sim para a questão 6)
( ) Fraqueza generalizada ( ) Cansaço ( ) Apatia ( ) Falta de ar ( ) Problemas de memória
( ) Febre ( ) Taquicardia ( ) Dor no peito ( ) Outro: _____

8) Você já teve alguma doença ou sofreu qualquer lesão que tenha afetado o seu equilíbrio?
( )S ( )N ( )NS ( )NR Se sim, qual doença ou lesão? _____

9) Medicamentos em uso:
Quantos? _____
Quais? _____
Com que frequência? _____

10) Faz uso de álcool? ( )S ( )N ( )NS ( )NR Se sim, com que frequência? _____

11) Esteve hospitalizado no último ano? ( )S ( )N ( )NS ( )NR Se sim, quanto tempo? _____
Qual o motivo da internação? _____

12) Como você descreve a sua saúde hoje? (Faça um círculo em torno do número correspondente)

1 Insatisfeito	2 Muito pouco satisfeito	3 Pouco satisfeito
4 Mais ou menos satisfeito	5 Muito satisfeito	6 Muitíssimo satisfeito

AVALIAÇÃO DE QUEDAS

1) Quantas quedas você sofreu nos últimos 6 meses? ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) + de 3
Se 0, pular para questão 17.
Se caiu, quando a última queda ocorreu? _____

2) Em que período do dia a última queda ocorreu? ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite ( )NS ( )NR

3) Em que local a última queda ocorreu? _____

4) Que movimento realizava no momento dessa queda?
( ) Andava ( ) Levantava ( ) Sentava ( ) Inclinava ( ) Virava ( ) Outro: _____

5) Que atividade realizava no momento dessa queda? _____

6) Qual calçado usava no momento dessa queda? _____

7) Como essa queda ocorreu?
( ) Desequilibrou-se ( ) Os joelhos falsearam ( ) Sentiu-se tonto ( ) Tropeçou
( ) Escorregou ( ) Sentiu-se fraco subitamente ( ) Esbarrou em alguém/alguma coisa
( ) Outro: _____

8) Nas quatro semanas anteriores à queda, teve algum problema de saúde que o impedisse de realizar as suas tarefas cotidianas (tais como caminhar ou fazer as tarefas domésticas)? ( )S ( )N ( )NS ( )NR
Se sim, com que intensidade? ( ) Ligeiramente ( ) Moderadamente ( ) Muita coisa ( ) Extremamente

9) Essa queda ocorreu após alguma refeição? ( )S ( )N ( )NS ( )NR

10) Houve alteração na quantidade e dose dos medicamentos utilizados a poucos dias antes da queda?
( ) Aumentou a dose ( ) Diminui a dose ( ) Aumentou a quantidade ( ) Diminui a quantidade
( ) Sem alteração ( ) Suspensão ( ) NS ( ) NR

11) No instante da queda, estava usando:
( ) Óculos ( ) Aparelho auditivo ( ) Bengala/muleta ( ) NS ( ) NR

12) Houve alguma lesão como consequência dessa queda? ( )S ( )N ( )NS ( )NR
Se sim, que tipo de lesão?
( ) Fratura ( ) Luxação ( ) Trauma craniano ( ) Escoriação ( ) Contusão ( ) Corte
( ) Outra: _____

13) Houve perda da consciência em decorrência da queda? ( )S ( )N ( )NS ( )NR

14) Qual parte do corpo você bateu primeiro no chão/mobiliário? _____

15) Houve necessidade de procurar um médico ou serviço de emergência em um hospital? ( )S ( )N ( )NS ( )NR

16) Participava de algum programa de atividade física na época dessa queda? ( )S ( )N ( )NS ( )NR
Se sim, quantas vezes por semana? _____
Se sim, quais AFs realizava?
( ) Caminhada ( ) Corrida ( ) Ginástica geral ( ) Musculação ( ) Dança ( ) Alongamento

( ) Outra: _____

17) Você tem medo de cair? ( ) muito ( ) mais ou menos ( ) um pouco ( ) não

18) Você deixou de fazer alguma atividade devido ao medo de cair?
( ) muitas ( ) algumas ( ) nenhuma

19) De 0 a 100% qual o nível de confiança de que você não irá perder o equilíbrio ou a estabilidade quando realiza as seguintes atividades:

a) Anda pela casa: _____
b) Sobe escada: _____
c) Desce escada: _____
d) Inclina o corpo para pegar um objeto no chão: _____

20) Apresenta queixa de desequilíbrio: ( ) sim ( ) não

21) Qual é a sua percepção sobre a qualidade do seu equilíbrio?
( ) excelente ( ) boa ( ) razoável ( ) ruim
Observações Gerais: _____
_____
_____
_____
_____

NS: não sabe | NR: não respondeu

ANEXO A - Comitê de Ética em Pesquisa

USP - ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO DA USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Efeito da informação visual sobre o controle da locomoção ao pisar em um buraco em idosos

Pesquisador: Renato de Moraes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 26377519.0.0000.5659

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.469.829

Apresentação do Projeto:

O projeto está bem redigido, apresenta problemas relativos ao envelhecimento e a capacidade do homem em fazer a manutenção de sua postura e riscos de queda.

Tanto os objetivos quanto os métodos estão explicitados e são de fácil entendimento apesar da especificidade e complexidade de alguns instrumentos e medidas.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do "estudo é investigar o efeito da informação visual exproprioceptiva sobre o controle da estabilidade dinâmica durante a locomoção ao pisar em um buraco com diferentes profundidades em indivíduos idosos".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os responsáveis relatam o risco de quedas durante a realização do protocolo que será realizado em três situações (andar sobre uma plataforma sem obstáculos, andar sobre uma plataforma com um "buraco" de 6cm e andar em uma plataforma com um "buraco" de 12cm), porém em duas condições diferentes (com e sem informação visual). Relata-se que um pesquisador permanecerá ao lado dos participantes durante toda a realização do protocolo, de forma a minimizar tais ocorrências.

Adicionalmente relata-se a possibilidade de vermelhidão na pele em decorrência dos procedimentos de preparação da pele para EMG e colocação dos marcadores.

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 **E-mail:** cep90@usp.br

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto que pode trazer informações sobre o processo de estabilização postural e manutenção da postura em população idosa, o que pode auxiliar para adoção de medidas que minimizem os efeitos do envelhecimento na manutenção do equilíbrio e redução do risco de quedas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão adequados.

Recomendações:

Nada a recomendar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda aprovada à luz da legislação relativa à experimentação com seres humanos.

Considerações Finais a critério do CEP:

A emenda do projeto encontra-se APROVADA para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

1) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada. Neste caso, o pesquisador deve aguardar nova aprovação do CEP para realizar os procedimentos de acordo com as mudanças solicitadas;
2) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas, colocando as assinaturas na última página;

3) GARANTIR QUE NOS MOMENTOS DE ATIVIDADE FÍSICA SEMPRE HAJA PELO MENOS UM MEMBRO DA EQUIPE DE PESQUISA EM CONTATO COM O PARTICIPANTE APTO A PRESTAR OS SOCORROS DE URGÊNCIA, INCLUSIVE MASSAGEM CARDÍACA E USO DO DEA, CASO NECESSÁRIO.

4) Excluir os destaques em cores diferentes nos termos obrigatórios antes de apresenta-los aos participantes da pesquisa;

5) O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS n.º 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 **E-mail:** cep90@usp.br

Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).;

6) O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata;

7) O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notifi cação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), junto com seu posicionamento;

8) Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à Anvisa, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. n.º 251/97, item III.2.e). • Relatórios parciais e fi nal devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ____/____/____ e ao término do estudo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1623344_E1.pdf	19/11/2020 13:16:13		Aceito
Outros	Justificativa_Emenda.pdf	19/11/2020 13:13:31	Henrique Guirado Campoi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Henrique_2.pdf	01/09/2020 11:50:08	Henrique Guirado Campoi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Henrique_2.pdf	01/09/2020 11:49:46	Henrique Guirado Campoi	Aceito

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 **E-mail:** cep90@usp.br

USP - ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO DA USP

Continuação do Parecer: 4.469.829

Cronograma	Cronograma_Henrique.pdf	01/12/2019 23:03:52	Henrique Guirado Campoi	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinada.pdf	05/11/2019 13:21:04	Henrique Guirado Campoi	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RIBEIRAO PRETO, 16 de Dezembro de 2020

Assinado por:
Renato Francisco Rodrigues Marques
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900
Bairro: VILA MONTE ALEGRE **CEP:** 14.040-907
UF: SP **Município:** RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0494 **E-mail:** cep90@usp.br

ANEXO B - Questionário Modificado de Baecke

QUESTIONÁRIO MODIFICADO DE BAECKE PARA IDOSOS

ATIVIDADE DA VIDA DIÁRIA

1. Você realiza algum trabalho doméstico em sua casa?
0. nunca (menos de uma vez por mês)
1. às vezes (somente quando um parceiro ou ajuda não está disponível)
2. quase sempre (às vezes com ajudante)
3. sempre (sozinho ou junto com alguém)

2. Você realiza algum trabalho doméstico pesado (lavar pisos e janelas, carregar lixo, etc.)?
0. nunca (menos que 1 vez por mês)
1. às vezes (somente quando um ajudante não está disponível)
2. quase sempre (às vezes com ajuda)
3. sempre (sozinho ou com ajuda)

3. Para quantas pessoas vocês faz tarefas domésticas em sua casa? (Incluindo você mesmo, preencher 0 se você respondeu nunca nas questões 1 e 2) _____

4. Quantos cômodos você tem que limpar, incluindo, cozinha, quarto, garagem, banheiro, porão
(preencher 0 se respondeu nunca nas questões 1 e 2).
0. nunca faz trabalhos domésticos
1. 1-6 cômodos
2. 7-9 cômodos
3. 10 ou mais cômodos

5. Se limpa algum cômodo, em quantos andares? (preencher se respondeu nunca na questão 4).

_____

6. Você prepara refeições quentes para si mesmo, ou você ajuda a preparar?
0. nunca
1. às vezes (1 ou 2 vezes por semana)
2. quase sempre (3 a 5 vezes por semana)
3. sempre (mais de 5 vezes por semana)

7. Quantos lances de escada você sobe por dia? (1 lance de escadas tem 10 degraus)
0. eu nunca subo escadas
1. 1-5
2. 6-10
3. mais de 10

8. Se você vai para algum lugar em sua cidade, que tipo de transporte utiliza?
0. eu nunca saio
1. carro

2. transporte público
3. bicicleta
4. caminhando

9. Com que frequência você faz compras?
0. nunca ou menos de uma vez por semana (algumas semanas no mês)
1. uma vez por semana
2. duas a 4 vezes por semana
3. todos os dias

10. Se você vai para as compras, que tipo de transporte você utiliza?
0. Eu nunca saio
1. Carro
2. Transporte público
3. Bicicleta
4. Caminhando

ATIVIDADES ESPORTIVAS
Você pratica algum esporte?
Esporte 1:
Nome:_____ Intensidade: _____
Horas por semana:_____
Quantos meses por ano:_____

Esporte 2:
Nome:_____ Intensidade: _____
Horas por semana:_____
Quantos meses por ano:_____

ATIVIDADES DE LAZER
Você tem alguma atividade de lazer?
Atividade 1:
Nome:_____ Intensidade: _____
Horas por semana:_____
Quantos meses por ano:_____

CALCULO BAECKE MODIFICADO PARA IDOSOS

Seção A: (1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)+(9)+(10) = (valor ÷ 10) =

Seção B: (código intensidade x código horas/semana x código meses por ano) =
Ou (código intensidade x código horas/semana x código meses por ano) + (código intensidade x código horas/semana x código meses por ano) =

Seção C: (código intensidade x código horas/semana x código meses por ano) =

TOTAL: Seção A + Seção B + Seção C =

Códigos da Intensidade:

1- Deitado sem movimento	0,028
2- Sentado, sem movimento	0,146
3- Sentado, movimentos de mãos e braços	0,297
4- Sentado, movimentos do corpo	0,703
5- Em pé, sem movimento	0,174
6- Em pé, movimentos das mãos e braços	0,307
7- Em pé, movimentos do corpo, caminhando	0,890
8- Caminhando, movimentos das mãos e braços	1,368
9- Caminhando, movimentos do corpo, pedalando, nadando	1,890

Códigos de horas por semana:

1- Menos que 1 hora por semana	0,5
2- 1 a menos que 2 horas por semana	1,5
3- 2 a menos que 3 horas por semana	2,5
4- 3 a menos que 4 horas por semana	3,5
5- 4 a menos que 5 horas por semana	4,5
6- 5 a menos que 6 horas por semana	5,5
7- 6 a menos que 7 horas por semana	6,5
8- 7 a menos que 8 horas por semana	7,5
9- Mais que 8 horas por semana	8,5

Códigos de meses por ano:

1- Menos que 1 mês por ano	0,04
2- De 1 a 3 meses por ano	0,17
3- De 4 a 6 meses por ano	0,42
4- De 7 a 9 meses por ano	0,67
5- Mais que 9 meses por ano	0,92

ANEXO C - MiniBEST Teste

NOME DO EXAMINADOR _____ **DATA** ____/____/_____

INDIVÍDUO _____

MINIBESTest
Avaliação do Equilíbrio – Teste dos Sistemas

Os indivíduos devem ser testados com sapatos sem salto ou sem sapatos nem meias.
Se o indivíduo precisar de um dispositivo de auxílio para um item, pontue aquele item em uma categoria mais baixa.
Se o indivíduo precisar de assistência física para completar um item, pontue na categoria mais baixa (0) para aquele item.

1. SENTADO PARA DE PÉ
   - (2) Normal: Passa para de pé sem a ajuda das mãos e se estabiliza independentemente
   - (1) Moderado: Passa para de pé na primeira tentativa COM o uso das mãos
   - (0) Grave: Impossível levantar de uma cadeira sem assistência – OU – várias tentativas com uso das mãos

2. FICAR NA PONTA DOS PÉS
   - (2) Normal: Estável por 3 segundos com altura máxima
   - (1) Moderado: Calcanhares levantados, mas não na amplitude máxima (menor que quando segurando com as mãos) OU instabilidade notável por 3 s
   - (0) Grave: ≤ 3 s

3. DE PÉ EM UMA PERNA

Esquerdo
Tempo (em segundos) *Tentativa 1:*_____
*Tentativa 2:*_____
- (2) Normal: 20 s
- (1) Moderado: < 20 s
- (0) Grave: Incapaz

Direito
Tempo (em segundos) *Tentativa 1:*_____
*Tentativa 2:*_____
- (2) Normal: 20 s
- (1) Moderado: < 20 s
- (0) Grave: Incapaz

4. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA FRENTE
   - (2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo (segundo passo para realinhamento é permitido)
   - (1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio
   - (0) Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

5. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA TRÁS
   - (2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo
   - (1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio
   - (0) Grave: Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

6. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO - LATERAL

Esquerdo
- (2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)
- (1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

Direito
- (2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)
- (1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio
- (0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

7. OLHOS ABERTOS, SUPERFÍCIE FIRME (PÉS JUNTOS) (*Tempo em segundos:* _____)
   - (2) Normal: 30 s
   - (1) Moderado: < 30 s
   - (0) Grave: Incapaz

8. OLHOS FECHADOS, SUPERFÍCIE DE ESPUMA (PÉS JUNTOS) (*Tempo em segundos: _____)*

(2) Normal: 30 s
(1) Moderado: < 30 s
(0) Grave: Incapaz

9. INCLINAÇÃO – OLHOS FECHADOS (*Tempo em segundos: _____)*

(2) Normal: Fica de pé independentemente 30 s e alinha com a gravidade
(1) Moderado: Fica de pé independentemente < 30 s OU alinha com a superfície
(0) Grave: Incapaz de ficar de pé > 10 s OU não tenta ficar de pé independentemente

10. MUDANÇA NA VELOCIDADE DA MARCHA

(2) Normal: Muda a velocidade da marcha significativamente sem desequilíbrio
(1) Moderado: Incapaz de mudar velocidade da marcha ou desequilíbrio
(0) Grave: Incapaz de atingir mudança significativa da velocidade E sinais de desequilíbrio

11. ANDAR COM VIRADAS DE CABEÇA – HORIZONTAL

(2) Normal: realiza viradas de cabeça sem mudança na velocidade da marcha e bom equilíbrio
(1) Moderado: realiza viradas de cabeça com redução da velocidade da marcha
(0) Grave: realiza viradas de cabeça com desequilíbrio

12. ANDAR E GIRAR SOBRE O EIXO

(2) Normal: Gira com pés próximos, RÁPIDO (≤ 3 passos) com bom equilíbrio
(1) Moderado: Gira com pés próximos, DEVAGAR (≥ 4 passos) com bom equilíbrio
(0) Grave: Não consegue girar com pés próximos em qualquer velocidade sem desequilíbrio

13. PASSAR SOBRE OBSTÁCULOS

(2) Normal: capaz de passar sobre as caixas com mudança mínima na velocidade e com bom equilíbrio
(1) Moderado: passa sobre as caixas porém as toca ou demonstra cautela com redução da velocidade da marcha.
(0) Grave: não consegue passar sobre as caixas OU hesita OU contorna

14. "GET UP & GO" CRONOMETRADO (ITUG) COM DUPLA TAREFA *(TUG: _____s; TUG dupla tarefa _____s)*

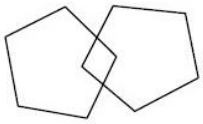
(2) Normal: Nenhuma mudança notável entre sentado e de pé na contagem regressiva e nenhuma mudança na velocidade da marcha no TUG
(1) Moderado: A tarefa dupla afeta a contagem OU a marcha
(0) Grave: Para de contar enquanto anda OU para de andar enquanto conta

ANEXO D - Miniexame do Estado Mental (MEEM)

MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

Orientação Temporal Espacial – questão 2.a até 2.j pontuando 1 para cada resposta correta, máximo de 10 pontos.
Registros – questão 3.1 até 3.d pontuação máxima de 3 pontos.
Atenção e cálculo – questão 4.1 até 4.f pontuação máxima 5 pontos.
Lembrança ou memória de evocação – 5.a até 5.d pontuação máxima 3 pontos.
Linguagem – questão 5 até questão 10, pontuação máxima 9 pontos.

Identificação do cliente
Nome:_____
Data de nascimento/idade: _____ Sexo:_____
Escolaridade: Analfabeto ( ) 0 à 3 anos ( ) 4 à 8 anos ( ) mais de 8 anos ( )
Avaliação em: ____/____/____ Avaliador: _____.

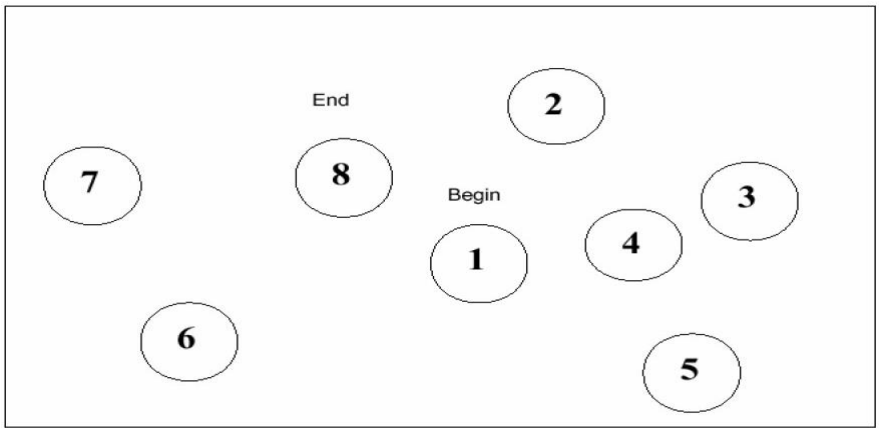
Pontuações máximas	Pontuações máximas
Orientação Temporal Espacial 1. Qual é o (a) Dia da semana?__ 1 Dia do mês?_____ 1 Mês?_____ 1 Ano?_____ 1 Hora aproximada?___ 1 2. Onde estamos? Local?_____ 1 Instituição (casa, rua)?___ 1 Bairro?_____ 1 Cidade?_____ 1 Estado?_____ 1	**Linguagem** 5. Aponte para um lápis e um relógio. Faça o paciente dizer o nome desses objetos conforme você os aponta _____ 2 6. Faça o paciente. Repetir "nem aqui, nem ali, nem lá". _____ 1
Registros 1. Mencione 3 palavras levando 1 segundo para cada uma. Peça ao paciente para repetir as 3 palavras que você menciou. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. -Vaso, carro, tijolo _____ 3	7. Faça o paciente seguir o comando de 3 estágios. "Pegue o papel com a mão direita. Dobre o papel ao meio. Coloque o papel na mesa". _____ 3 8. Faça o paciente ler e obedecer ao seguinte: FECHE OS OLHOS. _____ 1 09. Faça o paciente escrever uma frase de sua própria autoria. (A frase deve conter um sujeito e um objeto e fazer sentido). **(Ignore erros de ortografia ao marcar o ponto)** _____ 1
3. **Atenção e cálculo** Sete seriado (100-7=93-7=86-7=79-7=72-7=65). Estabeleça um ponto para cada resposta correta. Interrompa a cada cinco respostas. Ou soletrar apalavra MUNDO de trás para frente. _____ 5	10. Copie o desenho abaixo. Estabeleça um ponto se todos os lados e ângulos forem preservados e se os lados da interseção formarem um quadrilátero. _____ 1 
4. **Lembranças (memória de evocação)** Pergunte o nome das 3 palavras aprendidos na questão 2. Estabeleça um ponto para cada resposta correta. _____ 3	

AVALIAÇÃO do escore obtido	TOTAL DE PONTOS OBTIDOS _____
Pontos de corte – MEEM Brucki et al. (2003) 20 pontos para analfabetos 25 pontos para idosos com um a quatro anos de estudo 26,5 pontos para idosos com cinco a oito anos de estudo 28 pontos para aqueles com 9 a 11 anos de estudo 29 pontos para aqueles com mais de 11 anos de estudo.	

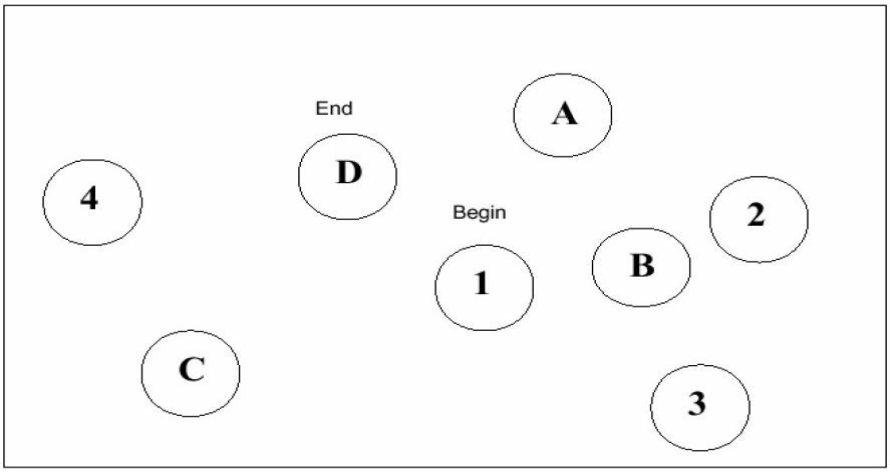
ANEXO E - Teste da Trilha – Partes A e B

Teste das Trilhas – Partes A e B

Parte A – DEMONSTRAÇÃO



Parte B – DEMONSTRAÇÃO



Trail Making Test (Parte A): avaliar a atenção.

Trail Making Test (Parte B): flexibilidade mental e a capacidade de alternar entre categorias cognitivas.

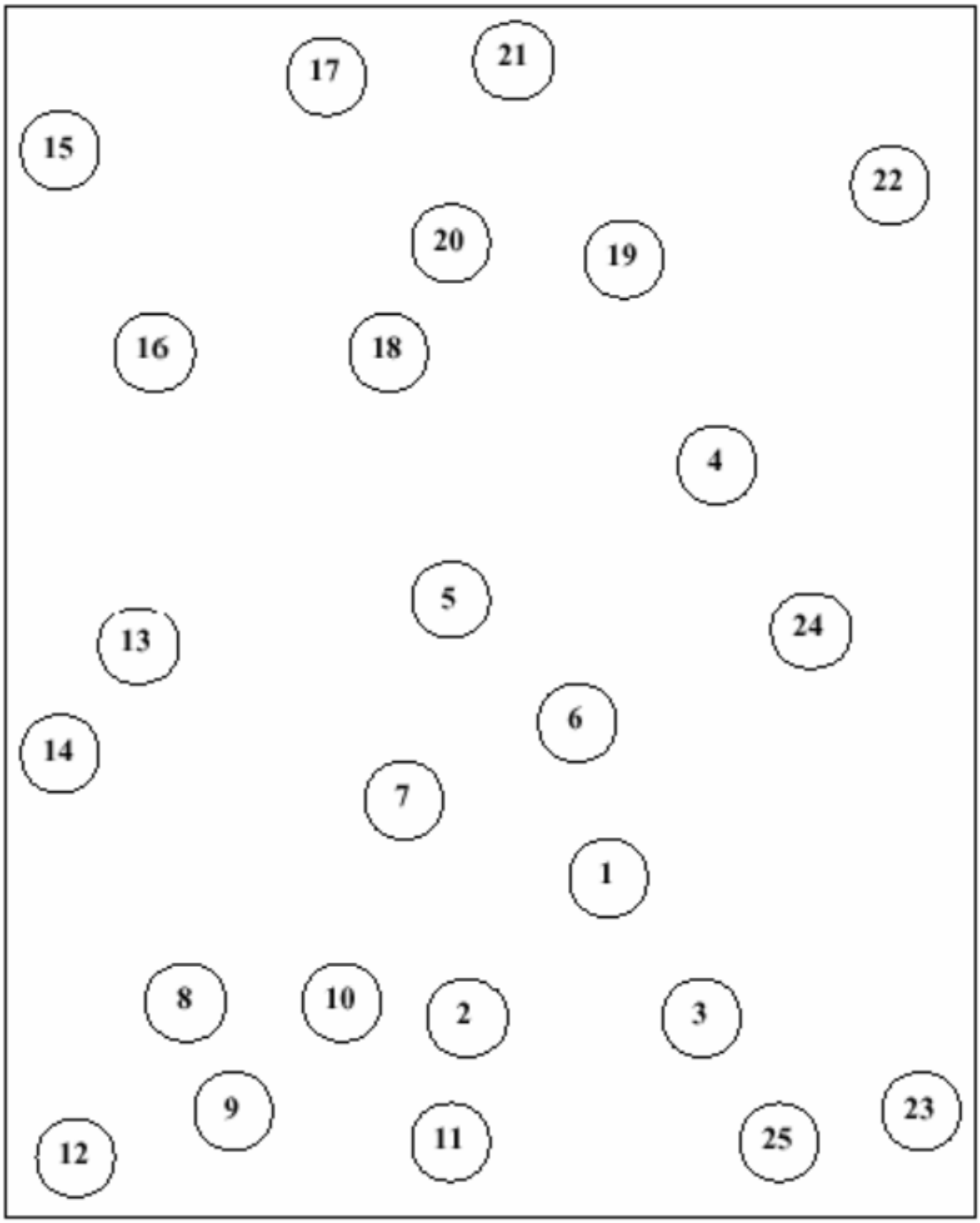
Pontuação:

Resultados do Trail Making Test A, B são computados em segundos. Altos escores indicam um maior comprometimento.

	Escolaridade (0-12 anos)		Escolaridade (> 12 anos)	
	Trail A	Trail B	Trial A	Trial B
60-64 anos	21	56	22	45
65-69 anos	24	60	26	52
70-74 anos	25	70	26	59
75-79 anos	30	78	22	57

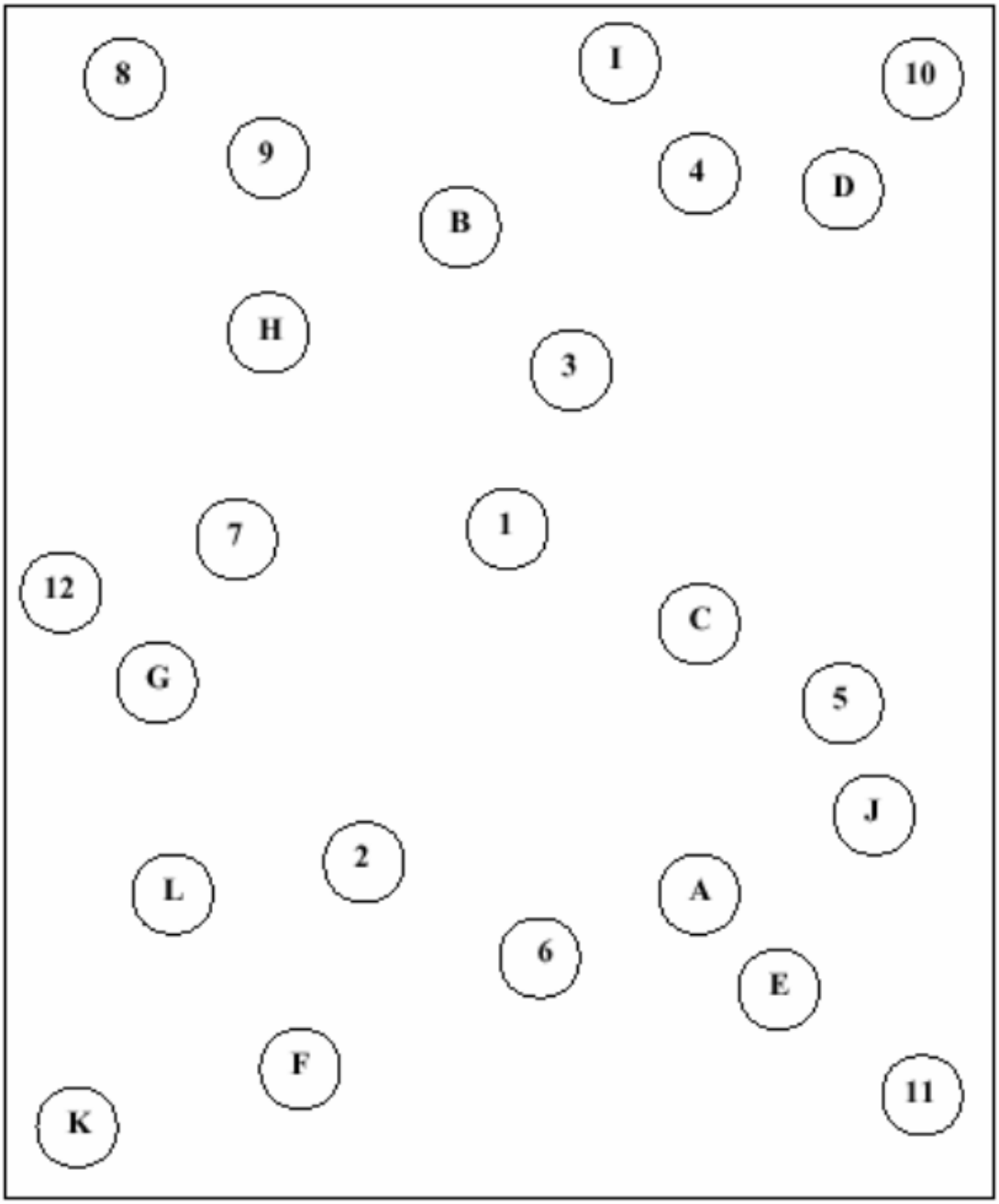
TESTE DAS TRILHAS PARTE A

Nome: _____
Data: _____



TESTE DA TRILHA PARTE B

Nome: _____
Data: _____



Trail Making Test (Parte A): avaliar a atenção.

Trail Making Test (Parte B): flexibilidade mental e a capacidade de alternar entre categorias cognitivas.

Pontuação:

Resultados do Trail Making Test A, B são computados em segundos. Altos escores indicam um maior comprometimento.

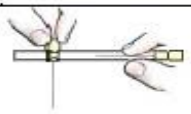
	Escolaridade (0-12 anos)		Escolaridade (> 12 anos)	
	Trail A	**Trail B**	**Trial A**	**Trial B**
60-64 anos	21	56	22	45
65-69 anos	24	60	26	52
70-74 anos	25	70	26	59
75-79 anos	30	78	22	57

ANEXO F - Sensibilidade Tátil dos Pés

AVALIAÇÃO – SENSIBILIDADE PLANTAR

MONTAGEM e APLICAÇÃO dos MONOFILAMENTOS:

1



- Retire o filamento acondicionado na ponta mais perto dos furos laterais, encaixando-o cuidadosamente através dos mesmos.
- O outro filamento fica como reserva.
- Filamentos danificados, enrugados ou descalibrados devem ser descartados.

2

- Segure no cabo de modo que o filamento de nylon fique perpendicular à superfície da pele do paciente, ainda não tocando.
- Evitando que o local de teste seja observado pelo paciente, pressione levemente até atingir a força suficiente para curvar o filamento, retirando-o suavemente em seguida.

3

- Peça ao paciente para responder "sim" quando sentir o toque do filamento.
- O contato entre o filamento e a pele deve ser feito lentamente, e mantido durante aproximadamente um segundo e meio, sem permitir que o filamento deslize sobre a pele.
- Nunca use o mesmo filamento em mais que 10 pacientes ao dia - utilize o filamento de reserva.

!

- A limpeza dos filamentos deve ser feita cuidadosamente com água morna, sabão neutro e álcool, porém sem deixá-los de molho.
- Não utilize os filamentos para testar os olhos, tecidos mucosos, nem lesões abertas.
- Ao guardar o filamento, é conveniente tampar os furos laterais com os dedos para evitar que a ponta do filamento saia e seja danificada.

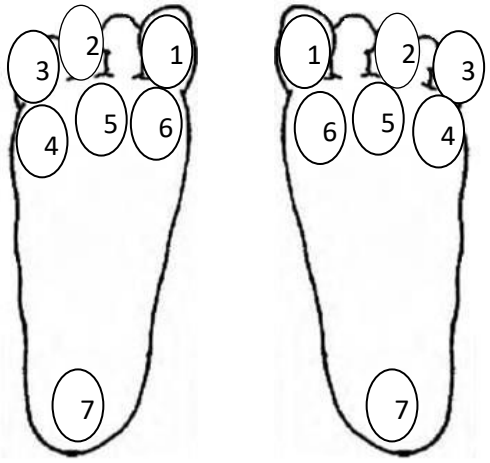
EQUIVALÊNCIA COM OUTROS TESTES:

A correlação entre os limiares funcionais de sensibilidade cutânea e testes tradicionais, foi observada pela primeira vez por Von Prince & Butler (1967)[14].

Primeira resposta	Interpretação	Equivalência	
Filamento Verde: (0,05 gf)	A sensibilidade é normal para mão e pé.	- **Sensibilidade normal:** - grafestesia conservada. - conservada a capacidade de discriminar diferentes tipos de textura.	- estereognosia, e termoestesia conservada. - permanece a sensação de pressão profunda e dor. - cinestesia conservada.
Filamento Azul: (0,2 gf)	Sensibilidade diminuída na mão, com dificuldade quanto a discriminação fina. Ainda dentro do "normal" para o pé.	- **Sensibilidade diminuída:** - perda da grafestesia. - dificuldade para discriminar textura (tato leve).	- conservada a capacidade de reconhecer formas e discriminar temperatura. - permanece sensação de pressão profunda e dor. - cinestesia conservada.
Filamento Violeta: (2,0 gf)	- Sensibilidade protetora para a mão diminuída, permanecendo o suficiente para prevenir lesões. -Dificuldade com a discriminação de forma e temperatura.	- **Sensibilidade protetora diminuída:** - perda da grafestesia e discriminação de textura (tato leve). - dificuldade para discriminar forma e calor.	- permanece sensação de pressão profunda e dor. - cinestesia conservada.
Filamento Vermelho: (4,0 gf)	- Perda da sensação protetora para a mão e às vezes para o pé. - Vulnerável a lesões. - Perda da discriminação quente / frio.	- **Perda de sensibilidade protetora:** - perda de grafestesia e discriminação de textura (tato leve). - incapacidade para discriminar formas e temperatura.	- permanece sensação de pressão profunda e à dor. - cinestesia conservada.
Filamento Laranja: (10,0 gf)	- Perda da sensação protetora para o pé, ainda podendo sentir pressão profunda e dor.		
Filamento Rosa: (300 gf)	- Sensibilidade à pressão profunda mantida, podendo ainda sentir dor.	- **Sensação de pressão profunda:** - grafestesia e discriminação de textura (tato leve) perdidas.	- incapacidade para discriminar formas e temperatura - cinestesia está presente.
Nenhuma resposta no local testado	- Perda de sensibilidade à pressão profunda, normalmente não podendo sentir dor.	- **Perda de sensação profunda:** - grafestesia e tato leve perdidos. - incapacidade de discriminar forma ou calor.	- sensibilidade dolorosa pode estar presente. - cinestesia pode estar presente.

PONTOS TESTADOS NOS PÉS:

1- Cabeça da articulação metatarsofalangeana do hálux;
2- Cabeça do 3º artelho;
3- Cabeça do 5º artelho;
4- Falange distal do 5º artelho;
5- Falange distal do 3º artelho;
6- Falange distal do hálux;
7- Porção média do calcanhar



- Nível 1 (*Pontuações de 1 a 14*): Sensibilidade normal. Sensação de postura e cinestesia conservadas;

- Nível 2 (*Pontuações de 15 a 21*): Sensibilidade diminuída com dificuldade quanto à discriminação fina. Cinestesia conservada;

- Nível 3 (*Pontuações de 22 a 28*): Perda leve na sensibilidade protetora. Dificuldades na discriminação de formas, temperatura ou textura. Cinestesia conservada;

- Nível 4 (*Pontuações de 29 a 35*): Perda da sensação protetora, podendo ainda sentir pressão profunda e dor. Cinestesia conservada;

- Nível 5 (*Pontuações de 36 a 42*): Presença apenas da sensibilidade à pressão profunda podendo ainda sentir dor. Déficits na cinestesia;

- Nível 6 (*Pontuações de 43 a 49*): Perda de sensibilidade à pressão profunda. Pode ou não sentir dor. Déficits mais pronunciados na cinestesia, podendo algumas vezes não estar presente.

PROTOCOLO TRADICIONAL de MAPEAMENTO dos LIMIARES
(código de símbolos e cores):

O toque mais leve que se pode sentir é do filamento:	INTERPRETAÇÃO	Código tradicional para mapeamento no prontuário:
Verde (0,05gf)	- Sensibilidade dentro da faixa considerada normal para mão e pé.	Bolinha verde
Azul (0,2gf)	- Sensibilidade diminuída na mão, com dificuldade quanto a discriminação fina. Ainda dentro do "normal" para o pé.	Bolinha azul
Violeta (2,0gf)	- Sensibilidade protetora para a mão diminuída, permanecendo o suficiente para prevenir lesões. - Dificuldade com a discriminação de forma e temperatura.	Bolinha roxa
Vermelho escuro (4,0gf)	- Perda da sensação protetora para a mão, e às vezes, para o pé. - Vulnerável a lesões. - Perda da discriminação quente / frio.	Bolinha vermelha
Laranja (10gf)	- Perda da sensação protetora para o pé, ainda podendo sentir pressão profunda e dor.	"X" em vermelho
Magenta / rosa (300gf)	- Sensibilidade à pressão profunda mantida, podendo ainda sentir dor.	Circulo vermelho
Nenhuma resposta	- Perda de sensibilidade à pressão profunda, normalmente não podendo sentir dor.	Bolinha preta