

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

JULIANA AMARAL DA SILVA

**MARCADORES INFLAMATÓRIOS INFLUENCIAM O PADRÃO LOCOMOTOR  
DURANTE A ULTRAPASSAGEM DE OBSTÁCULOS EM IDOSOS COM E SEM  
HISTÓRICO DE QUEDAS.**

VITORIA

2022

JULIANA AMARAL DA SILVA

**MARCADORES INFLAMATÓRIOS INFLUENCIAM O PADRÃO LOCOMOTOR  
DURANTE A ULTRAPASSAGEM DE OBSTÁCULOS EM IDOSOS COM E SEM  
HISTÓRICO DE QUEDAS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de concentração Educação Física, Movimento Corporal Humano e Saúde.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Natalia Madalena Rinaldi

VITÓRIA

2022

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

D111 da Silva, Juliana Amaral, 1983-  
m Marcadores Inflamatórios influenciam o padrão locomotor  
durante a ultrapassagem de obstáculos em idosos com e sem  
histórico de quedas / Juliana Amaral da Silva. - 2023.  
82 f. : il.

Orientadora: Natália Madalena Rinaldi.  
Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos.

1. Locomoção Humana. 2. Idosos - Quedas acidentais. 3.  
Imunologia de inflamação. 4. Envelhecimento. I. Rinaldi, Natália  
Madalena. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de  
Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU: 796

---

JULIANA AMARAL DA SILVA

**MARCADORES INFLAMATÓRIOS INFLUENCIAM O PADRÃO LOCOMOTOR DURANTE A ULTRAPASSAGEM DE OBSTÁCULOS EM IDOSOS COM E SEM HISTÓRICO DE QUEDAS.**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de concentração Educação Física, Movimento Corporal Humano e Saúde.

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Profa. Dra. Natalia Madalena Rinaldi

Universidade Federal do Espírito Santo

Orientadora

---

Prof. Dra. Estele Caroline Welter Meereis Lemos

Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof. Dr. Lucas Simieli

Universidade Estadual Paulista – Bauru

## DEDICATÓRIA

A Deus, Inteligência Suprema do Universo.  
À minha irmã Isabela, que sei que está  
em bom lugar emanando vibrações positivas.  
À minha família, sempre foi por nós cinco.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS, causa primária de todas as coisas e a toda a espiritualidade amiga que não me abandonou desde o meu sopro inicial nessa vida.

Agradeço aos meus pais, Moacir e Ângela que apoiam e me dão toda estrutura, seja ela física, moral e ética para alcançar meus sonhos. Agradeço ao meu irmão Thiago e minha cunhada Aline, que oram por mim e vibram a cada conquista! Julius, meu filho de quatro patas, obrigada pela companhia nas madrugadas. Amo vocês!

A minha amada orientadora Prof. Dra. Natália Madalena Rinaldi, um agradecimento composto de gratidão e admiração. Ver uma mulher tão dedicada, atenciosa e paciente (isso acho que ela tem de sobra) aos orientandos e a pesquisa, me faz querer alcançar sonhos que nem imaginei que eram meus. Esse título que conquisto não seria possível se não fosse você me orientando, Nat. A “culpa” é toda sua em não me deixar desistir e agradeço por ser abrigo, incentivo, exemplo, palavra doce e por sempre me mostrar o lado bom das coisas. Nada que escreva vai ser suficiente para expressar minha admiração e gratidão por você.

Agradeço a Dra. Milena Razuk pela parceria na coleta e por me apresentar a realidade de um laboratório de pesquisa. Agradeço a Gabriela e Mathaeus pela ajuda no processamento. Obrigada aos idosos que participaram da pesquisa, pela compreensão e participação no estudo.

Agradeço ao Centro de Educação Física e Desportos na UFES que se tornou uma ampliação da minha casa e me fez enxergar o quanto a Fisioterapia e a Educação Física estão interligadas. Agradeço a todos os professores que fizeram parte da minha formação, em especial: Prof. Dr André Leopoldo que sempre se mostrou disponível as minhas dúvidas e abriu o LAFIBE para armazenamento e processamento dos dados; Prof. Dr José Geraldo Mill e toda a equipe do ELSA que acolheu a mim e aos meus idosos para a coleta sanguínea da pesquisa; e, por fim, mas não menos importante, Prof. Wagner Santos que sempre tinha um sorriso, uma palavra positiva e um incentivo nos momentos difíceis.

Agradeço ao Bio.Mov e aos meus colegas de laboratório: Nayara (furacão) pelas risadas e vídeos inesperados; Gabriela (musa fitness) pelos recadinhos incentivadores na minha mesa; Giovanni (meu personal) escuta acolhedora, apesar de me matar no treino; Anderson, por me manter online, me dar abraços carinhosos e acompanhar no silêncio; Mathaeus (o moço do Matlab) por ter paciência com a minha dificuldade tecnológica; Jean, que nem imagina o quanto foi importante pelas palavras e incentivo pela busca da minha melhor versão; Lais (vulgo mini Natalia) pelo bom dia mais animado, pela risadas e perguntas que nunca sei responder.

Obrigada a minha amiga-irmã Jamara Araújo e a sua família que sempre me incentivaram e me apoiaram nas minhas aventuras pessoais e profissionais. Amiga, nada seria possível sem você ao meu lado sendo apoio, abrigo e estímulo! Te amo!

Obrigada a minha psicóloga Luzia Galvani, sem seu suporte nunca tomaria as rédeas dos meus sonhos e da minha vida!

Obrigada aos meus alunos que tiveram paciência e por todo o amor manifestado nos momentos de sobrecarga.

Por fim, obrigada a FAPES, que fomentou a pesquisa e a tornou possível!

## EPÍGRAFE

A principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações já fizeram. Homens que sejam criadores, inventores, descobridores. A segunda meta da educação é formar mentes que estejam em condições de criticar, verificar e não aceitar tudo que a elas se propõe.

(Jean Piaget)

## RESUMO

As alterações do ponto de vista morfológico, funcionais e bioquímicos no processo de envelhecimento, comprometem o idoso na execução da marcha, sobretudo na ultrapassagem de obstáculos. A análise de fatores frente aos obstáculos, ajudam a identificar estratégias locomotoras associadas ao risco de quedas (mudança abrupta de nível com probabilidade alta de comorbidades). Além do declínio estrutural, o idoso sofre um processo metabólico e enzimático, chamado Inflammaging (inflamação sistêmica crônica e de baixo grau) que pode favorecer manifestação de agravos, como a síndrome da fragilidade. Ainda não está bem elucidado na literatura científica se os biomarcadores inflamatórios influenciam nos parâmetros espaço-temporais da marcha em idosos com e sem histórico de quedas e se essas alterações dependem do grau de dificuldade da tarefa. O objetivo desse estudo foi investigar a influência dos biomarcadores inflamatórios no comportamento locomotor de idosos com e sem histórico de quedas na tarefa de marcha livre e durante a ultrapassagem de obstáculos e, se essa relação depende da dificuldade da tarefa. 22 idosos participaram deste estudo e foram distribuídos em dois grupos: idoso caidor (n=11) e idoso não caidor (n=11), avaliados em dois momentos: 1) Anamnese Clínica e Análise de Marcha e 2) Coleta e Análise Sanguínea. No primeiro momento, os participantes foram convidados a responder uma anamnese clínica (estado geral de saúde e coleta de medidas antropométricas) e submetidos a testes clínicos para avaliação de equilíbrio estático e dinâmico, nível cognitivo, questionário de quedas e medo de cair e sobre atividade física. Logo após, foram convidados a caminhar sobre uma passarela com 9 m de comprimento, sob duas condições: marcha livre e ultrapassagem de obstáculo. O nível de dificuldade da ultrapassagem foi determinado pela característica do obstáculo: sólido (bloco único de espuma) ou frágil (peças menores de espuma empilhadas, na mesma dimensão e forma do obstáculo sólido), ambos com 15 cm de altura. Duas câmeras foram posicionadas para visualizar todos os marcadores (pé direito: quinto metatarso e face lateral do calcâneo | pé esquerdo: primeiro metatarso e face medial do calcâneo). Na tarefa de marcha livre os parâmetros espaço-temporais (comprimento, largura, duração e velocidade) foram avaliados. Na tarefa de ultrapassagem de obstáculos, foram avaliados os parâmetros locomotores: comprimento, largura, duração e velocidade do passo e da passada antes da ultrapassagem, distância horizontal pé obstáculo (DHPO), Distância Vertical Pé obstáculo (DVPO), Máxima elevação do pé (ME) e

Distância Horizontal Obstáculo-Pé (DHOP) na ultrapassagem do obstáculo. No segundo momento, realizou-se a coleta sanguínea (10 mL, pela manhã e em jejum), para análise dos biomarcadores inflamatórios Interleucina - 6 (IL-6) e Proteína C Reativa (PCR) através do Método Imunoenzimático ELISA. Testes t foram realizados para verificar possíveis diferenças entre os grupos para avaliação clínica, antropométrica e níveis de IL-6 e PCR. Considerando a queda como variável confundidora no desempenho do comportamento motor, realizaram-se 02 modelos para as análises de regressão, sendo: I) modelo sem ajuste; II) modelo ajustado pelo número de quedas. Análises de multivariância foram realizadas para verificar possíveis diferenças entre grupos e condições nas tarefas de desempenho locomotor. O nível de significância para todas as análises foi mantido em  $p \leq 0,05$ . A análise de regressão mostrou significância apenas para a condição de ultrapassagem de obstáculos. A Proteína C Reativa tem influência na variável DHPO para membro de abordagem, apenas para a condição de obstáculo frágil. A variável Interleucina 6, na análise de regressão apresentou influência nas variáveis: DHPO para membro de abordagem quando obstáculo sólido, largura da passada do membro de suporte para condição obstáculo sólido, ME no membro de suporte para condição de obstáculo sólido e frágil e ME na condição de obstáculo frágil para membro de abordagem. O processo de inflamação em idosos está relacionado com tarefas mais desafiadoras, que indica um padrão conservador em função da maior proximidade do obstáculo para o membro de abordagem e maior largura e elevação do membro de suporte na tentativa de otimizar a tarefa. A associação diagnóstica de testes clínicos e exames laboratoriais para traçar perfil inflamatório dos idosos pode ser uma boa estratégia preventiva e de acompanhamento dos declínios estruturais, funcionais e metabólicos inerentes ao envelhecimento.

Palavras-chaves: Envelhecimento. Queda. Idosos. Marcha com obstáculos. Biomarcadores inflamatórios.

## ABSTRACT

Changes from the morphological, functional and biochemical point of view in the aging process compromise the elderly in walking, especially in obstacle avoidance. The analysis of factors related to obstacle crossing helps to identify locomotor strategies associated with the risk of falls (abrupt change of level with a high probability of comorbidities). In addition to the structural decline, the elderly undergoes a metabolic and enzymatic process called Inflammaging (chronic and low-grade systemic inflammation) that can favor the manifestation of injuries, such as the frailty syndrome. It is still not clear in the scientific literature whether inflammatory biomarkers influence the spatiotemporal parameters of gait in elderly people with and without a history of falls and whether these changes depend on the degree of difficulty of the task. The aim of this study was to investigate the influence of inflammatory biomarkers on the locomotor behavior of elderly people with and without a history of falls in the free walking task and when overcoming obstacles, and whether this relationship depends on the difficulty of the task. 22 elderly participated in this study and were divided into two groups: elderly who fall (n=11) and elderly who do not fall (n=11), evaluated in two stages: 1) Clinical Anamnesis and Gait Analysis and 2) Blood Collection and Analysis. At first, participants were invited to answer a clinical anamnesis (general health status and collection of anthropometric measurements) and underwent clinical tests to assess static and dynamic balance, cognitive level, questionnaire on falls and fear of falling and on physical activity. physics. After that, they were invited to walk on a 9 m long walkway, under two conditions: free walking and overcoming an obstacle. The level of difficulty of task was determined by the characteristic of the obstacle: solid (single block of foam) or fragile (smaller pieces of foam stacked, in the same size and shape as the solid obstacle), both with 15 cm in height. Two cameras were positioned to view all markers (right foot: fifth metatarsal and lateral surface of the calcaneus | left foot: first metatarsal and medial surface of the calcaneus). In the free walking task, the space-time parameters (length, width, duration and speed) were evaluated. In the task of obstacle avoidance, the locomotor parameters were evaluated: length, width, duration and speed of the step and stride before overcoming, horizontal foot obstacle distance (DHPO), Vertical foot obstacle distance (DVPO), maximum foot elevation (ME) and Horizontal Obstacle-Foot Distance (DHOP) after obstacle crossing. In the

second moment, blood collection (10 mL, in the morning and fasting) was performed for analysis of inflammatory biomarkers (Interleukin 6 and C-Reactive Protein) through the ELISA Immunoenzymatic Method. T-tests were performed to verify possible differences between the groups for clinical, anthropometric and IL-6 and CRP levels. Considering the fall as a confounding variable in the performance of motor behavior, 02 models were used for the regression analyses, as follows: I) model without adjustment; II) model adjusted by the number of falls. Multivariate analyzes were performed to verify possible differences between groups and conditions in locomotor performance tasks. The significance level for all analyzes was maintained at  $p \leq 0.05$ . The regression analysis showed significance only for the condition of overcoming obstacles. The C-Reactive Protein influences the DHPO variable for the approach limb, only for the fragile obstacle condition. The Interleukin 6 variable, in the regression analysis, influenced the variables: DHPO for the approach limb when solid obstacle, step width of the support limb for the solid obstacle condition, ME on the support limb for the solid and fragile obstacle condition and ME on the fragile obstacle condition for approach member. The inflammation process in the elderly is related to more challenging tasks, which indicates a conservative pattern due to the greater proximity of the obstacle to the approach limb and greater width and elevation of the support limb to optimize the task. The diagnostic association of clinical tests and laboratory tests to outline the inflammatory profile of the elderly can be a good preventive and follow-up strategy for the structural, functional and metabolic declines inherent to aging.

Keywords: Aging. Falls. Elderly. Obstacle avoidance. Inflammaging.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Caracterização da Amostra, com valores de média e desvio padrão para testes clínicos e biomarcadores inflamatórios.....37
- Tabela 2** - Resultados da análise de regressão linear múltipla entre Colesterol e Glicose e os biomarcadores.....37
- Tabela 3** - Resultados da análise de regressão linear múltipla entre as variáveis PCR e IL-6 com as variáveis das tarefas da marcha com obstáculos, colocando o fator queda como variável confundidora.....38

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Posicionamento dos marcadores reflexivos na face lateral do calcâneo, quinto metatarso, face medial do calcâneo e primeiro metatarso (A), Marcadores Reflexivos no obstáculo sólido (B) e no obstáculo frágil (C).....28
- Figura 2** - Desenho Experimental das condições de Marcha Livre (A), Obstáculo Sólido (B) e Obstáculo Frágil (C). O retângulo vermelho tracejado mostra os passos analisados durante a ultrapassagem do obstáculo. A passadas direita e esquerda representam o membro de abordagem e de suporte, respectivamente.....28
- Figura 3** - 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 suporte (MS) e abordagem (MA).....33
- Figura 4** - Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) para os grupos caidores e não caidores antes da ultrapassagem de obstáculos.....40
- Figura 5** - Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais, comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) nas condições de obstáculo sólido (OS), obstáculo frágil (OF) e marcha livre (ML).....41
- Figura 6** - Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) para os grupos caidores e não caidores durante a ultrapassagem de obstáculos.....42
- Figura 7** - Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) para os grupos caidores e não caidores nas condições de obstáculo sólido (OS), frágil (OF) e marcha livre (ML).....44
- Figura 8** - Médias e desvio padrão, das variáveis cinemáticas Distância Horizontal Pé-Obstáculo (DHPO) (8A), Distância Horizontal Obstáculo-Pé (DHOP) (8B),

Distância Vertical Pé-Obstáculo (DVPO) (8C) e Máxima Elevação (ME) (8D) para os grupos caidores e não caidores durante a ultrapassagem de obstáculos.....46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	23
2.1 PARTICIPANTES.....	23
2.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	24
2.3 EQUIPAMENTOS.....	29
2.4 ANÁLISE DOS DADOS DE MARCHA.....	30
<b>2.4.1 Variáveis Cinemáticas: Fase de Aproximação</b> .....	30
<b>2.4.2 Variáveis Cinemáticas: Fase de Ultrapassagem</b> .....	32
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
<b>3 RESULTADOS</b> .....	35
3.1 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS.....	35
3.2 RELAÇÃO ENTRE OS BIOMARCADORES E AS VARIÁVEIS DO PADRÃO LOCOMOTOR.....	37
3.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS EM FUNÇÃO DO AUMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE DA TAREFA PARA O PASSO ANTES DA ULTRAPASSAGEM.....	39
3.4 ANÁLISE DOS PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS EM FUNÇÃO DO AUMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE DA TAREFA PARA O PASSO DURANTE A ULTRAPASSAGEM.....	41
3.5 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CINEMÁTICAS NA FASE DE APROXIMAÇÃO: DISTÂNCIA HORIZONTAL PÉ OBSTÁCULO (DHPO) E DISTÂNCIA HORIZONTAL OBSTÁCULO PÉ (DHOP) PARA MEMBRO DE ABORDAGEM....	44
3.6 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CINEMÁTICAS NA FASE DE ULTRAPASSAGEM: DISTÂNCIA VERTICAL PÉ OBSTÁCULO (DVPO) E MÁXIMA ELEVAÇÃO DO PÉ (ME) PARA MEMBRO DE ABORDAGEM.....	45
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	46
4.1 INFLUÊNCIA DOS BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS NOS PARÂMETROS DA MARCHA.....	48
4.2 ALTERAÇÕES DOS PADRÕES DA MARCHA DOS IDOSOS COM E SEM HISTÓRICO DE QUEDA NA PRESENÇA DE OBSTÁCULOS.....	50
4.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	52
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54
<b>ANEXOS</b> .....	59
<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	75
<b>APÊNDICE B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....	79

## 1 INTRODUÇÃO

Com um número cada vez maior de pessoas idosas no mundo, os serviços sociais, de saúde e de proteção, precisam se organizar a fim de suprir as demandas que o envelhecimento traz a população. A pirâmide etária brasileira vem mudando, e estima-se que em 2060 a população idosa seja bem significativa, alcançando quase 1/3 (um terço) da população total (IBGE, 2022).

Envelhecer não se refere apenas ao aspecto cronológico, mas também as alterações fisiológicas que se acumulam nos diversos sistemas, que causa declínios estruturais e funcionais, como falhas no controle e alterações posturais, déficit de marcha e desequilíbrio, redução na capacidade funcional e diminuição na adaptação ao ambiente, como por exemplo, ultrapassar um obstáculo (ABDALA *et al*, 2017). A presença concomitante desses elementos, pode trazer um desfecho traumático e com probabilidade alta de comorbidades, que seria a queda (MARTINS *et al*, 2016; ABDALA *et al*, 2017).

A Organização Mundial de Saúde (OMS), no Relatório Global Mundial de Prevenção de Quedas, publicado em 2010, define queda como deslocamento do corpo, de forma inesperada, não intencional e sem possibilidade de correção, para um nível inferior ao que se encontrava anteriormente. Por ser multifatorial, sua frequência e consequências faz com que as quedas se tornem uma importante síndrome geriátrica e um grande problema de saúde pública. (CRUZ *et al*, 2011; FALSARELLA *et al*, 2014; CHEHUEN *et al*, 2018)

Segundo Silveira e colaboradores (2020), as internações e gastos hospitalares no período de 2010 a 2018, gira em torno de 136 milhões de reais. Numa busca feita no Departamento de Informática do SUS - DATASUS, mostra que cerca de 5574 pessoas idosas (ambos os sexos e em todo o território nacional)

sofreram queda no intervalo 2018-2019 (IBGE, 2022). Já na análise do perfil demográfico da cidade de Vitória/ES, apresenta-se um aumento de 65% na população idosa do município, sendo a taxa de envelhecimento anual em média de 5,1%, no período compreendido entre 2013 e 2020 (VITÓRIA, 2022). O evento queda surge de um desequilíbrio entre fatores individuais intrínsecos (vulnerabilidades fisiológicas, alterações de percepção e equilíbrio, sistema fisiológico débil) e extrínsecos (condições ambientais). (CRUZ *et al*, 2011; BIANCHI *et al*, 2015; MARINHO *et al*, 2018).

Um dos principais fatores para o risco de queda são alterações no padrão da marcha, pois ela requer interação entre todos os níveis dos sistemas neuronais, sendo três os primários: a iniciação e manutenção de passos rítmicos, equilíbrio e adaptação ao ambiente (RONTAL, 2018). A falha no controle postural também influencia na ocorrência de quedas, visto que necessita da participação de múltiplos sistemas para manter/controlar a posição do corpo, sobretudo nas atividades voluntárias (controle antecipatório), ultrapassagem de obstáculos (controle preditivo) ou em confronto com situações inadvertidas durante a marcha (controle compensatório) (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 2010; RINALDUZZI *et al*., 2015). Na descrição da locomoção humana, algumas medidas cinemáticas podem ser realizadas, tais como, análise angular dos movimentos articulares, como também, as medidas lineares, como por exemplo, comprimento, velocidade, largura, duração do passo (ROSE & GAMBLE, 2007). No processo de envelhecimento natural, ocorrem algumas alterações naturais na marcha, como diminuição da largura do passo e da passada, diminuição de velocidade do movimento, ângulo de flexão do joelho e do quadril e maior tempo de contato com o solo, tanto no apoio simples quanto duplo (SOTORIVA *et al*, 2013; ABDALA *et al*,

2017; KWON *et al*, 2018; SKIADOPOULOS *et al*, 2020). Estas alterações na marcha também podem estar associadas a dores articulares, perda de força muscular ou, até mesmo o surgimento de doenças crônico degenerativas (BIANCHI, *et al* 2015; SANTOS *et al*, 2016; DUARTE, *et al* 2018).

Dentro deste contexto, Galna e colaboradores (2009) publicaram uma revisão sistemática que investigou se os idosos ultrapassariam obstáculos com mais ou menos dificuldades que adultos jovens, e se utilizariam estratégias diferentes como alterações cinemáticas (espaço-temporais) e cinéticas. A partir dessa revisão, os autores concluíram que os idosos entraram em contato com o obstáculo com mais frequência que os adultos jovens e que as velocidades de aproximação do obstáculo aumentaram, como também, a redução no comprimento do passo para evitar o contato com o obstáculo.

Yamagata e colaboradores (2021) estudaram as mudanças no tempo de execução durante a ultrapassagem de obstáculos, como também, na distância vertical do pé em relação ao obstáculo em idosos. Estes autores realizaram esta análise para o membro de suporte e de abordagem. Os idosos foram instruídos a percorrer uma passarela que continha, em sua metade, um obstáculo. A orientação é que sempre ultrapassassem o obstáculo com a perna dominante, que para toda a amostra foi o membro inferior direito. Os autores verificaram que os idosos apresentaram uma baixa elevação do membro para a ultrapassagem de obstáculos, que favorece o tropeço e queda, porém não influenciou no deslocamento do centro de massa corporal (YAMAGATA *et al.*, 2021).

Muir *et al* (2020), identificaram que o posicionamento, trajetórias dos pés e ângulo da cabeça, associados a contatos inadvertidos com obstáculos, podem influenciar na marcha com ultrapassagem de obstáculos. Idosos e adultos jovens

foram convidados a caminhar por uma passarela e ultrapassarem um obstáculo visível colocado no centro da passarela. Ambos utilizam estratégia mais cautelosa para ultrapassar o obstáculo, com passos mais curtos e menor elevação do membro de ultrapassagem em relação ao obstáculo. Entretanto, os idosos entraram em contato com o obstáculo por posicionar o pé mais próximo ao obstáculo. Esses resultados indicam que idosos apresentam uma habilidade prejudicada em adquirir a informação visual para posicionar o pé próximo ao obstáculo (MUIR et al., 2020). Já Raffegeau e colaboradores (2019) evidenciaram que, sobretudo idosos, caminharam com passos mais curtos e dispõem o pé de abordagem muito próximo dos obstáculos antes da ultrapassagem.

Kunimune *et al.* (2017) investigaram o quanto a informação visual do obstáculo alteraria a estratégia necessária para ultrapassá-lo em adultos jovens e idosos. Os participantes foram instruídos a andar na sua velocidade habitual, sobre um tapete com sensor de pressão, e ultrapassar um obstáculo de isopor e utilizando um óculos com obturador de cristal líquido que alterava sua percepção do obstáculo, nas seguintes condições: visibilidade total, visibilidade parcial e oclusão total. Os participantes foram instruídos a utilizar o membro inferior direito para ultrapassagem dos obstáculos. Os autores concluíram que não há diferenças nos padrões de ultrapassagem de obstáculos entre adultos jovens e idosos, apesar dos idosos precisarem utilizar mais informações visuais para estabilidade postural durante a marcha com aumento de largura do passo. Kulkarni *et al* (2021), investigaram se a mudança dos posicionamentos dos pés antes e depois dos obstáculos, bem como a estabilização do corpo no processo de ultrapassagem pode influenciar no comprimento do passo em idosos. Os indivíduos andaram em sua velocidade habitual, numa passarela com um obstáculo na metade da

trajetória. Esse estudo evidenciou que o pé de suporte é o que controla a efetividade da ultrapassagem de obstáculos, visto que é o que oferece equilíbrio ao centro de massa do corpo que evita oscilações desfavoráveis. Ainda, estes trabalhos apresentados mostraram que o aumento no nível de dificuldade da tarefa pode alterar o padrão locomotor durante a ultrapassagem de obstáculos em idosos.

Raffegeau *et al* (2022) quantificaram as mudanças na margem de estabilidade para caminhar e ultrapassar obstáculos em velocidades rápidas versus com demandas cognitivas adicionais em idosos. Os idosos foram convidados a caminhar em uma passarela sem obstáculo, depois com obstáculo e em sua velocidade preferida, e depois durante uma dupla tarefa (fluência verbal) e em sua velocidade 'mais rápida e confortável' (rápida). Foi mensurado a distância de aproximação do obstáculo (tanto do pé de ultrapassagem quanto de apoio), distância entre o membro de abordagem e obstáculo no momento da ultrapassagem e acima do obstáculo e a distância alcançada pelos pés (abordagem e apoio) após ultrapassagem. Durante a ultrapassagem rápida de obstáculos, eles diminuíram a estabilidade durante o apoio duplo e exibiram mais estabilidade no apoio simples, quando vulneráveis a perturbações externas (contato com o obstáculo). Durante uma tarefa dupla, os idosos apresentaram passos mais curtos e mais altos sobre o obstáculo para garantir a ultrapassassem com segurança, mas em velocidades rápidas aumentaram o comprimento do passo de ultrapassagem sem aumentar a altura sobre o obstáculo. Os resultados sugerem que os idosos tentam preservar a estabilidade ao cruzar obstáculos sob demandas cognitivas e de velocidade, mas podem ser incapazes de garantir uma elevação mais segura dos membros para evitar obstáculos em altas velocidades, como fazem sob demandas cognitivas.

A partir dos estudos apresentados, a análise de marcha em diferentes contextos, por exemplo, durante a ultrapassagem de obstáculo, situação presente nas atividades diárias dos idosos é essencial para descrever e diagnosticar a condição clínica do idoso com histórico de quedas. Entretanto, esta relação entre estes fatores biológicos e na marcha com ultrapassagem de obstáculos ainda não foi totalmente elucidada em idosos com histórico de quedas, sendo uma situação de alto risco para esta população, visto que estão susceptíveis a sofrerem fraturas, lesões e, conseqüentemente, aumento do número de hospitalizações no SUS (LENARDT *et al*, 2019; BRITTON *et al*, 2019; SILVEIRA *et al*, 2020).

A presença de biomarcadores inflamatórios, que no envelhecimento trazem consigo várias alterações nas atividades enzimáticas metabólicas, em um fenômeno chamado “inflammaging”, que seria uma inflamação sistêmica crônica de baixo grau, porém não menos lesiva (FRANCESCHI, *et al* 2018). Apesar de ser um evento universal, as variações individuais e sua relação na morbidade e mortalidade de idosos, deve ser considerada, visto que as variantes genéticas podem ter alta influência. (TORRES *et al*, 2011)

Zembron-Lacny *et al* (2019) avaliaram homens idosos e adultos jovens, todos com boa condição de saúde e sem nenhuma comorbidade. Avaliaram a aptidão funcional através do Teste de Caminhada de 6 minutos, teste de força muscular através do teste isocinético para articulação de joelho e amostras de sangue para investigação dos níveis dos marcadores inflamatórios (Interleucina, TNF-alfa e Proteína C reativa) e dos fatores de crescimento semelhante a insulina (IGF) e dos fatores de crescimento derivados de plaquetas (PDGF). Os objetivos foram: (a) identificar as mudanças nas propriedades musculares esqueléticas que favorecem déficits funcionais; (b) identificar nível de inflamação em adultos jovens e

idosos; (c) explicar mudanças na composição corporal e declínio da força muscular e relacionar a processos inflamatórios. Os autores encontraram presença aumentada de mediadores como Interleucina-1 e TNF-alfa nos idosos, porém o inverso não ocorreu nos adultos jovens, mostrando que os fatores pró inflamatórios associados a idade influenciam na diminuição da força muscular e na redução da capacidade funcional.

Dentre as chamadas proteínas inflamatórias, as citocinas regulam de forma diferente os estímulos que chegam as células, pois apresentam receptores de alta afinidade, mostrando-se como método com sensibilidade importante para a análise dos processos inerentes ao envelhecimento (FLYNN *et al*, 2018). Dentre as Citocinas de caráter pró-inflamatório, destacam-se a Interleucina-1 (IL-1), Interleucina-6 (IL-6) e Fator de Necrose Tumoral (TNF-alfa) como os mais citados (TONET & NOBREGA, 2008). A Interleucina – 6, está associada a distúrbios crônicos com maior evidência que as demais citocinas, pois interfere nos processos de homeostase corporal, sobretudo nos sistemas neuroendócrino e imunitário, podendo indicar incapacidade e mortalidade (TONET & NOBREGA, 2008; BAYLIS *et al*, 2013; XIA *et al*, 2016).

Outro marcador de inflamação utilizado em resposta a IL-6 é a Proteína C Reativa, sendo também utilizado amplamente como marcador de doenças cardiovasculares. Milan-Mattos e colaboradores (2019), avaliaram os níveis dos marcadores inflamatórios IL-6, TNF-alfa e PCR em 110 indivíduos, divididos em 05 grupos de 22 sujeitos (11 homens e 11 mulheres) de acordo com faixa etária, onde nenhum dos participantes tinham doenças crônicas, comorbidades, tabagismo, alcoolismo e, as mulheres, não podiam usar nenhum artifício hormonal (reposição ou anticoncepcional). Foram submetidos a uma coleta sanguínea para análise dos

níveis de marcadores inflamatórios e para avaliação de variáveis bioquímicas. Como conclusão, obtiveram aumento dos níveis de Interleucina 6 e PCR em função do processo de envelhecimento, sendo mais evidente para as mulheres na faixa etária de 51 a 60 anos.

Em um estudo de coorte de idosos feito em Bambuí/MG, por Amorim *et al* (2019), 1250 idosos responderam a um questionário sobre quedas e tiveram os marcadores inflamatórios Interleucinas (principalmente IL-6, IL-7, IL-10), o fator de necrose tumoral (TNF), a Proteína C Reativa ultrasensível (PCRus) e as Quimiocinas (CCL5 e CxCL9) coletados. Foi encontrado um aumento desses biomarcadores, nos idosos com alto índice de quedas, porém não foi elucidado o mecanismo que justifique tal fato.

Alberro e colaboradores (2021), investigaram a validade dos mediadores inflamatórios como biomarcadores para complementar avaliação funcional de idosos para identificação da fragilidade. Foram coletadas amostras de marcadores sanguíneos de 199 idosos divididos em graus de fragilidade através de testes funcionais conhecidos: Time Up-and-Go (TUG), Velocidade de marcha (GS), Bateria Básica de Desempenho Físico Curto (SPPB), Indicador de fragilidade de Tilburg (TFI) e Gerontopole Frailty Screening Tool (GFST). O aumento dos biomarcadores PCR, TNF-alfa e IL-6 foi evidente, porém não se correlacionou com os testes funcionais, não tendo relação com índice de fragilidade e quedas em nenhum dos grupos.

Verghese e colaboradores (2011) desenvolveu um estudo com o objetivo de determinar a influência de marcadores inflamatórios, interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa, no desempenho e declínio da velocidade da marcha em idosos. Os níveis mais altos de interleucina-6 foram associados com velocidade de

marcha mais lenta (Verghese *et al.*, 2011). Quando correlacionados com idade, gênero, nível de educação, presença de comorbidades, uso de medicações, nível de atividade física e índice de massa corporal percebeu-se um aumento nos níveis basais de IL-6 sendo associado a um declínio de velocidade de marcha. Entretanto, o fator de necrose tumoral alfa não foi associado com a velocidade da marcha.

Neste estudo, o padrão locomotor será investigado por meio das variáveis largura e duração, comprimento e velocidade do passo. Na condição com obstáculo, o nível de dificuldade da tarefa locomotora será manipulado pelo nível de fragilidade do obstáculo. A partir destas análises dos parâmetros locomotores, será possível fazer inferências sobre o controle do equilíbrio dinâmico em idosos com histórico de quedas. Ainda, será possível identificar quais são as alterações no controle de movimentos em idosos com histórico de quedas e encaminhá-los para intervenções locomotoras com exercício físico e evitar o risco de quedas. Com base nestes pressupostos, surgem as seguintes questões de pesquisa: Existe influência entre os marcadores inflamatórios e os parâmetros locomotores durante a marcha com ultrapassagem de obstáculos em idosos com histórico de quedas? Ainda, esta relação depende do nível de dificuldade da tarefa locomotora?

Portanto, o objetivo geral do estudo é investigar a influência dos biomarcadores inflamatórios no comportamento locomotor de idosos na tarefa de marcha livre e durante a ultrapassagem de obstáculos com diferentes níveis de dificuldade e os níveis de biomarcadores inflamatórios em idosos com e sem histórico de quedas. Os objetivos específicos são: comparar os parâmetros espaço-temporais (comprimento, velocidade, duração e largura) na tarefa de marcha livre entre idosos com e sem histórico de queda. Na tarefa com ultrapassagem de obstáculos, comparar a distância horizontal, vertical pé-obstáculo antes e após a

ultrapassagem entre idosos com e sem histórico de quedas e entre as tarefas (obstáculo sólido e frágil). Comparar a máxima elevação do membro de suporte e membro de abordagem no momento de ultrapassagem do obstáculo. Além disso, comparar o comprimento, largura e velocidade do passo antes, durante e após a ultrapassagem de obstáculos entre idosos com e sem histórico de quedas e entre as tarefas (obstáculo sólido e frágil).

As hipóteses deste estudo são: 1) Espera-se que quanto maior os níveis de marcadores inflamatórios, maior será a alteração no padrão locomotor (aumento da duração e largura do passo, e diminuição da velocidade e do passo) na condição marcha livre e nas condições de marcha com obstáculos; 2) Para a tarefa com obstáculos, espera-se que quanto maior a dificuldade do obstáculo, menor será a distância horizontal pé-obstáculo antes e após a ultrapassagem e maior a distância vertical pé-obstáculo. Ainda, espera-se que isto seja mais evidenciado quando o fator queda for ajustado no modelo estatístico; 3) Finalmente, espera-se que os idosos com histórico de quedas apresentem maior nível de marcadores inflamatórios e as mais alterações locomotoras (maior largura, maior duração, menor comprimento e menor velocidade) do passo que idosos não caidores.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Participantes**

A amostra do estudo foi constituída por 22 idosos (idade entre 60 e 85 anos), sendo uma amostra de conveniência e recrutados dentro do Núcleo de Apoio a Saúde da Família e Programa Academia da Saúde (programas do Sistema Único de Saúde-SUS) e distribuídos em 2 grupos: 1) Idoso caidor (n=11) definido por meio do relato de pelo menos uma queda no último ano (CRUZ *et al*, 2011); 2)

Idosos sem histórico de quedas, os quais foram denominados de grupo controle (n=11). Frente ao cenário de pandemia e isolamento social, o recrutamento dos idosos foi feito por meio de divulgação em meios digitais e ligações telefônicas. Como critério de inclusão, os indivíduos apresentaram marcha independente sem utilização de dispositivos auxiliares de marcha (bengala/andador), funções cognitivas preservadas para compreensão da tarefa, ausência de doenças neurológicas e osteomusculares que os impossibilitasse de realizar a tarefa. Foi realizada uma anamnese (Anexo 1) para verificar o estado geral de saúde dos participantes e os critérios de inclusão. Ainda, foram aplicados dois questionários sobre índice de quedas em idosos: 1) Questionário de Quedas (Anexo 2) para investigar o número de quedas no último ano, local, como ocorreu e as circunstâncias das quedas; 2) FES-I (Anexo 3) para avaliar o medo de cair. A queda foi considerada como um evento involuntário e a mudança da posição do idoso para um nível inferior em relação à posição inicial (CRUZ *et al.*, 2011). A escala MiniBest (Anexo 4) foi aplicada para avaliação do equilíbrio e as funções cognitivas dos idosos foi mensurada por meio da escala MiniMental - Miniexame do Estado Mental (Anexo 5). Além disso, também foi aplicado o Questionário de Baecke (Anexo 6) para verificar o nível de atividade física dos idosos.

O presente 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) (Apêndice 1). 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.

## 2.2. Procedimentos Experimentais

As coletas de dados foram realizadas em dois momentos. No primeiro momento (avaliações clínicas e análise de marcha), as coletas 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 momento, a coleta de sangue foi realizada no Projeto Elsa do Centro de Ciências Fisiológicas da UFES e o processamento e análise das amostras sanguíneas no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Experimental (LAFIBE – CEFD/UFES). As medidas e ações contra a COVID-19 foram rigorosamente adotadas como medição da temperatura do participante antes de entrar no ambiente de avaliação através do termômetro digital infravermelho (ET05 Cosmovix), ambiente limpo, com circulação de ar e sem aglomeração de pessoas. Ainda, foi obrigatório o uso de máscara cobrindo completamente a boca e o nariz durante toda a avaliação, além de cuidados periódicos quanto à higienização das mãos e distância segura entre participante e experimentador de aproximadamente 2 metros. No primeiro momento, foi empregada uma anamnese aos participantes, para assegurar os critérios de inclusão/exclusão e o estado geral de saúde. O Questionário sobre Histórico de Quedas foi aplicado para investigar o número de quedas no último ano, local, como ocorreu e as circunstâncias da queda. Ainda, o FES-I foi utilizado para medir o medo de cair, pois engloba a participação social, descritas na literatura como a principal causa de quedas entre idosos (CAMARGOS *et al.*, 2010). Além disso, foi aplicada a escala MiniBest (MAIA *et al.*, 2013) para avaliação clínica do equilíbrio estático e dinâmico. Depois, as condições cognitivas dos idosos foram mensuradas por meio do Miniexame do Estado Mental (MiniMental) validado para a população brasileira (BRUCKI *et al.*, 2003). Como

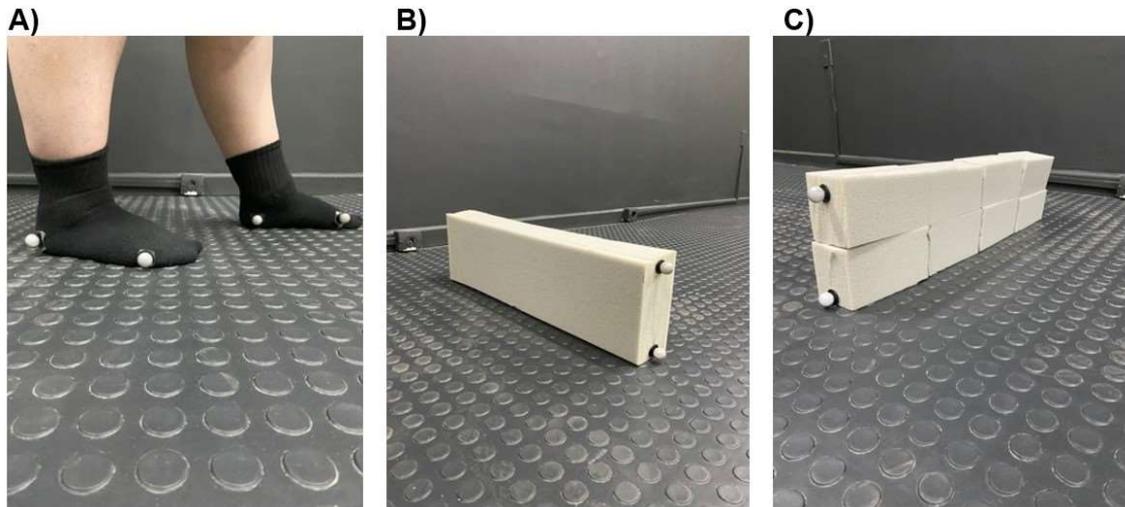
forma de ter controle sobre o nível de atividade física, foi aplicado o Questionário de Baecke versão modificada para idosos (VOORRIPS *et al.*, 1991). Este questionário abrange três áreas básicas: atividades diárias, atividades esportivas e atividades de lazer.

Na sequência, as medidas antropométricas [altura (centímetros) e massa corporal (kg)], bem como o Índice de Massa Corpórea (IMC) de todos os participantes foram mensurados. Para análise do padrão locomotor, os participantes utilizaram meias antiderrapantes pretas onde foram posicionados 04 marcadores passivos, feitos de esferas de isopor de 1,5 cm de diâmetro e recobertos com papel reflexivo, nos seguintes pontos anatômicos: para o membro inferior direito, no quinto metatarso e face lateral do calcâneo; e para o membro inferior esquerdo, no primeiro metatarso e face medial do calcâneo (Figura 1A). 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 (Figuras 1B, 1C).

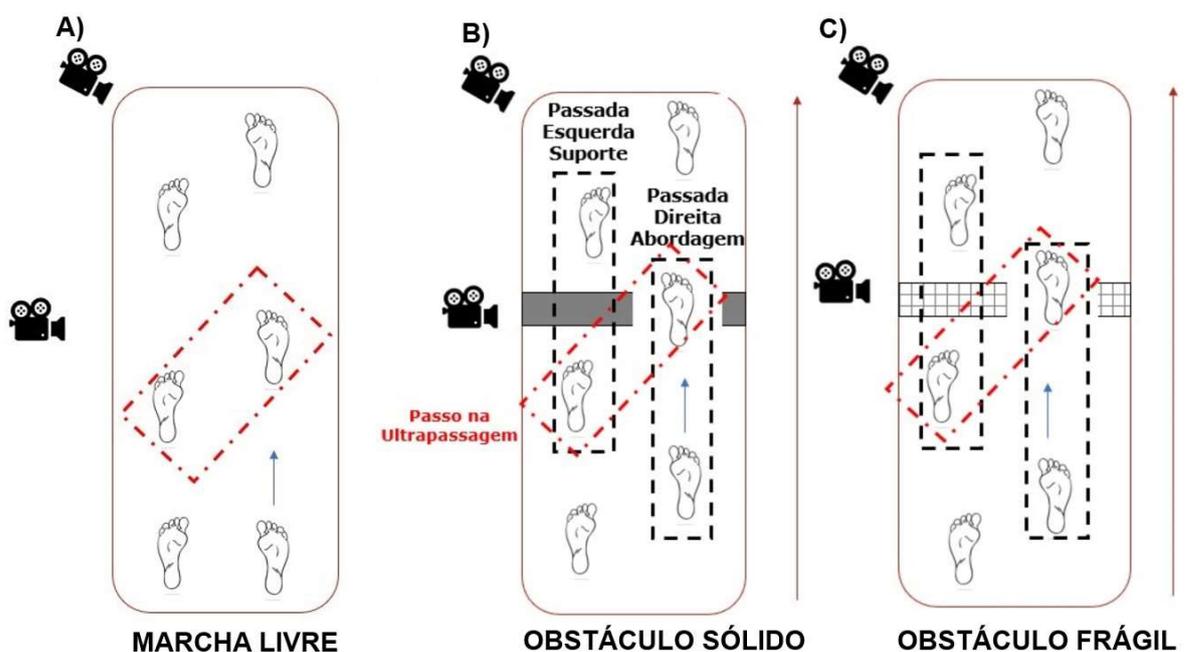
Os participantes foram convidados a percorrer uma passarela (tapete de borracha antiderrapante na cor preta) de 9 m de comprimento e 1,20 m de largura nas condições de marcha livre e nas condições com obstáculo com e sem percepção de fragilidade. Na condição de obstáculo, o obstáculo foi posicionado no meio do percurso a uma distância equivalente a quatro passos do ponto de início da tarefa. O ponto de início da locomoção foi ajustado pelo experimentador de forma a garantir a ultrapassagem do obstáculo confortavelmente com o membro inferior direito. A altura do obstáculo de 15 cm foi fixa para este estudo, esta escolha foi baseada no fato de que muitos obstáculos no ambiente não são dimensionados para o tamanho ou proporções do indivíduo (KRELL & PATLA,

2002). Ainda, para efeito de segurança, um avaliador acompanhou o participante durante a execução da tarefa em todas as tentativas. Antes do início da tarefa, o participante estava em pé, parado, com as falanges distais dos dedos sobre o ponto de início (fita adesiva no solo) e foi orientado pelo avaliador a iniciar o movimento com o membro inferior direito. Após o comando do pesquisador, o participante andou, na sua velocidade preferida, em direção ao obstáculo, ultrapassou e continuou andando até o final da passarela. Para o presente estudo, duas propriedades de obstáculos visualmente inferidas foram utilizadas, sendo determinadas: obstáculo sólido (OS) (Figura 1B), que foi confeccionado por uma única peça (estabilidade percebida), em contrapartida, o obstáculo frágil (OF) (Figura 1C), foi confeccionado com a mesma dimensão e forma do obstáculo sólido, porém com duas linhas e quatro colunas de blocos empilhados (instabilidade percebida). O obstáculo foi feito em espuma na cor cinza, com a finalidade de reduzir o risco de acidentes durante a realização da tarefa. Assim, foram realizadas 3 condições experimentais: 1) Marcha livre sem obstáculo (ML); 2) Marcha com obstáculo sólido (OS); 3) Marcha com obstáculo frágil (OF). Foram realizadas 3 tentativas para cada condição e foram totalmente randomizadas. Quando erros aconteceram (ex. ultrapassar com a perna esquerda ou derrubar a base do obstáculo), a tentativa foi 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. As características dos obstáculos, bem como o posicionamento dos marcadores nos pés dos participantes, são mostradas na Figura 1 e o desenho experimental do percurso pode ser visto na Figura 2.

**Figura 1** - Posicionamento dos marcadores reflexivos na face lateral do calcâneo, quinto metatarso, face medial do calcâneo e primeiro metatarso (A), Marcadores Reflexivos no obstáculo sólido (B) e no obstáculo frágil (C).



**Figura 2** – Desenho Experimental das condições de Marcha Livre (A), Obstáculo Sólido (B) e Obstáculo Frágil (C). O retângulo vermelho tracejado mostra os passos analisados durante a ultrapassagem do obstáculo. A passadas direita e esquerda representam o membro de abordagem e de suporte, respectivamente.



No segundo momento, foram coletadas 10 mL de amostra de sangue dos idosos 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 do biomarcador, Interleucina 6 (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 leitura 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. A análise do Biomarcador Proteína C Reativa (PCR), foi realizado a partir da amostra de sangue, através do método de Imunoturbidimetria, de acordo com as instruções do fabricante e podendo ficar classificadas em 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).

### **2.3. Equipamento**

Duas câmeras digitais (marca GoPro, modelo Hero7 Black) foram posicionadas de modo a visualizar todos os marcadores do pé do participante. Para maior reflexão e visualização dos marcadores, foram posicionados no chão, próximo ao comprimento da passarela, três refletores de LED luz branca com 10w

de potência e 800 lúmens (marca Inspire). Ainda, foi utilizado o controle remoto *Smart Remote* da marca GoPro que permitiu acionar o botão para iniciar “*rec*” e finalizar “*stop*” o registro da coleta de dados das duas câmeras de forma sincronizada. O procedimento videogramétrico foi realizado pelo sistema Dvideow (Digital Video for Biomechanics for Windows 32). As imagens capturadas foram armazenadas em arquivos no formato AVI (Audio Video Interleaved) para posterior processamento. Os registros foram feitos a 30 Hz (30 quadros por segundo) no modo campo de visão linear e resolução 1080. O tempo de aquisição foi correspondente a pelo menos dois contatos antes e após a ultrapassagem do obstáculo. Os procedimentos de calibração de câmeras, sincronização de registros, marcação dos quadros e reconstrução de coordenadas foi realizado no software Dvideow. 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 – Math Works, Inc.) e filtrados com um filtro do tipo passabaixa, Buttherworth.

## **2.4. Análise dos Dados da Marcha**

As coordenadas tridimensionais dos marcadores foram filtradas com atraso de fase zero, filtro digital de Buttherworth 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.

### **2.4.1. Variáveis Cinemáticas: Fase de aproximação**

As variáveis dependentes analisadas no passo anterior ao obstáculo, que se iniciou com o toque do calcanhar do pé direito no solo e terminou com o próximo toque do pé esquerdo antes de abordar o obstáculo, foram: comprimento (centímetros), largura (centímetros), duração (segundos), velocidade do passo (centímetros por segundo). Estas variáveis também foram coletadas nas tentativas sem obstáculo, possibilitando comparações entre as duas situações no sentido de verificar a ocorrência de ajustes em parâmetros espaciais e temporais denotando estratégias adaptativas entre as condições. Convencionou-se o membro inferior direito como membro de abordagem (MA) e o membro inferior esquerdo como membro de suporte (MS).

*Comprimento do passo antes da ultrapassagem:* foi calculado pela diferença absoluta entre as coordenadas do eixo x (horizontal no sentido anteroposterior do movimento) dos marcadores do calcâneo do pé direito e do pé esquerdo, expressa em centímetros (cm);

*Largura do passo antes da ultrapassagem:* foi calculada pela diferença absoluta entre as coordenadas do eixo y (horizontal no sentido médio-lateral do movimento) dos marcadores calcâneo do pé direito e do pé esquerdo, expressa em centímetros (cm);

*Duração do passo antes da ultrapassagem:* foi calculada pela diferença de quadros entre o contato do calcanhar dividido pela frequência de amostragem, expressa em segundos (s);

*Velocidade do passo antes da ultrapassagem:* foi calculada pela divisão do comprimento do passo pela duração do passo, expressa em cm/s.

*Distância horizontal pé-obstáculo antes da ultrapassagem (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 3A).

#### **2.4.2. Variáveis Cinemáticas: Fase de ultrapassagem**

As variáveis dependentes analisadas na passada completa durante a ultrapassagem do obstáculo, que 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, foram: comprimento, largura, duração e velocidade da passada.

*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);

*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);

*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);

*Velocidade da passada de ultrapassagem:* foi calculada pela divisão do comprimento do passo pela duração do passo, expressa em cm/s;

*Distância horizontal obstáculo-pé depois do obstáculo (DHOP):* a distância horizontal obstáculo-pé (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

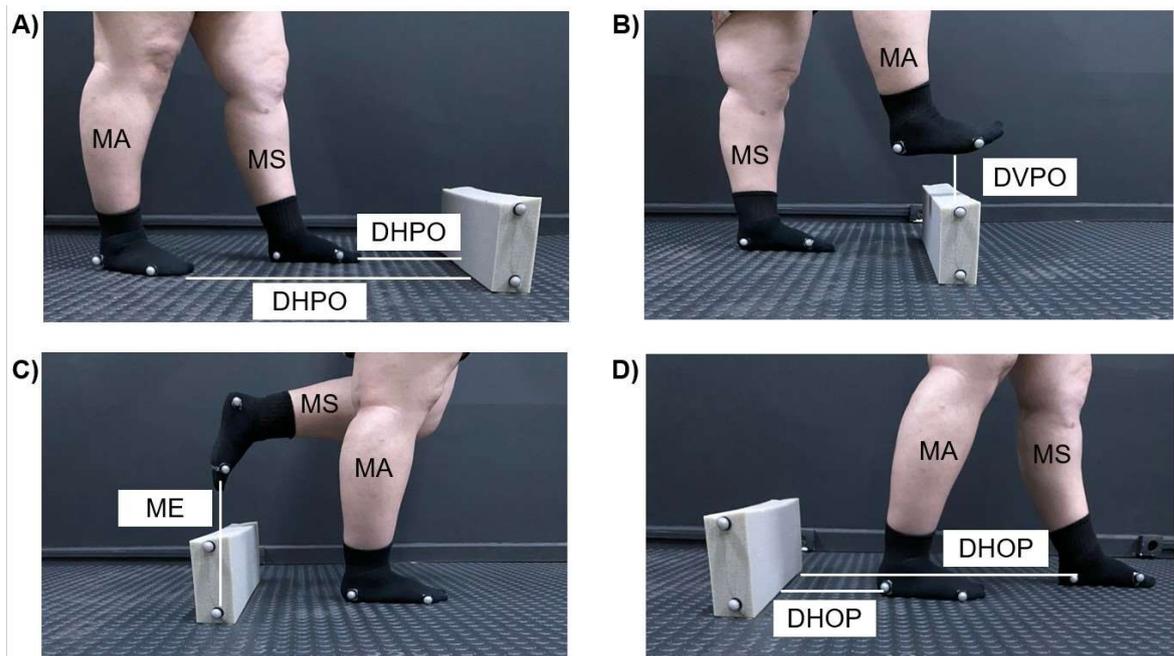
ultrapassagem, e o marcador do obstáculo; expressas em centímetros (cm) (Figura 3C e 3D).

*Máxima elevação do pé (ME)*: expressa a distância vertical entre o marcador do metatarso e a borda inferior do obstáculo, quando o pé estava sobre o obstáculo, expressa em centímetros (cm). (Figura 3C)

*Distância vertical pé obstáculo (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 3B)

As variáveis de distâncias horizontais antes e após o obstáculo, a máxima elevação do pé e a distância vertical pé-obstáculo foram calculadas para ambas os membros de abordagem (MA) e de suporte (MS), expressas em centímetros (cm).

**Figura 3** – 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 suporte (MS) e abordagem (MA).



## 2.5. Análise Estatística

Para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados foram empregados respectivamente, o teste de Shapiro Wilk e o teste de Levene. Em caso de diferença dos dados em relação a uma distribuição normal foi utilizada padronização por escore z para posterior análise paramétrica. (FIELD, 2009)

Testes t (amostras independentes) foram realizados para comparar idade, características antropométricas (altura e massa corporal), clínicas (pontuação das avaliações do Mini-Mental, MiniBESTest, Baecke e FES-I) entre os grupos (idosos com e sem histórico de quedas) e o níveis de IL-6 e PCR.

Análises de regressão linear múltiplas foram realizadas para investigar as influências dos marcadores inflamatórios sobre os parâmetros locomotores, na marcha livre e na ultrapassagem de obstáculos. Ainda, uma vez que a queda pode ser considerado uma variável confundidora no desempenho do comportamento motor, foram realizados 02 modelos para as análises de regressão: I) modelo sem ajuste; II) modelo ajustado pelo número de quedas. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

Considerando a possibilidade dos índices de glicemia e de colesterol (por se tratar de proteínas pró inflamatórias e de alta correlação com distúrbios crônicos) exerceram uma influência nos biomarcadores inflamatórios, foi realizada uma regressão linear para verificar uma possível relação entre os mesmos.

Para análise das tarefas da marcha, o valor médio das três tentativas de cada condição (marcha livre (ML), ultrapassagem obstáculo sólido (OS) e ultrapassagem obstáculo frágil (OF)) foi utilizada na análise estatística. Desta forma, seis MANOVAs two-way (grupo [caidor, não caidor], condições [OS, OF]) com medidas repetidas para o último fator foram realizadas para os seguintes conjuntos de

variáveis dependentes: (1) distância horizontal pé-obstáculo e distância horizontal obstáculo-pé para membro de abordagem (2) e distância vertical pé-obstáculo e Máxima Elevação para membro de abordagem (3) distância horizontal pé-obstáculo e distância horizontal obstáculo-pé para membro de suporte; (4) distância vertical pé-obstáculo e Máxima Elevação para membro de suporte; (5) comprimento, largura, velocidade e duração para a passada direita; (6) comprimento, largura, velocidade e duração para a passada esquerda. Duas MANOVAs two-way (grupo [caidor, não caidor], condições [OS, OF, ML]) com medidas repetidas para o último fator foram realizadas para os seguintes conjuntos de variáveis dependentes: (1) comprimento, largura, velocidade e duração para o passo no momento da ultrapassagem, (2) comprimento, largura, velocidade e duração para o passo antes da ultrapassagem. Quando MANOVAs e ANOVAs revelaram efeito principal e interação, apenas o efeito de interação foi descrito.

O software SPSS (versão 21) foi utilizado para todas as análises. Testes post-hoc com ajuste de Bonferroni foram realizados para os efeitos principais e interações. O nível de significância adotado em todas as análises foi  $p \leq 0,05$ .

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1. Características Clínicas**

Participaram deste estudo 22 idosos, compostos por 03 do sexo masculino e 19 do sexo feminino, distribuídos em dois grupos: 11 caidores (C) e 11 não caidores (NC). A coleta ocorreu em um momento crítico da Pandemia de COVID-19, onde 04 idosos apresentaram receio de se dirigirem à UFES, sobretudo para fazer as coletas sanguíneas, promovendo uma perda amostral nas análises sanguíneas.

No presente documento são apresentados, portanto, os dados de análises sanguíneas dos 18 idosos e análise da marcha de 22 idosos com e sem histórico de quedas. A Tabela 1 apresenta as características clínicas dos idosos com e sem histórico de quedas e os respectivos testes estatísticos. Esta tabela apresenta os valores de média e desvio padrão para Testes Clínicos (Baecke, MiniBest, MiniMental, FES-I, Número de quedas) e os Biomarcadores Inflamatórios Interleucina 6 e PCR. O Teste t não revelou diferença entre os grupos para as seguintes variáveis: Idade ( $t_{1-17}=-0,022$ ,  $p=0,98$ ), Massa Corporal ( $t_{1-17}=1,014$ ,  $p=0,32$ ), Estatura Corporal ( $t_{1-17}=0,178$ ,  $p=0,86$ ), Mini-Mental ( $t_{1-17}=1,296$ ,  $p=0,21$ ) e Nível de Atividade Física ( $t_{1-17}=0,606$ ,  $p=0,55$ ). O teste t revelou efeito para o MiniBest ( $t_{1-17}=-5,31$ ,  $p\leq 0,001$ ). Os idosos caidores apresentaram um pior desempenho no equilíbrio quando comparado com os idosos não-caidores (Caidor:  $17,67 \pm 3,50$  pts | Não Caidor:  $25,7 \pm 3,09$  pts). O Teste t também revelou efeito para as variáveis FES-I ( $t_{1-17}=4,995$ ,  $p\leq 0,001$ ), com idosos caidores apresentando maior medo de cair quando comparado com os idosos não-caidores (Caidor:  $31,67 \pm 6,56$  pts | Não Caidor:  $19,9 \pm 3,38$  pts). Finalmente, o teste t revelou efeito para IL-6 ( $t_{1-13} = -2,47$ ,  $p=0,015$ ), mas não para a PCR, ( $t_{1-13}=-0,30$ ,  $p=0,899$ ). O grupo caidor apresentou valores maiores da Interleucina-6 quando comparado com o grupo não-caidor, que detecta um quadro inflamatório (Caidor:  $32,4 \pm 6,24$  | Não Caidor:  $26,9 \pm 7,93$ ).

**Tabela 1** - Caracterização da Amostra, com valores de média e desvio padrão para testes clínicos e biomarcadores inflamatórios

Variáveis Clínicas	Caidor	Não Caidor	Teste t (amostras independentes)
Idade (anos)	69,4 (6,06)	69,5 (4,84)	t <sub>1-17</sub> = -0,02, p=0,98
Estatura Corporal (cm)	161,4 (5,17)	160,9 (7,72)	t <sub>1-17</sub> = 0,18, p=0,86
Massa Corporal (kg)	71,12 (11,32)	66,25 (9,63)	t <sub>1-17</sub> = 1,0, p=0,32
Baecke (pontos)	6,09 (6,66)	4,582 (3,95)	t <sub>1-17</sub> = 0,6, p=0,55
MiniBest (pontos)	17,67 (3,50)	25,7 (3,09)	t <sub>1-17</sub> = -5,3, p≤0,001*
MiniMental (pontos)	27,33 (1,80)	26,1 (2,28)	t <sub>1-17</sub> = 1,3, p=0,21
FES-I (pontos)	31,67 (6,56)	19,9 (3,38)	t <sub>1-17</sub> = 4,5, p≤0,001*
Número de Quedas	0,78 (0,83)	0 (0,00)	t <sub>1-17</sub> = 2,9, p≤0,001*
Interleucina -6 (pg/mL)	32,4 (6,24)	26,4 (7,93)	t <sub>1-17</sub> = -2,5, p=0,015
Proteína C – reativa (mg/L)	2,20 (0,90)	1,85 (1,5)	t <sub>1-17</sub> = 0,3, p=0,90

**Legenda:** cm = centímetros; Kg = quilogramas; pg/mL = picograma/mililitros; mg/mL = miligramas/mililitros; \*p≤0,05.

As comorbidades relatadas pelos pacientes eram confirmadas diante da apresentação de receitas médicas com a prescrição das medicações. Alguns indivíduos do grupo Caidores, fazia uso de mais de uma medicação anti-hipertensiva, assim como uso associado de Antiglicemiantes e Antilipemiantes.

A análise de regressão para avaliar a influência dos índices de colesterol e glicemia nos biomarcadores inflamatórios não apresentou significância, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2** - Resultados da análise de regressão linear múltipla entre Colesterol e Glicose e os biomarcadores.

		Colesterol			Glicose		
		R <sup>2</sup>	β	p	R <sup>2</sup>	β	p
Biomarcadores	PCR	0,09	0,38	0,14	0,09	-0,33	0,19
	IL-6	-0,08	-0,22	0,41	-0,08	0,11	0,67

**Legenda:** PCR (Proteína C reativa), IL-6 (Interleucina 6), β (Coeficiente da Regressão padronizado), R<sup>2</sup> (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); \*p (p≤ 0,05)

### 3.2. Relação entre os biomarcadores e as variáveis do padrão locomotor

Para a análise dos dados, foi realizada uma Análise de Regressão Linear entre os dados dos Biomarcadores e as Variáveis do Padrão Locomotor, colocando o fator queda como variável confundidora. A Tabela 3 apresenta os valores estatísticos desta análise.

**Tabela 3** - Resultados da análise de regressão linear múltipla entre as variáveis PCR e IL-6 com as variáveis das tarefas da marcha com obstáculos, colocando o fator queda como variável confundidora.

		Biomarcadores											
		PCR						IL6					
		Com ajuste			Sem ajuste			Com ajuste			Sem ajuste		
		<i>R</i> <sup>2</sup>	$\beta$	<i>p</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	$\beta$	<i>p</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	$\beta$	<i>p</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	$\beta$	<i>p</i>
Variável	Condição												
Marcha	Obstáculo												
<b>DHPO (MA)</b>	<b>frágil</b>	0,91	0,97	<b>0,02</b>	0,04	-0,49	0,45	0,22	-0,70	0,30	0,13	4,63	0,15
<b>DHPO (MA)</b>	<b>sólido</b>	0,31	0,73	0,26	0,02	-0,52	0,58	0,88	0,88	<b>0,03</b>	0,05	4,15	0,40
<b>Largura (Passada Esquerda)</b>	<b>sólido</b>	0,31	-0,73	0,26	0,17	-7,63	0,09	0,88	0,96	<b>0,03</b>	0,001	-2,56	0,92
<b>Máx. Elevação (MS)</b>	<b>frágil</b>	0,27	-0,71	0,28	0,03	-3,95	0,45	0,91	0,97	<b>0,02</b>	0,001	-0,57	0,98
<b>Máx. Elevação (MS)</b>	<b>sólido</b>	0,31	-0,73	0,26	0,07	-4,40	0,30	0,9	0,96	<b>0,03</b>	0,001	-0,74	0,97
<b>Máx. Elevação (MA)</b>	<b>frágil</b>	0,21	-0,69	0,30	0,03	-3,65	0,49	0,94	0,98	<b>0,01</b>	0,009	-9,87	0,72

**Legenda:** PCR (Proteína C reativa), IL-6 (Interleucina 6),  $\beta$  (Coeficiente da Regressão padronizado), *R*<sup>2</sup> (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão), *p* (*p* ≤ 0,05), **DHPO:** Distância Horizontal Pé Obstáculo; **MA:** Membro de Abordagem; **MS:** Membro de Suporte

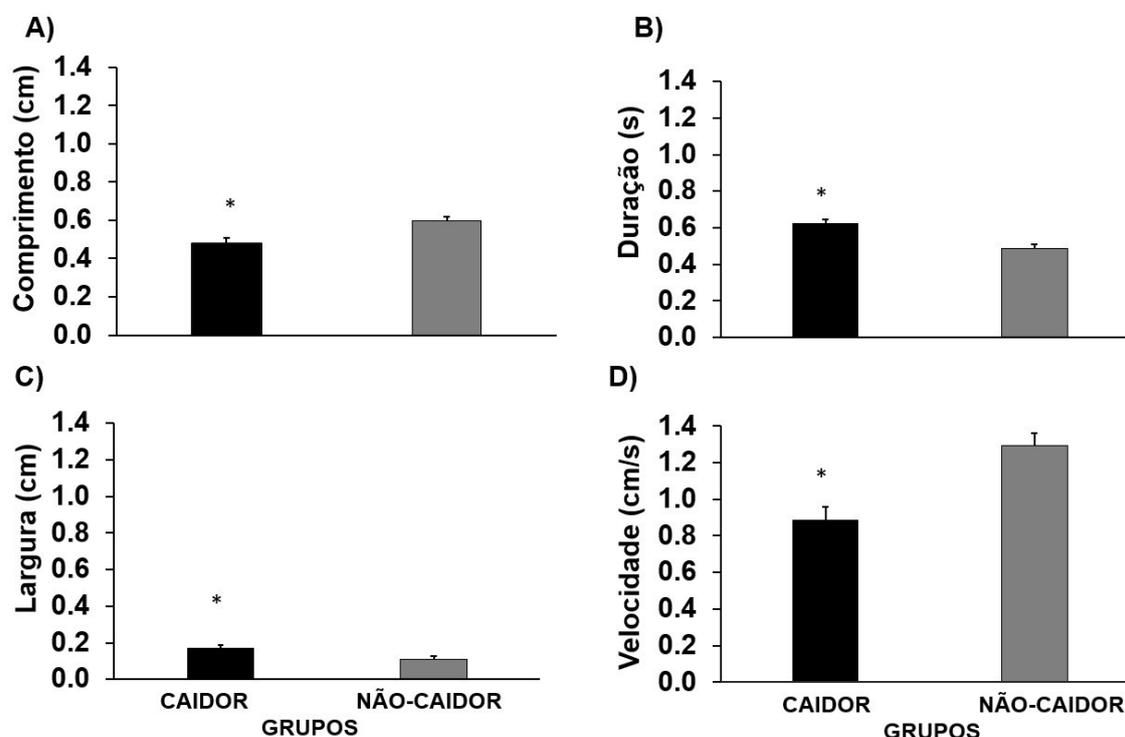
A análise de regressão mostrou que a Proteína C Reativa tem influência na variável Distância Horizontal Pé Obstáculo para membro de abordagem, apenas para a condição de obstáculo frágil. Já para a variável Interleucina 6, a análise de regressão apresentou influência nas seguintes variáveis: 1) distância horizontal pé-obstáculo (membro de abordagem) para obstáculo sólido, 2) duração da passada (membro de suporte) na condição obstáculo sólido, 3) máxima elevação do pé para ultrapassagem de obstáculos sólido e frágil (membro de suporte) e 4) máxima elevação do pé para ultrapassagem de obstáculo frágil para membro de abordagem.

### **3.3 Análise dos Parâmetros Espaço-temporais em função do aumento do nível de dificuldade da tarefa para o passo antes da ultrapassagem.**

A MANOVA tendo como fatores grupo e condição revelou efeito para grupo (Wilk's Lambda = 0,403;  $F_{4,16} = 5,93$ ,  $p \leq 0,001$ ) e condição (Wilk's Lambda = 0,126;  $F_{8,12} = 10,37$ ,  $p \leq 0,001$ ). Para grupo, as análises univariadas apresentaram efeito para todas as variáveis: comprimento ( $F_{1,19}=9,108$ ,  $p=0,007$ ), largura ( $F_{1,19}=4,816$ ,  $p=0,041$ ), duração ( $F_{1,19}=18,729$ ,  $p \leq 0,001$ ) e velocidade ( $F_{1,19}=18,836$ ,  $p \leq 0,001$ ). Para condição, as Análises Univariadas revelaram efeito para variáveis largura ( $F_{2,38} = 18,71$ ,  $p \leq 0,001$ ), duração ( $F_{2,38} = 40,70$ ,  $p \leq 0,001$ ) e velocidade ( $F_{2,38} = 13,61$ ,  $p \leq 0,001$ ).

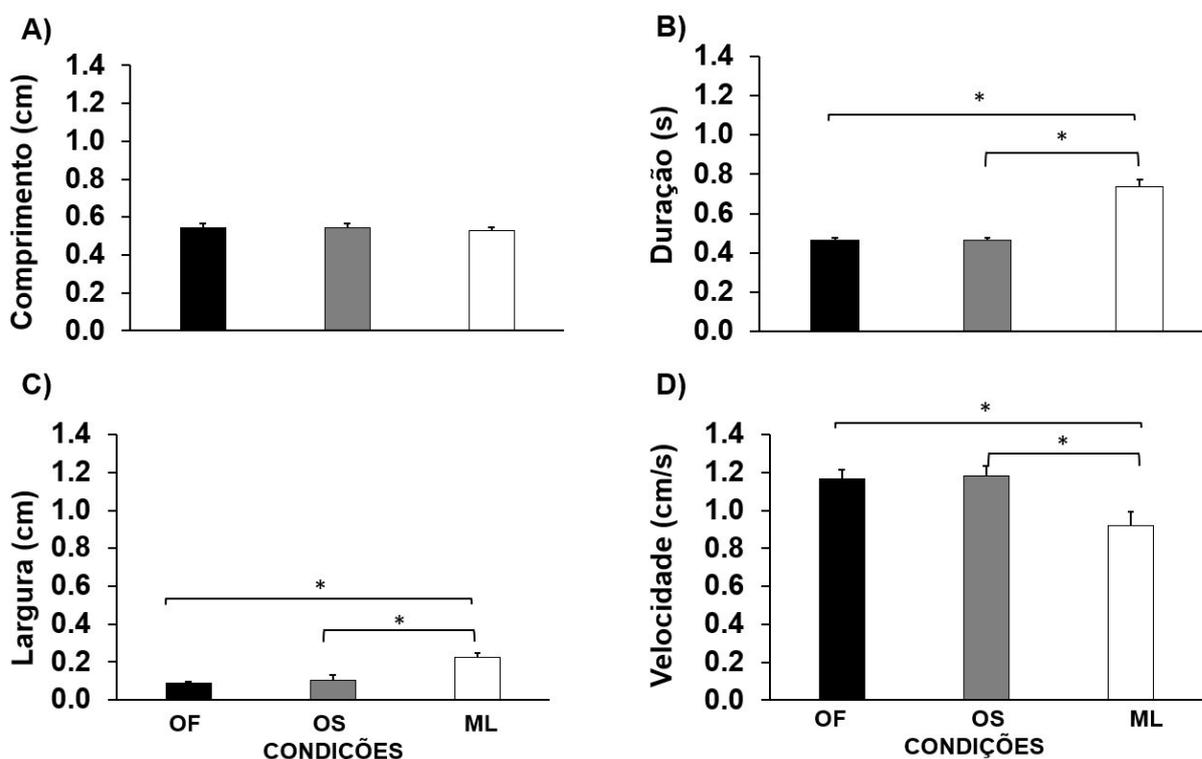
Para efeito grupo, os testes de *post hoc* mostraram que o comprimento do passo foi menor para o grupo caidor (0,480 cm) que o grupo não-caidor (0,595 cm) ( $p=0,007$ ) (Figura 4A). A duração do passo foi maior para o grupo caidor (0,622 s) quando comparado com o grupo não caidor (0,487s;  $p \leq 0,001$ ) (Figura 4B). O grupo caidor (0,168 cm) apresentou maior largura do passo que não caidor (0,110 cm) ( $p=0,41$ ) (Figura 4C). A velocidade do passo foi menor para o grupo caidor (0,888 cm/s) que o grupo não caidor (1,294 cm/s;  $p \leq 0,001$ ) (Figura 4D).

**Figura 4** – Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) para os grupos caidores e não caidores antes da ultrapassagem de obstáculos.



O teste de post hoc não apresentou diferença no comprimento do passo entre as condições analisadas (Figura 5A). Na análise da duração do passo, as condições de obstáculos frágil e sólido tiveram menor duração que a condição marcha livre (SF=0,465 s | SS=0,465 s | ML=0,734 s) ( $p \leq 0,001$ ) (Figura 5B). Quando analisado a largura, as condições de obstáculo frágil e obstáculo sólido, tiveram passos mais estreitos que a condição marcha livre (OF=0,087 cm | OS=0,103 cm | ML=0,227 cm) ( $p \leq 0,001$ ) (Figura 5C). Por fim, a condição obstáculo sólido apresentou velocidade maior que nas condições obstáculo frágil e marcha livre (SS=1,184 cm/s | SF=1,167 cm/s | ML=0,923 cm/s) ( $p = 0,005$ ) (Figura 5D).

**Figura 5** – Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais, comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) nas condições de obstáculo sólido (OS), obstáculo frágil (OF) e marcha livre (ML).



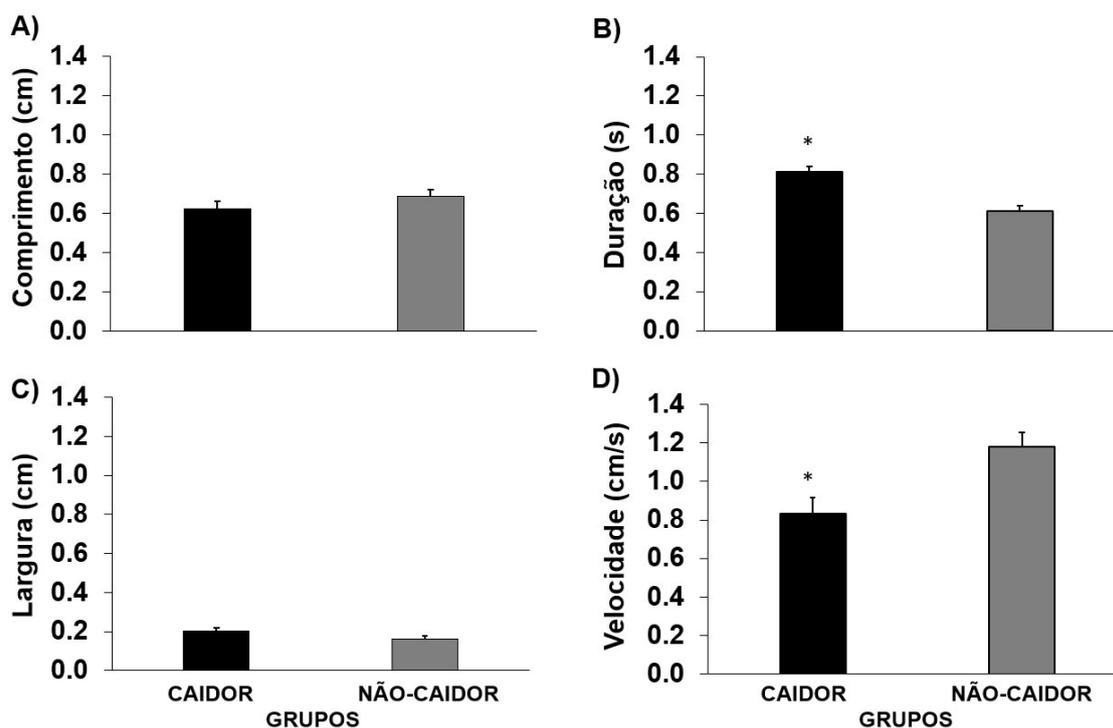
### 3.4 Análise dos Parâmetros Espaço-temporais em função do aumento do nível de dificuldade da tarefa para o passo durante a ultrapassagem.

A MANOVA apontou efeito de grupo (Wilk's Lambda=0,375;  $F_{4,16} = 6,67$ ,  $p=0,002$ ), condição (Wilk's Lambda=0,075;  $F_{8,12} = 18,48$ ,  $p \leq 0,001$ ) e interação grupo e condição (Wilk's Lambda=0,293;  $F_{8,12} = 3,62$ ,  $p=0,022$ ).

As análises univariadas indicaram efeito de grupo para as variáveis duração ( $F_{4,16}=30,21$ ,  $p \leq 0,001$ ) e velocidade ( $F_{4,16}=9,74$ ,  $p=0,006$ ) do passo. Desta forma, testes post hoc mostraram que os idosos caidores apresentaram maior duração (0,812 s) (Figura 6B) e menor velocidade do passo (0,835 cm/s) (Figura 6D) que o

grupo não-caidor (duração = 0,612 s e velocidade = 1,18 cm/s) ( $p \leq 0,001$  e  $p = 0,006$ ).

**Figura 6** – Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) para os grupos caidores e não caidores durante a ultrapassagem de obstáculos.



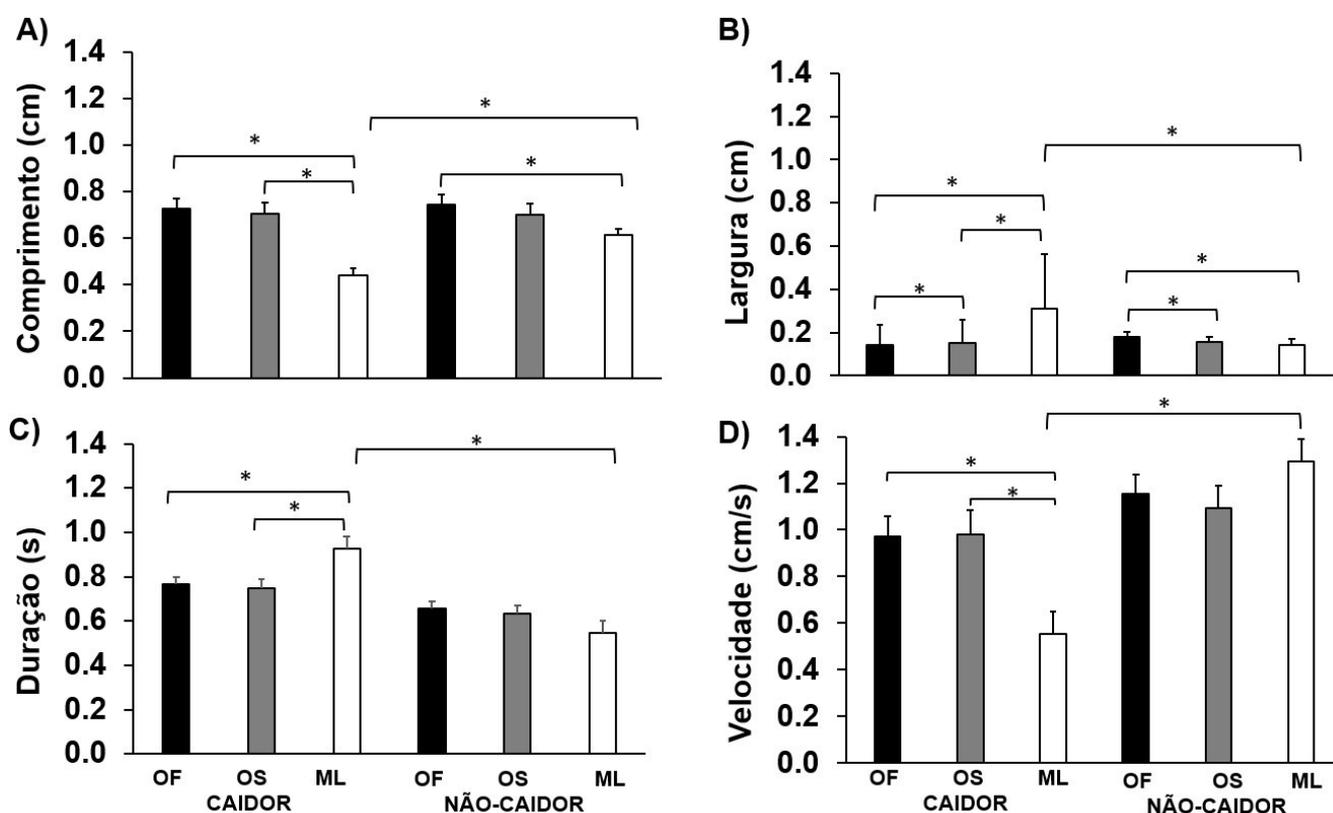
Em relação a interação, as análises univariadas indicaram efeito para as seguintes variáveis: comprimento ( $F_{2,38}=9,52$ ,  $p=0,001$ ), largura ( $F_{2,38}=11,45$ ,  $p \leq 0,001$ ), duração ( $F_{2,38}=6,45$ ,  $p=0,017$ ) e velocidade do passo ( $F_{2,38}=14,98$ ,  $p \leq 0,001$ ).

Para o grupo caidor, testes post hoc mostraram comprimento do passo foi maior nas condições OF (0,724cm) e OS (0,705cm) quando comparado com a marcha livre (0,612cm) ( $p \leq 0,001$ ) (Figura 7A). Ainda, testes post hoc mostraram maior largura do passo na condição de marcha livre (0,311 cm) quando comparado com as condições OS (0,153 cm) e OF (0,144 cm) (Figura 7B) ( $p \leq 0,001$ ). Os idosos

caidores apresentaram maior duração na condição ML (0,924 s) quando comparado com as condições OF (0,765 s) e OS (0,748 s) ( $p \leq 0,001$ ) (Figura 7C). Por fim, os idosos caidores apresentaram maior velocidade nas condições OS (0,982 cm/s) e OF (0,970 cm/s) quando comparado com a marcha livre (0,552 cm/s) ( $p \leq 0,001$ ) (Figura 7D).

Entretanto, para o grupo não caidor, o comprimento do passo foi maior apenas na condição OF (0,742 cm) comparado a ML (0,612 cm) ( $p \leq 0,001$ ) (Figura 7A). Em relação a largura do passo, o grupo não caidor apresentou maior valor na condição OF (0,180 cm) quando comparado com as condições OS (0,157 cm) e ML (0,144 cm) ( $p \leq 0,001$ ) (Figura 7B).

**Figura 7** – Média e desvio padrão dos parâmetros espaço-temporais comprimento (A), Duração (B), Largura (C) e Velocidade (D) para os grupos caidores e não caidores nas condições de obstáculo sólido (OS), frágil (OF) e marcha livre (ML).



### **3.5 Análise das Variáveis Cinemáticas na fase de aproximação: Distância Horizontal Pé-Obstáculo (DHPO), Distância Horizontal Obstáculo-Pé (DHOP) para o membro de abordagem.**

A MANOVA tendo como fatores grupo e condição para o membro de abordagem revelou efeito para grupo (Wilk's Lambda = 0,644;  $F_{2,18} = 4,97$ ,  $p = 0,019$ ). Para grupo, as análises univariadas apresentaram efeito apenas para a variável DHOP ( $F_{1,19} = 5,881$ ,  $p = 0,025$ ).

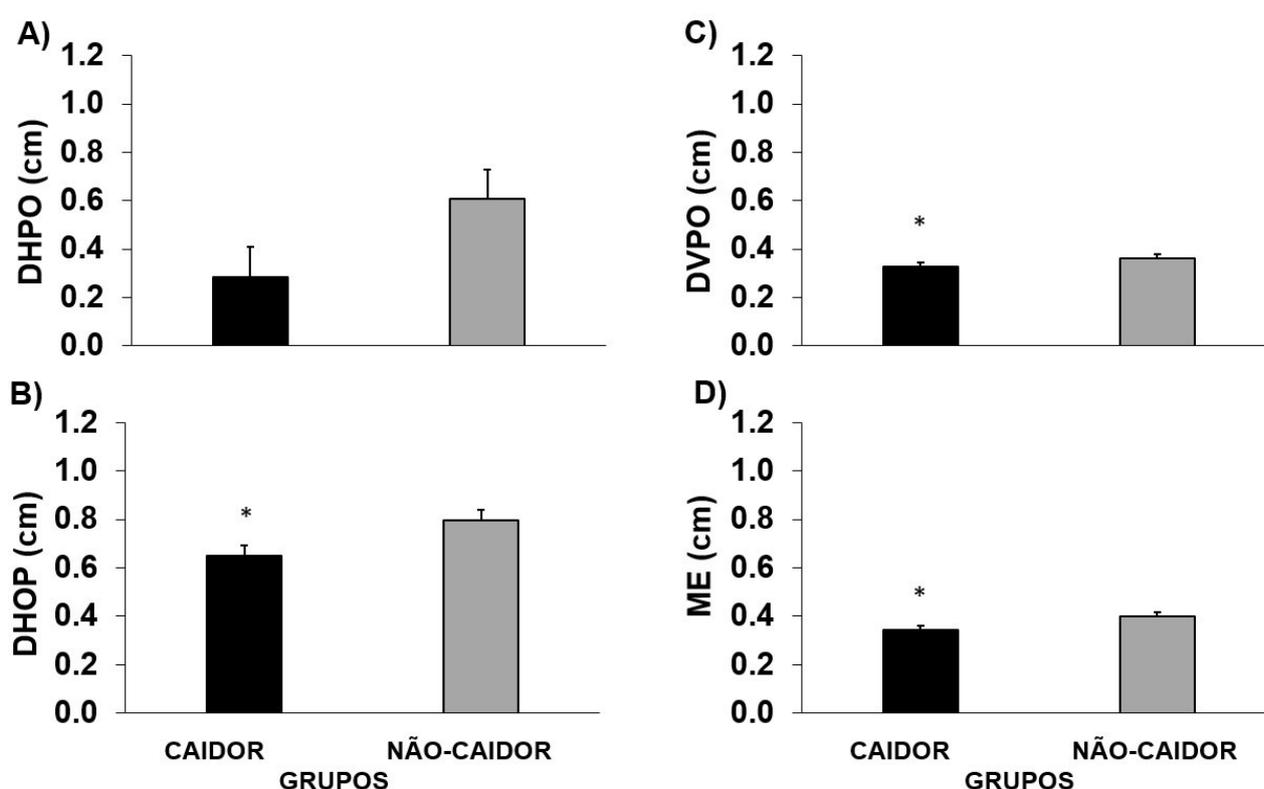
Os testes de *post hoc* mostraram que a distância horizontal obstáculo-pé (DHOP) foi menor para o grupo caidor do que para o grupo não-caidor (C = 0,651 cm | NC = 0,798 cm) ( $p = 0,025$ ) (Figura 8B).

### **3.6 Análise das Variáveis Cinemáticas na fase de ultrapassagem: Distância Vertical Pé-Obstáculo (DVPO) e Máxima elevação do pé (ME) para o membro de abordagem.**

A MANOVA tendo como fatores grupo e condição para o membro de abordagem revelou efeito para grupo (Wilk's Lambda = 0,721;  $F_{2,18} = 3,48$ ,  $p = 0,050$ ) para as variáveis DVPO E ME. Para grupo, as análises univariadas apresentaram efeito para as variáveis: DVPO ( $F_{1,19} = 4,404$ ,  $p = 0,049$ ) e ME ( $F_{1,19} = 6,119$ ,  $p = 0,023$ ).

Os testes de *post hoc* mostraram que o grupo caidor apresentou menor DVPO (C = 0,329 cm | NC = 0,363 cm) ( $p = 0,011$ ) e ME (C = 0,343 cm | NC = 0,402 cm) ( $p = 0,017$ ) quando comparado com o grupo não caidor, respectivamente (Figura 8C e 8D).

**Figura 8** – Gráfico com as médias e desvios padrão, das variáveis cinemáticas Distância Horizontal Pé-Obstáculo (DHPO) (8A), Distância Horizontal Obstáculo-Pé (DHOP) (8B), Distância Vertical Pé-Obstáculo (DVPO) (8C) e Máxima Elevação (ME) (8D) para os grupos caidores e não caidores durante a ultrapassagem de obstáculos.



#### 4 DISCUSSÃO

O estudo teve como objetivo geral investigar a influência dos biomarcadores inflamatórios no comportamento locomotor de idosos na marcha livre e durante a ultrapassagem de obstáculos com diferentes níveis de dificuldade em idosos com e sem histórico de quedas.

O grupo de idosos participantes do estudo, apresentavam-se semelhantes quanto as características clínicas e antropométricas, como altura, massa corporal e

estatura. Vale ressaltar, que como a amostra foi de conveniência, essa semelhança em tais características, só ficou evidente quando feita a análise estatística. O nível cognitivo e o nível de atividade física também foram semelhantes entre os grupos, garantindo aos idosos tivessem realmente autonomia e capacidade física para a realização de todas as etapas da coleta de dados.

Os idosos caidores apresentaram um pior desempenho no equilíbrio (estático e dinâmico) quando comparado aos idosos não-caidores, bem como um maior escore para o FES-I. O fato de ter uma ou mais ocorrências de quedas, já favorece para que os idosos sejam mais cautelosos na execução da marcha (SOTORIVA et al., 2013). Algumas comorbidades (hipertensão, dislipidemia e diabetes) relatadas pelos indivíduos, não influenciaram no perfil de caracterização das amostras, podendo então classificar os idosos da amostra em um processo de envelhecimento saudável.

Quanto aos valores de Interleucina-6 (IL-6) e Proteína C Reativa (PCR) nos grupos, esperava-se que os idosos, tivessem um aumento mais significativo, porém apenas a IL-6 teve significância estatística para os idosos caidores. O evento queda pode ser capaz de influenciar os padrões inflamatórios dos indivíduos, pois causa um estresse oxidativo que interfere diretamente na resposta muscular e diminuição de aptidão funcional (Zembron-Lacny et al (2021). Quanto maior o número de quedas, maior os níveis dessas proteínas inflamatórias, sobretudo se proporcionar consequências como déficits funcionais permanentes, declínios cognitivos ou algum tipo de dependência funcional nesse idoso caidor. Nos estudos conduzidos por Verghese et al (2017), Amorim et al (2018) e Zembron-Lacny et al (2021), não identificaram os biomarcadores Interleucina-6 e Proteína C Reativa como preditores

de quedas em 1 ou 2 anos, porém mostram que a presença deles favorece muito nos mecanismos de declínio muscular.

Porém, a não significância estatística do PCR deve-se aos idosos da amostra (com e sem histórico de quedas) não apresentarem no momento da coleta dos dados, nenhum processo de inflamação agudo, pois a PCR é uma precursora da IL-6 na cascata de inflamação e ambas caracterizam indivíduos com envelhecimento saudável (FLYNN *et al*, 2018). 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 de um processo de inflamação, do que indicadora do tempo que esse processo começou. (SEBASTIANI *et al*, 2017).

A discussão será dividida em três tópicos sendo o primeiro abordando a influência dos biomarcadores nos parâmetros da marcha; o segundo tópico descrevendo as alterações dos padrões de marcha dos idosos com e sem histórico de queda na presença dos obstáculos e o terceiro as limitações encontradas no estudo.

#### **4.1. Influência dos Biomarcadores Inflamatórios nos parâmetros da marcha**

Dentre as hipóteses desse estudo, esperava-se que quanto maior os níveis de biomarcadores inflamatórios, maior a alteração no padrão locomotor nas condições de marcha livre e marcha com obstáculos, porém as proteínas inflamatórias não apresentaram significância nos parâmetros da marcha livre para nenhum dos grupos estudados. Tal evento deve-se pela marcha livre se comportar, para os idosos caidores, como uma atividade motora mais simples, ou seja, sem necessidade de estratégias adaptativas complexas (SOTORIVA *et al*, 2013; KWON *et al*, 2018; SKIADOPOULOS *et al*, 2020). Vale ressaltar que ambos os grupos não

tenham nenhuma alteração prévia na marcha, não usavam nenhum dispositivo auxiliar de marcha e nem estavam sob nenhuma processo inflamatório agudo.

Já na marcha com obstáculos as proteínas inflamatórias apresentaram influência, sobretudo a Interleucina 6. A Proteína C Reativa mostrou influência apenas para a variável de aproximação Distância Horizontal Pé Obstáculo do membro de abordagem apenas no obstáculo frágil, ou seja, colocar o pé mais próximo do obstáculo com mais fragilidade, apesar de visualmente ser mais segura, aumenta o nível de inflamação, sendo uma estratégia de ultrapassagem com mais risco.

A Interleucina 6 mostrou influência em mais variáveis. Na presença do obstáculo sólido, a IL-6 apresentou influência na duração da passada para o membro de abordagem, ou seja, a passada com maior duração, apesar de ser uma estratégia do padrão locomotor no envelhecimento, mostra-se como mais arriscada e com maior potencial inflamatório. Na variável máxima elevação do pé para membro de suporte, tanto para obstáculo frágil quanto obstáculo sólido a IL-6 apresentou-se com maior valor, nos levando a inferir que quanto mais complexa a tarefa, maior a elevação do pé e maior o potencial inflamatório da atividade. Ainda na ultrapassagem de obstáculo frágil, observou-se que a máxima elevação do pé de abordagem também sofreu influência da IL-6, ou seja, na tarefa com componente mais difícil, essa proteína inflamatória influenciou mais nas estratégias adaptativas.

Do ponto de vista clínico, mostra-se como uma boa alternativa utilizar as proteínas inflamatórias como uma avaliação preditiva sobre a evolução do padrão locomotor na marcha de idosos, ainda que não tenham nenhum histórico de quedas. Fica claro que a associação com testes clínicos, sobretudo os de avaliação

de equilíbrio, como o MiniBest, possa complementar a avaliação, diagnóstico e prognóstico do indivíduo. Ainda que se tenha o viés do esquecimento do evento queda, com a utilização das proteínas inflamatórias, pode-se saber se esse idoso já teve algum evento de queda ou ainda se tem potencial para cair. No estudo, quanto maior o nível dos biomarcadores, sobretudo da IL-6, maior o risco para quedas, sendo que nos idosos caidores, esse fato se torna ainda mais real devido as alterações também nos testes clínicos (idosos caidores apresentaram resultados ruins em comparação com os idosos sem histórico de queda na avaliação de equilíbrio e no medo de cair).

Os valores dos biomarcadores inflamatórios podem também estar associados ao nível de dificuldade da tarefa, visto que os idosos caidores na tarefa mais difícil (ultrapassagem de obstáculo frágil, tanto para membro de suporte quanto membro de abordagem) apresentaram maior padrão inflamatório que os não caidores, na variável mais difícil que a máxima elevação do pé no momento da ultrapassagem. Segundo Muir e colaboradores (2020) é justamente essa aproximação que favorece a queda, pois quanto mais próximo o membro de abordagem estiver do obstáculo, maior terá que ser a distância vertical do mesmo, levando ao desequilíbrio do membro de suporte além do maior contato do membro de abordagem com o obstáculo.

#### **4.2. Alterações dos padrões de marcha dos idosos com e sem histórico de queda na presença dos obstáculos**

No que diz respeito as alterações no padrão locomotor presente no processo de envelhecimento, os idosos do estudo apresentaram essas alterações, sobretudo os que já tinham um histórico de queda. O grupo caidor apresentou alterações em todos os parâmetros do passo (maior comprimento, maior duração, maior largura e

menor velocidade) favorecendo situações desafiadoras, podendo até facilitar desequilíbrios e quedas, devido à instabilidade proporcionada pelo conjunto de adaptações locomotoras (KWON *et al*, 2018).

Já na análise entre as condições do obstáculo, ainda antes da ultrapassagem, o comprimento do passo não sofreu alteração, quaisquer que sejam os obstáculos, mostrando que, para os grupos analisados, o comprimento do passo pode não ser determinante no desempenho locomotor, e sim a distância horizontal do pé de suporte ao obstáculo, visto que é esse membro que evita oscilações desfavoráveis.

Apenas a velocidade do passo na tarefa de ultrapassagem de obstáculo sólido, mostrou-se maior que nas demais condições, consolidando a estratégia conservadora na ultrapassagem para idosos com histórico de quedas. Raffegeau *et al* (2019) verificou que os idosos utilizaram a estratégia do aumento de velocidade para evitar o contato com o mesmo durante a tarefa de ultrapassagem.

Além disso, Yun e Park (2022) mostraram que em busca pela estabilidade postural em uma tarefa complexa o idoso tende aumentar o tempo de apoio antes de ultrapassar o obstáculo, porém não foi influenciado pelo nível de complexidade da tarefa. Porém no nosso estudo, quando as variáveis do passo (comprimento, largura, duração e velocidade) foram analisadas juntamente com as condições dos obstáculos e entre os grupos caidores e não caidores, foi apresentada uma interação mostrando que o grupo caidor tem mais dificuldade na execução das tarefas, sobretudo com o aumento de desafio do obstáculo.

Os idosos caidores, na condição de marcha livre apresentaram maior largura e maior duração do passo do que nas condições com obstáculos; porém, os idosos

não caidores, apresentaram a mesma alteração (maior largura e maior duração de passo), apenas nas condições com obstáculos. Isso demonstra que os idosos caidores já apresentam modificação na marcha livre, ainda na ausência do obstáculo e com o incremento de condições com características mais difíceis, na tentativa de preservar a estabilidade e de manter maior tempo de contato com o solo (YAMAGATA *et al*, 2021).

O fato do grupo caidor apresentar menor DHOP, DVPO e ME para membro de abordagem mostra que o risco de queda é maior visto que as estratégias de controle antecipatório esperados como ajustes de postura, aumento na largura de passos de ultrapassagem e elevação do pé para evitar o obstáculo foram falhos apesar de não levarem nenhum dos participantes a queda durante as coletas. Observando tais fatos pelos olhos da relevância clínica, mostra que os idosos com histórico de quedas, falham na escolha da sua estratégia de evitação de contato com o obstáculo, o que pode favorecer novas quedas, sobretudo quanto maior a complexidade da tarefa como andar em ruas com declives, obstáculos inesperados ou ainda, contatos inesperados com outras pessoas. Vale ressaltar que os idosos do estudo eram ativos e saudáveis, ou seja, cumpriam suas funções sociais e de autocuidado sem dificuldade, porém, relatavam ter mais medo de cair ou até mesmo evitavam algumas atividades, como andar em lugares mais cheios ou caminharem carregando algum tipo de bolsa.

#### **4.3. Limitações do estudo**

O estudo apresentou como uma das principais limitações a captação e coleta de dados, visto que ocorreu durante o auge da pandemia de Covid, 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 no número de indivíduos analisados promovendo um número pequeno de análise.

Outros fatores que devem ser ressaltados, é o fato de a ultrapassagem do obstáculo ser sempre com o membro direito, além de não levar em consideração o fato da variabilidade do andar do indivíduo o que pode contribuir para a fadiga do indivíduo durante a coleta. O fator fadiga e variabilidade do andar não foram analisados nesse estudo.

## **5 CONCLUSÃO**

Conclui-se que os marcadores inflamatórios influenciam nos parâmetros locomotores durante a marcha com obstáculo de idosos quando o fator queda foi ajustado no modelo, sobretudo quando são submetidos a obstáculos com maior potencial de fragilidade. A utilização dos biomarcadores inflamatórios como método avaliativo pode ofertar um diagnóstico clínico mais assertivo e evitar a ocorrência de quedas nos idosos, antes mesmo de algum declínio estrutural ou queixa de variação no padrão locomotor.

As alterações na marcha ficam evidentes em idosos que já apresentam histórico de queda ainda na marcha livre, com os mesmos apresentando maior largura e duração do passo, condições que associadas a obstáculos pode acrescentar ainda mais risco a essa atividade. Os idosos não caidores só apresentaram as mesmas alterações, nas condições de maior fragilidade do obstáculo, quando comparadas a marcha livre. A associação diagnóstica de testes clínicos e exames laboratoriais para traçar perfil inflamatório dos idosos pode ser

uma boa estratégia preventiva e de acompanhamento dos declínios estruturais, funcionais e metabólicos inerentes ao envelhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, Roberta *et al.* Padrão de marcha, prevalência de quedas e medo de cair em idosas ativas e sedentárias. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, ano 2017, v. 23, n. 1, p. 26- 30, 17 out. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1517-869220172301155494>. Acesso em: 8 dez. 2021.

ALBERRO, Ainhoa *et al.* Inflammaging markers characteristic of advanced age show similar levels with frailty and dependency. **Scientific Reports**, Spain, ano 2021, v. 11, n. 1, p. 21-26, 23 fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83991-7>. Acesso em: 8 dez. 2021.

AMORIM, Juleimar Soares Coelho de *et al.* Inflammatory markers and occurrence of falls: Bambuí Cohort Study of Aging. **Revista de Saúde Pública [online]**. 2019, v. 53, 35. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2019053000855>. Acesso 9 Dezembro 2021.

BAYLIS, Daniel *et al.* Understanding how we age: insights into inflammaging. **Longev Healthspan**, Reino Unido, ano 2013, v. 2, n. 1, p. 2-8, 2 maio 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2046-2395-2-8>. Acesso 9 Dezembro 2021.

BIANCHI, Adriane *et al.* Marcha no processo de envelhecimento: Alterações, avaliação e treinamento. **Revista Uningá**, Maringá, ano 2015, v. 45, n. 1, p. 15-27, 1 set. 2015. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/view/1232>. Acesso em: 08 dez. 2021.

BRITTON, Gabrielle B. *et al.* Inflammatory Biomarkers, Depressive Symptoms and Falls Among the elderly in Panama. **Current Aging Science**. 2019;11(4):236-241. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1874609812666190215125104>. Acesso em: 02 jan. 2023

BRUCKI, Sonia *et al.* Sugestões para o uso do minixame do estado mental no Brasil. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, São Paulo, v. 61, n. 3, p. 777-781, 12 nov. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2003000500014>. Acesso em: 8 dez. 2021.

CAMARGOS, Flávia F. O. *et al.* Adaptação transcultural e avaliação das propriedades psicométricas da Falls Efficacy Scale - International em idosos Brasileiros (FES-I-BRASIL). **Brazilian Journal of Physical Therapy [online]**. 2010, v. 14, n. 3, pp. 237-243. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/51413-35552010000300010>. Acesso em: 8.dez.2021.

CHEHUEN, José Antonio *et al.* Percepção sobre queda e exposição de idosos a fatores de risco domiciliares. **Ciência & Saúde Coletiva [online]**. 2018, v. 23, n. 4, pp. 1097-1104. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018234.09252016>. Acesso em: 3 Ago. 2022.

CRUZ, Danielle *et al.* Prevalência de quedas e fatores associados em idosos. **Revista de Saúde Pública**, [S. l.], ano 2011, v. 46, n. 1, p. 138-146, 20 dez. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102011005000087>. Acesso em: 8 dez. 2021.

DUARTE, Gisele Patricia *et al.* Relação de quedas em idosos e os componentes de fragilidade\*\*Trata-se de um artigo original, resultado da tese de doutorado do Departamento de Medicina Social, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ano de defesa: 2016. **Revista Brasileira de Epidemiologia [online]**. 2018, v. 21, n. Suppl 02, e180017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720180017.supl.2>. Acesso em: 7.mar. 2022

FALSARELLA, Gláucia Regina *et al.* Quedas: conceitos, frequências e aplicações à assistência ao idoso. Revisão da literatura. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia [online]**. 2014, v. 17, n. 4 , pp. 897-910. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2014.13064>. Acesso em: 3. Ago. 2022.

FIELD, Andy. Descobrimo a estatística usando o SPSS. 2. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009. 1-684 p. v. 1. ISBN 978-85-363-2018-2.

FLYNN, M.G. *et al.* Elevated Inflammatory Status and Increased Risk of Chronic Disease in Chronological Aging: Inflamm-aging or Inflamm-inactivity? **Aging and disease**. 2018, 10(1), 147–156. Disponível em: <https://doi.org/10.14336/AD.2018.0326>. Acesso em 7. Mar. 2022.

FRANCESCHI, Claudio *et al.* The Continuum of Aging and Age-Related Diseases: Common Mechanisms but Different Rates. **Front. Med**. 2018, v.5, :61. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00061>. Acesso em 7.Mar. 2022.

GALNA, Brook *et al.* Obstacle crossing deficits in older adults: A systematic review. **Gait Posture**, Australia, ano 2009, v. 30, n. 2, p. 270-275, 30 out. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.05.022>. Acesso em: 9 dez. 2021.

IBGE. **Sidra: Banco de Tabelas Estatísticas**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/8407#resultado> Acesso em: março de 2022.

KULKARNI, Ashwini *et al.* Step length synergy is weaker in older adults during obstacle crossing. **J Biomech**, United States, 2021, v. 118, p. 03-11, 3 fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110311>. Acesso em: 9 dez. 2021.

KUNIMUNE, Sho; OKADA, Shuichi. The effects of object height and visual information on the control of obstacles crossing during locomotion in healthy older adults. **Gait Posture**, Japao, ano 2017, v. 55, n. 1, p. 126-130, 13 abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.016>. Acesso em: 9 dez. 2021.

KRELL, Jason; PATLA, Aftab. The influence of multiple obstacles in the travel path on avoidance strategy. **Gait Posture**, Canada, ano 2002, v. 16, p. 15-19, 16 ago.

2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00194-1](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00194-1). Acesso em: 9 dez. 2021.

KWON, Moon-Seok *et al.* Comparison of gait patterns in elderly fallers and non-fallers. *Technol Health Care, Coreia*, ano 2018, v. 26, p. 427-436, 29 maio 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/THC-174736>. Acesso em: 9 dez. 2021.

LENARDT, Maria Helena *et al.* Gait speed and incidence of falls in the long-lived elderly. **REME – Rev Min Enferm.** 2019, 23:e-1190. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1415-2762.20190038>. Acesso em 07 mar 2021.

MAIA, Angélica C *et al.* 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.** 2013 May-June; 17(3):195-217. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000085>. Acesso em 07 mar 2021.

MARINHO, Maria De Fátima Duarte *et al.* Mobilidade de idosos caidores e não caidores. **Anais III CONBRACIS.** Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/41189>. Acesso em: 06/06/2022.

MARTINS, Haviley de Oliveira *et al.* Postural control and the fear of falling in frail elderly and the role of a falls prevention program. **Acta Fisiátr. [Internet]**. 9 de agosto de 2016, 23(3):113-9. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20160022>. Acesso em: 6 jun 2022.

MILAN-MATTOS, J.C *et al.* Effects of natural aging and gender on pro-inflammatory markers. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v. 52, n. 9, p. 1-10, 25 jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1414-431X20198392>. Acesso em: 9 dez. 2021.

MUIR, B.C. *et al.* Gait characteristics during inadvertent obstacle contacts in young, middle-aged and older adults. **Gait Posture USA**, ano 2020, v. 77, p. 100-104, 23 mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.01.020>. Acesso em: 9 dez. 2021.

Organização Mundial da Saúde - OMS. **Secretaria de Estado da Saúde.** Relatório global da OMS sobre prevenção de quedas na velhice. São Paulo: OMS, 2010. 64. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio\\_prevencao\\_quedas\\_velhice.pdf](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_prevencao_quedas_velhice.pdf). Acesso em: 07 Mar 2021.

RAFFEGEAU, Tiphonie E. *et al.* Older women take shorter steps during backwards walking and obstacle crossing. **Experimental Gerontology**. 2019 Jul 15;122:60-66. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.04.011>. Acesso em 08 Mar 2021.

RAFFEGEAU, Tiphonie E. *et al.* Changes to margins of stability from walking to obstacle crossing in older adults while walking fast and with a dual task.

**Experimental Gerontology**. 2022 May; v.161:111710. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111710>. Acesso em: 12 Abr 2022.

RINALDUZZI, Steno et al. Balance dysfunction in Parkinson's disease. **BioMed research international**, ano 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2015/434683>. Acesso em: 31 Jan 2022.

RONTHAL, Michael. Gait Disorders and Falls in the Elderly. **Med Clin North Am, USA**, ano 2019, v. 103, n. 2, p. 203-213, 20 dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.10.010>. Acesso em: 9 Dez 2021.

ROSE, J; GAMBLE, J.G. **Marcha: Teoria e Prática da Locomoção Humana. Série Physio**. Fisioterapia Prática. Trad. Eliane Ferreira. 3 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2007.

SANTOS, Paulo Ferreira dos, *et al.* Range of motion of ankle and the simultaneous tasks paradigm during gait in the community-dwelling elderly. **Motricidade [online]**. 2016, vol. 12, n.4, pp. 24-32. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.6063/motricidade.7428>. Acesso em: 9 Dez 2021.

SEBASTIANI, Paola *et al.* Biomarker signatures of aging. **Aging cell**, 2017, v. 16, n. 2, pp. 329–338. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/accel.12557>. Acesso em 9 dez 2021.

SHUMWAY-COOK, A; WOOLLACOTT, MH. **Controle Motor: Teoria e aplicações práticas**. 2ª ed. Barueri: Manole, 2003.

SILVEIRA, Filipe José da, *et al.* 2020. Internações e custos hospitalares por quedas em idosos brasileiros. **Scientia Médica Porto Alegre**, v. 30, p.1, jan.-dez.2020 e36751. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.15448/1980-6108.2020.1.35751>. Acesso em: 9 dez 2021.

SKIADOPOULOS, Andreas *et al.* Step width variability as a discriminator of age-related gait changes. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, [online]**, v. 17, p. 2-13, 5 mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00671-9>. Acesso em: 9 dez. 2021.

SOTORIVA, Joaneta *et al.* Alterações nos parâmetros cinéticos e cinemáticos da marcha decorrentes do envelhecimento. **DO CORPO: Ciências e Arte**, Caxias do Sul, v. 1, n. 3, p. 1-8, 1 mar. 2013. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/docorpo/article/view/2913>. Acesso em: 9 dez. 2021.

TONET, Audrey *et al.* Imunossenescência: a relação entre leucócitos, citocinas e doenças crônicas. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol, [online]**, 2008, 11(2): 259-273. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2008.110210>. Acesso em: 9 dez. 2021.

TORRES, Karen Cecilia Leticia, *et al.* Immunosenescence. **Geriatrics Gerontology and Aging**. 2011;5:163-169. Disponível em:

<https://cdn.publisher.gn1.link/ggaging.com/pdf/v5n3a08.pdf>. Acesso em 9 dez. 2021.

VERGHESE, Joe *et al.* Inflammatory Markers and Gait Speed Decline in Older Adults. **The Journals of Gerontology: Series A**. v.66A, n. 10, p. 1083-1089, October 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/gerona/glr099>. Acesso em: 7 Mar 2022.

VITÓRIA. **Secretaria Municipal de Saúde de Vitória/Boletins Epidemiológicos 2022**. Internação e mortalidade por quedas acidentais em idosos residentes no município de Vitória/ES. Vitória, 2022.

VOORRIPS, Laura E *et al.* A physical activity questionnaire for the elderly. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 23(8):p 974-979, August 1991. Disponível em: [https://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1991/08000/A\\_physical\\_activity\\_questionnaire\\_for\\_the\\_elderly.15.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1991/08000/A_physical_activity_questionnaire_for_the_elderly.15.aspx). Acesso em: 07 Mar 2021

XIA, Shijin *et al.* An Update on Inflamm-Aging: Mechanisms, Prevention, and Treatment. **J Immuno Res**, [online], p. 1-12, 14 jul. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2016/8426874>. Acesso em: 9 dez. 2021.

YAMAGATA, Momoko *et al.* Relation between frontal plane center of mass position stability and foot elevation during obstacle crossing. **J Biomech**, [online], p. 110-119, 12 jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110219>. Acesso em: 9 dez. 2021.

ZEMBRON-LACNY, Agnieszka *et al.* The Relation of Inflammaging With Skeletal Muscle Properties in Elderly Men. **Am J Mens Health**. 2019 Mar-Apr;13(2):1557988319841934. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1557988319841934>. Acesso em: 07 Mar 2021.

**ANEXO 01: ANAMNESE**

Nome: \_\_\_\_\_

Data da Coleta: \_\_/\_\_/\_\_

1) 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? \_\_\_\_\_

2) Utiliza algum dispositivo auxiliar para caminhar?

( )S ( )N Se sim, qual? \_\_\_\_\_

3) Possui alguns destes problemas de saúde ou agravos?

( ) Nenhum ( ) HAS ( ) Epilepsia/Convulsões ( ) Neuropatias

( ) Artrite ( ) Diabetes ( ) Doença de Parkinson ( ) AVE

( ) Osteoporose ( ) Outra: \_\_\_\_\_

4) Você já teve alguma doença ou sofreu qualquer lesão que tenha afetado o seu equilíbrio?

( )S ( )N Se sim, qual doença ou lesão? \_\_\_\_\_

5) Quantos medicamentos você ingere diariamente?

\_\_\_\_\_

6) Faz automedicação? ( )S ( )N

Se sim, Qual(is)? \_\_\_\_\_

7) Esteve hospitalizado no último ano? ( )S ( )N

Se sim, quanto tempo? \_\_\_\_\_

Qual o motivo da internação? \_\_\_\_\_

8) Como você descreve a sua saúde hoje?

**(1) Insatisfeito (2) Muito pouco satisfeito (3) Pouco satisfeito**

**(4) Mais ou menos satisfeito (5) Muito satisfeito**

**(6) MUITÍSSIMO satisfeito**

**9) Tem medo ou preocupação em cair? (Faça um círculo em torno do número correspondente)**

**(1) Não (2) Um pouco (3) Moderadamente (4) Muito**

**(5) Extremamente**

## ANEXO 2. QUESTIONÁRIO SOBRE O HISTÓRICO DE QUEDAS

Nome: \_\_\_\_\_

Data da Coleta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**1) Quantas quedas nos últimos 6 meses?** ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) + de 3

Se não, pular para questão 12

Se sim, quando a última queda ocorreu?

\_\_\_\_\_

**2) Em que período do dia a última queda ocorreu?**

( ) Manhã ( ) Tarde ( ) Noite ( ) NS

**3) Em que local a última queda ocorreu?**

\_\_\_\_\_

**4) Que movimento realizava no momento dessa queda?**

( ) Andava ( ) Levantava ( ) Sentava ( ) Inclina ( ) Virava ( ) Outro:

\_\_\_\_\_

**5) Qual calçado usava no momento dessa queda?**

\_\_\_\_\_

**6) Como essa queda ocorreu?** ( ) Desequilíbrio ( ) Os joelhos falsearam

( ) Sentiu-se tonto ( ) Sentiu-se fraco subitamente ( ) Esbarrou em  
alguém/alguém coisa ( ) Outro:

\_\_\_\_\_

**7) 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

**8) No instante da queda, estava usando:** ( ) Óculos ( ) Aparelho auditivo

( ) Bengala/muleta ( ) NS

**9) Houve alguma lesão como consequência dessa queda?** ( ) S ( ) N ( ) NS

Se sim, que tipo de lesão? ( ) Fratura ( ) Luxação ( ) Trauma craniano ( )  
Escoriação ( ) Contusão ( ) Corte ( ) Outra:

\_\_\_\_\_

**10) Houve perda da consciência?** ( ) S ( ) N ( ) NS

**11) Houve necessidade de procurar um médico ou serviço de emergência em um hospital?** ( ) S ( ) N

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

**13) Você deixou de fazer alguma atividade devido ao medo de cair?**

muitas  algumas  nenhuma

**14) 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) Andar pela casa:
- b) Subir escada:
- c) Descer escada:
- d) Inclinar o corpo para pegar um objeto no chão:

**15) Apresenta queixa de desequilíbrio:**  sim  não

**16) Qual é a sua percepção sobre a qualidade do seu equilíbrio?**

excelente  boa  razoável  ruim

### ANEXO 03: ESCALA DE EFICÁCIA DE QUEDAS (FES-I)

#### Escala de eficácia de quedas – Internacional – Brasil (FES-I-Brasil)

Agora nós gostaríamos de fazer algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você normalmente faz a atividade. Se você atualmente não faz a atividade (por ex. alguém vai às compras para você), responda de maneira a mostrar como você se sentiria em relação a quedas se você tivesse que fazer essa atividade. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o quadradinho que mais se aproxima de sua opinião sobre o quão preocupado você fica com a possibilidade de cair, se você fizesse esta atividade.

	Nem um pouco preocupado	Um pouco preocupado	Muito preocupado	Extremamente preocupado
	1	2	3	4
1. Limpando a casa (ex: passar pano, aspirar ou tirar a poeira)	1	2	3	4
2. Vestindo ou tirando a roupa	1	2	3	4
3. Preparando refeições simples	1	2	3	4
4. Tomando banho	1	2	3	4
5. Indo às compras	1	2	3	4
6. Sentando ou levantando de uma cadeira	1	2	3	4
7. Subindo ou descendo escadas	1	2	3	4
8. Caminhando pela vizinhança	1	2	3	4
9. Pegando algo acima de sua cabeça ou do chão	1	2	3	4
10. Indo atender o telefone antes que pare de tocar	1	2	3	4
11. Andando sobre superfície escorregadia (ex: chão molhado)	1	2	3	4
12. Visitando um amigo ou parente	1	2	3	4
13. Andando em lugares cheios de gente	1	2	3	4
14. Caminhando sobre superfície irregular (com pedras, esburacada)	1	2	3	4
15. Subindo ou descendo uma ladeira	1	2	3	4
16. Indo a uma atividade social (ex: ato religioso, reunião de família ou encontro no clube)	1	2	3	4

## ANEXO 04: MINIBEST

Nome \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### **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: Calcanares 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

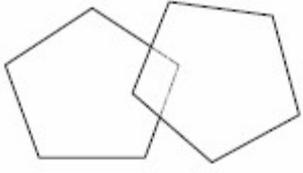
**ANEXO 05: MINIEXAME DO ESTADO MENTAL (MINI MENTAL)**

Nome \_\_\_\_\_

Data da Coleta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Analfabeto ( ) Sim ( ) Não

<b>AValiação</b>	<b>NOTA</b>	<b>VALOR</b>
<b>ORIENTAÇÃO TEMPORAL</b>		
. Que dia é hoje?		1
. Em que mês estamos?		1
. Em que ano estamos?		1
. Em que dia da semana estamos?		1
. Qual a hora aproximada? (considere a variação de mais ou menos uma hora)		1
<b>ORIENTAÇÃO ESPACIAL</b>		
. Em que local nós estamos?		1
. Qual é o nome deste lugar?		1
. Em que cidade estamos?		1
. Em que estado estamos?		1
. Em que país estamos?		1
<b>MEMÓRIA IMEDIATA</b>		
Eu vou dizer três palavras e você irá repeti-las a seguir, preste atenção, pois depois você terá que repeti-las. (dê 1 ponto para cada palavra). Use palavras não relacionadas.		3
<b>ATENÇÃO E CÁLCULO</b>		
5 séries de subtrações de 7 (100-7, 93-7, 86-7, 79-7, 72-7, 65).  (Considere 1 ponto para cada resultado correto. Se houver erro, corrija-o e prossiga. Considere correto se o examinado		5

espontaneamente se autocorriger).		
Ou: Soletrar a palavra mundo ao contrário		
<b>EVOCAÇÃO</b>		
Pergunte quais as três palavras que o sujeito acabara de repetir (1 ponto para cada palavra)		3
<b>NOMEAÇÃO</b>		
Peça para o sujeito nomear dois objetos mostrados (1 ponto para cada objeto)		2
<b>REPETIÇÃO</b>		
Preste atenção: vou lhe dizer uma frase e quero que você repita depois de mim: Nem aqui, nem ali, nem lá. (considere somente se a repetição for perfeita)		1
<b>COMANDO</b>		
Pegue este papel com a mão direita (1 ponto), dobre-o ao meio (1 ponto) e coloque-o no chão (1 ponto).  (Se o sujeito pedir ajuda no meio da tarefa não dê dicas)		3
<b>LEITURA</b>		
Mostre a frase escrita: FECHÉ OS OLHOS. E peça para o indivíduo fazer o que está sendo mandado. (Não auxilie se pedir ajuda ou se só ler a frase sem realizar o comando)		1
<b>FRASE ESCRITA</b>		
Peça ao indivíduo para escrever uma frase. (Se não compreender o significado, ajude com: alguma frase que tenha começo, meio e fim; alguma coisa que aconteceu hoje; alguma coisa que queira dizer. Para a correção não são considerados erros gramaticais ou ortográficos)		1

<b>CÓPIA DO DESENHO</b>	
<p>Mostre o modelo e peça para fazer o melhor possível. Considere apenas se houver 2 pentágonos interseccionados (10 ângulos) formando uma figura de quatro lados ou com dois ângulos.</p> 	1
<b>TOTAL</b>	

**AVALIAÇÃO**    do    **escore**    **obtido**    **TOTAL**    **DE**    **PONTOS**    **OBTIDOS**

---

**ANEXO 06: QUESTIONÁRIO MODIFICADO DE BAECKE PARA IDOSOS**

Nome \_\_\_\_\_

Data da Coleta: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

**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?**

( ) Sim ( ) Não

**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?**

( ) Sim ( ) Não

**Atividade 1:**

Nome: \_\_\_\_\_

Intensidade: \_\_\_\_\_ Horas por semana: \_\_\_\_\_

Quantos meses por ano: \_\_\_\_\_

**Atividade 2:**

Nome: \_\_\_\_\_

Intensidade: \_\_\_\_\_ Horas por semana: \_\_\_\_\_

Quantos meses por ano: \_\_\_\_\_

**Atividade 3:**

Nome: \_\_\_\_\_

Intensidade: \_\_\_\_\_ Horas por semana: \_\_\_\_\_

Quantos meses por ano: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa científica intitulada **“Análise do padrão locomotor e de biomarcadores inflamatórios como estratégias de diagnóstico e prevenção de quedas na população idosa do Espírito Santo”** que será desenvolvida nos Módulos do Serviço de Orientação ao Exercício e no Laboratório de Força e Condicionamento (LAFEC) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo (CEFD/UFES), sob a responsabilidade da professora Natalia Madalena Rinaldi.

#### **Justificativa**

O número de quedas é alto na população idosa e Vitória/ES é a capital que apresenta o maior índice destes episódios. Um outro fator que chama atenção à este contexto é o gasto no SUS com o número de hospitalizações destes idosos em decorrência destas quedas. Uma forma de evitar estes episódios de quedas é fazer um diagnóstico com análise da marcha durante a ultrapassagem de obstáculo, situação em que ocorrem as quedas. Assim com este diagnóstico será possível detectar as alterações nos parâmetros locomotores dos idosos que estão em risco de quedas em situações desafiadoras, como por exemplo, ultrapassar um obstáculo. Além disso, uma outra análise diagnóstica que deve ser realizada é a avaliação dos biomarcadores inflamatórios (análise de sangue) nestes idosos com episódios de quedas para compreender as alterações sistêmicas provocadas por esta perda do equilíbrio estático e dinâmico.

#### **Objetivos**

- Avaliar o padrão locomotor (andar) durante a ultrapassagem de obstáculos em idosos com e sem histórico de quedas;
- Realizar uma análise do sangue em idosos com e sem histórico de quedas;
- Encaminhar os idosos com histórico de quedas para realibitação motora dentro dos programas do SUS (Núcleo de Apoio à Saúde da Família e Programa Academia da Saúde);
- Desenvolver uma cartilha com orientações sobre cuidados e estratégias motoras que podem ser adotadas por estes idosos para também reduzir o histórico de quedas com melhora da qualidade de vida.

#### **Procedimentos**

As avaliações serão realizadas na respectiva sequência: 1) Entrevista clínica: o senhor (a) irá responder algumas questões sobre seu estado de saúde; 2) Questionário sobre quedas: o senhor (a) irá responder se você caiu nos últimos 12 meses e o que ocorreu quando o senhor (a) caiu; 3) Avaliação antropométrica: nesta avaliação, a massa corporal e a estatura do senhor (a) serão mensuradas para o cálculo do índice de massa corporal; 5) Mini Exame do Estado Mental (Mini-Mental): neste teste, o senhor (a) irá responder algumas questões que envolvem noção de tempo, espaço, memória, cálculo e atenção. Este teste tem duração aproximadamente de 10 minutos; 6) MiniBESTest: o

senhor (a) irá realizar alguns testes (14 itens) que permitem avaliar o controle do equilíbrio estático e dinâmico. Este teste tem duração entre 10 a 15 minutos; 7) Análise da marcha: neste teste você deverá andar por uma passarela em sua velocidade preferida e ultrapassar um obstáculo Questionário de Baecke para idosos: neste questionário serão realizadas questões sobre as suas atividades diárias, esportivas e de lazer. Este teste tem duração aproximadamente de 10 minutos; 8) Análise Sanguínea: neste teste, uma amostra de sangue será utilizada para análise dos biomarcadores;

#### **Duração e local da pesquisa**

A pesquisa será realizada no Laboratório de Força e Condicionamento (LAFEC) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo (CEFD/UFES). A coleta de dados em cada um dos dias da pesquisa terá duração aproximada de 01 hora (60 minutos).

#### **Riscos e desconfortos**

Os testes realizados nesta pesquisa utilizam métodos não invasivos e apresentam um risco mínimo de desconforto físico, mental e emocional. Um examinador experiente e devidamente treinado estará sempre ao seu lado para amenizar os possíveis desconfortos relacionados aos testes e avaliações que podem ser abandonados a qualquer tempo da pesquisa sem qualquer prejuízo e/ou reagendados para uma nova data junto ao pesquisador. Ao responder a entrevista clínica e os questionários (Histórico de Quedas, Mini Exame do Estado Mental, Anamnese) o senhor (a) poderá sentir cansaço mental, desconforto de ordem emocional e/ou constrangimento ao responder as questões. Na avaliação dos biomarcadores, o participante poderá sentir um leve desconforto cutâneo durante a aplicação da agulha na pele. A tarefa de análise de marcha durante a ultrapassagem de obstáculo pode representar risco de perda do equilíbrio e de ocorrências de quedas durante as tarefas. Para minimizar este risco e garantir a segurança de sua execução, um examinador experiente e devidamente treinado estará acompanhando a realização dos testes fornecendo apoio e suporte sempre que necessário.

#### **Benefícios**

Esta pesquisa possibilitará a avaliação individualizada do estado de saúde, do desempenho do equilíbrio postural e da função muscular de membros inferiores dos participantes contribuindo para a complementação de ações voltadas para a prevenção de quedas e de promoção do envelhecimento saudável. Os resultados obtidos nesta pesquisa serão importantes para ampliar os conhecimentos e fortalecer a área de pesquisa sobre análise de marcha e na qualidade de vida da população idosa, especificamente em fatores de risco modificáveis para a prevenção de quedas em idosos de Vitória.

#### **Acompanhamento e assistência**

Durante a participação nesta pesquisa, o senhor (a) será sempre acompanhado (a) por um examinador e sua participação não irá trazer despesas ou custos. Caso aconteça um episódio de queda durante as avaliações, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência – SAMU 192 será contatado.

#### **Garantia de recusa em participar da pesquisa e/ou retirada de consentimento**

O senhor (a) não é obrigado (a) a participar da pesquisa, podendo deixar de participar dela em qualquer momento de sua execução, sem que haja penalidades ou prejuízos

decorrentes de sua recusa. Caso decida retirar seu consentimento, o senhor (a) não mais será contatado (a) pelo pesquisador.

**Garantia de manutenção do sigilo e privacidade**

Os pesquisadores se comprometem a resguardar sua identidade durante todas as fases da pesquisa, inclusive após publicação. Assim que você for incluído no estudo receberá um número de código. A associação deste código ao seu nome fica restrita a um número mínimo necessário de pesquisadores. Uma vez constituído o banco de dados seu nome é excluído e todas as análises são feitas apenas com conhecimento de código não havendo assim possibilidade de que alguém venha a levantar sua identidade ao examinar os dados da pesquisa.

**Garantia de ressarcimento financeiro**

Este projeto apresenta garantia de ressarcimento dos custos aos participantes. Assim, este projeto irá cobrir possíveis despesas apresentadas pelos participantes.

**Garantia de indenização**

Este projeto apresenta garantia de indenização, em caso de dano decorrente da participação na pesquisa

**Esclarecimento de dúvidas**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou para relatar algum problema, o senhor (a) pode contatar o pesquisador Natalia Madalena Rinaldi no telefone: (27) 4009-2638, ou e-mail: natalia.rinaldi@ufes.br

**Em caso de denúncias e/ou intercorrências:**

Em caso de denúncias e/ou intercorrências na pesquisa o senhor (a) pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP/CCHN/UFES) através do telefone (27) 3145-9820, e-mail cep.goiabeiras@gmail.com ou correio: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, Prédio Administrativo do Centro de Ciências Humanas e Naturais, Campus Universitário de Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari, nº 514, CEP 29.075-910, Vitória - ES, Brasil. O CEP/UFES tem a função de analisar projetos de pesquisa visando à proteção dos participantes dentro de padrões éticos nacionais e internacionais.

Declaro que fui verbalmente informado e esclarecido sobre o presente documento, entendendo todos os termos acima expostos, e que voluntariamente aceito participar deste estudo. Também declaro ter recebido uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de igual teor, assinada pelo(a) participante e pelo(a) pesquisador(a) principal ou seu representante, rubricada em todas as páginas.

Vitória, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2018.

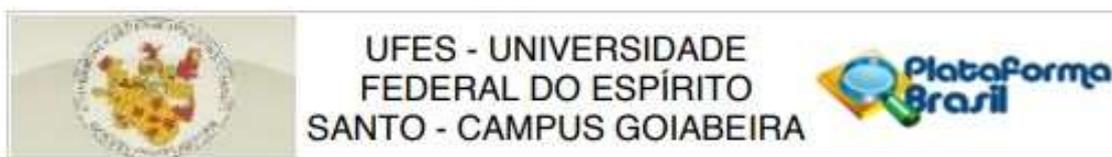
\_\_\_\_\_  
Participante da pesquisa/Responsável legal

Na qualidade de pesquisador responsável pela pesquisa "**Análise do padrão locomotor e de biomarcadores inflamatórios como estratégias de diagnóstico e prevenção de quedas na população idosa do Espírito Santo**", eu, NATALIA MADALENA RINALDI, declaro ter cumprido as exigências do(s) item(s) IV.3 e IV.4 (se pertinente), da Resolução CNS 466/12, a qual estabelece diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

---

Natalia Madalena Rinaldi/Pesquisador responsável

## APÊNDICE B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise do padrão locomotor e de biomarcadores inflamatórios como estratégias de diagnóstico e prevenção de quedas na população idosa do Espírito Santo.

**Pesquisador:** Natalia Madalena Rinaldi

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 88258218.8.0000.5542

**Instituição Proponente:** Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

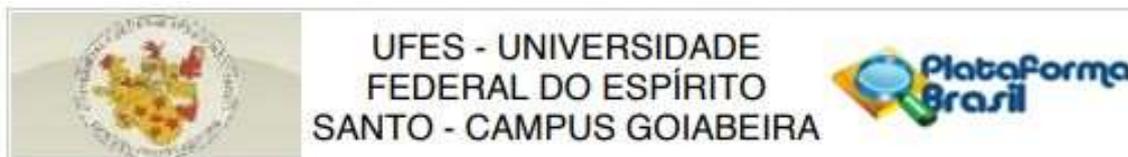
#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.706.643

#### Apresentação do Projeto:

O número de quedas é alto na população idosa. Este cenário tem colocado as quedas em idosos e suas consequências em evidência, uma vez que representam a sexta causa de óbito e uma das principais causas de hospitalização. Assim, a maioria das quedas ocorrem durante a locomoção e superfícies irregulares (buracos e obstáculos no ambiente) tem sido apontado como o principal fator relacionado com o aumento do risco de quedas na população idosa. Entretanto, ainda não foi realizada uma análise da marcha durante a ultrapassagem de obstáculos em idosos com histórico de quedas, que poderia ser utilizada como um diagnóstico para detectar quais são os parâmetros locomotores modificados em função da queda e encaminhá-los para a reabilitação. Além disso, uma análise com biomarcadores também poderia ser realizada para compreender as alterações dos sistemas funcionais em função do processo de envelhecimento e do aumento do risco de quedas. A partir destes expostos o objetivo deste projeto é realizar um diagnóstico do estado clínico do idoso com histórico de quedas por meio de análise de marcha e dos marcadores biológicos. Estes idosos serão recrutados dentro do Núcleo de Apoio à Saúde da Família e Programa Academia da Saúde (programas do SUS). As avaliações utilizadas neste projeto serão: anamnese (para verificar o estado geral de saúde do idoso), questionário para avaliação do histórico de quedas e funções cognitivas, avaliação do equilíbrio estático, análise da marcha durante a ultrapassagem de

**Endereço:** Av. Fernando Ferrari, 514 - Campus Universitário, Prédio Administrativo do CCHN  
**Bairro:** Goiabeiras **CEP:** 29.075-910  
**UF:** ES **Município:** VITÓRIA  
**Telefone:** (27)3145-9820 **E-mail:** cep.goiabeiras@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.706.643

obstáculo e dosagem dos biomarcadores. Desta forma, espera-se que com esta análise de marcha em ambientes complexos (ultrapassagem de obstáculos) complementada com a análise de biomarcadores seja possível identificar estas alterações na marcha destes idosos e adotar estratégias de reabilitação no SUS para reduzir os episódios de quedas e melhorar a qualidade de vida destes indivíduos com redução nos números de fraturas, lesões e hospitalizações.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Avaliar os parâmetros cinemáticos durante a ultrapassagem de obstáculos em idosos com e sem histórico de quedas;

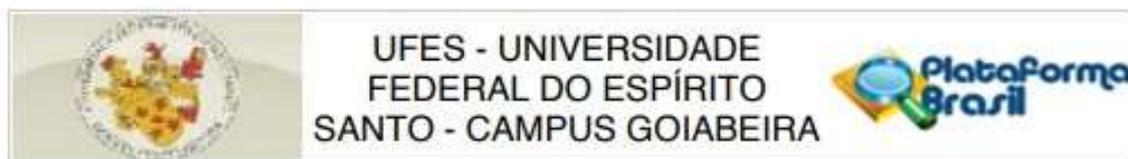
- Analisar os biomarcadores inflamatórios e em idosos com e sem histórico de quedas;
- Verificar a associação entre os parâmetros cinemáticos locomotores e os biomarcadores em idosos com e sem histórico de quedas;
- Encaminhar os idosos com histórico de quedas para reabilitação motora dentro dos programas do SUS (Núcleo de Apoio à Saúde da Família e Programa Academia da Saúde);
- Desenvolver uma cartilha com orientações sobre cuidados e estratégias motoras que podem ser adotadas por estes idosos para também reduzir o histórico de quedas com melhora da qualidade de vida.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Os testes realizados nesta pesquisa utilizarão métodos não invasivos e apresentam um risco mínimo de desconforto físico, mental e emocional. Um examinador experiente e devidamente treinado estará ao lado do participante para amenizar os possíveis desconfortos relacionados aos testes e avaliações que podem ser abandonados a qualquer tempo da pesquisa sem qualquer prejuízo e/ou reagendados para uma nova data junto ao pesquisador. Ao responder a entrevista clínica e os questionários (Histórico de Quedas, Mini Exame do Estado Mental, Anamnese) o participante poderá sentir cansaço mental, desconforto de ordem emocional e/ou constrangimento ao responder as questões. Na avaliação dos biomarcadores, o participante poderá sentir um leve desconforto cutâneo durante a aplicação da agulha na pele. A tarefa de análise de marcha durante a ultrapassagem de obstáculo pode representar risco de perda do equilíbrio e de ocorrências de quedas durante as tarefas. Para minimizar este risco e garantir a segurança de sua execução, um examinador experiente e devidamente treinado estará acompanhando a realização dos testes fornecendo apoio e suporte sempre que necessário.

**Benefícios:** a pesquisa possibilitará a avaliação individualizada do estado de saúde, do desempenho do equilíbrio postural e da função muscular de membros inferiores dos participantes contribuindo para a complementação de ações voltadas para a prevenção de quedas

**Endereço:** Av. Fernando Ferrari, 514 - Campus Universitário, Prédio Administrativo do CCHN  
**Bairro:** Goiabeiras **CEP:** 29.075-910  
**UF:** ES **Município:** VITÓRIA  
**Telefone:** (27)3145-9820 **E-mail:** cep.goiabeiras@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.706.643

e de promoção do envelhecimento saudável. Os resultados obtidos nesta pesquisa serão importantes para ampliar os conhecimentos e fortalecer a área de pesquisa sobre análise de marcha na saúde e na qualidade de vida da população idosa, especificamente em fatores de risco modificáveis para a prevenção de quedas em idosos de Vitória.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto de pesquisa possui consistência teórico-metodológica. O cronograma é compatível com as atividades estabelecidas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O protocolo de pesquisa apresenta todos os termos obrigatórios exigidos pelo CONEP/CEP. O TCLE está muito bem estruturado e apresenta todos os pontos que buscam resguardar a integridade dos participantes.

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto está apto a iniciar a sua fase de campo.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Projeto aprovado por esse comitê, estando autorizado a ser iniciado.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1117158.pdf	24/04/2018 09:10:11		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_comite_etica.docx	24/04/2018 09:09:32	Natalia Madalena Rinaldi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_IDOSOS.pdf	24/04/2018 09:09:07	Natalia Madalena Rinaldi	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto_24_04.pdf	24/04/2018 09:08:28	Natalia Madalena Rinaldi	Aceito
Orçamento	Orcamento_Natalia.doc	18/04/2018 18:19:05	Natalia Madalena Rinaldi	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	18/04/2018 18:18:35	Natalia Madalena Rinaldi	Aceito

**Endereço:** Av. Fernando Ferrari, 514 - Campus Universitário, Prédio Administrativo do CCHN

**Bairro:** Goiabeiras

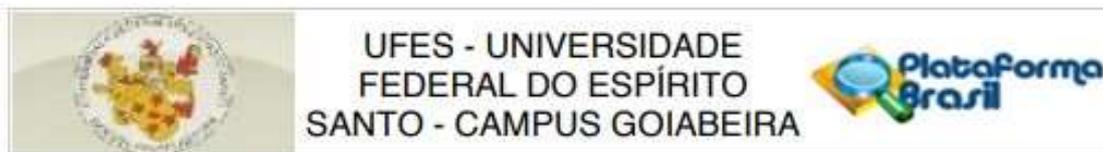
**CEP:** 29.075-910

**UF:** ES

**Município:** VITÓRIA

**Telefone:** (27)3145-9820

**E-mail:** cep.goiabeiras@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.706.643

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

VITORIA, 11 de Junho de 2018

---

**Assinado por:**  
**Fabiana Pinheiro Ramos**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Fernando Ferrari, 514 - Campus Universitário, Prédio Administrativo do CCHN

**Bairro:** Goiabeiras

**CEP:** 29.075-910

**UF:** ES **Município:** VITORIA

**Telefone:** (27)3145-9820

**E-mail:** cep.goiabeiras@gmail.com