









# Associação entre marcadores inflamatórios e o padrão locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos em idosos

Association between inflammatory markers and locomotor pattern during obstacle avoidance in older adults

Juliana Amaral da Silva<sup>1</sup>   
Gabriela Vigorito Magalhães<sup>1</sup>   
Milena Razuk<sup>1</sup>   
André Soares Leopoldo<sup>2</sup>   
José Geraldo Mill<sup>3</sup>   
Natalia Madalena Rinaldi<sup>2</sup> 

## Resumo

**Objetivo:** investigar a associação dos biomarcadores inflamatórios na tarefa de ultrapassagem de obstáculos com diferentes níveis de complexidade manipulados pela característica do obstáculo (sólido e frágil) em idosos. **Método:** 17 idosos ( $\geq 60$  anos) foram avaliados em dois momentos: 1) Análise do padrão locomotor durante a ultrapassagem de obstáculo em duas condições (sólido e frágil). As variáveis estudadas, para membros de abordagem e suporte foram: velocidade, comprimento, largura e duração da passada, distância horizontal pé-obstáculo, distância horizontal obstáculo-pé, distância vertical pé-obstáculo e Máxima elevação do pé. 2) A análise dos biomarcadores interleucina 6 (IL-6) e proteína C Reativa (PCR) foi realizada por meio de coleta de sanguínea. A análise de regressão linear múltipla foi realizada para verificar associação entre o padrão locomotor e os biomarcadores inflamatórios (IL-6 e PCR) com nível de significância de  $p \leq 0,05$ . **Resultados:** A análise de regressão mostrou que a Interleucina 6 apresentou associação com as seguintes variáveis: 1) largura da passada na condição obstáculo sólido, 2) máxima elevação do pé (membro de suporte) para ultrapassagem do obstáculo frágil, 3) distância horizontal pé-obstáculo (membro de abordagem) na condição de obstáculo sólido, 4) máxima elevação do pé (membro de abordagem) para ultrapassagem do obstáculo frágil, 5) máxima elevação do pé (membro de abordagem) para ultrapassagem do obstáculo sólido. A PCR apresentou associação com a variável Distância Horizontal Pé-Obstáculo (membro de abordagem) apenas para a condição de obstáculo frágil. **Conclusão:** Os biomarcadores inflamatórios apresentam uma associação com o comportamento locomotor em idosos, independente da condição de fragilidade do obstáculo.

## Palavras-chaves:

Envelhecimento. Queda. Idosos. Marcha com obstáculos. Biomarcadores inflamatórios.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Vitória, ES, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Desportos, Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Vitória, ES, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Fisiológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas. Vitória, ES, Brasil.

Financiamento da pesquisa: Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES). Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). N° do processo: 85192910. Chamada CNPq/FAPES n° 22/2018.

Os autores declaram não haver conflito na concepção deste trabalho.

Correspondência/Correspondence  
Natalia Madalena Rinaldi  
natalia.rinaldi@ufes.br

Recebido: 19/07/2023  
Aprovado: 27/07/2023

## Abstract

**Objective:** to investigate the association of inflammatory biomarkers on the locomotor pattern during obstacle avoidance with different levels of complexity manipulated by the characteristic of the obstacle (solid and fragile) in older adults. **Method:** 17 older adults ( $\geq 60$  years old) were evaluated in two moments: 1) Analysis of the locomotor pattern during obstacle crossing in two conditions (solid and fragile). The variables studied for trailing and leading limbs were: speed, length, width and duration of the stride, horizontal foot-obstacle distance, horizontal obstacle-foot distance, vertical foot-obstacle distance and Maximum foot elevation. 2) Blood collection, for analysis of the inflammatory biomarkers Interleukin 6 (IL6) and C-Reactive Protein (CRP). Multiple linear regression analysis was performed to verify association between locomotor pattern and inflammatory biomarkers (IL6 and CRP) with a significance level of  $p \leq 0.05$ . **Results:** The regression analysis showed that Interleukin 6 was associated with the following variables: 1) stride width in the solid obstacle condition, 2) maximum foot elevation (leading limb) to avoidance the fragile obstacle, 3) horizontal foot-obstacle distance (trailing limb) in solid obstacle condition, 4) maximum foot elevation (trailing limb) to avoidance the fragile obstacle, 5) maximum foot elevation (trailing limb) to avoidance the solid obstacle. C-Reactive Protein was associated with the horizontal foot-obstacle distance (trailing limb) only for the fragile obstacle condition. **Conclusion:** Inflammatory biomarkers are associated with the locomotor pattern in older adults, regardless of the fragility of the obstacle.

**Keywords:** Aging. Fall. Older adults. Walking with obstacles. Inflammatory biomarkers.

## INTRODUÇÃO

As quedas na população idosa provocam redução na funcionalidade, aumento da morbidade e mortalidade, sendo a principal causa de morte em idosos acima de 85 anos<sup>1</sup>. Em adição, ocorre aumento nos custos com os cuidados da saúde, utilizações de serviços especializados e hospitalizações<sup>2</sup>. Consequentemente, afeta o desempenho das atividades diárias em função das fraturas ósseas, bem como, o medo de cair, os quais influenciam diretamente a qualidade de vida. A prevalência de quedas é de aproximadamente 28 a 35% em pessoas acima de 65 anos, e esta taxa aumenta com o avançar da idade e com o nível de fragilidade dos idosos<sup>3</sup>. Estudos epidemiológicos com idosos brasileiros estimam uma prevalência de quedas de aproximadamente 30%<sup>3,4</sup>.

Desta forma, a maioria dos históricos de quedas em idosos acontecem durante a locomoção<sup>5</sup>. Dentro deste contexto, alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha, como por exemplo, redução na velocidade, no comprimento do passo e aumento no tempo do duplo suporte contribuem com o aumento do risco de quedas em idosos<sup>1,6,7</sup> mesmo em terrenos regulares. Além disso, a literatura sugere que um

pior desempenho na tarefa de ultrapassagem de obstáculo aumenta o risco de tropeços e quedas na população idosa<sup>5</sup>. A piora do desempenho está relacionada com um posicionamento do pé próximo ao obstáculo durante as fases de aproximação e de ultrapassagem, que possibilita um contato maior com o obstáculo<sup>8,9</sup>. Os idosos modulam o padrão locomotor para realizar esta tarefa com sucesso, entretanto, em alguns casos este controle pode não ser tão efetivo, e consequentemente, quedas são evidenciadas. A literatura tem mostrado alterações nos parâmetros cinemáticos na marcha de idosos durante a ultrapassagem de obstáculos, como por exemplo, redução no comprimento e na velocidade antes de ultrapassarem o obstáculo, aproximação maior do obstáculo antes e após e diminuição da distância vertical do pé em relação ao obstáculo, o qual pode acarretar no aumento do risco de tropeços<sup>8,10</sup>.

A marcha (de modo geral) e a ultrapassagem de obstáculos (em particular) dependem de um fino controle do sistema nervoso sobre o aparelho locomotor, o qual envolve, ossos, articulações e músculos, dentre outras estruturas. O envelhecimento se associa a muitas alterações que afetam o aparelho locomotor, incluindo a perda de densidade óssea, a sarcopenia e o desgaste das articulações<sup>11</sup>. Este

último fator associa-se à implantação de um estado inflamatório crônico que pode ser detectado pela média das concentrações de biomarcadores inflamatórios no sangue<sup>11</sup>. Assim, a análise de biomarcadores também poderia ser usada para se avaliar alterações do sistema locomotor ao longo do processo de envelhecimento<sup>12</sup>. Estes marcadores possibilitariam uma análise diagnóstica sobre os processos biológicos responsáveis pelas alterações estruturais e funcionais de idosos. Dentre estes marcadores, os inflamatórios são os mais reportados na literatura para explicar as alterações motoras observadas na população idosa<sup>13</sup>. Assim, o aumento de biomarcadores inflamatórios, que no envelhecimento trazem várias alterações nas atividades enzimáticas metabólicas, fenômeno chamado “inflammaging”, inflamação sistêmica crônica de baixo grau, mas não menos lesiva<sup>14</sup>. Como por exemplo, idosos com síndrome de fragilidade (perda de peso, fraqueza e redução na velocidade da marcha) apresentaram níveis elevados de biomarcadores inflamatórios, tais como, interleucina-6 (IL-6) e proteína C-reativa (PCR)<sup>15</sup>. Da mesma forma, altos níveis PCR em idosos foram correlacionados com uma redução na força de preensão manual<sup>12</sup>. Ainda, o aumento do biomarcador inflamatório IL-6 foi associado com redução na velocidade da marcha em idosos<sup>12</sup>. Assim, a partir destes resultados pode-se concluir que a análise dos biomarcadores também é importante para diagnóstico da condição motora do idoso, pois os estudos apresentados acima indicaram uma correlação entre estes marcadores biológicos com os testes motores.

No entanto, a partir destas análises, fica evidente que a avaliação biológica e motora é essencial para descrever as condições funcionais do idoso, como por exemplo, a marcha. A literatura tem mostrado que o aumento do processo inflamatório em idosos se relaciona com a redução no comprimento e na velocidade do passo na marcha<sup>12,16</sup>. Entretanto, a relação entre estes fatores biológicos e motores ainda não foram analisados em idosos durante a tarefa de ultrapassagem de obstáculos, sendo uma situação presente nas atividades diárias, como por exemplo, subir na calçada ou desviar de alguns buracos, que exige uma adaptação locomotora. As altas concentrações de IL-6 e PCR estão associadas a uma

menor massa muscular que pode prejudicar a execução de funções locomotoras mais complexas<sup>17,18</sup>. Para ultrapassar um obstáculo é necessário força muscular e elevada amplitude de movimento nas articulações do quadril, joelho e tornozelo para realizar a tarefa com sucesso. Ainda, qualquer tropeço nesta situação pode colocar os idosos em uma situação com alto risco de quedas e estão susceptíveis a sofrerem fraturas, lesões e conseqüentemente aumento do número de hospitalizações. Portanto, ainda não está totalmente elucidada na literatura de que forma os biomarcadores inflamatórios estão associados ao padrão locomotor dos idosos durante a ultrapassagem de obstáculos e se essa influência também se altera com o aumento da dificuldade da tarefa locomotora. Neste estudo, o padrão locomotor durante a ultrapassagem de obstáculo foi investigado por meio das variáveis distância horizontal pé-obstáculo, distância horizontal obstáculo-pé, distância vertical pé obstáculo e máxima elevação do pé, tanto para membro de abordagem, quanto membro de suporte. O nível de dificuldade da tarefa locomotora foi manipulado pelas características físicas do obstáculo. Com base nestes pressupostos, surgem as seguintes questões de pesquisa: Existe associação entre os marcadores inflamatórios e os parâmetros locomotores durante a marcha com ultrapassagem de obstáculos em idosos? Ainda, esta relação depende do nível de dificuldade da tarefa locomotora?

Portanto, o objetivo do estudo é investigar a associação dos biomarcadores inflamatórios na tarefa de ultrapassagem de obstáculos com diferentes níveis de complexidade manipuladas pela característica do obstáculo (sólido e frágil) em idosos. A hipótese deste estudo é que tenha uma associação entre os parâmetros locomotores durante a ultrapassagem de obstáculo e os níveis de interleucina e PCR em idosos. Assim, espera-se que quanto maior os níveis de marcadores inflamatórios (PCR, IL-6), menor a velocidade, o comprimento e a largura, como também, maior duração da passada para os membros de abordagem e de suporte para as condições de obstáculo sólido e frágil. Durante a fase de aproximação e de ultrapassagem do obstáculo, espera-se que quanto maior os níveis de marcadores inflamatórios (PCR, IL-6) menor a distância horizontal pé-obstáculo, distância vertical

pé-obstáculo e distância pé do solo, respectivamente. Finalmente, durante a fase de aterrissagem, espera-se que quanto maior os níveis de marcadores inflamatórios (PCR, IL-6) menor a distância horizontal obstáculo-pé. Ainda, espera-se que estes efeitos sejam evidenciados para ambos os membros inferiores (abordagem e suporte) e na condição mais desafiadora (obstáculo com característica frágil).

## MÉTODO

Trata-se de um estudo do tipo quase-experimental. Os idosos foram recrutados por meio de divulgação digital (*Instagram* e email), jornal, televisão e no Serviço de Orientação ao Exercício (SOE). Este recrutamento foi realizado na região da Grande Vitória (Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica) do Estado do Espírito Santo. Após esta divulgação, 100 idosos entraram em contato, entretanto, 60 idosos desistiram de participar, visto que era um momento de isolamento social devido a pandemia, onde os idosos ainda estavam em início de esquema vacinal e inseguros quanto ao contato externo do seu ambiente familiar. Dos 40 idosos, 18 não atenderam aos critérios de inclusão (10 apresentaram doenças neurológicas e 8 problemas osteomusculares que impediam de realizar a tarefa). Assim, 22 idosos atenderam aos critérios de inclusão e exclusão, entretanto, cinco idosos não completaram todas as avaliações (sanguínea e clínica). A amostra final foi composta por 17 idosos.

Como critério de inclusão, os indivíduos deveriam apresentar marcha independente sem utilização de dispositivos auxiliares de marcha (bengala/andador), funções cognitivas preservadas e ausência de condições de saúde neurológicas e osteomusculares que os impossibilitava de realizar a tarefa.

As medidas e ações contra a covid-19 foram rigorosamente seguidas. Foi obrigatório o uso de máscara durante toda avaliação, higienização das mãos e distância segura entre o participante e o examinador, assim como foi realizada a aferição da temperatura do participante antes do início da coleta.

A coleta de dados foi realizada em dois dias. No primeiro, a avaliação clínica e análise da marcha foram

realizadas no Laboratório de Análise Biomecânica do Movimento do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo (Bio.Mov – CEFD/UFES). No segundo dia, a coleta de sangue foi realizada na sede do Projeto Elsa localizado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da UFES. O processamento e análise das amostras sanguíneas foi realizada no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Experimental (LAFIBE – CEFD/UFES).

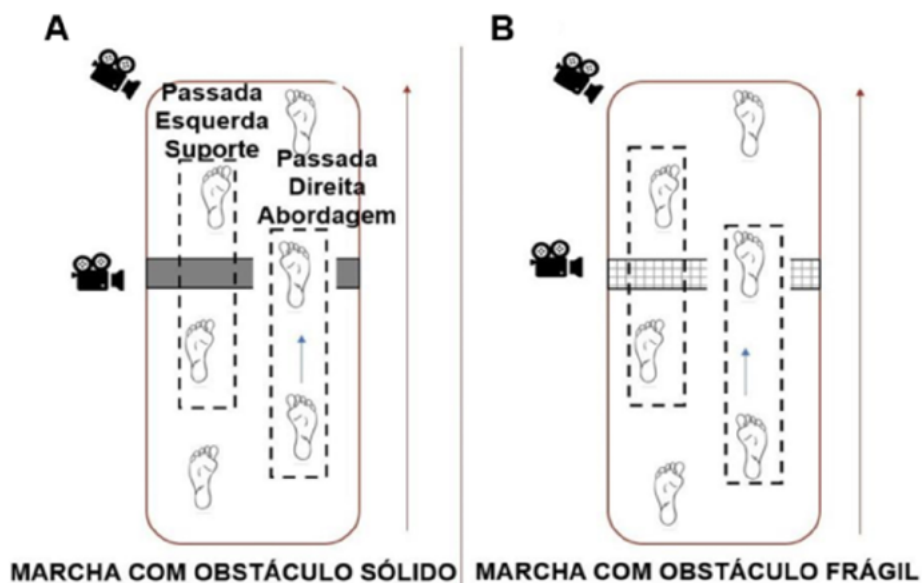
Inicialmente, foi realizada uma anamnese, para verificar o estado geral de saúde dos participantes e os critérios de inclusão. Após, medidas antropométricas (altura e massa corporal e Índice de Massa Corpórea – IMC) foram mensuradas. Para melhor caracterização da amostra e rastreamento de condições clínicas, foram aplicados alguns testes específicos. Primeiramente foi aplicado o Miniexame do Estado Mental para rastreamento cognitivo, o qual aborda questões de localização de espaço e tempo, memória e atenção (pontuação máxima 30 pontos; padrão de corte 24 pontos)<sup>19</sup>. Para quantificar o nível de atividade física, foi aplicado o Questionário de Baecke modificado para idosos<sup>20</sup>. Este abrange e avalia as atividades ocupacionais, esportivas e de lazer. Pontuação igual ou menor que 9,11 pontos indicam baixo nível de atividade física, entre 9,12 e 16,17 pontos indica moderado nível de atividade física e pontuação igual ou maior que 16,18 pontos indicam alto nível de atividade física para idosos. Para avaliação do equilíbrio estático e dinâmico dos idosos, foi aplicado o MiniBESTest<sup>21</sup> (pontuação máxima 28 pontos), sendo que quanto maior a pontuação obtida, melhor o equilíbrio do idoso. Ainda, para avaliação do medo de cair foi aplicada a escala Efficacy Scale-International (FES-I)<sup>22</sup>. Nesta escala, os idosos indicam em “não estou preocupado”, “um pouco preocupado”, “moderadamente preocupado” e “muito preocupado” para 16 atividades diárias quanto ao medo de cair enquanto as realiza. Pontuação maior ou igual a 23 pontos sugere associação com ocorrência esporádica de quedas e pontuação maior ou igual a 31 pontos sugere ocorrência recorrente de quedas. Por fim, para investigar a ocorrência, quantidade e características das quedas no último ano, foi aplicado um Questionário de quedas.

Os participantes foram convidados a percorrer uma passarela de borracha antiderrapante com 9 metros de comprimento e 1,20 metros de largura e realizar as seguintes condições: 1) Marcha com ultrapassagem de obstáculo sólido e 2) Marcha com ultrapassagem de obstáculo frágil (Figura 1). Na tentativa de tornar a tarefa semelhante ao dia-dia e seguindo as recomendações da Norma Brasileira de Saída de Emergência em Edifício (NBR 9077)<sup>23</sup> que normatiza os degraus de escadas e calçadas, os obstáculos apresentavam 15 centímetros de altura. Porém muitos obstáculos no ambiente não são dimensionados para o tamanho ou proporções do indivíduo.

Ambos os obstáculos foram confeccionados de espuma na cor cinza e, a fim de manipular a complexidade da tarefa, as propriedades dos obstáculos foram inferidas. Assim, o obstáculo sólido foi confeccionado por uma única peça, oferecendo uma percepção de estabilidade. O obstáculo frágil foi confeccionado por quatro colunas de blocos de espuma empilhados, oferecendo a percepção de instabilidade na tentativa de aumentar a complexidade da tarefa.

O ponto de início da locomoção foi ajustado pelo experimentador de forma a garantir a ultrapassagem do obstáculo confortavelmente com o membro dominante. Para análise do padrão locomotor, os participantes utilizaram meias antiderrapantes pretas onde foram posicionados 04 marcadores passivos reflexivos feitos de esferas de isopor de 1,5 cm de diâmetro, nos seguintes pontos anatômicos: quinto metatarso e face lateral do calcâneo do membro inferior direito e primeiro metatarso e face medial do calcâneo do membro inferior esquerdo. Ainda, dois marcadores passivos foram posicionados no obstáculo, um na base e outro no topo do obstáculo, o que permitiu o cálculo das variáveis relacionadas à ultrapassagem.

Assim, foram realizadas 3 tentativas randomizadas para cada condição. Quando algum erro acontecia (exemplo: ultrapassar com a perna não dominante, esbarrar no obstáculo ou derrubá-lo), a tentativa era repetida no final de cada bloco. Os participantes não foram informados sobre eventuais erros. Para fins de análise, o valor médio de três tentativas de cada condição foi considerado.



**Figura 1.** Desenho Experimental das condições de Obstáculo Sólido (A) e Obstáculo Frágil (B). As passadas direita e esquerda representam o membro de abordagem e de suporte, respectivamente.

No segundo momento foi realizada a coleta sanguínea. Foram coletadas 10 mL de sangue venoso por punção do antebraço no período da manhã para análise dos biomarcadores inflamatórios. Os idosos estavam em jejum de 10 a 12 horas e informaram o uso de medicações de rotina, bem como comorbidades diagnosticadas. Em seguida, a amostra foi centrifugada a 10 mil rpm, para separação do plasma, que foi armazenado a uma temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$ . Para prosseguir a análise da IL-6, as amostras foram retiradas do freezer e dispostas em uma bancada até elas alcançarem temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ ). Foi feita a distribuição de pequenas amostras com a pipeta em microplacas em esquema de duplicata e aplicou-se o método Ensaio Imunoenzimático (ELISA) utilizando-se Kit R&D Systems (EUA) de acordo com as instruções do fabricante. A análise da IL-6 foi realizada com auxílio de leitor de microplaca no comprimento de onda de 450nm que apresentou a melhor concentração da IL-6 para aquela curva padrão, também estabelecida pelo fabricante. Quanto mais próximo de 1 for a relação entre a curva padrão e a curva apresentada pela amostra, mais sensível o teste e mais real o valor da IL-6 obtida. A análise da PCR pelo método de Imunoturbidimetria, de acordo com as instruções do fabricante, e de acordo com o valor obtido, os indivíduos foram classificados como: Baixo risco (inferior a 1,0 mg/L), médio risco (entre 1,0 e 2,0 mg/L), Alto risco (entre 2,0 e 10,0 mg/L) e muito alto risco (superior ou igual a 10,0 mg/L).

Para captação das imagens nas tarefas experimentais de marcha foram utilizadas duas câmeras digitais (marca GoPro, modelo Hero 7 Black) que foram posicionadas de modo a visualizar todos os marcadores do pé do participante e nos obstáculos. As imagens capturadas foram armazenadas em arquivos no formato AVI (*Audio Video Interleaved*) para posterior processamento. A calibração do espaço foi feita através de nove pontos marcados no chão (eixos x e y) e sete pontos marcados em um bastão topográfico (eixo z), formando um grande cubo que serviu para informar ao Dvideow, com exatidão, as medidas do espaço por onde o participante realizou a tarefa. Isto possibilitou a reconstrução tridimensional das trajetórias dos marcadores. Os dados foram analisados através de rotinas escritas em linguagem Matlab (Versão 7.0 – Mathworks, Inc.) e filtrados com um filtro do tipo passabaixa, Butterworth.

As coordenadas tridimensionais dos marcadores foram filtradas com atraso de fase zero, filtro digital de Butterworth de 4ª ordem com uma frequência de corte de 6 Hz. Para determinação do ciclo analisado, foi determinado por meio de inspeção visual das câmeras de vídeo o contato do calcanhar no solo.

As variáveis dependentes analisadas na passada completa durante a ultrapassagem do obstáculo, foram comprimento, largura, duração e velocidade da passada. A passada se iniciou com o toque do calcanhar do pé direito no solo antes do obstáculo e terminou com o próximo toque do pé direito depois do obstáculo. O comprimento da passada de ultrapassagem, foi calculado pela subtração dos valores dos pontos no eixo x do marcador da face lateral do calcâneo direito e da face medial do calcâneo esquerdo, no momento da ultrapassagem, expressa em segundos (s). A largura da passada de ultrapassagem, representa a distância entre os marcadores dos calcâneos direito e esquerdo no sentido médio-lateral somada à largura do pé esquerdo, quando este estava antes do obstáculo e o pé direito depois do obstáculo, expressa em centímetros (cm). A duração da passada de ultrapassagem, foi calculada pela diferença de quadros entre o contato do calcanhar dividido pela frequência de amostragem, expressa em segundos (s). Por fim, a velocidade da passada de ultrapassagem, foi calculada pela divisão do comprimento pela duração da passada, expressa em cm/s.

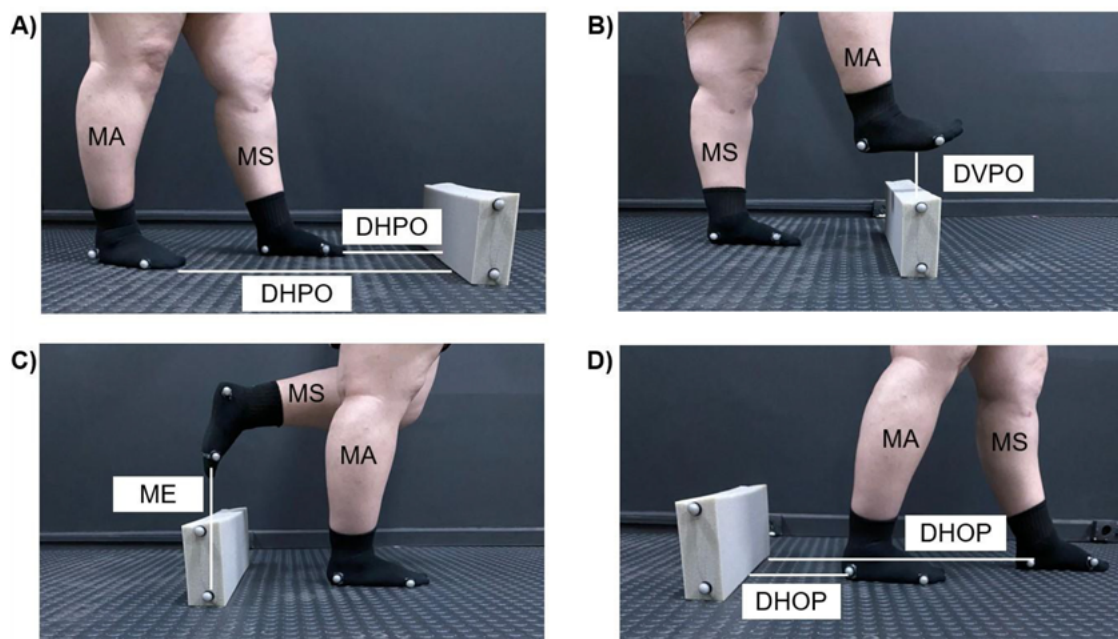
Ainda para análise do padrão locomotor, foram investigadas as variáveis distância horizontal pré-obstáculo (DHPO) antes da ultrapassagem, distância vertical pré-obstáculo (DVPO) e Máxima elevação do pé (ME) durante a ultrapassagem e distância horizontal obstáculo-pé (DHOP) após a ultrapassagem para os membros de abordagem (MA – membro inferior direito) e de suporte (MS – membro inferior esquerdo). A DHPO corresponde ao valor obtido, expressa em centímetros (cm), pela distância linear na coordenada x (horizontal no sentido anteroposterior do movimento) entre o marcador do metatarso, quando este deixava o solo para a ultrapassagem, e o marcador do obstáculo (Figura 2A). A DVPO expressa a distância vertical, em centímetros (cm), entre o marcador do metatarso e a borda superior do obstáculo, quando o pé estava sobre o obstáculo (Figura 2B). A ME, expressa em centímetros (cm), é a relação entre a distância vertical

entre o marcador do metatarso e a borda inferior do obstáculo quando o pé está sobre o obstáculo (Figura 2C). Por fim, a DHOP, expressa em centímetros (cm), corresponde ao valor obtido pela distância na coordenada x (horizontal no sentido anteroposterior do movimento) entre o marcador do calcâneo ao entrar em contato com o solo, após a ultrapassagem, e o marcador do obstáculo; expressas em centímetros (cm) (Figura 2D).

Para caracterizar a amostra foi calculado média e desvio padrão para idade, características antropométricas (estatura, massa corporal), clínicas (pontuação das avaliações do Mini-Mental, MiniBESTest, Baecke e FES-I), locomotoras (comprimento, largura, duração e velocidade da passada, DHPO, DHOP, DVPO, MH) e níveis de IL-6 e PCR. Análises de regressão linear múltiplas, método de entrada forçada (*enter*), foram realizadas para investigar a associação entre os marcadores inflamatórios e parâmetros locomotores durante a ultrapassagem de obstáculos. Ainda, uma vez que a queda pode ser considerada uma variável confundidora no desempenho locomotor em idosos,

o modelo de regressão foi ajustado pelo número de quedas. O teste de multicolinearidade foi realizado pelo FIV (Fator Inflacionário de Variância) que fornece um índice que mede o quanto a variância de um coeficiente de regressão estimado é aumentada por causa da colinearidade. Se o FIV for igual a 1 não há multicolinearidade entre os fatores e valores superiores a 5 indicam possíveis problemas de multicolinearidade (Marôco, 2010). O intervalo de confiança também foi calculado para estas análises. Estes intervalos de confiança foram calculados para os valores  $\beta$  não-padronizados que são limites construídos tais que em 95% dessas amostras esses limites irão conter os verdadeiros valores de  $\beta^{24}$ . O nível de significância adotado em todas as análises foi  $p \leq 0,05$ .

Este estudo foi aprovado (número do parecer: 2.706.643) pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (CAAE: 88258218.8.0000.5542). Após consentirem a participar do estudo, os indivíduos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) conforme as normas estabelecidas na Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde.



**Figura 2.** Vista lateral de um participante no momento de aproximação, ultrapassagem do obstáculo para visualização do cálculo das variáveis. A) Distância Horizontal Pé-Obstáculo (DHPO); B) Distância Vertical Pé-Obstáculo (DVPO); C) Máxima Elevação do Pé (ME); D) Distância Horizontal Obstáculo-Pé (DHOP) para os membros de abordagem (MA) e suporte (MS).

## RESULTADOS

Participaram do estudo 17 idosos ( $68,9 \pm 4,7$  anos,  $1,61 \pm 6,3$  m,  $68,7 \pm 11,3$  kg), sendo 15 do sexo feminino e 2 do sexo masculino residentes de Vitória/ES ( $n=16$ ) e Cariacica ( $n=2$ ). Os idosos apresentaram função cognitiva ( $26,6 \pm 2,11$  pontos) e equilíbrio ( $21,8 \pm 5,22$  pontos) preservados, número de quedas ( $0,78 \pm 0,53$  quedas), moderado medo de cair ( $25,4 \pm 7,83$  pontos) e baixo nível de atividade física ( $5,3 \pm 5,3$  pontos), o que já era esperado pois os dados foram coletados durante a pandemia de covid-19. As comorbidades relatadas pelos pacientes foram confirmadas diante da apresentação de receitas médicas com a prescrição das medicações. Os idosos eram clinicamente saudáveis, pois nos exames laboratoriais não foi detectado quadro de anemia, inflamação aguda ou descontrole glicêmico (Tabela 1). Dentre eles, 14 faziam uso de algum medicamento. Foi levantado o total de 27 medicamentos, divididos em anti-hipertensivos (13), antidiabéticos orais (6), hipolipemiantes (5) e antiagregante plaquetário (3). Dentre estes idosos, alguns faziam o uso de anti-hipertensiva ( $n=11$ ) associado aos antiglicemiantes ( $n=5$ ), antilipemiantes ( $n=11$ ) e anticoagulantes ( $n=5$ ).

A Tabela 1 apresenta a média e o desvio padrão dos biomarcadores inflamatórios (IL-6 e PCR), exames laboratoriais e parâmetros espaço-temporais

durante a ultrapassagem de obstáculos nas condições de diferentes características físicas (sólido e frágil) para os membros de abordagem e de suporte.

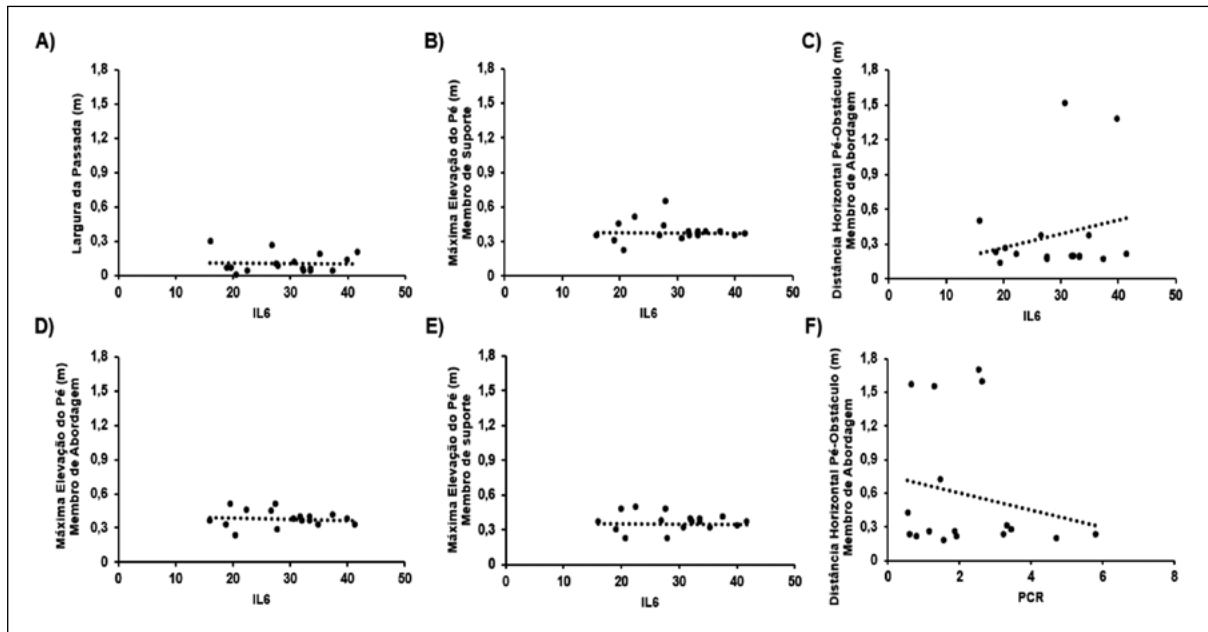
Para as análises de regressão múltipla, foi encontrado um FIV de 1 que indica que não há multicolinearidade entre os fatores. A análise de regressão mostrou que a Interleucina 6 apresentou associação com as seguintes variáveis: 1) largura da passada na condição obstáculo sólido ( $R^2=0,88$ ,  $\beta=0,96$ ,  $p=0,03$  |  $B=331,4$  IC= [45,7–617,02]) (Figura 3A), 2) máxima elevação do pé (membro de suporte) para ultrapassagem do obstáculo frágil ( $R^2=0,91$ ,  $\beta=0,97$ ,  $p=0,02$ ,  $B=83,2$  IC= [34,09–132,35]) (Figura 3B), 3) distância horizontal pé-obstáculo (membro de abordagem) na condição de obstáculo sólido ( $R^2=0,88$ ,  $\beta=0,88$ ,  $p=0,03$ ,  $B=-165,7$  IC= [-308,51– -22,88]) (Figura 3C), 4) máxima elevação do pé (membro de abordagem) para ultrapassagem do obstáculo frágil ( $R^2=0,94$ ,  $\beta=0,98$ ,  $p=0,01$ ,  $B=73,9$  IC= [19,45–128,44]) (Figura 3D), 5) máxima elevação do pé (membro de abordagem) para ultrapassagem do obstáculo sólido ( $R^2=0,90$ ,  $\beta=0,96$ ,  $p=0,03$ ,  $B=82,5$  IC= [18,6–146,40]) (Figura 3E). A Proteína C Reativa apresentou associação com a variável Distância Horizontal Pé-Obstáculo (membro de abordagem) apenas para a condição de obstáculo frágil ( $R^2=0,91$ ,  $\beta=0,97$ ,  $p=0,02$ ,  $B=31,3$  IC= [7,80–54,25]) (Figura 3F).



**Tabela 1.** Média e desvio padrão dos biomarcadores e variáveis locomotoras durante a ultrapassagem de obstáculos (sólido e frágil) para os membros de abordagem e de suporte em idosos.

	Biomarcadores	
	Média	Desvio Padrão
IL6 (pg/ml)	29,2	5,6
PCR (mg/L)	2,2	0,5
	Exames Laboratoriais	
<b>Hemácia (milhões/mm<sup>3</sup>)</b>	4,44	0,32
Hematócrito (%)	40,42	2,18
Hemoglobina (g/dL)	13,15	0,83
<b>Leucócitos (milhares/mm<sup>3</sup>)</b>	6,10	1,41
<b>Plaquetas (milhares/mm<sup>3</sup>)</b>	268,71	78,11
Glicemia Jejum (mg/dL)	108,00	26,93
Colesterol Total (mg/dL)	182,53	46,95
Colesterol LDL (mg/dL)	100,53	43,17
Triglicérides (mg/dL)	130,88	68,72
Ácido Úrico (mg/dL)	4,37	1,13
	Variáveis Locomotoras	
	(Obstáculo Sólido Obstáculo Frágil)	
Comprimento (m)	1,25   1,28	0,22   0,20
Largura (m)	0,11   0,10	0,08   0,05
Duração (s)	1,16   1,18	0,16   0,14
Velocidade (m/s)	1,12   1,10	0,27   0,25
DHPO (m) – Abordagem	0,80   0,77	0,30   0,21
DHOP (m) – Abordagem	0,28   0,21	0,02   0,05
DVPO (m) – Abordagem	0,34   0,34	0,03   0,03
MH (m) – Abordagem	0,38   0,35	0,08   0,06
DHPO (m) – Suporte	0,36   0,54	0,03   0,02
DHOP (m) – Suporte	0,73   0,72	0,18   0,17
DVPO (m) – Suporte	0,33   0,35	0,05   0,04
MH (m) – Suporte	0,36   0,38	0,05   0,07

**Legendas:** IL6 (interleucina-6), pg/ml (picograma por mililitro de sangue), PCR (proteína C reativa), mg/L (miligramas por litro), milhões/mm<sup>3</sup> (milhões por milímetros cúbicos), g/dL (grama por decilitro), milhares/mm<sup>3</sup> (milhares por milímetros cúbicos), m(metros), s (segundos), m/s (metros por segundo), DHPO (distância horizontal pé-obstáculo), DHOP (distância horizontal obstáculo-pé), DVPO (distância vertical pé-obstáculo), MH (máxima elevação).



**Figura 3.** Associação entre IL6 e as variáveis largura da passada (A), máxima elevação do pé do membro de suporte (B) e distância horizontal pé-obstáculo do membro de abordagem (C) na marcha com obstáculo sólido, máxima elevação do pé do membro de abordagem (D) e máxima elevação do pé para o membro de suporte (E) na marcha com ultrapassagem de obstáculo frágil e relação entre PCR e distância horizontal pé-obstáculo para o membro de abordagem (F) na marcha com ultrapassagem de obstáculo frágil.

## DISCUSSÃO

O objetivo geral do estudo foi investigar a associação entre os biomarcadores inflamatórios na tarefa de ultrapassagem de obstáculos e os diferentes níveis de complexidade manipuladas pela característica do obstáculo (sólido e frágil) em idosos. A primeira hipótese do estudo foi parcialmente confirmada, pois houve associação apenas entre o biomarcador IL-6 e a largura da passada esquerda durante a ultrapassagem de obstáculo sólido. A segunda hipótese também foi parcialmente confirmada, pois houve associação entre os biomarcadores inflamatórios com as variáveis distância horizontal pé-obstáculo para o membro de abordagem nos dois obstáculos e máxima elevação do pé do membro de suporte para ambos obstáculos e membro de abordagem para obstáculo frágil. Estas associações foram encontradas para ambos os tipos de fragilidade do obstáculo, sólido e frágil.

Em relação aos biomarcadores inflamatórios (PCR e IL6), os idosos podem ser classificados em um quadro de médio e alto risco de inflamação, de acordo com os valores de referência. A literatura mostra que estes padrões inflamatórios elevados causam estresse

oxidativo que interfere diretamente na resposta muscular e diminuição da aptidão funcional<sup>17,18</sup>. Entretanto, os valores mais baixos de PCR devem-se aos idosos da amostra não apresentarem no momento da coleta dos dados, nenhum processo de inflamação aguda, pois a PCR é uma precursora da IL-6 na cascata de inflamação e ambas caracterizam indivíduos com envelhecimento saudável. Ainda que as duas proteínas sejam consideradas biomarcadores inflamatórios importantes no processo de envelhecimento, a PCR é sinalizadora precursora da IL-6, sendo mais indicativa da existência de um processo de inflamação, do que indicativa do tempo que esse processo começou<sup>17,18</sup>.

Desta forma, uma redução na resposta muscular e diminuição da aptidão funcional pode influenciar no desempenho das atividades diárias, como por exemplo, ultrapassar um obstáculo. A literatura mostra que os idosos apresentam um padrão conservador em relação a ultrapassagem de obstáculos que os coloca em risco de quedas, tais como, menor distância horizontal obstáculo-pé, comprimento e velocidade da passada e distância vertical pé-obstáculo<sup>8,9</sup>. Os nossos resultados

mostraram que o processo de inflamação apresenta relação estreita com o desempenho locomotor em idosos durante a ultrapassagem de obstáculos. Uma possível explicação para estes resultados é que as citocinas inflamatórias possuem um efeito catabólico no músculo<sup>25</sup>. Ainda, o moderado e alto grau de inflamação (alta concentração de IL6 e PCR no sangue) pode estar associado à redução da massa muscular e alterações osteomusculares, as quais podem gerar ou acarretar redução na produção de força e potência muscular<sup>26</sup>. Desta forma, em função desta redução na função muscular, os idosos se aproximam mais do obstáculo e durante a ultrapassagem posicionam o pé mais próximo do obstáculo, comprometendo o desempenho locomotor com consequente risco de tropeços e quedas, acarretando aumento no risco de fraturas e impactando diretamente a qualidade de vida de forma negativa.

Além disso, outra possível explicação para a relação entre biomarcadores e padrão locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos pode estar associada a alta concentração da IL-6, a qual pode levar a uma redução na atividade do trato cortico-espinal<sup>27</sup>. Consequentemente, esta alteração na atividade cortical sugere que o padrão de coordenação da atividade muscular entre membros inferiores pode ser influenciado durante o posicionamento do pé na ultrapassagem de obstáculos em idosos.

No entanto, a partir destas análises, fica evidente que a avaliação com biomarcadores inflamatórios e ultrapassagem de obstáculos e motora são essenciais para descrever e diagnosticar a condição clínica do idoso, que pode ser utilizada como um complemento das baterias clínicas (MiniBESTest, MiniMental, Baecke e Medo de Cair). Desta forma, a associação entre os biomarcadores inflamatórios e o desempenho locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos permite a compreensão que uma alta inflamação pode impactar nos parâmetros locomotores. Este resultado merece atenção, pois pode colocar estes idosos em risco de quedas, pois estão susceptíveis a sofrerem fraturas, lesões e consequentemente aumento do número de hospitalizações no SUS. Assim, o presente estudo realizou um diagnóstico da marcha e dos biomarcadores inflamatórios em idosos com o objetivo de desenvolver orientações e

estratégias intervencionais para que este índice seja reduzido, como por exemplo, exercícios físicos para melhora da função muscular e coordenação motora.

Este estudo apresenta algumas limitações, a coleta de dados aconteceu no período da pandemia, onde as medidas restritivas eram severas sobretudo para os idosos, que eram considerados grupo de risco. Também devido a pandemia, tivemos que assegurar um ambiente seguro ao participante, com o mínimo de circulação de pessoas. Alguns indivíduos, por não estarem com a cobertura vacinal, também ficaram inseguros em finalizar a pesquisa. Essas limitações afetaram diretamente na amostra total do estudo com um número reduzido de idosos. Além disso, sugere-se para estudos futuros que as baterias clínicas também sejam incluídas no modelo de regressão para verificar como estas variáveis se relacionam com o padrão locomotor e o perfil inflamatório dos idosos.

## CONCLUSÃO

Os biomarcadores inflamatórios IL-6 e PCR apresentam associação com os parâmetros locomotores durante a ultrapassagem de obstáculos, independente da condição de fragilidade do obstáculo, em idosos. Cabe ressaltar que, a partir destas análises, fica evidente que a avaliação com biomarcadores inflamatórios e ultrapassagem de obstáculos são essenciais para descrever e diagnosticar a condição funcional do idoso, que pode ser utilizada como um complemento das baterias clínicas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Experimental (LAFIBE/UFES) e ao Projeto Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA/UFES) pela coleta e análises dos biomarcadores.

## AUTORIA

- Juliana Amaral da Silva – redação do artigo, análise e interpretação dos dados.
- Gabriela Vigorito Magalhães – redação do artigo, análise e interpretação dos dados.

- Milena Razuk – análise dos dados.
- André Soares Leopoldo – redação do artigo, análise e interpretação dos dados.
- José Geraldo Mill – redação do artigo, análise e interpretação dos dados.
- Natalia Madalena Rinaldi – responsável por todos os aspectos do trabalho, garantindo que questões relacionadas à precisão ou integridade de qualquer parte da obra e aprovação da versão a ser publicada.

Editado por: Marquiony Marques dos Santos

## REFERÊNCIAS

1. Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. *Maturitas*. 2013; 75(1):51-61. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009>
2. Wilkinson I, Harper A. Comprehensive geriatric assessment, rehabilitations and discharge planning. *Medicine*. 2021; 49(1):10-16. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.10.013>
3. Siqueira FV, Facchini LA, Piccini RX, Tomasi E, Thumé E, Silveira DS, et al. Prevalência de quedas em idosos e fatores associados. *Rev Saúde Públ*. 2007;41(5):749-56. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102007000500009>
4. Salari N, Darvishi N, Ahmadipannah M, Shohaimi S, Mohammadi M. Global prevalence of falls in the older adults: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2022; 17(1):334. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03222-1>
5. Timsina LR, Willetts JL, Brennan MJ, Marucci-Wellman H, Lombardi DA, Courtney TK, Verma SK. Circumstances of fall-related injuries by age and gender among community-dwelling adults in the United States. *PLoS One*. 2017; 12(5), e0176561. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176561>
6. Kwon M, Kwon Y, Park Y, Kim J. Comparison of gait patterns in elderly fallers and non-fallers. *Technol Health Care*. 2018; 26:427-436. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/THC-174736>
7. Skiadopoulos A, Moore E, Sayles HR, Schmid KK, Stergiou N. Step width variability as a discriminator of age-related gait changes. *J Neuroeng Rehabil*. 2020; 17(1):41. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00671-9>
8. Muir BC, Bodratti LA, Morris CE, Haddad JM, Emmerik REA, Rietdyk S. Gait characteristics. During inadvertent obstacle contacts in Young, Middle-aged and older adults. *Gait Posture*. 2020; 77:100-104. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.01.020>
9. Raffegau TE, Kellaher GK, Terz MJ, Roper JÁ, Altmann LJ, Hass CJ. Older Women Take Shorter Steps During Backwards Walking and Obstacle Crossing. *Exp gerontol*. 2019; 122(15):60-66. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.04.011>.
10. Yamagata M, Tateuchi H, Pataky T, Shimizu I, Ichihashi N. Relation between frontal plane center of mass position stability and foot elevation during obstacle crossing. *J Biomech*. 2021; 116:110219. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110219>
11. Pinheiro SCB, Barrena HC, Macedo AB. Articular altitudes caused by aging and its impacts in the autonomy of the elderly. *Arqu Mudi*. 2019; 23(3): 35-45. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/arqmudi.v23i3.51510>
12. Arts MH, Collard RM, Comijs HC, Zuidersma M, Rooji SE, Naarding P, et al. Physical frailty and cognitive functioning in depressed older adults: findings from the NESDO study. *J Am Med Dir Assoc*. 2016; 17(1):36–43. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.07.016>
13. Ramakrishnan P, Alyousefi N, Abdul-rahman PS, Kamaruzzaman SB, Chin AV, Tan MP. A systematic review of studies comparing potential biochemical biomarkers of frailty with frailty assessments. *Eur Geriatr Med*. 2017; 8(6):397-407. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eurger.2017.07.010>
14. Franceschi C, Garagnani P, Morsiani C, Conte M, Santoro A, Grignolio A, Monte D, Capri M, Salvioli AE. The Continuum of Aging and Age-Related Diseases: Common Mechanisms but Different Rates. *Front. Med*. 2018; 5:61. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00061>
15. Milan-Mattos JC, Anibal FF, Perseguini NM, Minatel V, Rehder-Santos P, Castro CA, et al. Effects of natural aging and gender on pro-inflammatory markers. *Braz J Med Biol Res*. 2019; 52(9): e8392. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1414-431X20198392>

16. Verghese J, Holtzer R, Oh-Park M, Derby CA, Lipton RB, Wang C. Inflammatory markers and gait speed decline in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011; 66A(10):1083–1089. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/gerona/qlr099>
17. Zembron-Lacny A, Dzuibek W, Wolny-Rokicka E, Dabrowska G, Wozniowski M. The Relation of Inflammaging With Skeletal Muscle Properties in Elderly Men. *Am J Mens Health* 2019; 13(2):1557988319841934. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1557988319841934>
18. Amorim JSCA, Torres KCL, Carvalho AT, Martins-Filho OA, Lima-Costa MF, Peixoto SV. Inflammatory markers and occurrence of falls: Bambuí Cohort Study of Aging. *Rev Saúde Públ*. 2019; 53(35). Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2019053000855>
19. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq Neuro-Psiquiatr*. 2003; 61 (3):777-81. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>
20. Ueno DT. Validação do questionário baecke modificado para idosos e proposta de valores normativos. São Paulo. Dissertação [mestrado em Ciências da Motricidade] - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2013.
21. Maia AC, Rodrigues-de-Paula F, Magalhães LC, Teixeira RL. 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. *Braz J Phys Ther*. 2016;17(3):195-217. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000085>
22. Camargo FFO, Dias RC, Dias JMD, Freire MTF. Adaptação transcultural e avaliação das propriedades psicométricas da Falls Efficacy Scale - International em idosos Brasileiros (FES-I-BRASIL). *Braz J Phys*. 2010; 14(3). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300010>
23. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9077: Saída de Emergência em Edifícios: Procedimento. Rio de Janeiro; 1993.
24. Field, A. Descobrimo a estatística usando o SPSS. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2009.
25. Tiainen K, Hurme M, Hervonen A, Luukkaala T, Jylha M. Inflammatory markers and physical performance among nonagenarians. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2010; 65(6):658–663. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/gerona/qlq056>
26. Xu Y, Wang M, Chen D, Jiang X, Xiong Z. Inflammatory biomarkers in older adults with frailty: a systematic review and meta-analysis of cross-sectional studies. *Aging Clin Exp Res*. 2022; 34:971-987. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40520-021-02022-7>
27. Fiocco AJ, Krieger L, D'Amico D, Parrott MD, Laurin D, Gaudreau P, et al. A systematic review of existing peripheral biomarkers of cognitive aging: Is there enough evidence for biomarker proxies in behavioral modification interventions? *Ageing Res. Rev*. 2019; 52:72-119. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2019.04.008>