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

LEONARDO ARAÚJO VIEIRA

ANÁLISE DO DESEMPENHO E DA INFLUÊNCIA DA FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES NO EQUILÍBRIO POSTURAL DE IDOSOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS

VITORIA
2019

LEONARDO ARAÚJO VIEIRA

ANÁLISE DO DESEMPENHO E DA INFLUÊNCIA DA FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES NO EQUILÍBRIO POSTURAL DE IDOSOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS

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

Orientadora: Profa. Dra. Natalia Madalena Rinaldi

VITORIA

2019

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

---

Vieira, Leonardo Araújo, 1980-
V657a Análise do desempenho e da influência da força e potência muscular dos membros inferiores no equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários / Leonardo Araújo Vieira. - 2019.
153 f. : il.

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

1. Envelhecimento. 2. Equilíbrio. 3. Força Muscular. 4. Exercícios físicos. I. Rinaldi, Natália Madalena. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU: 796

LEONARDO ARAÚJO VIEIRA

ANÁLISE DO DESEMPENHO E DA INFLUÊNCIA DA FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR DOS MEMBROS INFERIORES NO EQUILÍBRIO POSTURAL DE IDOSOS ATIVOS E SEDENTÁRIOS

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

Aprovado em 17 de maio de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Profa. Dra. Natalia Madalena Rinaldi
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Profa. Dra. Daniela Branco Liposcki
Universidade Federal do Espirito Santo

Prof. Dr. Fabio Augusto Barbieri
Universidade Estadual Paulista

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família! Muito obrigado pela compreensão nos momentos de ausência e pelo incentivo e apoio incondicional em cada momento de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha orientadora Profa. Dra. Natália Madalena Rinaldi, pela exímia orientação na minha pesquisa de mestrado e por todas as contribuições em meu processo de formação acadêmica e profissional. Obrigado por sua compreensão e paciência nos momentos de dificuldade. Muita admiração por você e pelo seu trabalho. Muito obrigado Natália!

Agradeço aos professores Rodrigo Vancini, Luciana Carletti e Richard Diego Leite pela carinhosa acolhida no LAFEC e LAFEX. Agradeço aos professores Felipe Quintão, Ivan Marcelo Gomes e Ueberson Ribeiro Almeida pelas contribuições em minha formação ao longo do curso. Agradeço também aos colegas do NUPEM que me ajudaram na realização deste trabalho, em especial ao Jean, Victor Anthony, Vitor Araújo e Victor Vieira pela amizade e parceria diária. Muito obrigado!

Agradeço especialmente a cada um dos participantes da pesquisa pela disponibilidade e contribuição na realização deste trabalho. Agradeço também aos profissionais do Serviço de Orientação ao Exercício (SOE) e das Unidades Básicas de Saúde de Vitória pela ajuda no recrutamento de participantes para o estudo e no incentivo para realizar o mestrado.

Agradeço a toda equipe de profissionais e gestores da Secretaria Municipal de Saúde de Vitória (SEMUS) pelo apoio na realização do mestrado e parcerias de trabalho para a qualificação do SUS. Sabrina e Fábio, meus queridos amigos, muito obrigado pelos aconselhamentos e orientações ao longo desta jornada! Arlete, Regina, Karina, Daysi e Cátia muito obrigado pela confiança em mim depositada e pelo apoio na realização do mestrado.

Agradeço em especial à Prefeitura Municipal de Vitória (PMV) pela concessão da licença para realização do mestrado e pelos constantes investimentos realizados em minha qualificação profissional.

RESUMO

Introdução: O processo de envelhecimento promove o declínio no controle do equilíbrio e na função muscular. Estes fatores estão relacionados com a ocorrência de quedas, mas são possíveis de serem modificados por meio da prática de exercícios. Assim, programas de atividade física, tais como o Serviço de Orientação ao Exercício (SOE), podem contribuir para o melhor desempenho no controle do equilíbrio e na função muscular. Além disso, os idosos apresentam alterações nas estratégias de controle postural, com maior dependência da estratégia de quadril em relação a de tornozelo, que parecem estar relacionadas com o declínio na função muscular. Entretanto, ainda não está totalmente elucidado a influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre o desempenho no controle do equilíbrio de idosos ativos e sedentários em diferentes tarefas posturais. Assim, para responder as questões de pesquisa, a dissertação foi dividida em 02 estudos. **Objetivos:** Estudo 1) avaliar o equilíbrio postural e a função muscular dos membros inferiores dos idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE; Estudo 2) avaliar a influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo no controle do equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários. **Materiais e Métodos:** Participaram dos estudos um total de 61 idosos. No estudo 01 a amostra foi dividida em 02 grupos: Ativos (N=31) e Sedentários (n=30). No estudo 02 a amostra foi agrupada em um único grupo de idosos (n=61). A avaliação do equilíbrio foi realizada por meio da posturografia estática com uso de uma plataforma de força em 08 tarefas posturais (base bipodal sobre superfície rígida, base bipodal sobre superfície instável, base semitandem sobre superfície rígida e base semitandem sobre superfície instável, sendo todas realizadas em condições com os olhos abertos e fechados). Para avaliação da função muscular de quadril, joelho e tornozelo foi utilizado um dinamômetro isocinético no modo concêntrico. A fim de verificar possíveis diferenças entre os grupos testes de variância (ANCOVAs e MANCOVAs) foram realizadas no estudo 01. No estudo 02 para avaliar a associação entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e as variáveis posturográficas foram realizados testes de correlação e de regressão linear múltipla. Em todas as análises foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$. **Resultados:** O estudo 01 revelou que idosos ativos apresentaram melhor desempenho na avaliação do equilíbrio em relação aos sedentários, sendo as diferenças reveladas principalmente nas tarefas mais desafiadoras (que envolveram diminuição da base de suporte e perturbação no sistema visual e somatossensorial). Foram reveladas também, diferenças entre os grupos na potência muscular de quadril, joelho e tornozelo, com maior potência muscular no grupo de idosos ativos. O estudo 02 demonstrou que existe associação entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e as de equilíbrio, e que esta associação é influenciada pela dificuldade da tarefa e pelo nível de atividade física dos idosos. **Conclusão:** Os exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE contribuem para melhor desempenho no controle do equilíbrio e da potência muscular dos membros inferiores, o que pode auxiliar na prevenção de quedas e melhor qualidade de vida dos idosos. A força e a potência muscular de quadril, joelho e tornozelo influencia o controle do equilíbrio. A associação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio varia conforme o nível de dificuldade da tarefa, e é influenciada pelo nível de atividade física dos idosos.

Palavras-chaves: Envelhecimento. Equilíbrio Postural. Força Muscular. Exercício.

ABSTRACT

Introduction: Aging promotes a decline in balance control and muscle function. These factors are related to the occurrence of falls, but are possible to be modified through the practice of exercises. Thus, physical activity programs, such as the Exercise Orientation Service (SOE), can contribute to better performance in balance control and muscle function. In addition, the elderly present alterations in the strategies of postural control, with greater dependence on the hip strategy in relation to the ankle, which seem to be related to the decline in muscular function. However, the influence of hip and knee and ankle muscle strength and power on performance in balance control of active and sedentary elders in different postural tasks has not yet been fully elucidated. Thus, to answer the research questions, the dissertation was divided into 02 studies.. **Objectives:** Study 1) to evaluate the postural balance and muscle function of the lower limbs of the elderly participants of the multicomponent exercises offered by EOS; Study 2) to evaluate the influence of hip, knee and ankle muscle strength and power in postural balance of active and sedentary elders. **Materials and Methods:** A total of 61 elderly people participated in the studies. In study 01 the sample was divided into 02 groups: Active (N = 31) and Sedentary (n = 30). In study 02 the sample was grouped into a single group of elderly (n = 61). The balance evaluation was performed using static posturography using a force platform in 08 postural tasks (bipodal base on rigid surface, bipodal base on unstable surface, semitandem base on rigid surface and semitandem base on unstable surface, all performed in conditions with eyes open and closed). An isokinetic dynamometer in the concentric mode was used to evaluate the hip, knee and ankle muscles function. In order to verify possible differences between the groups of variance tests (ANCOVAs and MANCOVAs) were performed in study 01. In study 02 to evaluate the association between the variables of strength and muscular power of hip, knee and ankle and posturographic variables were performed multiple linear regression and correlation tests. A significance level of $p \leq 0.05$ was adopted for all analyzes. **Results:** Study 01 showed that active elderly presented better performance in the assessment of the balance in relation to the sedentary ones, being the differences revealed mainly in the more challenging tasks (that involved decrease of the support base and disturbance in the visual and somatosensory system). Differences were also revealed between the groups in hip, knee and ankle muscle power, with greater muscle power in the active elderly group. Study 02 demonstrated that there is an association between the variables of strength and muscular power of the hip, knee and ankle and balance, and that this association is influenced by the difficulty of the task and the level of physical activity of the elderly. **Conclusion:** Multicomponent exercises offered by the SOE contribute to a better performance in the control of balance and muscle power of the lower limbs, which may help to prevent falls and improve the quality of life of the elderly. The strength and muscular power of the hip, knee and ankle influences balance control. The association between the variables of muscular function and balance varies according to the difficulty level of the task, and is influenced by the level of physical activity of the elderly.

Key-words: Aging. Postural Balance. Muscle strength. Exercise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tarefas posturais para avaliação do equilíbrio: A) base bipodal sobre superfície rígida; B) base bipodal sobre superfície instável; C) base semitandem sobre superfície rígida; D) base semitandem sobre superfície instável.....51

Figura 2. Avaliação da função muscular de membros inferiores no dinamômetro isocinético: A) extensão e flexão de joelho; B) flexão e extensão de quadril; c) abdução e adução de quadril; D) flexão plantar e dorsiflexão de tornozelo (Fonte: BIODEX, 2014).....52

Figura 3. Média e erro padrão da área (AREA) (A), deslocamento total (DESLtotal) (B) e velocidade média total (VELtotal) do COP (C) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF).....56

Figura 4. Média e erro padrão para a amplitude média de deslocamento do COP no sentido anteroposterior (AMDap) (A) e mediolateral (AMDml) (B) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF).....58

Figura 5. Média e erro padrão para a amplitude média de oscilação do COP no sentido anteroposterior (AMOap) (A) e mediolateral (AMOml) (B) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF).....60

Figura 6: Média e erro padrão para frequência de oscilação do COP nas direções anteroposterior (A) e mediolateral (B) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF).62

Figura 7. Média e erro padrão do pico de torque normalizado (PTN) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE).....63

Figura 8. Média e erro padrão da variável Tempo para o Pico de Torque (TPT) de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE).....65

Figura 9. Média e erro padrão da variável Potência Média (PM) na avaliação isocinética de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE).....66

Figura 10. Curva de torque isocinético modo concêntrico/concêntrico de extensão/flexão bilateral de joelho na velocidade angular de 60°/s. A) Pico de torque de extensão do joelho esquerdo; B) Tempo para o Pico de Torque de extensão do joelho esquerdo; C) Pico de torque de extensão do joelho direito; D) Tempo para o Pico de Torque de extensão do joelho direito.....84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características da amostra com valores de média, desvio padrão e valor de p da idade, número de quedas e características clínicas e antropométricas.....54

Tabela 2. Valores do F e p referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das ANCOVAS para as variáveis área (AREA), deslocamento total (DESLtotal) e velocidade média total (VELtotal) do COP.....55

Tabela 3. Valores do F e p referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das MANCOVAS e ANCOVAS para as variáveis amplitude média de deslocamento do COP no sentido anteroposterior (AMDap) e mediolateral (AMDml).....57

Tabela 4. Valores do F e p referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das MANCOVAS e ANCOVAS para as variáveis amplitude média de oscilação do COP no sentido anteroposterior (AMOap) e mediolateral (AMOml).....59

Tabela 5. Valores do F e p referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das MANCOVAS e ANCOVAS para as variáveis frequência (banda de frequência com 80% da potência espectral) de oscilação do COP nas direções anteroposterior (FREQ80ap) e mediolateral (FREQ80ml).....61

Tabela 6. Valores do F e p referentes aos efeitos principal (quedas e grupo) e de interação (movimento*quedas; movimento*grupo;) das ANCOVAS para a variável Pico de Torque Normalizado (PTN) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão).....63

Tabela 7. Valores do F e p referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (movimento*quedas; movimento*grupo;) das ANCOVAS para a variável Tempo para o Pico de Torque (TPT) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão).....64

Tabela 8. Valores do F e p referentes aos efeitos principal (quedas e grupo) e de interação (movimento*quedas; movimento*grupo;) das ANCOVAS para a variável Potência Média (PM) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão).....65

Tabela 9. Características da amostra com valores de média, desvio padrão da idade, número de quedas e características clínicas e antropométricas.....85

Tabela 10. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão nas condições em base bipodal.....87

Tabela 11. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão nas condições em base semitandem.....92

Tabela 12. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície rígida com os olhos abertos (BSROA).....129

Tabela 13. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície rígida com os olhos fechados (BSROF).....130

Tabela 14. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície instável com os olhos abertos (BSIOA).....131

Tabela 15. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície instável com os olhos fechados (BSIOF).....132

Tabela 16. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície rígida com os olhos abertos (STROA).....133

Tabela 17. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície rígida com os olhos fechados (STROF).....134

Tabela 18. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície instável com os olhos abertos (STIOA).....135

Tabela 19. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície instável com os olhos fechados (STIOF).....136

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12
1.1 Equilíbrio postural e envelhecimento 16
1.2 Função muscular e envelhecimento 27
1.3 Influência da função muscular no controle do equilíbrio postural 33
1.4 Justificativas e questões de pesquisa 40
1.5 Objetivos 41
1.6 Hipóteses 42
2. ESTUDO 01: Análise do desempenho do equilíbrio postural e da função muscular dos membros inferiores de idosos ativos e sedentários 43
2.1. Introdução 43
2.2 Materiais e métodos 48
2.3 Resultados 53
2.4 Discussão 66
2.5 Limitações 76
2.6. Conclusão 76
3. ESTUDO 02: Análise da influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo no equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários 78
3.1 Introdução 78
3.2 Materiais e métodos 83
3.3 Resultados 85
3.4 Discussão 93
3.5 Perspectivas futuras 99
3.6 Limitações 99
3.7 Conclusão 100
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 101
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 121
APÊNDICE B - Anamnese 125
APÊNDICE C - Tabelas com resultados das análises de regressão linear múltiplas 129
ANEXO A - Questionário Modificado de Baecke para Idosos 137
ANEXO B - Mini Exame do Estado Mental 139
ANEXO C - Questionário de Qualidade de Vida SF-36 141
ANEXO D - MiniBESTest 144
ANEXO E - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa 147

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional é um fenômeno global resultante de fatores que incluem a queda das taxas de fertilidade e aumento da expectativa de vida (WHO, 2015). Atualmente existem aproximadamente 962 milhões de pessoas com mais de 60 anos no mundo, correspondendo a 13% da população global. Este grupo populacional cresce com uma taxa aproximada de 3% ao ano (UNO, 2017), sendo estimado que em 2050 existirão aproximadamente 2 bilhões de idosos no mundo, dos quais 80% estarão vivendo em países em desenvolvimento (WHO, 2012).

No Brasil o envelhecimento da população vem ocorrendo ainda mais acelerado, com uma taxa de crescimento de mais de 4% ao ano (IBGE, 2015), de forma que o Brasil será o sexto país do mundo em número de idosos até 2025 (WHO, 2002). A população com 60 anos ou mais passou de 14,2 milhões, em 2000, para 19,6 milhões, em 2010, devendo atingir 41,5 milhões, em 2030, e 66,5 milhões, em 2050, correspondendo a 30% da população brasileira (IBGE, 2016). Apesar do envelhecimento populacional ser considerado uma conquista da sociedade moderna, este fenômeno traz importantes implicações e desafios sociais, sobretudo para os serviços de saúde. A transição demográfica promove mudanças no perfil epidemiológico, com predomínio de doenças crônicas não transmissíveis, maior utilização dos serviços e dos custos com os cuidados em saúde da população (MIRANDA; MENDES; SILVA, 2016; VERAS, 2009).

De acordo com Farinatti (2008), não existe consenso na literatura quanto ao conceito ou teoria que explique o envelhecimento, mas as principais teorias explicam este fenômeno como um processo progressivo de mudanças biológicas e de perda de adaptação do indivíduo ao meio ambiente, influenciadas por aspectos sociais. Segundo Nahas (2010), o envelhecimento humano pode ser definido como processo gradual, universal e irreversível, que acelera na maturidade e que provoca perda funcional progressiva no organismo. Com o avançar da idade ocorrem deteriorações estruturais e funcionais na maior parte dos sistemas fisiológicos, que cumulativamente podem impactar as atividades da vida diária, a independência funcional, o nível de atividade física e a qualidade de vida dos idosos (ACSM, 2009). Assim, o processo de envelhecimento promove alterações nos sistemas sensoriais (visual, vestibular e

somatossensorial), musculoesquelético e neuromuscular, que comprometem o equilíbrio postural, e que podem levar a ocorrência de quedas em idosos (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

As quedas constituem um dos principais problemas de saúde que acometem a população idosa, uma vez que estão associadas a elevados índices de morbimortalidade, redução da capacidade funcional e institucionalização precoce (BRASIL, 2006). A prevalência de quedas é de aproximadamente 28 a 35% em pessoas acima de 65 anos, e esta taxa aumenta com o avançar da idade e com o nível de fragilidade dos idosos (WHO, 2007). Estudos epidemiológicos com idosos brasileiros estimam uma prevalência de quedas de aproximadamente 30% (COIMBRA et al., 2010; PERRACINI; RAMOS, 2002; SIQUEIRA et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2011), sendo Vitória/ES a capital brasileira com as taxas de mortalidade por quedas em idosos mais altos do país (ABREU et al., 2018; MACIEL et al., 2010).

A queda é um evento multifatorial que envolve fatores extrínsecos relacionados ao ambiente e intrínsecos relacionados com o próprio indivíduo (AGS; BGS, 2011; AMBROSE; PAUL; HAUSDORFF, 2013). O risco de quedas aumenta conforme o aumento do número de fatores de risco associados, apresentando uma variação de 8% entre aqueles com nenhum fator de risco para 78% quando existe a associação de 04 ou mais fatores de risco (TINETTI; SPEECHLY; GINTER, 1988). Dentre os fatores intrínsecos associados com a ocorrência de quedas em idosos, destacam-se as alterações no equilíbrio postural, na força muscular e na marcha (AMBROSE; PAUL; HAUSDORFF, 2013; MAKI; HOLLIDAY; TOPPER, 1994; MORELAND et al., 2004; RUBENSTEIN, 2006; TINETTI; KUMAR, 2010).

Neste contexto, diversos estudos demonstraram que idosos apresentam uma oscilação postural maior, mais rápida e mais variada em relação aos adultos jovens (BALOH et al., 1994; COLLEDGE et al, 1994; DEGANI; LEONARD; DANNA-DOS-SANTOS, 2017; ERA et al., 2006; TAVARES et al., 2017). Com avançar da idade ocorre um aumento linear da oscilação postural, que parece se iniciar por volta dos 30 anos e se intensificar após os 60 anos de idade (COLLEDGE et al., 1994; ERA et al., 2006). De forma análoga, os idosos apresentam uma redução entre 20 a 40% da força e na potência muscular quando comparados aos adultos jovens (DESCHENES, 2004; DOHERTY, 2003;

PORTER, VANDERVOORT; LEXEL, 1995; VANDERVOORT, 2002). A força e a potência muscular alcançam os valores máximos próximo da terceira década de vida, apresentando declínio com o avançar da idade que se intensifica após os 60 anos de idade (DESCHENES, 2004; VANDERVOORT, 2002). Apesar do processo de envelhecimento estar relacionado com o declínio no equilíbrio postural e na função muscular, existem estudos que demonstram não haver diferença significativa na função muscular e no equilíbrio postural em idosos com faixa etária entre 60 a 74 anos (GOMES et al., 2013; GOMES et al., 2015).

E ainda, embora a ocorrência de quedas em idosos esteja relacionada com o declínio no equilíbrio postural e na função muscular dos membros inferiores, ainda não está claro na literatura a relação existente entre estes componentes da aptidão física (HORLINGS et al., 2008). A elucidação da influência da função muscular dos membros inferiores no equilíbrio postural de idosos é necessária para finalidades de avaliação do risco de quedas em idosos, e também para o desenvolvimento de programas de exercícios de prevenção e reabilitação (MUEHLBAUER et al., 2012; MUEHLBAUER; GOLLHOFER; GRANACHER, 2012; MUEHLBAUER; GOLLHOFER; GRANACHER, 2013). Além disso, a prática de exercícios físicos tem demonstrado ser uma intervenção efetiva para melhora do desempenho no controle do equilíbrio (LELARD; AHMAIDI, 2015; LOW; WALSH; ARKESTEIJN, 2017; MAITRE et al., 2013) e da força e potência muscular de idosos (GRANACHER; GRUBER; GOLLHOFER, 2009; GRANACHER et al., 2011; MACALUSO; DE VITO, 2004). Assim, diante destes e de outros benefícios biopsicossociais promovidos pela prática de exercício na saúde e qualidade de vida, destaca-se a importância de políticas públicas voltadas para a promoção da atividade física para a população idosa (BAUMAN et al., 2016).

Neste contexto, a atividade física foi instituída como um dos temas prioritários da Política Nacional de Promoção da Saúde, e desde sua publicação em 2006 ocorreram significativos avanços técnicos e no financiamento das ações de promoção da atividade física no Brasil (MALTA et al., 2014; MALTA et al., 2016). Entretanto, o Relatório de Desenvolvimento Humano sobre Atividades Físicas e Esportivas aponta a existência de um quadro de iniquidade no país, sendo os idosos um dos grupos com a menor proporção de participantes (PNUD, 2017). Desta forma, existe a necessidade de ampliação das ações de promoção

de atividade física para este grupo etário. Segundo Amorim e colaboradores (2013), os idosos foram o principal público alvo dos programas municipais de promoção da atividade física que integraram a Rede Nacional de Atividade Física, e que foram financiados pelo Ministério da Saúde entre 2005 a 2009. Atualmente, a maioria das ações de práticas corporais/atividade física no Sistema Único de Saúde (SUS) são desenvolvidas por meio do Núcleo de Apoio à Saúde da Família (NASF) e do Programa Academia da Saúde, criados pelo Ministério da Saúde respectivamente em 2008 e 2011 (CARVALHO; JAIME, 2015; CARVALHO; NOGUEIRA, 2016; SÁ et al., 2016).

Além destes, que possuem uma abrangência nacional, destaca-se o Serviço de Orientação ao Exercício (SOE), que é um programa da Secretaria Municipal de Saúde de Vitória/ES criado em 1985 (VITORIA, 1985), e em funcionamento desde 1990, sendo considerado modelo pela Confederação Sul-Americana de Medicina do Esporte e pela Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (REZENDE, 1997) e reconhecido pelo Ministério da Saúde como iniciativa pioneira e fonte de inspiração para o Programa Academia da Saúde (BRASIL, 2015). O SOE tem como objetivo contribuir para a promoção da saúde, prevenção e atenção das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), através de ações de cuidado em saúde que promovam o aumento do nível de atividade física, a produção de modos de vida saudáveis e a melhoria da qualidade de vida da população (VITORIA, 2018).

Atualmente, existem 15 Módulos do SOE localizados na orla, praças, parques e em outros espaços públicos da cidade, que funcionam nos turnos matutino e noturno com Profissionais de Educação Física, além de profissionais que atuam nas equipes do NASF e das Unidades Básicas de Saúde do município. Dentre as atividades ofertadas pelos profissionais do SOE, destacam-se as práticas corporais/atividade física coletiva (ex: ginástica, alongamento, *yoga*, circuito, vôlei adaptado, danças, grupos de caminhadas, etc.), avaliação física, orientação ao exercício, práticas integrativas complementares, e ações de educação e de cuidado em saúde desenvolvidas de forma integrada com as equipes das Unidades Básicas de Saúde de referência, sendo orientandas pelo perfil epidemiológico e demográfico de cada território (VITORIA, 2018a; VITORIA, 2018b).

Apesar de aproximadamente 30 anos de funcionamento, existem poucas

evidências sobre os benefícios do SOE na saúde da população. De acordo com a revisão sistemática realizada por Becker, Gonçalves e Reis (2016) a rápida expansão e aceitação de programas de atividade física no Brasil não tem sido acompanhada de processos de avaliação, sendo escassas informações sobre o impacto dos programas de atividade física no SUS. Desta forma, este aspecto parece ser uma realidade nacional que demanda atenção dos pesquisadores da área e também dos gestores e profissionais do SUS.

Neste contexto, Venturim e Molina (2005) demonstraram que adultos participantes do SOE apresentaram uma redução significativa da frequência cardíaca de repouso, peso corporal, IMC, circunferência de cintura, razão cintura quadril, redução na pressão arterial, e também modificações no estilo de vida com aumento significativo do componente da atividade física. O trabalho de Reis e colaboradores (2014) demonstrou que a exposição ao SOE está consistentemente associada com o tempo de atividade física no lazer entre adultos do município de Vitória, porém não está associada com o aumento da qualidade de vida. Entretanto, até a presente data, ainda não são conhecidos os benefícios do SOE para a saúde da população idosa.

Assim, considerando as alterações no perfil demográfico, caracterizadas pelo envelhecimento populacional, e o perfil epidemiológico do município de Vitória/ES, com elevadas taxas de mortalidade por quedas em idosos. É relevante avaliar a influência dos exercícios ofertados pelo SOE na função muscular e no equilíbrio postural de idosos, uma vez que são apontados pela literatura como fatores de risco intrínsecos para a ocorrência de quedas, e possíveis de serem modificados pela prática de exercício físico.

A seguir, será apresentado uma revisão da literatura relacionada com as alterações no equilíbrio postural e na função muscular decorrentes do processo de envelhecimento. Posteriormente, será abordada a relação existente entre a força e potência muscular dos membros inferiores e o controle do equilíbrio postural. Por fim, serão apresentadas as justificativas, objetivos, hipóteses e os estudos que compõem esta dissertação.

1.1 Equilíbrio postural e envelhecimento

O controle postural, entendido como a habilidade de controlar a posição do corpo no espaço, é fundamental para as atividades da vida diária e esportivas,

e envolve as funções de orientação e estabilidade, que são requisitadas conforme as especificidades da tarefa e do ambiente em que são realizadas (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). A orientação postural é a habilidade de manter uma relação apropriada entre os segmentos corporais e entre o corpo e o meio ambiente, enquanto que a estabilidade postural, ou equilíbrio postural, é a habilidade de controlar o centro de massa (COM) em relação à base de suporte, por meio do controle das forças internas e externas que atuam sobre o corpo (HORAK; MACPHERSON, 1996; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

O controle postural é uma habilidade motora complexa e dinâmica derivada da interação de um múltiplo processo sensório-motor, que inclui os sistemas sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial), o sistema nervoso central (SNC) e o sistema motor, coletivamente referidos como sistema de controle postural (MASSION, 1994). O sistema sensorial fornece as informações sobre a posição dos segmentos corporais em relação aos outros segmentos e o ambiente. Enquanto o SNC realiza a integração das informações sensoriais para enviar impulsos nervosos aos músculos e gerar respostas neuromusculares. Finalmente, o sistema motor realiza a ativação correta e adequada dos músculos para a realização de movimentos (DUARTE; FREITAS, 2010).

Com relação aos sistemas sensoriais envolvidos no controle postural, o sistema visual fornece informações sobre o posicionamento e a movimentação da cabeça em relação aos objetos no espaço. O sistema somatossensorial fornece informações sobre a posição e movimento do corpo em relação às superfícies de apoio e da relação entre os segmentos corporais. Por fim, o sistema vestibular fornece informações sobre a posição e movimento da cabeça em relação à força da gravidade e de inércia (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Apesar de cada um dos sistemas fornecer diferentes tipos de informações sensoriais para o sistema de controle postural, a ação individual de cada um deles não é suficiente para obtenção de informações acuradas sobre a posição do corpo no espaço (FREITAS JUNIOR; BARELA, 2006). Assim, as informações oriundas das diferentes fontes sensoriais formam uma representação interna do mundo externo, de forma que cada sentido fornece ao SNC informações específicas sobre a posição do corpo, fornecendo um quadro de referência diferente para o controle postural de acordo com as

condições da tarefa e do ambiente (MOCHIZUKI; AMADIO, 2006; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Dentro deste contexto, o controle do equilíbrio na postura ortostática envolve padrões de movimentos, denominados estratégias de controle postural. As estratégias de controle postural podem ser caracterizadas de acordo com a cinemática do movimento, as sinergias musculares e torque articular envolvidos em cada uma das estratégias de controle postural (HORAK, 1987; HORAK; HENRY; SHUMWAY-COOK, 1997; HORAK; NASHNER, 1986). O controle da estabilidade postural na direção anteroposterior, ocorre no plano sagital, e envolve as estratégias do tornozelo, quadril e estratégia do passo.

A estratégia do tornozelo, controla o movimento do COM por meio do movimento corporal centrado, sobretudo sobre a articulação de tornozelo, com mínimo movimento nas articulações dos joelho e quadril, fazendo com que o corpo oscile como um pêndulo invertido simples. Desta forma, esta estratégia envolve a produção de torque primariamente na articulação do tornozelo. A ativação das sinergias musculares do membro inferior e do tronco ocorrem no sentido distal para proximal, de forma que a ativação muscular inicia nos músculos de tornozelo, seguidas dos músculos do joelho e por fim pela ativação dos músculos do tronco. A estratégia de tornozelo é utilizada principalmente para manter o equilíbrio na postura ereta não perturbada ou em condições de pequenas perturbações e sobre superfície de suporte firme (HORAK, 1987; HORAK; NASHNER, 1986; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010; SUZUKI, et al., 2012).

A estratégia do quadril, controla o movimento do COM por meio de movimentos rápidos e amplos na articulação do quadril com pequenas rotações antifásicas dos tornozelos, fazendo com que o corpo oscile como um duplo pêndulo invertido. Assim, esta estratégia envolve a produção de torque primariamente na articulação do quadril. A ativação das sinergias musculares do membro inferior e do tronco no sentido proximal para distal, de forma que inicialmente são ativados os músculos do tronco, seguidos dos músculos da articulação do joelho. A estratégia de quadril é utilizada principalmente controlar o equilíbrio em resposta a perturbações maiores e mais rápidas, ou quando a superfície de apoio é estreita e/ou flexível (HORAK, 1987; HORAK; NASHNER, 1986; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010; SUZUKI, et al., 2012).

O uso puramente da estratégia do tornozelo e do quadril para o controle da estabilidade postural são extremos de possibilidades, visto que ocorrem combinações destas estratégias (estratégias mistas) que variam de dominância conforme os objetivos do controle postural, condições ambientais, especificidades da tarefa e experiências prévias dos indivíduos (HORAK; HENRY; SHUMWAY-COOK, 1997; HORAK; NASHNER, 1986; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

A estratégia do passo é utilizada quando as estratégias sem deslocamento, de tornozelo e quadril, são insuficientes para o controle do equilíbrio. Ao contrário das estratégias de tornozelo e de quadril que controlam o equilíbrio por meio do retorno do COM sobre a base de suporte, a estratégia do passo restabelece o equilíbrio por meio da realização de um passo para realinhar a base de suporte sob o COM (HORAK; HENRY; SHUMWAY-COOK, 1997; HORAK; NASHNER, 1986; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

O controle da estabilidade postural na direção mediolateral, ocorre no plano frontal. A articulação do quadril é a principal responsável pela manutenção da estabilidade mediolateral, uma vez que poucos movimentos são possíveis na articulação do tornozelo e do joelho neste plano de movimento. O principal movimento do corpo no plano é o movimento lateral da pelve, sendo controlados principalmente pelos músculos abdutores e adutores de quadril. A ativação das sinergias musculares para o controle da estabilidade mediolateral ocorrem no sentido proximal para distal, com ativação dos músculos do quadril antes dos músculos do tornozelo (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010; WINTER et al., 1996).

Apesar do controle do equilíbrio na postura ereta ser usualmente explicado com base nos modelos de pêndulo invertido simples ou duplo pêndulo invertido, a estabilidade postural parece depender de movimentos coordenados e da produção de torque em múltiplas articulações. Neste sentido, a manutenção do equilíbrio envolve um processo coordenado por comandos neurais, de ativação de sinergias musculares e produção de torque nas articulações de quadril, joelho e tornozelo para estabilizar as forças que atuam sobre o COM, de acordo com as especificidades das tarefas posturais (CREATH et al., 2005; PARK; REIMAN; SCHONER, 2016).

O processo de envelhecimento promove a deterioração dos sistemas

sensoriais, motor e na integração sensório-motora, provocando o declínio do controle postural em idosos (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). A instabilidade postural em idosos pode estar relacionada com patologias específicas que acometem um componente específico do sistema de controle postural ou ao déficit de funcionamento nos sistemas relacionados ao processo natural de envelhecimento (STURNIEKS; GEORGE; LORD, 2008). Diversos estudos demonstraram que os idosos apresentam maiores valores de oscilação postural em relação aos adultos jovens (BALOH et al., 1994; DORNELES et al., 2015; DEGANI; LEONARD; DANNA-DOS-SANTOS, 2017; GIL et al., 2017; TAVARES et al., 2017).

Neste sentido, o estudo de Baloh e colaboradores (1994) demonstrou que idosos apresentam velocidade média de oscilação anteroposterior e mediolateral do centro de pressão (COP) significativamente maior em relação aos adultos jovens. De forma similar, Tavares e colaboradores (2017) demonstraram que a velocidade média de oscilação do COP no sentido anteroposterior e mediolateral foi significativamente maior em idosos em relação aos adultos jovens. Além destes, alguns trabalhos evidenciam o declínio do equilíbrio postural em idosos por meio de outras variáveis posturográficas. Por exemplo, Gil e colaboradores (2017) demonstraram que a área de deslocamento do COP foi significativamente maior em idosos quando comparado com adultos jovens. Um outro estudo realizado por Dorneles e colaboradores (2015) evidenciou que idosos apresentam a amplitude de deslocamento do COP na direção mediolateral significativamente maior em relação aos adultos jovens. Ainda, o trabalho de Degani, Leonard e Danna dos Santos (2017) demonstrou que os idosos apresentam valores de área, deslocamento (total, anteroposterior e mediolateral), velocidade média (total, anteroposterior e mediolateral), entre outras variáveis do COP significativamente maiores em relação aos adultos jovens. Desta forma, parece ser consenso na literatura que o processo de envelhecimento promove o declínio no controle do equilíbrio postural, e que é possível identificar diferenças no desempenho do controle postural entre adultos jovens e idosos por meio da análise de diferentes variáveis posturográficas.

A deterioração do controle do equilíbrio postural em idosos tem sido apontada como resultado de alterações estruturais e funcionais nos sistemas sensoriais, motor e na integração sensório-motora (HORAK; SHUPERT; MIRKA,

1989). Estas alterações resultam no déficit de informação sensorial, lentidão do processamento cognitivo e dificuldade na execução da resposta motora (MAKI; MCLLROY, 1996). Com relação as informações sensoriais, o envelhecimento promove deterioração no sistema visual, somatossensorial e vestibular. No sistema visual ocorre diminuição da acuidade visual, perda do campo visual, declínio na adaptação ao escuro, deficiência na acomodação e na percepção de profundidade. O sistema somatossensorial apresenta redução da sensibilidade vibratória, propriocepção e sensibilidade cutânea plantar. Por fim, no sistema vestibular ocorrem perdas de células vestibulares ciliares e nervosas, redução da velocidade de condução do nervo vestibular e declínio no reflexo vestíbulo-ocular (ALEXANDER, 1994; HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989; RICCI; GAZZOLA; COIMBRA, 2009; STURNIEKS; GEORGE; LORD, 2008).

As alterações fisiológicas e patológicas relacionadas ao envelhecimento podem provocar o acometimento simultâneo de vários componentes do sistema sensorial, caracterizando a existência de um déficit multissensorial. Assim, quando existe uma redução ou ausência de informação sensorial, os idosos podem apresentar comprometimento na capacidade de compensar a perda de informações sensoriais de um determinado sistema por informações sensoriais dos sentidos alternativos (HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989; RICCI; GAZZOLA; COIMBRA, 2009; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Desta forma, para compreender a contribuição destes sistemas no controle postural são realizadas manipulações nos sistemas sensoriais, de forma que a informação sensorial pode estar presente, deficiente ou ausente (BARELA, 2000).

Neste contexto, Woollacott, Shumway-Cook e Nashner (1986) avaliaram o equilíbrio postural de adultos jovens e idosos em condições de redução ou conflito de informações sensoriais no sistema visual, somatossensorial e vestibular. Foi demonstrado neste estudo que os idosos não apresentam oscilações significativamente maiores em relação aos adultos jovens quando são realizadas perturbações em um único sentido sensorial. Entretanto, ao realizar perturbações em dois sentidos sensoriais foi evidenciado um aumento significativo da oscilação postural em idosos, principalmente na condição em que foram realizadas perturbações nas informações visuais e somatossensoriais. Os resultados deste estudo evidenciam que quando dois sistemas sensoriais estão disponíveis, os adultos jovens e idosos conseguem compensar as perdas

sensoriais. Porém, quando apenas as informações do sistema vestibular estão disponíveis, o controle postural de idosos é significativamente prejudicado.

De forma similar, Teasdale e colaboradores (1991) compararam o equilíbrio postural de adultos jovens e idosos saudáveis, sendo demonstrado um aumento da oscilação postural com os olhos fechados em ambos grupos etários. Foi demonstrado ainda que os idosos são tão estáveis quanto os adultos jovens em superfície instável com os olhos abertos. Entretanto, quando são realizadas perturbações simultâneas no sistema somatossensorial (superfície instável) e visual (olhos fechados), os idosos apresentam oscilações significativamente maiores que os adultos jovens. Desta forma, foi evidenciado que em situações nas quais as informações visuais e somatossensoriais estão reduzidas ou ausentes, o sistema vestibular isoladamente não consegue garantir a manutenção adequada do controle postural em idosos. Foi evidenciado ainda, que o sistema visual exerce um papel fundamental em situações de perturbação somatossensorial em adultos jovens e idosos.

E ainda, o trabalho realizado por Teixeira e colaboradores (2011) avaliou o efeito da manipulação das informações sensoriais no controle do equilíbrio de idosos praticantes de exercícios, sendo a mensuração das variáveis de equilíbrio postural (amplitude de deslocamento do COP nos sentidos anteroposterior e mediolateral) realizada por uma plataforma de força, sendo realizado conflitos sensoriais em 06 condições de teste de organização sensorial (TOS) por meio de manipulação das informações visuais e somatossensoriais e vestibulares. De forma geral, os resultados demonstram que a manipulação sensorial promove alterações significativas no equilíbrio postural em idosos ativos, com aumento na amplitude de deslocamento o COP no sentido anteroposterior e mediolateral. Foi demonstrado ainda que a manipulação simultânea das informações visual e somatossensorial foi a condição que provocou maior instabilidade postural em idosos ativos, com maior amplitude de deslocamento do COP na direção anteroposterior e mediolateral. Desta forma, estas evidências demostram que em condições de perturbação visual e somatossensorial simultânea o equilíbrio postural de idosos, inclusive o de idosos ativos, é severamente comprometido.

Além das perdas sensoriais relacionadas ao envelhecimento, existem evidências que também demonstram declínio nos mecanismos de processamento central, com redução da velocidade de integração das

informações sensoriais, dificuldade em discriminar conflitos sensoriais, lentidão e perda de precisão da resposta motora. Estas alterações no processamento central dificultam a manutenção e/ou reestabelecimento do equilíbrio em situações em que é perturbado (ALEXANDER, 1994; FREITAS JUNIOR; BARELA, 2006; STURNIEKS; GEORGE; LORD, 2008). De acordo com Freitas Junior e Barela (2006), as alterações no sistema de controle postural em idosos estão associadas principalmente com problemas no relacionamento entre a informação sensorial e a ação motora.

O envelhecimento promove ainda alterações nas estratégias de controle postural. De forma que os idosos utilizam principalmente a estratégia de quadril para manutenção da estabilidade postural, enquanto os adultos jovens utilizam mais frequentemente a estratégia de tornozelo, sendo a estratégia de quadril utilizada apenas em tarefas que promovem maior instabilidade postural (GODOI; BARELA, 2002; HORAK, 2006; HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Esta alteração na estratégia de controle postural parece ocorrer em função da fraqueza muscular (com limitação para a produção de torque na articulação de tornozelo), lentidão e comprometimento da organização para ativação das sinergias musculares e limitações na capacidade de adaptar movimentos para o equilíbrio em repostas as exigências mutáveis da tarefa e do ambiente em indivíduos idosos (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010).

Cabe destacar também, que o desempenho no controle do equilíbrio postural é influenciado pela tarefa (HORAK; MACPHERSON, 1996; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Neste sentido, Prioli e colaboradores (2006) compararam o desempenho do equilíbrio postural em idosos e adultos jovens em diferentes bases de suporte (normal, tandem e sobre base de suporte reduzida), condição visual (olhos abertos e fechados), e ambas com e sem movimento da sala móvel. Foi demonstrado que a manutenção do equilíbrio na postura ortostática em condições de base normal é similar entre adultos jovens e idosos. Entretanto, em tarefas mais desafiadoras os idosos apresentaram maior oscilação postural em comparação aos adultos jovens. Foi demonstrado ainda, que os idosos são mais afetados pela manipulação visual em relação aos adultos jovens. Desta forma, foi evidenciada a influência da tarefa no desempenho do controle postural e a importância de avaliar o equilíbrio de

idosos em tarefas que envolvam a redução da base de suporte e com manipulação da informação visual.

Um outro estudo relacionado com a influência da tarefa sobre o desempenho no controle do equilíbrio postural, é o trabalho de Colledge e colaboradores (1994) que avaliaram o equilíbrio postural estático de adultos e idosos. A amostra deste estudo foi dividida em 04 grupos etários (20 a 40, 40 a 60, 60 a 70, e acima de 70 anos). O equilíbrio postural foi avaliado por meio da posturografia estática com apoio bipodal em 04 tarefas distintas: a) sobre superfície firme com olhos abertos; b) sobre superfície firme com olhos fechados; c) sobre superfície flexível (espuma) com olhos abertos; d) sobre uma flexível (espuma) com olhos fechados. Os resultados apontaram um aumento linear e significativo da amplitude de oscilação em função da idade. Foi encontrada diferença significativa na oscilação entre as tarefas posturais analisadas, com aumento da amplitude de oscilação em função da perturbação visual, seguido da somatossensorial, e com maior oscilação na condição de perturbação visual e somatossensorial simultânea. Este estudo evidenciou o declínio do controle postural com o envelhecimento, e que em tarefas com perturbação simultânea do sistema visual e somatossensorial o controle postural em idosos é significativamente prejudicado, demonstrando a importância de utilização de tarefas que envolvam manipulações sensoriais simultâneas na avaliação do equilíbrio de idosos.

Além destes, o estudo realizado por Era e colaboradores (2006) analisou o equilíbrio postural de 7979 adultos acima de 30 anos de idade, divididos em 06 grupos etários (30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, acima de 80 anos). O equilíbrio postural foi avaliado em 04 condições distintas: a) base bipodal com olhos abertos; b) base bipodal com olhos fechados; c) base semitandem; d) base tandem. Foram analisadas a área e a velocidade média de deslocamento do COP no sentido anteroposterior e mediolateral. Os resultados em geral demonstraram diferenças significativas entre os grupos etários em todas as condições analisadas, e que estas diferenças podem ser identificadas entre os adultos de meia idade, mas se tornam mais pronunciadas a partir dos 60 anos de idade. Foi evidenciado ainda, um aumento nos valores de oscilação conforme o aumento da dificuldade da tarefa (bipodal olhos abertos > bipodal olhos fechados > semitandem > tandem), sendo o que somente as condições de base

semitandem *e* tandem promoveram um aumento significativo na velocidade de oscilação mediolateral. Este estudo evidenciou o declínio no controle postural em função do processo de envelhecimento em diferentes tarefas posturais. Foi evidenciado também a relevância de avaliar o equilíbrio postural de idosos nas bases semitandem e tandem, uma vez que possibilitam identificar instabilidade postural no sentido mediolateral, o que é fundamental para compreender o controle do equilíbrio no plano frontal.

Ainda sobre a influência da tarefa no controle postural, Gil e colaboradores (2017) compararam o desempenho do equilíbrio postural de adultos jovens e idosos em 05 tarefas distintas: unipodal (UNP), bipodal com olhos abertos (BOA) e bipodal com olhos fechados (BOF) e semitandem com olhos abertos (STOA) e semitandem com olhos fechados (STOF). Os resultados demonstraram que as idosas apresentaram área e velocidade de oscilação (anteroposterior e mediolateral) superior aos adultos jovens na maioria das tarefas experimentais. Foi demonstrado ainda que a condição UNP foi a de maior instabilidade seguidas da STOF, STOA, BOF e BOA em ambos os grupos analisados. Assim, foram encontradas diferenças significativas na área de oscilação e na velocidade mediolateral na condição UNP e na velocidade mediolateral na condição STOA entre os grupos de idosos e adultos jovens. Estes resultados demonstram que os idosos apresentam pior desempenho no controle postural em relação aos adultos jovens, e que a base de suporte é um fator importante para ampliar a dificuldade da tarefa. Diante de tais resultados, fica claramente evidenciado que tarefas posturais de diferentes níveis de complexidade constituem um aspecto relevante, e que devem ser cuidadosamente controladas e exploradas na avaliação do equilíbrio postural em idosos.

Por fim, é relevante destacar a influência do exercício físico no desempenho do equilíbrio postural em idosos. Atualmente, existem fortes evidências na literatura que demonstram a eficácia do exercício físico na melhora do desempenho em testes clínico de equilíbrio e na redução da oscilação postural em idosos (HOWE et al., 2011; LESINSKI et al., 2015; LOW; WALSH; ARKESTEIJN, 2017). Porém, o efeito do exercício físico no controle postural parece ser influenciado pelo tipo de exercício e também pelo tempo de prática e nível de experiência motora (HOWE et al., 2011; KIERS et al., 2013; LELARD; AHMAID, 2015; PAILLARD, 2017a).

Dentro deste contexto, Low e colaboradores (2017) realizaram uma revisão sistemática com meta-análise, com objetivo de avaliar a efetividade de diferentes tipos de exercício (equilíbrio, força e multicomponentes) no equilíbrio postural em idosos por meio da posturografia estática obtidas por plataforma de força em tarefas com base bipodal. Os resultados demonstram que apenas os exercícios de equilíbrio resultaram em reduções significativas no deslocamento total e velocidade total de oscilação (olhos abertos e fechados), na amplitude e velocidade de oscilação anteroposterior (olhos abertos e fechados), na área de oscilação (olhos fechados), e na velocidade de oscilação mediolateral (olhos abertos). Entretanto, Hue e colaboradores (2004) compararam o equilíbrio postural de idosos ativos (grupo de exercícios multicomponentes) e idosos sedentários (grupo controle), sendo o equilíbrio avaliado antes e ao final do programa de treinamento por meio da posturografia estática com manipulação visual (olhos abertos e fechados) e somatossensorial (base estável e instável). Foram analisadas as variáveis área de oscilação, deslocamento total, deslocamento anteroposterior e mediolateral, amplitude média de oscilação anteroposterior e mediolateral do COP. Os resultados do trabalho demonstraram reduções significativas na área, no deslocamento total e na amplitude média de oscilação anteroposterior do COP nas condições de base instável (com espuma) olhos abertos e fechados no grupo ativo. Assim, foi demonstrado a importância da informação somatossensorial no controle postural de idosos, e que idosos ativos apresentam melhor desempenho do equilíbrio postural em condições de perturbação somatossensorial, mesmo quando associada com a perturbação no sistema visual. Foi evidenciado ainda, que os exercícios multicomponentes são eficazes para melhora do desempenho do equilíbrio postural em idosos.

Com relação à influência do tempo de prática de exercício físico no desempenho do equilíbrio postural, Perrin e colaboradores (1999) analisaram o equilíbrio postural em idosos, divididos em 04 grupos de acordo com o tempo de experiência com a prática de exercícios físicos: a) Grupo Ativo-Ativo (AA), composto por idosos que sempre praticaram exercícios; b) Grupo Inativo-Ativo (IA), composto por idosos que começaram a praticar exercícios após a aposentadoria; c) Grupo Ativo-Inativo (AI), composto por idosos que praticaram exercícios durante a juventude, mas interromperam a prática a mais de 30 anos; d) Grupo Inativo-Inativo (II) composto por aqueles que nunca praticaram

exercícios físicos. O equilíbrio postural foi avaliado por meio de posturografia estática em tarefas realizadas em base bipodal com olhos abertos e fechados, sendo analisadas as variáveis área de oscilação, velocidade total e velocidade média anteroposterior e mediolateral e do COP. Os resultados demonstraram que, em geral o desempenho no equilíbrio postural decresceu entre os grupos na seguinte ordem AA>IA>AI>II. Assim, foi demonstrando, que um maior período de prática de exercício é um fator relevante e contribui positivamente no melhor desempenho no equilíbrio postural de idosos, e que a prática de exercícios físicos, mesmo quando iniciados na terceira idade, proporciona melhora no controle postural em idosos.

Neste sentido, de acordo com Paillard (2017a) a experiência motora proporcionada pela prática de exercícios induz mudanças estruturais e adaptações funcionais nos diferentes sistemas do controle postural (sensoriais, central e motor). Estas adaptações promovem melhora no controle do equilíbrio e o refinamento das estratégias posturais. Entretanto, as adaptações posturais são contexto específicas, em relação aos movimentos realizados durante o exercício e ao ambiente na qual as atividades são realizadas. Desta forma, parece não haver transferência destas adaptações para tarefas motoras não experimentadas. Ainda segundo Paillard (2017a), a plasticidade da função postural (relacionada as adaptações estruturais e funcionais dos componentes sensoriais, central e motor) devido à prática de exercício ainda não foi totalmente esclarecida. Assim, embora seja inegável a plasticidade da função postural relacionada com as experiências motoras, muitos mecanismos ainda não foram explicados. Desta forma, parece ser consenso na literatura que o exercício físico constitui uma estratégia de intervenção eficaz para melhorar o desempenho do controle do equilíbrio em idosos. Neste sentido, considerando que a prática de exercícios também pode prevenir a deterioração da função muscular em idosos (GRANACHER et al., 2011; MACALUSO; DE VITO, 2004), o próximo tópico irá apresentar as principais alterações na função muscular relacionadas ao processo de envelhecimento.

1.2 Função muscular e envelhecimento

Uma das características mais marcantes do processo de envelhecimento é o declínio da função muscular. Este fenômeno resulta na perda da autonomia,

da capacidade funcional e na redução qualidade de vida dos idosos (FARINATTI, 2008; HUNTER MCARTHY; BAMMAN, 2004; LACOURT; MARINI, 2006). O envelhecimento promove alterações estruturais e funcionais no sistema neuromuscular e musculoesquelético, que resultam no declínio da função muscular, com impacto negativo na força, potência e resistência muscular (DESCHENES, 2004).

Com relação a força muscular, entendida como a quantidade de força produzida durante uma contração máxima (DESCHENES, 2004; FARINATTI, 2008), tem sido demonstrado que o pico de força ocorre entre os 20 e 30 anos e permanece relativamente preservada até os 50 anos, quando começa a declinar mais rapidamente a uma taxa entre 12 a 15% por década (DESCHENES, 2004; HURLEY; 1995; LARSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1979; VANDERVOORT, 2002). A partir dos 60 anos de idade ocorre um declínio mais significativo da força com perdas entre 20 a 30% por década (DESCHENES, 2004; FRONTERA et al., 2000; LARSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1979; VANDERVOORT, 2002). Apesar de ainda não existir consenso, parece que a magnitude de redução da força muscular em idosos fica em torno de 20 a 40% quando comparados aos adultos jovens (DOHERTY, 2003; PORTER, VANDERVOORT; LEXELL, 1995; VANDERVOORT, 2002).

Além da diminuição da força muscular não acontecer no mesmo ritmo em todas as faixas etárias, há indicações que também não ocorrem uniformemente em todos os músculos, sendo os músculos dos membros inferiores mais afetados que dos membros superiores (HUGHES et al., 2001; FARINATTI, 2008; FRONTERA et al., 2000). E ainda, embora todas as formas de manifestação da força (isométrica, concêntrica e excêntrica) sejam negativamente afetadas com avançar da idade, a força excêntrica se apresenta como a mais resistente e a força concêntrica a mais acometida pelo processo de envelhecimento (DESCHENES, 2004; VANDERVOORT, 2002). A perda de força excêntrica é de 10 a 30% menor quando comparada com a força concêntrica, porém os mecanismos responsáveis por tais diferenças ainda não são completamente compreendidos (RAJ; BIRD; SHIELD, 2015).

A resistência muscular, definida como capacidade de resistir a fadiga muscular durante contrações submáximas, também diminui com o avançar da idade, mas este processo ocorre de forma mais discreta do que na força

muscular (DESCHENES, 2004; FARINATTI, 2008). Entretanto, a potência muscular (ou força explosiva), apresenta um declínio ainda mais rápido e extenso em comparação com a força e a resistência muscular (DESCHENES, 2004; ORR, 2010). A taxa de redução anual de potência muscular em idosos fica em torno de 3,5% ao ano, enquanto que o declínio da força muscular seria entre 1 a 2% ao ano (SKELTON et al., 1994). Desta forma, a deterioração da potência muscular parece ser um fator mais relevante para o declínio funcional e para a suscetibilidade de quedas em idosos (HAN; YANG, 2015; SKELTON et al., 1994; SKELTON; KENNEDY; RUTHERFORD, 2002).

O declínio na função muscular com o avançar da idade é diretamente relacionado com a perda de massa muscular (DOHERTY, 2003; FRONTERA et al., 2000; PORTER, VANDERVOORT; LEXEL, 1995). A massa muscular, similarmente à força, alcança o pico perto de 30 anos, sendo mantida até a quinta década com uma perda modesta de aproximadamente 10% (DOHERTY, 2003; DESCHENES, 2004). Porém, entre os 20 e 60 anos a perda de massa muscular pode chegar até 40% (DOHERTY, 2003; DESCHENES, 2004). Entretanto, alguns estudos têm demonstrado que a perda de massa muscular é responsável por menos de 10% da perda da força e da potência muscular. Assim, o declínio da função muscular em idosos parece estar relacionado principalmente com alterações neuromusculares, sendo sugerido o uso do termo dinapenia para descrever o declínio da força e da potência muscular em função da idade, e sarcopenia para a perda de massa muscular relacionada ao envelhecimento (CLARK; MANINI, 2008; MANINI; CLARK, 2012).

Dentro deste contexto, a sarcopenia, originalmente definida como a perda de massa muscular relacionado ao envelhecimento (ROSENBERG, 1989), foi redefinida como síndrome geriátrica caracterizada perda progressiva e generalizada de massa muscular esquelética e da função muscular (CRUZ-JENTOFT et al., 2010; FIELDING et al., 2011). Desta forma, atualmente, o diagnóstico da sarcopenia depende da avaliação da massa muscular esquelética, da força muscular e do desempenho físico funcional de idosos (MANINI; CLARK, 2012; CRUZ-JENTOFT et al., 2010). A sarcopenia pode ser ocasionada por múltiplos fatores inter-relacionados, tais como: a) diminuição do número de fibras musculares; b) atrofia das fibras musculares, principalmente das fibras do tipo II; c) fatores neurais (diminuição do número de unidades

motoras com perdas de motoneurônios alfa e redução da excitabilidade cortical e espinhal, redução da velocidade de condução do impulso nervoso); d) aumento do tecido não contrátil; e) alterações metabólicas e nutricionais; f) alterações hormonais; g) inatividade física (DESCHENES, 2004; DOHERTY, 2003; MANINI; CLARK, 2012; PORTER, VANDERVOORT; LEXEL, 1995; VANDERVOORT, 2002).

Além dos aspectos supracitados, destacam-se ainda algumas mudanças na arquitetura muscular decorrentes do processo de envelhecimento, tais como a redução no ângulo de penação, diminuição do comprimento dos fascículos musculares, diminuição da área de seção transversa anatômica e fisiológica. Estes fatores contribuem para a redução da força e da potência muscular em todas as velocidades de contração, e podem ser observadas por meio das alterações na curva de força-velocidade (BAPTISTA; VAZ, 2009; RAJ; BIRD; SHIELD, 2010). Assim, diante destas alterações na função muscular relacionadas ao processo de envelhecimento, é fundamental avaliar a força e a potência muscular dos membros inferiores em idosos.

Neste sentido, Lanza e colaboradores (2003) avaliaram a função muscular de adultos jovens e idosos utilizando um dinamômetro isocinético no modo isométrico (em diferentes ângulos articulares) e isocinético concêntrico (em diferentes velocidades angulares). Os resultados do estudo demonstraram que os idosos apresentaram menor torque isométrico máximo em todas angulações analisadas, menor torque concêntrico e potência muscular em todas as velocidades angulares analisadas e maior tempo para alcançar a velocidade alvo (com dificuldades para alcançar velocidades angulares acima de 120°/s para dorsiflexão de tornozelo e de 240°/s para extensão de joelho) quando comparados aos adultos jovens. Na média entre todas as velocidades angulares analisadas os idosos apresentaram torque e potência 26% menor nos dorsiflexores e 32% menor nos extensores de joelho quando comparados aos adultos jovens. Desta forma, este trabalho evidenciou o declínio da força e da potência muscular em idosos, e que a deterioração da função muscular em idosos ocorre em diferentes proporções nos diferentes grupamentos musculares do membro inferior. E ainda, que os idosos apresentam dificuldade para realizar testes com velocidades de contração rápidas, demonstrando o comprometimento importante da potência muscular, e a relevância de protocolos

de avaliação isocinética específicas para este grupo etário.

A avaliação da força e da potência muscular em idosos, é um aspecto importante para avaliação do risco de quedas em idosos. Neste contexto, vários estudos utilizaram testes isocinéticos no modo concêntrico para comparar o desempenho da função muscular de idosos caidores e não caidores (ANTERO-JACQUEMIM et al., 2012; CROZARA et al., 2016; MORCELLI et al., 2014; MARQUES et al., 2013a; MARQUES et al., 2013b; PINHO et al., 2005). De forma geral, os resultados destes estudos demonstram que idosos caidores apresentam pior desempenho na força (avaliada pelo pico de torque) e na potência muscular (avaliada pela potência média) de diferentes grupamentos musculares (abdutores e adutores de quadril, flexores e extensores de quadril, flexores e extensores de joelho, e dorsiflexores e flexores plantares de tornozelo) quando comparados com idosos não caidores. Assim, estes trabalhos evidenciam a importância de avaliar a força e a potência muscular de diferentes grupamentos musculares dos membros inferiores.

Apesar do declínio da função muscular decorrentes do processo de envelhecimento, a prática de exercício físico possibilita o aumento da força e da potência muscular de idosos (GRANACHER et al., 2011; MACALUSO; DE VITO, 2004). Dentre os exercícios recomendados para a melhoria da função muscular dos idosos, destacam-se os exercícios multicomponentes (ACMS, 2009; AVEIRO et al., 2013; BOHRER et al., 2019; CADORE et al., 2014; PIERCY et al., 2018; U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2018). Os exercícios multicomponentes são frequentemente empregados em programas de promoção da atividade física no SUS, sendo usualmente referidos como modalidade de ginástica (AMORIM et al., 2013; BRASIL, 2018), por possibilitarem melhora em diversos componentes da aptidão física e de indicadores relacionados à saúde (BOUAZIZ et al., 2016; KANG et al., 2015). Existem ainda, fortes evidências na literatura quanto à eficácia dos exercícios multicomponentes para a prevenção de quedas em idosos (SHERRINGTON et al., 2011; MONCADA, 2011; GILLESPIE et al., 2012). Desta forma, é importante destacar os resultados de alguns estudos que avaliaram o efeito deste tipo de exercícios na função muscular de idosos.

Neste contexto, Aveiro e colaboradores (2013) avaliaram o efeito de um programa de exercícios multicomponentes (com associação de exercícios de

alongamento, fortalecimento muscular e de equilíbrio) realizados em grupo durante 12 semanas na função muscular de idosos ativos (Grupo Ativo) com idosos inativos (Grupo Controle). Foi realizada avaliação do torque isométrico e isocinético (60 e 120°/s) de joelho (flexão e extensão) e tornozelo (dorsiflexão e flexão plantar) no inicio e ao final do programa. Os resultados demonstraram que o grupo ativo apresentou aumento significativo do pico de torque isométrico dos flexores e extensores de joelho, do torque dos flexores de joelho (pico de torque e potência) e dos extensores de joelho (pico de torque, potência e tempo de aceleração) nas velocidades de 60 e 120°/s, e ainda do torque dos dorsiflexores de tornozelo (potência e tempo de aceleração) e flexores plantares de tornozelo (pico de torque e potência) na velocidade de 60°/s. Foi destacado que alguns idosos não conseguiram alcançar a velocidade de 120°/s para os movimentos de tornozelo, de forma que não foi possível analisar as variáveis desta articulação nesta velocidade angular. Desta forma, este trabalho demonstrou que programas de exercícios multicomponentes em grupo possibilitam melhora da função muscular de joelho e tornozelo em idosos, e que este grupo etário apresenta dificuldade em realizar o teste isocinético em velocidades angulares rápidas, evidenciando o comprometimento da potência muscular.

Entretanto, Carvalho e colaboradores (2010) compararam a influência do programa de exercícios multicomponentes (exercícios de fortalecimento muscular, flexibilidade, equilíbrio e treinamento aeróbio) com exercícios combinados (multicomponentes e resistidos) em idosos realizados durante 24 semanas. Foram avaliados o pico de torque de flexores e extensores de joelho nas velocidades angulares de 60 e 180°/s de ambos os grupos no início e ao final do programa. Os resultados demonstraram que ocorreram mudanças significativas na função muscular do joelho apenas no Grupo de Exercícios Combinados (multicomponentes e resistidos). Estes resultados demonstram a importância da associação de exercícios de força para da função muscular em idosos, e que um programa de treinamento exclusivamente composto por exercícios multicomponentes pode não ser suficiente para prevenir o declínio da função muscular de idosos.

Em contraste, Eyigor, Karapolat e Durmaz (2007) analisaram o efeito de um programa de exercício multicomponentes (exercícios de fortalecimento muscular, equilíbrio, flexibilidade e treinamento aeróbio) em grupo realizados

durante 8 semanas na função muscular de idosos. Foi analisado o pico de torque dos flexores e extensores de joelho (0, 60, 90, 120, 180°/s) e dorsiflexores e flexores plantes de tornozelo (0, 60, 120, 180°/s) no início e ao final do programa. Os resultados demonstraram aumento significativo no pico de torque isométrico de tornozelo (dorsiflexores e flexores plantares) e joelho (flexores e extensores) em todas as angulações analisadas. Foi evidenciado também um aumento significativo no pico de toque isocinético de joelho (flexores e extensores) em todas as velocidades angulares, exceto em 180°/s, e nos flexores plantares de tornozelo, exceto no tornozelo esquerdo nas velocidades de 60 e 120°/s. Não foram encontradas diferenças significativas no pico de torque dos dorsiflexores de tornozelo. Desta forma, devem ser incluídos exercícios de fortalecimento dos dorsiflexores de tornozelo, dada a relevância do torque deste grupamento muscular para a estratégia de controle postural de tornozelo.

Diante das evidências apresentadas, parece que o exercício físico possibilita a melhora da função muscular (força e da potência muscular) e no controle do equilíbrio postural em idosos. Entretanto, ainda é preciso esclarecer se existe algum tipo de relação entre estes componentes da aptidão física, ou se constituem componentes neuromusculares independentes. Este esclarecimento é fundamental para a compreensão do modelo do pêndulo invertido, e como a produção de torque muscular dos membro inferiores contribuem para o controle da oscilação postural. Do ponto de vista prático, é relevante para finalidades de avaliação do risco de quedas, e também para a elaboração de programas de exercícios de treinamento e reabilitação para idosos. Neste sentido, o próximo tópico deste capítulo irá abordar a relação entre a função muscular e o equilíbrio postural.

1.3 Influência da função muscular no controle do equilíbrio postural

O processo de envelhecimento promove o declínio na função muscular e no equilíbrio postural. Embora existam muitos estudos demonstrando que o declínio da força e da potência muscular e do equilíbrio postural estão relacionados com a ocorrência de quedas em idosos, ainda não está claro na literatura a relação existente entre estes componentes da aptidão física (EMA et al., 2016; HORLINGS et al., 2008).

A relação entre a função muscular dos membros inferiores com o

equilíbrio postural tem sido objeto de investigação de trabalhos com participantes de diferentes grupos etários: crianças, adolescentes, adultos jovens, adultos de meia idade e idosos (MUEHLBAUER; GOLLHOFER; GRANACHER, 2015). A elucidação da influência da função muscular no equilíbrio postural de idosos é de grande relevância, uma vez que pode contribuir para a avaliação do risco de quedas e para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e reabilitação (MUEHLBAUER; GOLLHOFER; GRANACHER; MUEHLBAUER; GRUBER, 2012; MUEHLBAUER et al., 2012).

Assim, alguns estudos demonstram existir associação significativa entre a função muscular de membros inferiores com o equilíbrio postural em adultos (BILLOT et al., 2010; CATTAGNI et al., 2014; MUEHLBAUER; GOLLHOFER; GRANACHER, 2013) e idosos (BILLOT et al., 2010; CATTAGNI et al., 2014; EMA et al., 2016; PALMER; THIELE; THOMPSON, 2017; PORTO et al., 2018; STOCCO et al., 2017). Entretanto, existem trabalhos com resultados divergentes, que revelam não haver associação significativa em adultos (CATTAGNI et al., 2016; MUEHLBAUER; GOLLHOFER; GRANACHER; MUEHLBAUER; GRUBER, 2012; PALMER; THIELE; THOMPSON, 2017) e idosos (MUEHLBAUER et al., 2012; RINGSBERG et al., 1999). Desta forma, parece ainda não haver consenso na literatura quanto à associação entre a função muscular e o equilíbrio postural. As discrepâncias entre os estudos, possivelmente podem ser explicadas em função de variações metodológicas na avalição do equilíbrio e da função muscular. Por exemplo, na avaliação da função muscular existem variações entre os estudos quanto ao grupamento muscular avaliado, tipo de contração muscular, velocidades do teste isocinético e variáveis empregados para avaliação da força e potência muscular. Na avaliação do equilíbrio postural, existem diferenças quando ao tipo de teste de equilíbrio (estático e dinâmico), variáveis posturográficas analisadas e tarefas posturais empregadas, com diferentes tipos de base e perturbação sensorial.

Neste contexto, estudos de revisões sistemática com meta-análise são de grande relevância (em função do alto nível de evidência deste tipo de estudo), para compreender a relação entre a função muscular e o equilíbrio postural. Muehlbauer, Gollhofer e Granacher (2015) realizaram uma revisão sistemática com meta-análise com objetivo de analisar a associação entre as variáveis de equilíbrio com a função muscular (força e potência muscular) dos membros

inferiores em indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias. Foram analisados 39 trabalhos, codificados pelos critérios: a) idade (crianças, adolescentes, adultos jovens, adultos de meia idade e idosos); b) sexo (masculino ou feminino); c) modalidade de teste/resultado (teste para avaliação do equilíbrio, força e potência muscular). Destes estudos foram extraídos os coeficientes de correlação de Pearson (r), sendo a magnitude dos valores classificados como fraca (r≤0,69), média (r≤0,89), forte (r≥0,90). Os resultados demonstraram que 3 estudos analisaram a associação entre força/potência muscular e equilíbrio em crianças, 1 estudo em adolescentes, 9 em adultos jovens, 03 em adultos de meia idade e 23 estudos com idosos. De forma geral, foram encontradas associações significativas entre as variáveis de equilíbrio e da função muscular de membros inferiores, independente do grupo etário considerado, porém esta associação foi classificada com fraca. Estes resultados indicam que a função muscular e equilíbrio postural componentes neuromusculares independentes, devendo ser avaliados e treinados de forma complementar.

A existência de uma associação significativa entre as variáveis de função muscular e equilíbrio postural, significa que existe uma interação entre estes componentes neuromusculares, de forma que parece ser possível ocorrer transferências no efeito do treinamento da função muscular para o equilíbrio postural. Assim, um aumento da força e/ou da potência muscular poderia por exemplo implicar em um melhor desempenho no controle postural em idosos. Apesar de significativa, a força de correlação entre as variáveis foi classificada como fraca, o que indica que estes componentes devem ser tratados de forma independente, conforme sugerido na conclusão do trabalho. Entretanto, é relevante atentar que nas ciências da saúde os coeficientes de correlação são baixos em função da variabilidade dos fenômenos biológicos, de forma que coeficientes de correlação iguais ou maiores que 0,70 (r≥0,70) são extremamente raros (VIEIRA, 2016). Assim, parece que a classificação da força de correlação adotada no estudo talvez seja um aspecto que precise ser analisado com cautela, uma vez que uma forte interação entre estas variáveis pode implicar em alterações na avaliação e na prescrição de exercícios.

Apesar do alto nível de evidência deste tipo de estudo e da contribuição para a compreensão da temática, novos trabalhos vêm sendo desenvolvidos

para elucidar a influência da força e potência muscular dos membros inferiores no equilíbrio postural. Neste contexto, Cattagni e colaboradores (2014) analisaram a força muscular isométrica de tornozelo e o equilíbrio postural estático na condição de base bipodal com olhos abertos em adultos jovens, adultos de meia idade, idosos não caidores e idosos caidores. Para análise da relação entre a força muscular e o equilíbrio postural foram utilizadas as variáveis pico de torque isométrico máximo de tornozelo (soma do pico de torque isométrico dos dorsiflexores e flexores plantares) normalizado pela massa corporal e o deslocamento total do COP normalizado pela estatura. O deslocamento do COP se correlacionou negativamente com o torque isométrico máximo de tornozelo em todos os grupos analisados, sendo evidenciando ainda que abaixo do limiar de torque de 3.1 N.m.kg-1, o equilíbrio postural é severamente comprometido e se relaciona com a ocorrência de quedas em idosos. A existência uma correlação negativa entre torque de tornozelo e o deslocamento do COP, significa que quanto maior o torque de tornozelo, menor o deslocamento do COP. Portanto, quanto maior o torque de tornozelo, melhor o controle do equilíbrio postural. E ainda, o limiar de torque de tornozelo de 3.1 N.m.kg-1, pode ser utilizado como indicador de risco, abaixo do qual o equilíbrio postural pode estar significativamente comprometido.

Entretanto, Ema e colaboradores (2016) avaliaram a associação entre a força isométrica dos flexores plantares de tornozelo com equilíbrio postural estático na condição de apoio unipodal com olhos abertos em idosos. Para análise da função muscular foram utilizados os parâmetros pico de torque e taxa de desenvolvimento de torque normalizada pelo pico de torque e para análise do equilíbrio o deslocamento total do COP normalizado pela estatura. Foi encontrada uma correlação negativa significativa apenas entre a taxa de desenvolvimento de torque com o deslocamento total do COP. Assim, fica evidente que a capacidade de produção de força explosiva (potência muscular) é mais importante do que a capacidade máxima de produção de torque (força muscular) de tornozelo em idosos quando em apoio unipodal. Assim, foi evidenciado que a potência muscular também se relaciona com o equilíbrio postural, e que o tipo de tarefa postural parece ser um fator que influencia a relação entre a função muscular com o equilíbrio. De forma que, em tarefas de menor instabilidade postural (como em base bipodal) parece existir associação

significativa com a força muscular. Enquanto, em tarefas de maior instabilidade postural (como em base unipodal) parece existir associação significativa com a potência muscular. Assim, parece ser fundamental incluir a força e potência muscular dos membros inferiores nos protocolos de avaliação da função muscular e nos programas de treinamento e reabilitação para idosos.

Diante de tais evidências, parece ser necessário avaliar a relação entre a função muscular (força e da potência muscular) com o equilíbrio em diferentes tarefas posturais. Neste sentido, Billot e colaboradores (2010) analisaram a relação entre o torque máximo (soma do torque dos dorsiflexores e flexores plantares) de tornozelo em adultos jovens e idosos em 03 tarefas posturais: postura ereta quieta com apoio bipodal (NQS), Romberg (ROM) e apoio unipodal (BLS). Foi demonstrado que a capacidade máxima de produção de torque de tornozelo, está negativamente correlacionada com o deslocamento do COP independente da idade e da tarefa postural analisada. E ainda, que a força de correlação entre as variáveis aumenta conforme o aumento da dificuldade da tarefa. Desta forma, foi evidenciado que em situações de maior instabilidade postural parece haver uma maior dependência da força muscular de tornozelo. Assim, parece que a relação entre a função muscular e o equilíbrio postural é influenciada pela tarefa postural analisada e que existe uma correlação negativa entre a função muscular e o equilíbrio postural.

Em consonância com estes resultados, o estudo de revisão de Paillard (2017b) aponta que as evidências sugerem que a função muscular interfere no equilíbrio postural em indivíduos jovens e idosos, porém variam de acordo com a condição de equilíbrio postural considerada. De forma que em condições de equilíbrio estático, parece que quando a força muscular encontra-se abaixo de um limiar de torque o desempenho do equilíbrio postural fica prejudicado. Enquanto que em condições de equilíbrio dinâmico, a potência muscular parece ser fundamental para as ações posturais compensatórias, podendo apresentar forte relação com o equilíbrio postural dinâmico em situações de maior instabilidade postural.

Além destes aspectos, cabe destacar que as estratégias de controle postural do tornozelo e do quadril também apresentam variações de dominância em função da dificuldade da tarefa (CREATH et al., 2005). Desta forma, é preciso considerar ainda a influência de diferentes sinergias musculares e o torque em

diferentes articulações envolvidas no controle do equilíbrio na postura ortostática. De acordo com Park, Reiman e Schoner (2016), o controle do equilíbrio na postura ortostática envolve o torque coordenado nas articulações de tornozelo, joelho e quadril. Assim, parece ser fundamental analisar a influência do torque de quadril, joelho e tornozelo no controle postural.

Neste sentido, o estudo de Stocco e colaboradores (2017) analisou a correlação entre o torque dos extensores e flexores de joelho no equilíbrio postural em idosos. A avaliação do torque foi realizada no dinamômetro isocinético na velocidade angular de 60°/s, sendo analisado o pico de torque e o trabalho do membro inferior dominante. O equilíbrio postural foi avaliado por meio da posturografia estática com os participantes na condição de apoio unipodal, sendo analisadas a velocidade de oscilação (anteroposterior e mediolateral) e a área de oscilação do COP. Foi encontrada correlação positiva fraca entre a área do COP e o pico de torque de flexão e extensão flexão de joelho, bem como entre pico de torque extensor e velocidade de oscilação anteroposterior e mediolateral. A hipótese do estudo não foi confirmada, uma vez que era esperado encontrar uma relação negativa entre as variáveis de força e do equilíbrio postural. Foi destacada a inexistência de estudos com metodologia de avaliação similar para comparação dos resultados. Assim, parece ser necessário novos estudos com metodologias similares de avaliação para a compreender a relação entre a função muscular de joelho e o equilíbrio postural de idosos.

Palmer, Thiele e Thompsom (2017) avaliaram a relação entre o torque isométrico dos extensores do quadril e o equilíbrio postural dinâmico entre adultos jovens e idosos. Para avaliação do torque foram analisados o pico de torque absoluto e relativo (normalizado pela massa corporal) e a taxa de desenvolvimento de torque na fase inicial (0 a 50ms) e na fase tardia (0 a 200ms) da contração muscular. O equilíbrio dinâmico foi avaliado por meio do *Biodex Balance System* que fornece medidas da estabilidade dinâmica baseada no índice geral de estabilidade. Foi demonstrado a existência de uma relação negativa significativa apenas entre a taxa de desenvolvimento de torque na fase inicial da contração muscular (0 a 50ms) dos extensores de quadril com o equilíbrio postural dinâmico em idosos. Foi destacado que o declínio da potência muscular pode constituir como fator relevante para o comprometimento do

equilíbrio dinâmico em idosos. Desta forma, os estudos que avaliaram a relação entre torque de membro inferior e variáveis de oscilação postural, em geral, demonstraram existir uma correlação negativa significativa entre a função muscular e o equilíbrio postural. Portanto, parece que quanto maior a força e a potência muscular de idosos, menor a oscilação postural, o que representa um melhor controle postural.

E ainda, o trabalho de Porto e colaboradores (2018) avaliou a associação entre a função muscular dos abdutores e adutores de quadril de idosos comunitários em condições de equilíbrio estático e dinâmicos em condições de base de suporte reduzida. Para avaliação da função muscular de quadril foi realizada avaliação isométrica dos abdutores e adutores de quadril no dinamômetro isocinético, sendo analisada as variáveis pico de torque e taxa de desenvolvimento de torque). A avaliação do equilíbrio estático foi realizada em equilíbrio em base unipodal com os olhos abertos e do equilíbrio dinâmico em tarefas de marcha tandem. Os resultados do estudo revelaram associações entre o pico de torque dos abdutores de quadril e variáveis de controle do equilíbrio estático (tempo na tarefa de equilíbrio estático em apoio unipodal) e dinâmico (velocidade da marcha tandem). Assim, este trabalho demonstrou que a força muscular de quadril é associada com o desempenho no controle do equilíbrio estático e dinâmico em tarefas com redução da base de suporte.

Desta forma, existem evidências na literatura demonstrando que a função muscular de quadril, joelho e tornozelo influenciam o desempenho no controle do equilíbrio, e que a relação entre força e potência muscular com o equilíbrio depende das especificidades da tarefa (BILLOT et al., 2010; CATTAGNI et al., 2014; EMA et al., 2016; PALMER; THIELE; THOMPSON, 2017; PORTO et al., 2018; STOCCO et al., 2017). Cabe destacar ainda que o nível de atividade física parece influenciar positivamente o equilíbrio postural (FREITAS et al., 2013; KIERS et al., 2013; LELARD; AHAMAID, 2015) e a função muscular dos membros inferiores (GARCIA et al., 2011; VOLKERS et al., 2012). Além disso, existe consenso na literatura apontando que programas de exercício promovem benefícios na função muscular (GRANACHER et al., 2011; MACALUSO; DE VITO, 2004) e no equilíbrio de idosos (HOWE et al., 2011; LOW; WALSH; ARKESTEIJN, 2017). Neste sentido, parece que quanto maior o nível de atividade física, melhor o controle do equilíbrio e na função muscular de idosos.

1.4 Justificativas e questões de pesquisa

O processo de envelhecimento promove alterações nos sistemas sensoriais, motor e na integração sensório-motora que resultam na deterioração no controle do equilíbrio postural em idosos. Dentre as alterações no sistema motor, destaca-se a diminuição da força e potência muscular dos membros inferiores. E ainda, apesar do controle do equilíbrio e o uso das estratégias de controle postural de quadril e tornozelo, serem influenciados pelas especificidades da tarefa, o declínio na função muscular de idosos promove alterações no uso destas estratégias de controle postural, com maior utilização da estratégia de quadril em relação a estratégia de tornozelo, para a manutenção da estabilidade postural.

Assim, parece que a função muscular dos membros inferiores influenciam o desempenho no controle do equilíbrio de idosos, e que esta relação pode apresentar variações em função das especificidades da tarefa postural. E ainda, existem muitas evidências na literatura sobre a influência positiva do exercício físico no controle do equilíbrio e na função muscular dos idosos, sendo apontada como estratégia efetiva para a prevenção de quedas em idosos. Desta forma, a dificuldade da tarefa e o nível de atividade física, pode influenciar a associação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio postural. Entretanto, ainda não foi totalmente elucidado a influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre o desempenho no controle do equilíbrio de idosos ativos e sedentários em diferentes tarefas posturais.

Além disso, uma vez que a prática de exercícios promove benefícios no desempenho no controle do equilíbrio postural e no ganho de força e potência muscular, o que pode contribuir para a prevenção de quedas em idosos. E ainda, como as quedas em idosos são apontadas como um importante problema de saúde pública no município de Vitória (ES). É relevante avaliar os efeitos das atividades ofertadas pelo Serviço de Orientação ao Exercício (SOE) sobre o controle do equilíbrio e a função muscular de idosos.

Assim, este trabalho foi dividido em dois estudos, de forma a responder as seguintes questões de pesquisa:

Estudo 1:

1) Idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE apresentam melhor desempenho no controle do equilíbrio e na função muscular

de membros inferiores em relação aos idosos sedentários?

2) Existe diferença no controle do equilíbrio entre idosos ativos e sedentários em tarefas com diferentes bases de suporte e perturbações sensoriais?

3) Idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE apresentam maior força e potência muscular de membros inferiores em relação aos idosos sedentários?

Estudo 2:

1) Qual a influência da força e da potência muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre o controle do equilíbrio postural de idosos em tarefas com diferentes bases de suporte e perturbações sensoriais?

2) O nível de atividade física dos idosos influencia a relação entre as variáveis de força e potência muscular dos membros inferiores e as variáveis de equilíbrio postural de idosos?

1.5 Objetivos

O objetivo geral deste estudo será analisar o desempenho e a influência da força e da potência muscular dos membros inferiores no equilíbrio postural de idosos. Para tanto, o trabalho será dividido em dois estudos com objetivos distintos.

O **estudo 1** tem como objetivo avaliar o equilíbrio postural e a função muscular dos membros inferiores dos idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE. Como objetivos específicos, este estudo visa: a) comparar a área, deslocamento total, velocidade média, amplitude média de deslocamento e de oscilação do centro de pressão no sentido anteroposterior e mediolateral entre idosos ativos e sedentários em diferentes tarefas posturais com perturbação dos sistemas visual e somatossensorial; b) comparar o pico de torque normalizado pelo peso corporal, o tempo para o pico de torque e a potência média de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) de idosos ativos e sedentários.

O **estudo 02** tem como objetivo avaliar a influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo no controle do equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários. Como objetivos específicos, este estudo visa: a)

analisar a influência de variáveis relacionadas com a força (pico de torque e pico de torque normalizado pelo peso corporal) e potência (tempo para o pico de torque e a potência média) muscular de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) sobre variáveis de equilíbrio em tarefas em base bipodal e semitandem com perturbação visual e somatossensorial; b) avaliar a influência do nível de atividade física sobre a relação entre a função muscular de membros inferiores e o equilíbrio postural de idosos.

1.6 Hipóteses

Em relação ao **estudo 01**, espera-se que: a) idosos ativos apresentam menores parâmetros de oscilação postural em relação aos idosos sedentários; b) o nível de dificuldade da tarefa influencia o desempenho no controle do equilíbrio postural de idosos, sendo que os idosos ativos apresentam melhor controle do equilíbrio em relação aos idosos sedentários em todas as tarefas posturais, mas principalmente nas tarefas que envolvem redução da base de suporte e perturbações simultâneas nos sistemas visual (olhos fechados) e somatossensorial (espuma); c) idosos ativos apresentam maior força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo em relação aos idosos sedentários.

Em relação ao **estudo 02**, espera-se que: a) a força muscular de tornozelo apresente associações com o desempenho no controle do equilíbrio em tarefas com menor nível de instabilidade postural, e a potência muscular de quadril com as tarefas com maior nível de instabilidade postural; b) o nível de atividade física influencie a relação entre as variáveis de função muscular de membros inferiores e o equilíbrio de idosos, principalmente nas tarefas com maior nível de instabilidade postural.

2. ESTUDO 01: Análise do desempenho do equilíbrio postural e da função muscular dos membros inferiores de idosos ativos e sedentários

2.1. Introdução

A deterioração do equilíbrio postural em idosos ocorre em função de alterações estruturais e funcionais nos sistemas sensoriais, motor e na integração sensório-motora (HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989; MAKI; MCLLROY, 1996; MASSION, 1994; STURNIEKS; GEORGE; LORD, 2008), sendo apontada como um dos principais fatores de risco de quedas, o que limita os idosos a realizarem as atividades diárias com consequente redução na qualidade de vida (LORD; STURNIEKS, 2005; LORD et al., 2018; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Desta forma, os idosos apresentam uma oscilação postural maior, mais rápida e mais variada em relação aos adultos jovens (DEGANI; LEONARD; DANNA-DOS-SANTOS, 2017), o que indica um pior desempenho no controle do equilíbrio. Estas alterações no equilíbrio tem sido evidenciadas por diferentes variáveis posturográficas: área (GIL et al., 2017), deslocamento (COLLEDGE et al, 1994), amplitude (DORNELES et al., 2015), velocidade média (BALOH et al., 1994; ERA et al., 2006; TAVARES et al., 2017) e parâmetros de frequência de oscilação do centro de pressão (COP) (VIEIRA; OLIVEIRA; NADAL, 2009). Porém, ainda não existe consenso quanto à variável mais acurada para representar as alterações no equilíbrio de idosos. Assim, a avaliação do equilíbrio deve incluir diferentes variáveis de oscilação do COP, tanto no domínio do tempo, como no da frequência (PALMIERI et al., 2002).

A avaliação do equilíbrio têm sido empregada para analisar o risco de quedas em idosos (BIGELOW; BERME, 2011; PAJALA et al., 2008; PIIRTOLA; ERA, 2006), sendo demonstrado que idosos caidores apresentam um pior desempenho no controle do equilíbrio em relação aos idosos não caidores (HOWCROFT et al., 2017; JOHANSSON et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018), sobretudo nas variáveis de oscilação no sentido mediolateral (MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2004; PIIRTOLA; ERA, 2006; STEL et al., 2003). Estes achados sugerem que a ocorrência de quedas influencia no desempenho do equilíbrio, portanto, este fator deve ser considerado na avaliação de idosos. Entretanto, alguns estudos não encontraram diferenças no desempenho do

controle do equilíbrio entre idosos caidores e não caidores (BALOH et al., 1994, 1998), ou revelaram pior desempenho pelos idosos caidores apenas nas condições que envolveram a diminuição da base de suporte (MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2004). Desta forma, uma vez que o controle postural é influenciado pela tarefa (ALEXANDER, 1994; HORAK; MACPHERSON, 1996; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010), é preciso investigar o desempenho do equilíbrio de idosos em tarefas que envolvam perturbações nos sistemas sensoriais e modificações na base de suporte.

Com relação as perturbações nos sistemas sensoriais, são realizadas manipulações nos sistemas visual, somatossensorial e vestibular, de forma que a informação sensorial pode estar presente, deficiente ou ausente (BARELA, 2000; STURNIEKS; GEORGE; LORD, 2008). Neste contexto, o equilíbrio dos idosos parece ser comprometido principalmente em tarefas que envolvem perturbações simultâneas nos sistemas visual (com olhos fechados) e somatossensorial (com uso de espumas) (COLLEDGE et al., 1994; TEASDALE et al., 1991; PETERKA, 2002; TEIXEIRA et al., 2011). Com relação à influência da base de suporte, existem variações de combinações das estratégias posturais empregadas no controle do equilíbrio a depender do tipo de base adotada. Em tarefas em base bipodal (pés paralelos) a estabilidade no sentido anteroposterior é controlada principalmente pela estratégia de tornozelo, e no sentido mediolateral pela estratégia de quadril. Porém, em tarefas com diminuição da base de suporte (tandem; semitandem; unipodal) o controle do equilíbrio no sentido anteroposterior é realizado sobretudo pela estratégia de quadril, e no sentido mediolateral principalmente pela estratégia de tornozelo (TERMOZ et al., 2008; WINTER et al., 1996).

Ainda, o processo de envelhecimento promove alterações nas estratégias posturais, de forma que idosos utilizam principalmente a estratégia de quadril para manutenção do equilíbrio, enquanto adultos jovens utilizam mais frequentemente a estratégia de tornozelo, sendo a estratégia de quadril utilizada apenas em tarefas de maior instabilidade postural (AMIRIDIS; HATZITAKI; ARABATZI, 2003; HORAK, 2006; SIMMONS; LEVY; SIMMONS, 2017). Neste sentido, tem sido demonstrado que o equilíbrio de idosos é comprometido principalmente em tarefas que envolvem a diminuição da base de suporte (ERA et al., 2006; GIL et al., 2017; LAHR et al., 2017; PRIOLI et al., 2006). Assim, é

preciso investigar de forma mais ampla o equilíbrio de idosos em tarefas que envolvam a combinação de perturbações nos sistemas visual e somatossensorial e diminuição da base de suporte.

Além disso, as alterações nas estratégias de controle postural em idosos parecem ocorrer em função da fraqueza muscular, lentidão e comprometimento da organização para ativação das sinergias musculares e limitações na capacidade de adaptar movimentos para o equilíbrio em repostas as exigências mutáveis da tarefa e do ambiente (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Assim, de forma análoga ao declínio no controle do equilíbrio, o processo de envelhecimento promove um déficit na função muscular esquelética (CORREA-DE-ARAUJO; HADLEY, 2014; COOPER et al., 2015), principalmente da força concêntrica e da potência muscular (DESCHENES, 2004; DOHERTY, 2003; FRONTERA et al., 2000; RAJ; BIRD; SHIELD, 2010; VANDERVOORT, 2002).

O declínio na função muscular dos membros inferiores parece também estar relacionado com uma maior ocorrência de quedas em idosos (PAUELSEN et al., 2018), sendo a deterioração da potência apontada como um fator ainda mais importante (HAN; YANG, 2015; IZQUIERDO et al., 1999; SKELTON; KENNEDY; RUTHERFORD, 2002). Neste contexto, alguns trabalhos demonstraram um pior desempenho nos testes de força e potência muscular de quadril (MORCELLI et al., 2014, 2015, 2016; PALMER et al., 2014), joelho (ANTERO-JACQUEMIN et al., 2012; BENTO et al., 2010; CROZARA et al., 2013, 2016; MARQUES et al., 2013a) e tornozelo (CATTAGNI et al., 2016; LAROCHE et al., 2010; PINHO et al., 2005) em idosos caidores em relação aos idosos não caidores. Porém, uma limitação destes estudos refere-se à avaliação de apenas um ou dois grupamentos musculares, o que impossibilita analisar a contribuição da função muscular de cada uma das articulações dos membros inferiores com a ocorrência de quedas (MORELAND et al., 2004). Isto indica a importância de avaliar a força e a potência muscular de quadril, joelho e tornozelo, e também de considerar o fator quedas na avaliação da função muscular de idosos.

Em contrapartida, a prática de exercícios físicos promove benefícios no desempenho do controle do equilíbrio, com diminuição da área; deslocamento e velocidade total; deslocamento e velocidade de oscilação do COP nos sentidos anteroposterior e mediolateral (LOW; WALSH; ARKESTEIJN, 2017; MAITRE et al., 2013), além de promover um melhor desempenho da função muscular, com

maior capacidade para o desenvolvimento de força e potência muscular (GRANACHER; GRUBER; GOLLHOFER, 2009; GRANACHER et al., 2011; MACALUSO; DE VITO, 2004), e ainda contribuir para a prevenção de quedas (GUIRGUIS-BLAKE et al., 2018; SHERRINGTON et al., 2017; TRICCO et al., 2017; USPSTF, 2018). Porém, as adaptações no equilíbrio e na função muscular são específicas as modalidades de exercício e ao nível de atividade física (ACMS, 2009; HOWE et al., 2011; KIERS et al., 2013; LELARD; AHMAIDI, 2015; OLIVEIRA et al., 2014; PAILLARD, 2017a). Dentre os exercícios recomendados para a população idosa, destacam-se os exercícios multicomponentes (ACMS, 2009; PIERCY et al., 2018; U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2018), visto que promovem benefícios no equilíbrio (ALFIERI et al., 2012; BIRD et al., 2011; HUE et al., 2004), função muscular (AVEIRO et al., 2013; BOHER et al., 2018; CADORE et al., 2014), além de contribuir para prevenção de quedas (CADORE et al., 2013; LORD et al., 2003; STURNIKIES; GEORGE; LORD, 2008) e melhoria da qualidade de vida (EYIGOR; KARAPOLAT; DURMAZ, 2007; BOUAZIZ et al., 2016).

Diante do exposto, e também dos benefícios biopsicossociais da prática de exercício físico, destaca-se a importância de programas de atividade física nos sistemas públicos de saúde. O Serviço de Orientação ao Exercício (SOE) é um programa da Secretaria de Saúde de Vitória/ES, em funcionamento desde 1990 (REZENDE, 1997), que tem o objetivo de contribuir para a promoção da atividade física e melhoria da qualidade de vida, sendo os idosos um dos principais públicos alvo deste programa. Dentre as modalidades de exercício ofertadas pelo SOE, destacam-se a ginástica (exercício multicomponente), hidroginástica, *yoga*, alongamento e grupos de caminhada (VITORIA, 2018a), sendo estas atividades realizadas em grupo, o que potencializa o desenvolvimento de vínculos e a sociabilidade entre os participantes deste programa (BECALLI; GOMES, 2014).

Porém, ainda é preciso investigar a influência da prática de exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE no controle do equilíbrio e na função muscular de idosos participantes da modalidade ginástica. Outro aspecto que precisa ser mais amplamente analisado refere-se ao controle do equilíbrio de idosos ativos e sedentários em tarefas que envolvam a combinação de perturbações nos sistemas sensoriais (visual e somatossensorial) e diminuição

da base de suporte. E ainda, existem lacunas quanto ao desempenho de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo em idosos ativos e sedentários. Por fim, considerando que a ocorrência de quedas em idosos está relacionada com a deterioração no controle do equilíbrio postural e da força e potência muscular, o número de quedas deve ser considerada como uma co-variável nas análises das ANCOVAs para eliminar a influência das quedas nas variáveis dependentes relacionadas ao desempenho no controle do equilíbrio e da função muscular. Assim, este trabalho visa responder as seguintes perguntas de pesquisa: 1) Idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE apresentam melhor desempenho no controle do equilíbrio e na função muscular de membros inferiores em relação aos idosos sedentários? 2) Existe diferença no controle do equilíbrio entre idosos ativos e sedentários em tarefas com diferentes bases de suporte e perturbações sensoriais? 3) Idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE apresentam maior força e potência muscular de membros inferiores em relação aos idosos sedentários?

Desta forma, este estudo tem como objetivo geral de avaliar o equilíbrio postural e a função muscular dos membros inferiores dos idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE. Como objetivos específicos, este estudo visa: a) comparar a área, deslocamento total, velocidade média, amplitude média de deslocamento e de oscilação do centro de pressão no sentido anteroposterior e mediolateral entre idosos ativos e sedentários em diferentes tarefas posturais com perturbação dos sistemas visual e somatossensorial; b) comparar o pico de torque normalizado pelo peso corporal, o tempo para o pico de torque e a potência média de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) de idosos ativos e sedentários.

As hipóteses deste estudo são: a) idosos ativos apresentam menores parâmetros de oscilação postural em relação aos idosos sedentários; b) o nível de dificuldade da tarefa influencia o desempenho no controle do equilíbrio postural de idosos, sendo que os idosos ativos apresentam melhor controle do equilíbrio em relação aos idosos sedentários em todas as tarefas posturais, mas principalmente nas tarefas que envolvem redução da base de suporte e perturbações simultâneas nos sistemas visual (olhos fechados) e

somatossensorial (espuma); c) idosos ativos apresentam maior força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo em relação aos idosos sedentários.

2.2 Materiais e métodos

2.2.1 Participantes

Participaram deste estudo sessenta e oito idosos com idade entre 60 a 74 anos, sendo igualmente distribuídos em dois grupos: 1) Grupo de Idosos do SOE (GID_SOE), utilizado como grupo experimental, composto por idosos que participavam regularmente (período maior que três meses, com frequência de duas vezes por semana nos treinos de duração de 60 minutos por sessão) das atividades de ginástica geral ofertadas pelo SOE (exercício multicomponente); 2) Grupo Sedentário (GID_SED), utilizado como grupo controle, sendo composto por idosos que não realizavam exercício físico há pelo menos três meses (ACSM, 2009; PIERCY et al., 2018; WHO, 2010). Todos os participantes após consentir a participar do estudo assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), conforme as normas estabelecidas na Resolução n°466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo, com parecer número 2.061.608 (ANEXO E). Os critérios de exclusão adotados foram: doenças neurológicas, vestibulares e musculoesqueléticas que impeçam de realizar as tarefas motoras, neoplasias, graves alterações visuais, déficit cognitivo, perda da sensibilidade cutânea plantar, uso de órteses ou próteses e medicamentos com ação no equilíbrio postural e obesidade acima de grau I (IMC≥35).

Todos os participantes foram recrutados na cidade de Vitória/ES, por meio de convites realizados pelo pesquisador em colaboração com os profissionais da Secretaria Municipal de Saúde de Vitória e convites afixados nas dependências físicas dos Módulos do SOE e das Unidades Básicas de Saúde de Vitória da região Continental, Forte São João e Maruípe. Estas regiões foram escolhidas, por serem aquelas com as maiores concentrações de idosos do município (VITORIA, 2018b). Do total de idosos que aceitaram participar do estudo (68 idosos), ocorreram 3 desistências e 4 exclusões, sendo 1 por diagnóstico de doença de Parkinson, 1 por apresentar obesidade grau 2, 1 por apresentar episódios de câimbras durante a coleta de dados e 1 devido à

lombalgia crônica com prejuízo para a realização dos procedimentos experimentais. Assim, foram avaliados um total de 61 idosos, sendo 31 do grupo de idosos ativos (GID_SOE) e 30 do grupo de idosos sedentários (GID_SED).

2.2.2 Procedimentos experimentais

A coleta de dados foi realizada em dois dias, sendo o primeiro realizado nos Módulos do SOE e/ou Unidades Básicas de Saúde e o segundo dia no Laboratório de Força e Condicionamento (LAFEC) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo (CEFD/UFES). No primeiro dia, foi inicialmente realizada uma anamnese (APÊNDICE B) para obtenção de informações sociodemográficas, estado de saúde, histórico de quedas e avaliação dos critérios de inclusão/exclusão no estudo. Na sequência foi realizada uma avaliação antropométrica, sendo utilizada uma balança da marca Filizola com estadiômetro acoplado para aferição da massa corporal e da estatura. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado pela divisão da massa corporal em quilograma pelo quadrado da estatura em metros (IMC=kg/m^2), sendo classificado como normais (IMC entre 18,5 a 24,9 kg/m^2), sobrepeso (IMC entre 25,0 a 29,9 kg/m^2), obesidade grau I (IMC entre 30,0 a 34,99kg/m^2), obesidade grau II (IMC entre 35,0 e 39,99kg/m^2) e obesidade grau III (IMC maior ou igual a 40 kg/m^2) (WHO, 2000). Para controlar o nível de atividade física dos participantes, o Questionário de Baecke Modificado para Idosos (ANEXO A) foi aplicado (VOORRIPS et al., 1991). A função cognitiva dos idosos foi avaliada por meio do Miniexame do Estado Mental - Mini Mental (ANEXO B) validado para a população brasileira (BRUCKI et al., 2003). A avaliação da qualidade de vida foi realizada por meio do Questionário SF-36 (ANEXO C), um instrumento genérico validado, de fácil administração e compreensão (CICONELLI et al., 1999). Além disso, a escala clínica do MiniBESTest (ANEXO D) foi utilizada para avaliação clínica do equilíbrio (MAIA et al., 2013).

No segundo dia, no LAFEC, foram realizadas a avaliação da sensibilidade cutânea plantar, equilíbrio postural e função muscular. A sensibilidade cutânea plantar foi avaliada por meio do Estesiômetro (Monofilamentos Semmes-Weinstein) da marca SORRI BAURU, que consiste em um conjunto de seis monofilamentos de nylon, com diferentes cores e diâmetros, que exercem pressão sobre a pele de acordo com a gramagem do filamento, que varia de 0,05 a 300g (TOLEDO; BARELA, 2010). Foram analisados 10 pontos de diferentes

regiões de ambos os pés em ordem randomizada, onde cada local recebia uma pontuação de acordo com a cor do monofilamento (verde = 1, azul = 2, violeta = 3, vermelho = 4, laranja = 5 e rosa = 6), sendo determinado um escore de sensibilidade total do pé, obtido através do somatório de todos os pontos avaliados em cada pé, de forma que quanto maior o escore total, pior a sensibilidade cutânea plantar (UEDA; CARPES, 2012). A avaliação foi realizada por um mesmo avaliador, em um ambiente silencioso, com os participantes na posição supina com os olhos vendados. Para avaliação do equilíbrio postural foi utilizada uma plataforma de força (Biomec 400, EMGSystem do Brasil, SP, LTDA), com frequência de aquisição do sinal de 100 Hz, sendo utilizado um filtro passa-baixa de 10Hz. Nas condições de avaliação do equilíbrio postural sobre superfície instável, foi empregado uma espuma viscoelástica (RM Produtos) posicionada sobre a plataforma de força. Para avaliação da função muscular foi utilizado o dinamômetro isocinético (BIODEX System 4 Pro, Biodex Medical System, Shirley, NY, USA).

2.2.3. Tarefa experimental

2.2.3.1. Avaliação do Equilíbrio Postural

Para a avaliação do equilíbrio postural, os participantes foram instruídos a ficar em pé, descalços, com a postura ereta e quieta em cima de uma plataforma de força, com os braços no prolongamento do corpo, cabeça imóvel e com o olhar fixo em um alvo determinado a um metro de distância na altura dos olhos dos participantes em 8 condições distintas de testes: Condição 1 (BSROA): base bipodal sobre superfície rígida com olhos abertos; Condição 2 (BSROF): base bipodal sobre superfície rígida com olhos fechados, Condição 3 (BSIOA): base bipodal sobre superfície instável (espuma) com olhos abertos; Condição 4 (BSIOF): base bipodal sobre superfície instável (espuma) com olhos fechados; Condição 5 (STROA): base semitandem sobre superfície rígida com os olhos abertos; Condição 6 (STROF): base semitandem sobre superfície rígida com olhos fechados; Condição 7 (STIOA): base semitandem sobre superfície instável (espuma) com olhos abertos; Condição 8 (STIOF): base semitandem sobre superfície instável (espuma) com olhos fechados. Nas condições de base bipodal, os pés foram posicionados paralelamente e alinhados aproximadamente à largura dos ombros, enquanto que nas condições de base semitandem os pés serão posicionados um na frente do outro, com o pé

dominante na frente e com o hálux encostado na borda medial do calcanhar do pé contralateral. Para cada condição foram realizadas 3 tentativas com 30 segundos de duração e com 1 minuto de intervalo entre cada tentativa. A sequência das condições foi randomizada para cada participante. As tarefas experimentais utilizadas para avaliação do equilíbrio postural estão ilustradas na Figura 1.

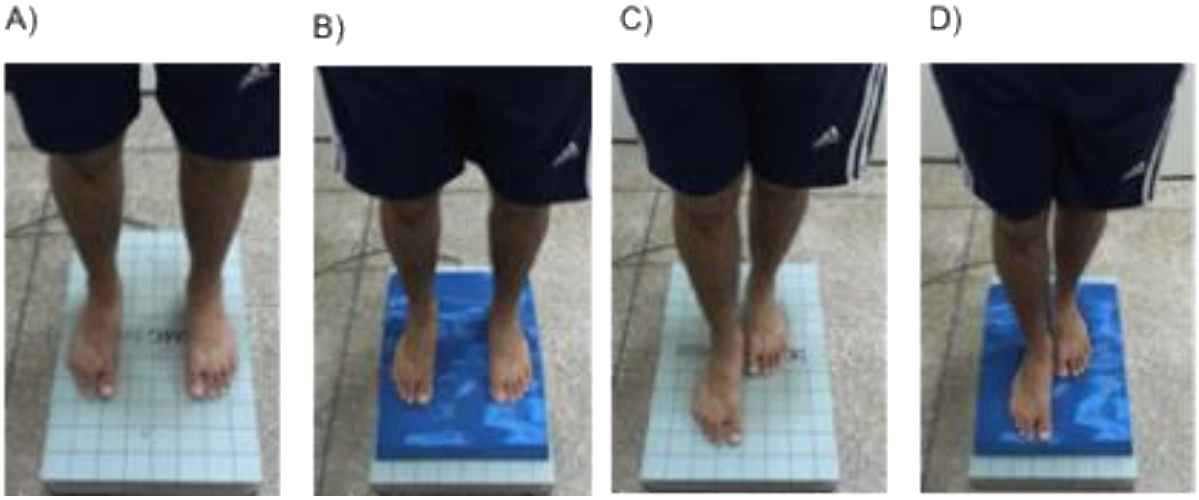


Figura 1. Tarefas posturais para avaliação do equilíbrio: A) base bipodal sobre superfície rígida; B) base bipodal sobre superfície instável; C) base semitandem sobre superfície rígida; D) base semitandem sobre superfície instável.

2.2.3.2 Avaliação da Função Muscular

Para avaliação da função muscular, inicialmente, os participantes realizaram um aquecimento em um cicloergômetro durante 5 minutos com carga autoselecionada. Após o aquecimento, os participantes foram orientados quanto aos procedimentos de avaliação, posicionados e estabilizados no dinamômetro isocinético conforme as recomendações do fabricante. Foram avaliados os movimentos de abdução e adução de quadril; flexão e extensão de quadril; extensão e flexão de joelho; flexão plantar e dorsiflexão de tornozelo, sendo a ordem randomizada para cada participante (Figura 2). Antes de iniciar os testes, foram realizadas 5 repetições submáximas em cada um dos movimentos e velocidades para familiarização dos idosos com o protocolo de teste. A avaliação consistiu de testes isocinéticos no modo concêntrico com sequência de velocidades e repetições predeterminadas de 60°/s (cinco repetições) e 120°/s (dez repetições). Os participantes foram verbalmente encorajados para desenvolver a força máxima durante os testes. Um intervalo de descanso de 60 segundos foi utilizado entre as diferentes velocidades de avaliação. As medidas

foram coletadas bilateralmente, iniciando sempre pelo membro dominante (aquele utilizado para chutar uma bola). Os procedimentos de calibração e correção da gravidade foram realizados conforme as recomendações do fabricante.

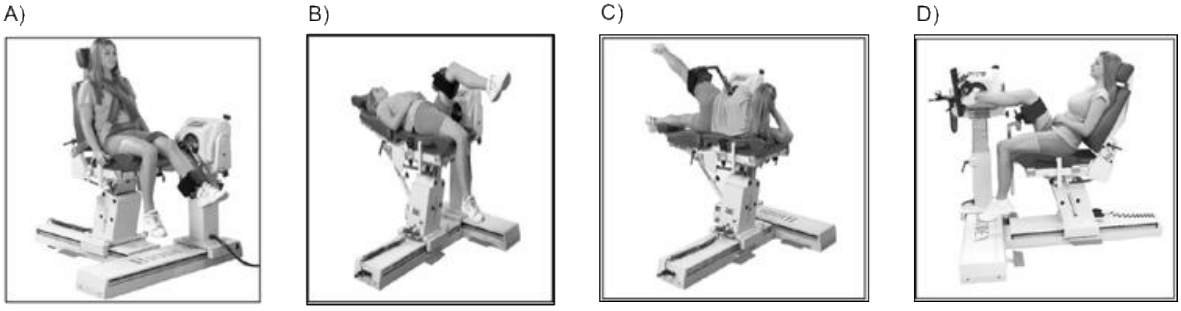


Figura 2. Avaliação da função muscular de membros inferiores no dinamômetro isocinético: A) extensão e flexão de joelho; B) flexão e extensão de quadril; c) abdução e adução de quadril; D) flexão plantar e dorsiflexão de tornozelo (Fonte: BIODEX, 2014).

2.2.4. Variáveis dependentes

2.2.4.1 Equilíbrio Postural

As variáveis dependentes utilizadas para avaliação do equilíbrio postural foram: a) área (AREA); b) deslocamento total (DESLtotal); c) velocidade média total (VELtotal); d) amplitude média de deslocamento nas direções anteroposterior (AMDap) e mediolateral (AMDml); e) amplitude média de oscilação nas direções anteroposterior (AMOap) e mediolateral (AMOml); f) frequência (banda de frequência com 80% da potência espectral) de oscilação do COP nas direções anteroposterior (FREQ80ap) e mediolateral (FREQ80ml).

2.2.4.2 Função Muscular

A variável dependente utilizada para avaliação da força muscular foi o pico de torque normalizado pela massa corporal (PTN) na velocidade angular de 60°/s. Para avaliação da potência muscular foram analisadas as variáveis: tempo para o pico de torque (TPT) na velocidade angular de 60°/s e a potência média (PM) na velocidade angular de 120°/s.

2.2.5 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 21 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos). Para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados foram empregados respectivamente, o teste de Shapiro Wilk e o teste de Levene. Teste *t* para amostras independentes foram realizados para comparar

idade, características antropométricas (estatura, massa corporal, IMC) e clínicas (quantidade de quedas nos últimos 12 meses, pontuação das avaliações do MiniMental, MiniBESTest, Baecke, sensibilidade cutânea plantar e qualidade de vida) entre os grupos (GID_SOE e GID_SED). Para a análise das variáveis do equilíbrio foram realizadas 3 MANCOVAs e 6 ANCOVAs com medidas repetidas, utilizando o número de quedas nos últimos 12 meses como covariável. MANCOVAs *three-way* (grupo [GID_SOE, GID_SED] x tarefa [bipodal superfície rígida, bipodal espuma, semitandem superfície rígida, semitandem superfície espuma] x condição visual [olhos abertos, olhos fechados]) foram realizadas para o seguinte conjunto de variáveis: 1) AMDap e AMDml, 2) AMOap e AMOml e 3) FREQ80ap e FREQ80ml. As MANCOVAs foram realizadas seguidas pelas análises univariadas. ANCOVAS *three-way* (grupo [SOE, inativo] x tarefa [bipodal superfície rígida, bipodal espuma, semitandem superfície rígida, semitandem superfície espuma] x condição visual [olhos abertos, olhos fechados]) foram realizadas para as variáveis AREA, DESLtotal e VELtotal. Em relação as análises de função muscular, foram realizadas 4 ANCOVAs com medidas repetidas, sendo o número de quedas utilizado como covariável. ANCOVAS *two-way* (grupo [GID_SOE, GID_SED] x movimento [abdução, adução, flexão, extensão]) foram realizadas para analisar as variáveis pico de torque normalizado (PTN) e tempo para o pico de torque (TPT) na velocidade de 60°/s e potência média (PM) na velocidade de 120°/s. Quando necessário, testes *post hoc* com ajuste de Bonferroni foram realizados e para todas as análises foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

2.3 Resultados

Os resultados deste estudo serão apresentados separadamente em subitens, sendo inicialmente destacadas as características da amostra do estudo, seguidas pelos resultados da avaliação do equilíbrio postural e da função muscular.

2.3.1. Características da amostra

O grupo GID_SED foi composto por 26 (86,66%) idosos do sexo feminino e 4 (13,33%) do sexo masculino, enquanto o grupo GID_SOE foi composto por 27 (87%) idosos do sexo feminino e 4 (13%) do sexo masculino. Com relação ao histórico de quedas, ambos os grupos foram compostos por 10 idosos caidores

(que relataram ter sofrido pelo menos 1 queda nos últimos 12 meses). Foram consideradas como quedas, qualquer contato não intencional com a superfície de apoio, resultante da mudança de posição do indivíduo para um nível inferior à sua posição inicial, sem que tenha havido fator intrínseco determinante ou acidente inevitável e sem perda de consciência (AGS; BGS, 2011).

A Tabela 1 apresenta as características clínicas, antropométricas e a frequência de ocorrência de quedas em cada um dos grupos da amostra. Testes *t* para amostras independentes revelaram diferenças entre grupos apenas para as variáveis: a) Questionário de Baecke Modificado para Idosos (*p*=0,000); b) MiniBESTest (*p*=0,001); c) SF-36 Capacidade Funcional (*p*=0,008); d) SF-36 Vitalidade (*p*=0,018); e) SF-36 Aspectos Sociais (*p*=0,008); f) SF-36 Saúde Mental (*p*=0,008). Estes resultados demonstram que os grupos foram pareados em relação à idade, ocorrência de quedas, características clínicas e antropométricas. As diferenças encontradas entre os grupos, revelam que o grupo de idosos ativos (GID_SOE) apresenta maior pontuação no teste do nível de atividade física, maior pontuação no teste clínico de avaliação do equilíbrio e da qualidade de vida. Estes resultados indicam que os idosos ativos apresentam um melhor desempenho no teste clínico de avaliação do equilíbrio e melhor qualidade de vida em relação ao grupo de idosos inativos (GID_SED).

Tabela 1. Características da amostra com valores de média, desvio padrão e valor de *p* da idade, número de quedas e características clínicas e antropométricas.

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	GID_SED (N=30)	GID_SOE (N=31)	Valor de *p*
Idade (anos)	66,7 (±4,45)	65,16 (±4,21)	0,171
Massa (Kg)	68,23 (±10,50)	66,47 (±9,63)	0,498
Estatura (m)	1,57 (±0,05)	1,57 (±0,06)	0,907
IMC (Kg/m^2)	27,54 (±3,56)	26,87 (±3,05)	0,431
Quedas	0,47 (±0,73)	0,61 (±0,92)	0,495
Mini Mental (pontos)	27,80 (±1,40)	27,87 (±1,67)	0,858
Baecke Modificado para Idosos (pontos)	3,879 (±1,15)	13,95 (±4,33)	**0,000***
MiniBESTest (pontos)	22,06 (±3,91)	25,03 (±2,02)	**0,001***
Sensibilidade Plantar Pé Direito (pontos)	25,10 (±4,99)	25,84 (±5,19)	0,573
Sensibilidade Plantar Pé Esquerdo (pontos)	25,17 (±5,17)	25,55 (±5,18)	0,774
SF-36 Capacidade Funcional (pontos)	89,67 (±8,90)	94,68 (±4,27)	**0,008***
SF-36 Aspectos Físicos (pontos)	80,83 (±37,53)	91,94 (±21,78)	0,166
SF-36 Dor (pontos)	69,2 (±27,64)	80,61 (±22,53)	0,82
SF-36 Estado Geral de Saúde (pontos)	67,00 (±15,55)	72,80 (±10,87)	0,95
SF-36 Vitalidade (pontos)	71,00 (±20,69)	81,45 (±10,97)	**0,018***
SF-36 Aspectos Sociais (pontos)	74,58 (±27,17)	90,32 (±17,59)	**0,010***
SF-36 Aspectos Emocionais (pontos)	68,89 (±46,27)	83,87 (±37,39)	0,171
SF-36 Saúde Mental (pontos)	70,27 (±18,69)	80,00 (±11,17)	**0,018***

Legenda: N (quantidade de participantes); **%** (percentual); **kg** (quilogramas); **m** (metros); **IMC** (Índice de Massa Corporal); (*****) diferença entre os grupos (*p*≤0.05).

2.3.2 Avaliação do Equilíbrio Postural

As ANCOVAs para as variáveis AREA, DESLtotal e VELtotal não revelaram efeito principal de queda e de grupo. Entretanto, foram revelados efeito de interação para as condições base, superfície, visão e base, superfície, visão e grupo para as variáveis AREA, DESLtotal e VELtotal (Tabela 2). O grupo de idosos ativos (GID_SOE) apresentou menor área, velocidade média total e deslocamento total do COP em relação ao grupo de idosos sedentários (GID_SED) em todas tarefas analisadas, exceto na condição STIOF, o que demonstra um melhor controle do equilíbrio postural pelos idosos ativos. As análises *post hoc* revelaram diferenças entre os grupos para a variável AREA nas condições BSIOA, BSIOF e STIOA, e para variável DESLtotal nas condições BSROA, BSIOA, BSIOF e STIOA, não sendo encontradas diferenças entre os grupos para a variável VELtotal em nenhuma das condições analisadas (Figura 3). A perturbação somatossensorial (com uso de espuma) e visual (com os olhos fechados) evidenciaram um aumento da dificuldade da tarefa, com maior dificuldade para o controle do equilíbrio postural nas condições BSIOF e STIOF, visto que estas tarefas envolvem perturbações simultâneas das informações visual e somatossensorial. A condição STIOF, não revelou diferença entre os grupos possivelmente em função do nível de dificuldade da tarefa, de forma que o controle do equilíbrio nesta condição parece ter sido muito desafiador para ambos os grupos de idosos analisados.

Tabela 2. Valores do F e *p* referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das ANCOVAS para as variáveis área (AREA), deslocamento total (DESLtotal) e velocidade média total (VELtotal) do COP.

ANCOVA	AREA	DESLtotal	VELtotal
Efeito principal			
Quedas	$F_{1,58}$=0,245; p=0,623	$F_{1,58}$=0,133; p=0,717	$F_{1,58}$=0,009; p=0,926
Grupo	$F_{1,58}$=2,087; p=0,154	$F_{1,58}$=3,309; p=0,074	$F_{1,58}$=0,042; p=0,838
Efeito de interação			
base * superficie * visao	$F_{1,58}$=31,894; **p≤0,0001**	$F_{1,58}$=10,604; **p=0,002**	$F_{1,58}$=4,806; **p=0,032**
base * superficie * visao * quedas	$F_{1,58}$=2,628; p=0,110	$F_{1,58}$=3,340; p=0,073	$F_{1,58}$=0,500; p=0,482
base * superficie * visao * grupo	$F_{1,58}$=10,892; **p=0,002**	$F_{1,58}$=11,960; **p=001**	$F_{1,58}$=8,492; **p=0,005**

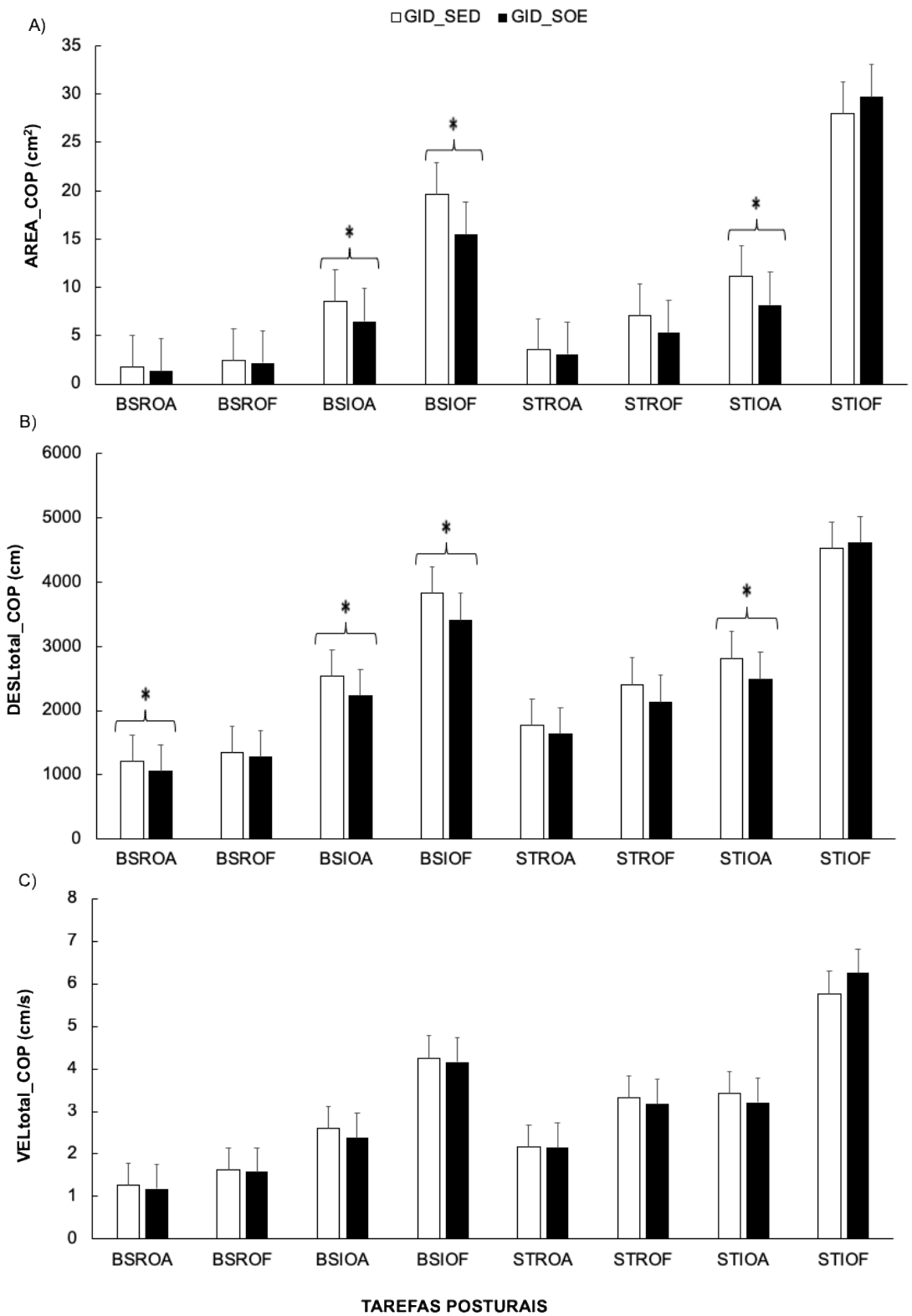


Figura 3. Média e erro padrão da área (AREA) (A), deslocamento total (DESLtotal) (B) e velocidade média total (VELtotal) do COP (C) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF); (*****) diferença entre os grupos ($p \leq 0.05$).

A MANCOVA com as variáveis amplitude média de deslocamento do COP no sentido anteroposterior (AMDap) e mediolateral (AMDml) revelou um efeito principal de queda. Além disso, efeito de interação entre base, superfície e visão; base, superfície e visão e grupo também foram evidenciados. As ANCOVAS falharam em apontar efeito principal de queda para as variáveis AMDap e AMDml. Entretanto, efeito de interação entre base, superfície e visão; base, superfície e visão e grupo foram revelados (Tabela 3) para ambas as variáveis. O grupo de idosos ativos (GID_SOE) apresentou menor AMDap e AMDml do COP em relação ao grupo de idosos sedentários (GID_SED) em todas tarefas analisadas, exceto na condição STIOF, o que indica um melhor controle do equilíbrio pelos idosos ativos. As análises *post hoc* revelaram diferenças entre os grupos nas condições BSIOA e STIOA para a variável AMDap e nas condições BSROA, BSIOA, BSIOF e STIOA para a variável AMDml (Figura 4), o que indica uma maior instabilidade postural de idosos no sentido mediolateral, mesmo na tarefa BSROA que não envolvia perturbação nos sistemas sensoriais. Ainda, os valores de AMDap e AMDml aumentaram conforme o aumento da dificuldade da tarefa, sobretudo quando envolvem perturbação simultâneas dos sistemas visual e somatossensorial. A condição STIOF foi uma tarefa complexa para a manutenção do controle do equilíbrio postural por ambos grupos avaliados, não sendo revelada diferença entre os grupos analisados.

Tabela 3. Valores do F e *p* referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das MANCOVAS e ANCOVAS para as variáveis amplitude média de deslocamento do COP no sentido anteroposterior (AMDap) e mediolateral (AMDml).

MANCOVA	**AMDap_AMDml**
Efeito principal	
Quedas	Wilk's Lambda=0,866; $F_{2,57}$=4,425; **p=0,016**
Grupo	Wilk's Lambda=0,945; $F_{2,57}$=1,663; p=0,199
Efeito de interação	
base * superficie * visao	Wilk's Lambda=0,857; $F_{2,57}$=134,575; **p=0,012**
base * superficie * visao * quedas	Wilk's Lambda=0,946; $F_{2,57}$=1,639; p=0,203
base * superficie * visao * grupo	Wilk's Lambda=0,779; $F_{2,57}$=8,103; **p=0,001**

ANCOVA	**AMDap**	**AMDml**
Efeito principal		
Quedas	$F_{1,58}$=1,298; p=0,259	$F_{1,58}$=0,164; p=0,687
Grupo	$F_{1,58}$=2,567; p=0,115	$F_{1,58}$=3,383; p=0,071
Efeito de interação		
base * superficie * visao	$F_{1,58}$=5,395; **p=0,024**	$F_{1,58}$=7,692; **p=0,007**
base * superficie * visao * quedas	$F_{1,58}$=0,694; p=0,408	$F_{1,58}$=3,298; p=0,075
base * superficie * visao * grupo	$F_{1,58}$=5,920; **p=0,018**	$F_{1,58}$=15,288; **p≤0,0001**

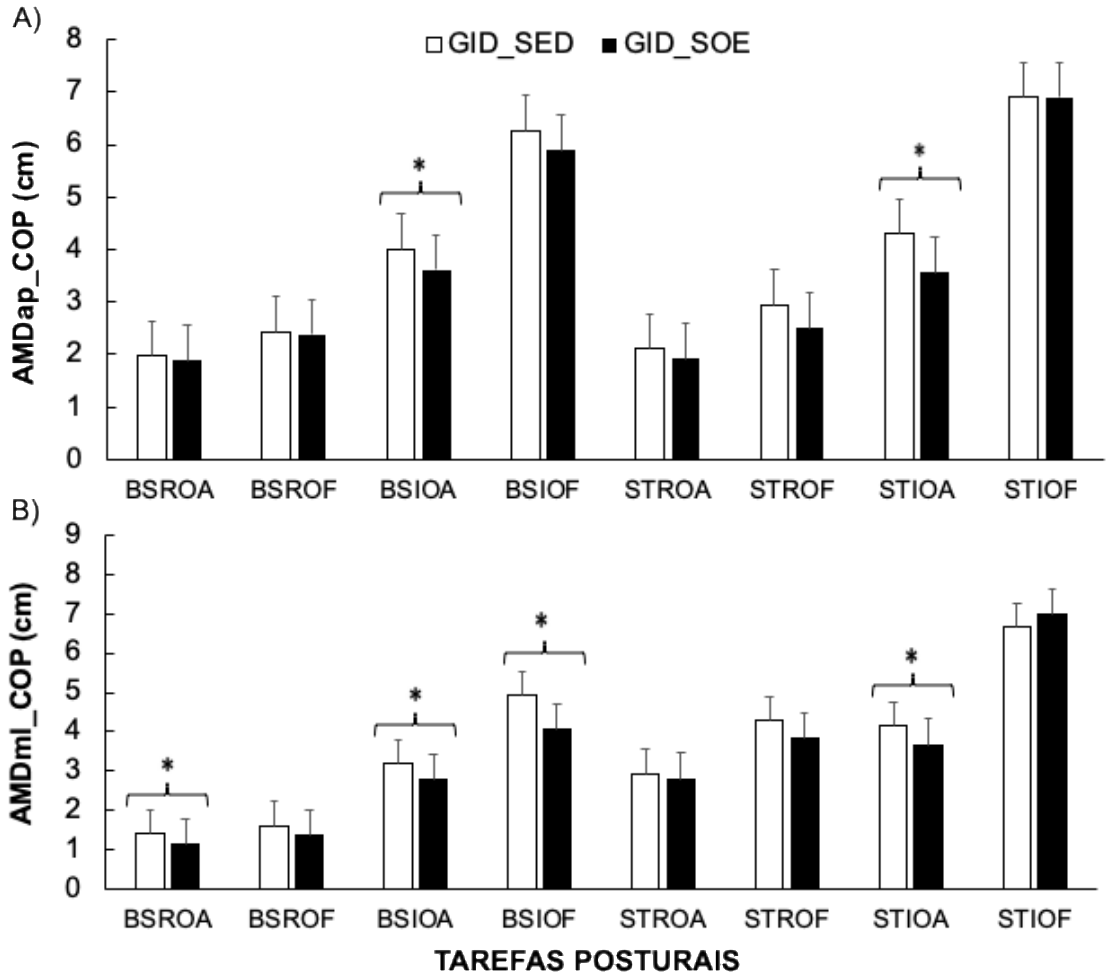


Figura 4. Média e erro padrão para a amplitude média de deslocamento do COP no sentido anteroposterior (AMDap) (A) e mediolateral (AMDml) (B) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF); (*****) diferença entre os grupos ($p \leq 0.05$).

A MANCOVA com as variáveis amplitude média de oscilação do COP no sentido anteroposterior (AMOap) e mediolateral (AMOml) apontou apenas efeito principal de queda. Ainda, efeito de interação entre base, superfície e visão; base, superfície e visão e grupo também foram revelados. As ANCOVAS falharam em apontar efeito principal de queda para as variáveis AMDap e AMDml. Porém, foram demonstrados efeito de interação entre base, superfície e visão; base, superfície e visão e grupo para as variáveis AMOap e AMOml (Tabela 4). O grupo de idosos ativos (GID_SOE) apresentou menor AMOap e AMOml do COP em relação ao grupo de idosos sedentários (GID_SED) em

todas tarefas analisadas, exceto na condição STIOF. As análises *post hoc* revelaram diferenças entre os grupos na condição STROA e STIOA para a variável AMOap e nas condições BSROA, BSIOF e STIOA para a variável AMOml (Figura 5). Não foram reveladas diferenças entre os grupos na tarefa STIOF, possivelmente em função do nível de dificuldade da tarefa para a manutenção do controle do equilíbrio em ambos os grupos. Os valores de AMOap e AMOml do COP aumentaram em função do aumento da dificuldade da tarefa, sobretudo quando envolvem perturbação simultâneas dos sistemas visual e somatossensorial.

Tabela 4. Valores do F e *p* referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das MANCOVAS e ANCOVAS para as variáveis amplitude média de oscilação do COP no sentido anteroposterior (AMOap) e mediolateral (AMOml).

MANCOVA	**AMOp_AMOml**
Efeito principal	
Quedas	Wilk's Lambda=0,891; $F_{2,57}$=3,476; ***p*=0,038**
Grupo	Wilk's Lambda=0,949; $F_{2,57}$=1,533; *p*=0,225
Efeito de interação	
base * superficie * visao	Wilk's Lambda=0,726; $F_{2,57}$=10,762; ***p*≤0,0001**
base * superficie * visao * quedas	Wilk's Lambda=0,940; $F_{2,57}$=1,816; *p*=0,172
base * superficie * visao * grupo	Wilk's Lambda=0,761; $F_{2,57}$=8,972; ***p*≤0,0001**

ANCOVA	**AMOap**	**AMOml**
Efeito principal		
Quedas	$F_{1,58}$=0,956; *p*=0,332	$F_{1,58}$=0,196; *p*=0,66
Grupo	$F_{1,58}$=2,247; *p*=0,139	$F_{1,58}$=3,12; *p*=0,083
Efeito de interação		
base * superficie * visao	$F_{1,58}$=19,678; ***p*≤0,0001**	$F_{1,58}$=11,711; ***p*=0,001**
base * superficie * visao * quedas	$F_{1,58}$=0,130; *p*=0,720	$F_{1,58}$=3,358; *p*=0,072
base * superficie * visao * grupo	$F_{1,58}$=10,255; ***p*=0,002**	$F_{1,58}$=16,095; ***p*≤0,0001**

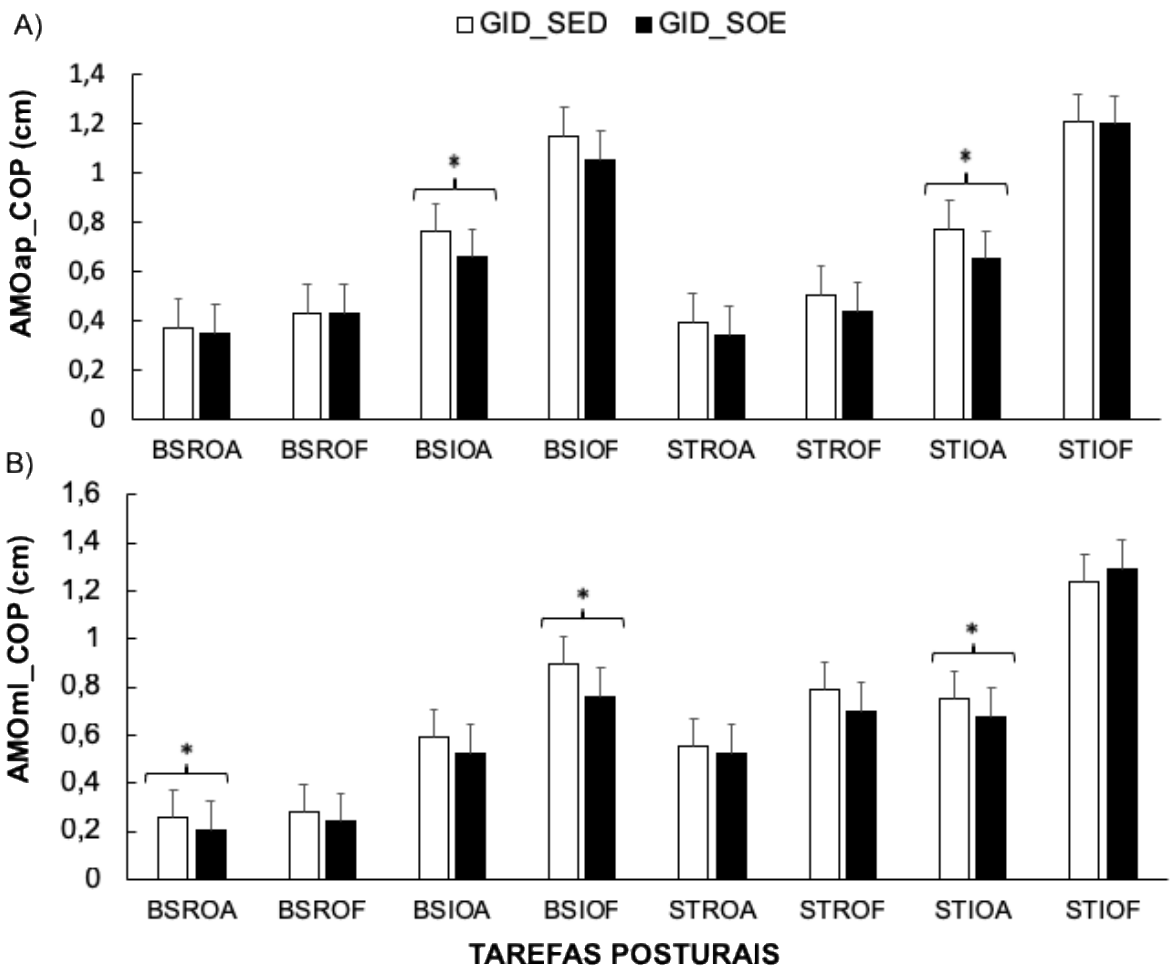


Figura 5. Média e erro padrão para a amplitude média de oscilação do COP no sentido anteroposterior (AMOap) (A) e mediolateral (AMOml) (B) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF); (*****) diferença entre os grupos ($p \leq 0.05$).

A MANCOVA para as variáveis de frequência de oscilação do COP nas direções anteroposterior (FREQ80ap) e mediolateral (FREQ80ml) não revelou efeito principal de queda e de grupo, nem efeito de interação entre base, superfície e visão; base, superfície e visão e quedas; base, superfície e visão e grupo (Tabela 5, Figura 6).

Tabela 5. Valores do F e *p* referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (base*superfície*visão; base*superfície*visão*quedas; base*superfície*visão*grupo) das MANCOVAS e ANCOVAS para as variáveis frequência (banda de frequência com 80% da potência espectral) de oscilação do COP nas direções anteroposterior (FREQ80ap) e mediolateral (FREQ80ml).

MANCOVA	**FRE80ap_FREQ80ml**
Efeito principal	
Quedas	Wilk's Lambda=0,979; $F_{2,57}$=0,621; *p*=0,541
Grupo	Wilk's Lambda=0,940; $F_{2,57}$=1,813; *p*=0,172
Efeito de interação	
base * superficie * visao	Wilk's Lambda=0,932; $F_{2,57}$=2,067; *p*=0,136
base * superficie * visao * quedas	Wilk's Lambda=0,943; $F_{2,57}$=1,737; *p*=0,185
base * superficie * visao * grupo	Wilk's Lambda=0,980; $F_{2,57}$=0,588; *p*=0,559

ANCOVA	**FREQ80ap**	**FREQ80ml**
Efeito principal		
Quedas	$F_{1,58}$=0,454; *p*=0,503	$F_{1,58}$=0,1; *p*=0,753
Grupo	$F_{1,58}$=3,665; *p*=0,06	$F_{1,58}$=1,044; *p*=0,311
Efeito de interação		
base * superficie * visao	$F_{1,58}$=0,030; *p*=0,863	F1,58=3,933; *p*=0,052
base * superficie * visao * quedas	$F_{1,58}$=2,871; *p*=0,096	$F_{1,58}$=1,787; *p*=0,187
base * superficie * visao * grupo	$F_{1,58}$=1,183; *p*=0,281	$F_{1,58}$=0,229; *p*=0,634

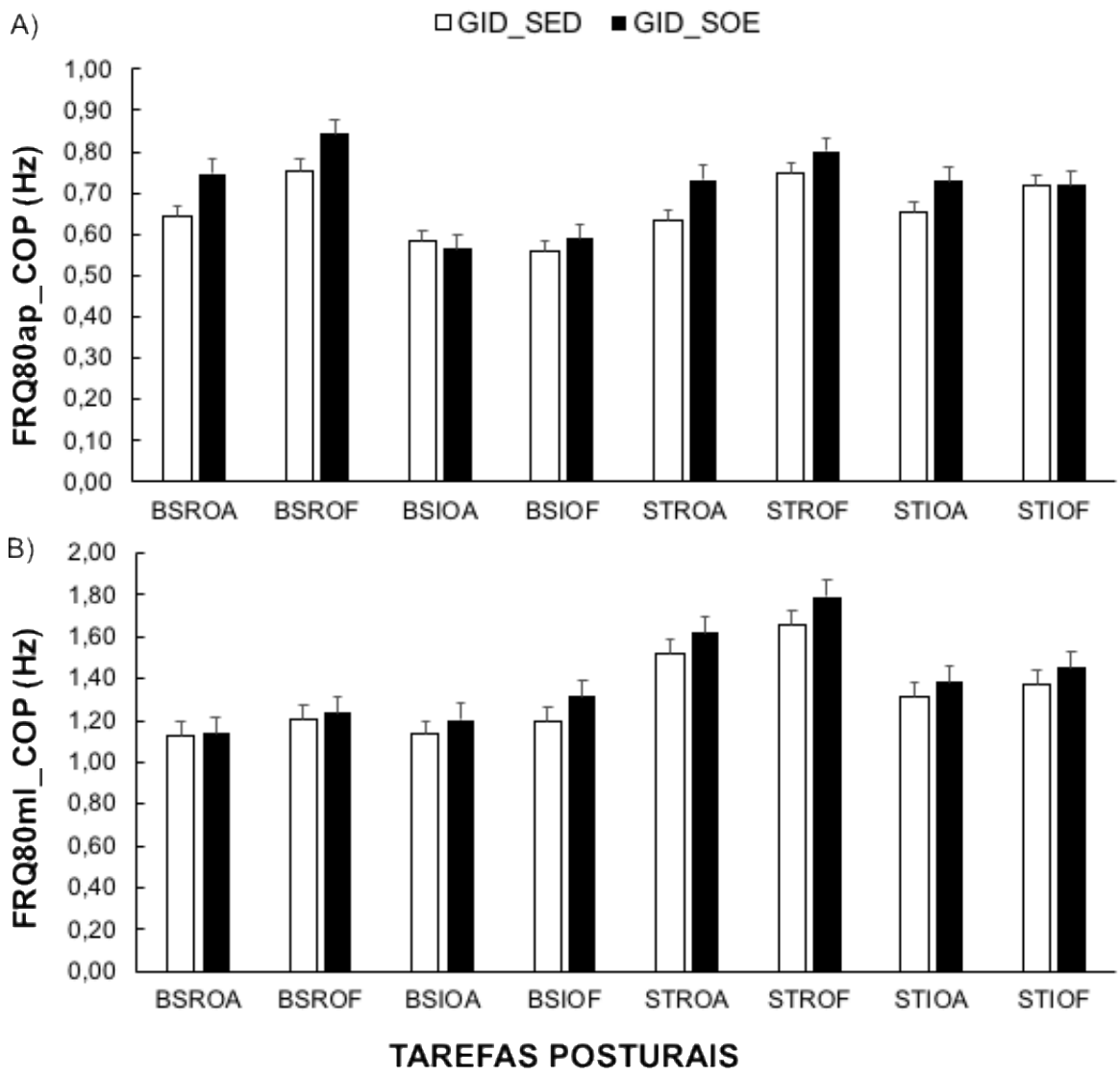


Figura 6: Média e erro padrão para frequência de oscilação do COP nas direções anteroposterior (A) e mediolateral (B) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) nas tarefas posturais analisadas: Bipodal superfície rígida com olhos abertos (BSROA); Bipodal superfície rígida com olhos fechados (BSROF); Bipodal superfície instável com olhos abertos (BSIOA); Bipodal superfície instável com olhos fechados (BSIOF); Semitandem superfície rígida com olhos abertos (STROA); Semitandem superfície rígida com olhos fechados (STROF); Semitandem superfície instável com olhos abertos (STIOA); Semitandem superfície instável com olhos fechados (STIOF).

2.3.3 Avaliação da função muscular

Em relação aos resultados da avaliação da função muscular, inicialmente serão apresentados os resultados das análises da variável Pico de Torque Normalizado pela massa corporal (PTN), que é variável relacionada com a força muscular máxima. Em seguida, serão apresentados os resultados das análises das variáveis tempo para o pico de torque (TPT) e potência média (PM), que são variáveis relacionadas com a potência muscular.

2.3.3.1 Pico de Torque Normalizado (PTN)

As ANCOVAs para as variáveis Pico de Torque Normalizado (PTN) de quadril, joelho e tornozelo não revelaram efeito principal de queda e de grupo, e também não foram revelados efeitos de interação entre movimento e quedas; movimento e grupo (Tabela 6, Figura 7).

Tabela 6. Valores do F e *p* referentes aos efeitos principal (quedas e grupo) e de interação (movimento*quedas; movimento*grupo;) das ANCOVAS para a variável Pico de Torque Normalizado (PTN) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão).

ANCOVA	PTN QUADRIL	PTN JOELHO	PTN TORNOZELO
Efeito principal			
Quedas	$F_{1,58}$=0,498; *p*=0,483	$F_{1,58}$=1,464; *p*=0,231	$F_{1,58}$=0,215; *p*=0,644
Grupo	$F_{1,58}$=1,662; *p*=0,202	$F_{1,58}$=2,091; *p*=0,54	$F_{1,58}$=0,565; *p*=0,455
Efeito de interação			
movimento * quedas	$F_{1,58}$=0,589; *p*=0,623	$F_{1,58}$=0,111; *p*=0,74	$F_{1,58}$=0,903; *p*=0,346
movimento * grupo	$F_{1,58}$=0,52; *p*=0,669	$F_{1,58}$=3,774; *p*=0,057	$F_{1,58}$=0,368; *p*=0,547

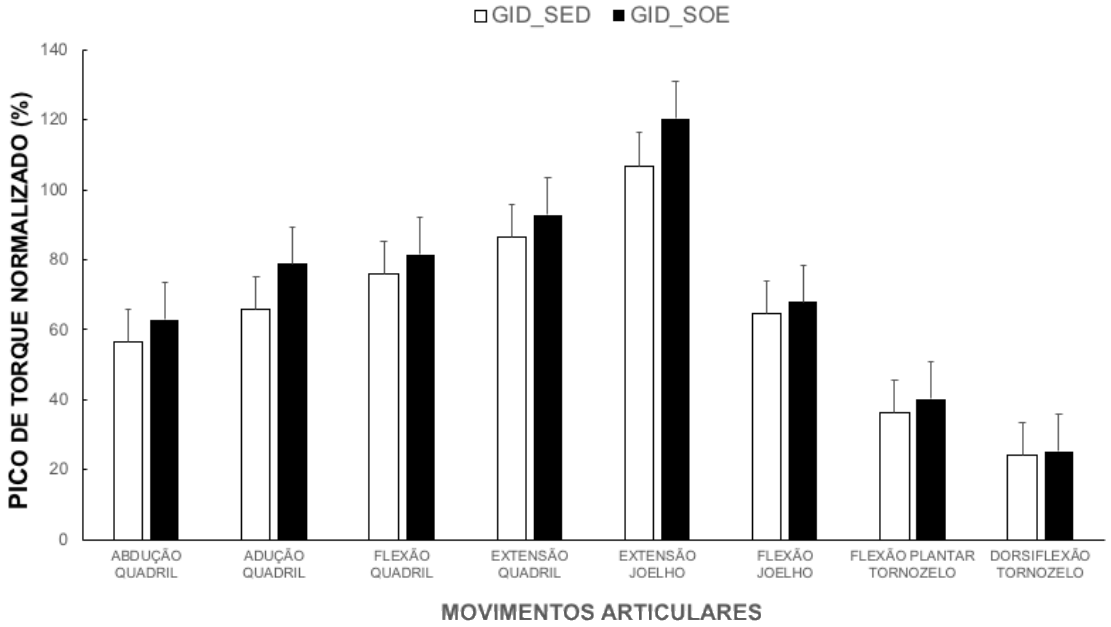


Figura 7. Média e erro padrão do pico de torque normalizado (PTN) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE).

2.3.3.2 Tempo para o Pico de Torque (TPT)

As ANCOVAs para as variáveis Tempo para o Pico de Torque (TPT) de quadril e tornozelo revelaram apenas efeito principal de grupo. Ainda, efeito de interação entre movimento e grupo para a variável Tempo para o Pico de Torque (TPT) de tornozelo (Tabela 7) também foi revelado. As análises *post hoc* revelaram diferenças entre os grupos para as variáveis Tempo para o Pico de Torque (TPT) nos seguintes movimentos: adução de quadril e dorsiflexão de tornozelo. Assim, o grupo dos idosos ativos (GID_SOE) apresentaram menor tempo para alcançar o pico de torque em comparação com o grupo de idosos sedentários (GID_SED), o que indica uma maior potência muscular de quadril e tornozelo por idosos que praticam exercícios (Figura 8).

Tabela 7. Valores do F e *p* referentes ao efeito principal (quedas e grupo) e de interação (movimento*quedas; movimento*grupo;) das ANCOVAS para a variável Tempo para o Pico de Torque (TPT) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão).

ANCOVA	**TPT QUADRIL**	**TPT JOELHO**	**TPT TORNOZELO**
Efeito principal			
Quedas	$F_{1,58}$=1,004; *p*=0,32	$F_{1,58}$=0,391; *p*=0,534	$F_{1,58}$=0,4; *p*=0,53
Grupo	$F_{1,58}$=5,177; ***p*=0,027**	$F_{1,58}$=0,086; *p*=0,77	$F_{1,58}$=4,511; ***p*=0,038**
Efeito de interação			
movimento * quedas	$F_{1,58}$=0,458; *p*=0,712	$F_{1,58}$=0,009; *p*=0,926	$F_{1,58}$=0,037; *p*=0,849
movimento * grupo	F1,58=0,907; *p*=0,439	F1,58=2,079; *p*=0,155	$F_{1,58}$=5,264; ***p*=0,025**

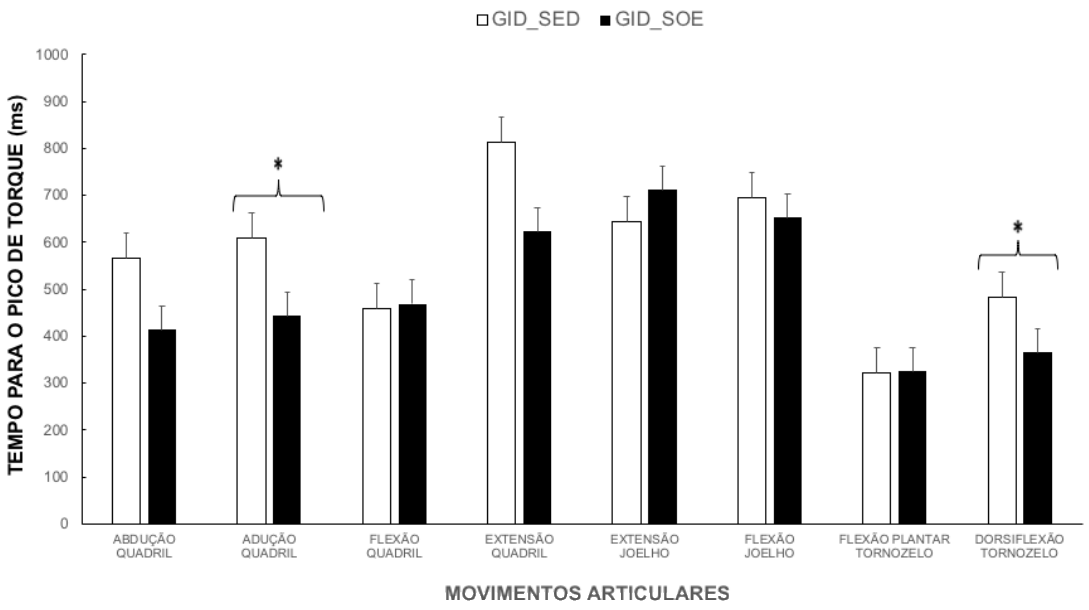


Figura 8. Média e erro padrão da variável Tempo para o Pico de Torque (TPT) de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE); (*****) diferença entre os grupos ($p \leq 0.05$).

2.3.3.3 Potência Média (PM)

As ANCOVAs revelaram apenas efeito principal de grupo para as variáveis Potência Média (PM) de quadril e de joelho (Tabela 8). As análises *post hoc* revelaram diferenças entre os grupos para as variáveis Potência Média (PM) de abdução e adução de quadril; extensão e flexão de joelho, sendo demonstrado uma maior capacidade de produção de potência muscular nestes movimentos articulares pelo grupo de idosos ativos (GID_SOE) em relação ao grupo de idosos sedentários (GID_SED), conforme demonstrado na Figura 9.

Tabela 8. Valores do F e *p* referentes aos efeitos principal (quedas e grupo) e de interação (movimento*quedas; movimento*grupo;) das ANCOVAS para a variável Potência Média (PM) de quadril (abdução; adução; flexão; extensão), joelho (extensão; flexão) e tornozelo (flexão plantar; dorsiflexão).

ANCOVA	PM QUADRIL	PM JOELHO	PM TORNOZELO
Efeito principal			
Quedas	$F_{1,58}$=2,925; p=0,093	$F_{1,58}$=2,805; p=0,099	$F_{1,58}$=0,646; p=0,425
Grupo	$F_{1,58}$=4,452; **p=0,039**	$F_{1,58}$=5,688; **p=0,02**	$F_{1,58}$=2,092; p=0,153
Efeito de interação			
movimento * quedas	$F_{1,58}$=0,038; p=0,99	$F_{1,58}$=3,02; p=0,088	$F_{1,58}$=0,07; p=0,792
movimento * grupo	$F_{1,58}$=0,888; p=0,449	$F_{1,58}$=3,606; p=0,063	$F_{1,58}$=0,677; p=0,414

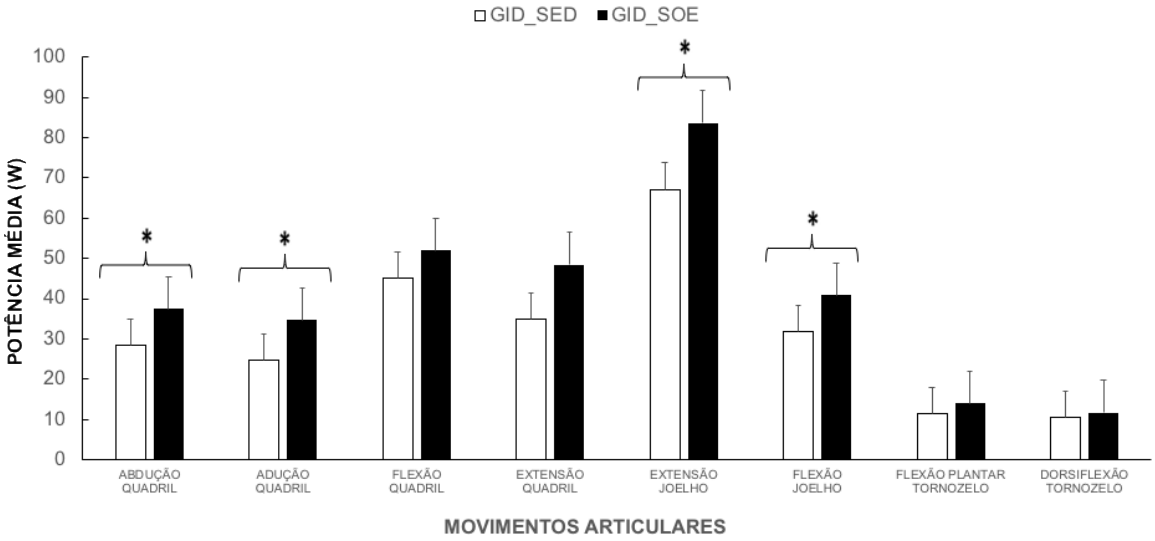


Figura 9. Média e erro padrão da variável Potência Média (PM) na avaliação isocinética de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) dos grupos de idosos sedentários (GID_SED) e ativos (GID_SOE) (*****) diferença entre os grupos ($p \leq 0.05$).

2.4 Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar o equilíbrio postural e a função muscular dos membros inferiores dos idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE. Especificamente este trabalho visou: a) comparar a área, deslocamento total, velocidade média, amplitude média de deslocamento e de oscilação do centro de pressão no sentido anteroposterior e mediolateral entre idosos ativos e sedentários em diferentes tarefas posturais com perturbação dos sistemas visual e somatossensorial; b) comparar o pico de torque normalizado pelo peso corporal, tempo para o pico de torque e potência média de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) de idosos ativos e sedentários.

De forma geral, os idosos ativos apresentaram melhor desempenho na avaliação do equilíbrio em relação aos idosos sedentários. As diferenças no equilíbrio entre idosos ativos e sedentários foram reveladas principalmente nas tarefas mais desafiadoras, que envolviam diminuição da base de suporte e perturbação no sistema visual e somatossensorial. Com relação ao desempenho da função muscular, foram reveladas diferenças na potência muscular de quadril, joelho e tornozelo, com maior potência muscular no grupo de idosos ativos. Os resultados encontrados confirmaram as hipóteses iniciais do estudo, exceto pelo

desempenho semelhante da força muscular de quadril, joelho e tornozelo entre idosos ativos e sedentários. E ainda, embora não tenham sidos objetivos incialmente elencados para este estudo, foi possível demonstrar também que que idosos ativos apresentaram melhor qualidade de vida em relação aos sedentários, e que a ocorrência de quedas não apresentou associação com o desempenho no controle do equilíbrio e da função muscular de idosos ativos e sedentários. A discussão do estudo está apresentada em tópicos a seguir, de acordo com os principais achados e objetivos específicos do trabalho.

2.4.1 Comparação do equilíbrio postural entre idosos ativos e sedentários

Com relação à comparação do controle do equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários, foi demonstrado que os idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE apresentaram uma maior pontuação no MiniBESTest, o que indica um melhor desempenho no equilíbrio estático e dinâmico (FRANCHIGNONI et al., 2010, 2015), em relação aos idosos sedentários. Embora já existam alguns estudos com valores normativos do MiniBESTest para a população idosa (ALMEIDA; MARQUES; SANTOS, 2017; O'HOSKI et al., 2014), ainda não existem tais estudos com idosos brasileiros, o que dificulta uma análise quanto ao desempenho dos grupos. Entretanto, ambos os grupos avaliados neste estudo apresentaram pontuação acima dos pontos de cortes estabelecidos na literatura (16 e 19,5 pontos) para identificar idosos comunitários com histórico de quedas por meio do MiniBESTest (MARQUES et al., 2016; YINGYONGYUDHA et al., 2016), o que demonstra que os idosos avaliados neste trabalho não apresentam um comprometimento importante do equilíbrio postural. As análises dos dados da posturografia revelaram que, de forma geral, os idosos ativos apresentaram menores valores nos parâmetros de oscilação do COP (área, deslocamento total, velocidade média, amplitude média de deslocamento e de oscilação no sentido anteroposterior e mediolateral) em relação aos idosos sedentários. Estes resultados comprovam um melhor desempenho no controle do equilíbrio nos idosos ativos em relação aos idosos sedentários, e confirma a primeira hipótese do estudo.

A prática regular de exercício promove adaptações multifatoriais e sistêmicas no sistema de controle postural. No sistema sensorial ocorrem modificações neurofisiológicas que diminuem a dependência do sistema visual e aumentam a contribuição das informações proprioceptivas, vestibulares e

cutâneas para o controle do equilíbrio. A melhor integração sensoriomotora no sistema nervoso central também parece estar relacionada com diminuição das respostas reflexas (contribuição espinhal) e voluntárias (contribuição cortical), e um aumento das respostas automáticas (contribuição subcortical), embora em tarefas mais desafiadoras a contribuição cortical aumente e seja mais eficiente em indivíduos ativos. E ainda, no sistema motor uma maior força e potência muscular e melhor coordenação da ativação das sinergias musculares também possibilitam uma maior eficiência no controle do equilíbrio em idosos ativos.

Os resultados deste estudo confirmam achados de estudos prévios que revelaram que os exercícios multicomponentes promovem diminuição da oscilação postural de idosos (BARNET et al., 2003; HUE et al., 2004; SECO et al., 2013). Entretanto, Lord e colaboradores (2003) não encontraram diferenças na oscilação postural em idosos ativos praticantes de exercícios multicomponentes e sedentários (grupo controle), sendo apontado que a intensidade dos exercícios e a dificuldade de aderência ao programa podem ter sido insuficientes para promover melhora no desempenho do controle do equilíbrio dos idosos. Aveiro e colaboradores (2013), também não encontraram diferenças no equilíbrio entre idosos ativos participantes de exercícios multicomponentes e idosos sedentários (grupo controle), e de forma similar foi destacado que a intensidade e a frequência insuficientes para promover adaptações necessárias no equilíbrio nas tarefas posturais avaliadas. Por fim, a revisão sistemática com metanálise realizada por Liu e colaboradores (2017) evidenciou que exercícios multicomponentes são efetivos para melhorar o controle do equilíbrio geral e dinâmico, porém, não foi evidenciado melhora no equilíbrio estático em tarefas com apoio unipodal e em base tandem. Assim, uma vez que o equilíbrio é influenciado pela tarefa, é necessário avaliar o controle do equilíbrio de idosos em condições com diferentes níveis de instabilidade postural, o que foi um objetivo específico deste estudo, e será discutido a seguir.

Como a deterioração no controle do equilíbrio é um dos principais fatores de risco para a ocorrência de quedas, foi realizado uma análise considerando o número de quedas como variável confundidora das variáveis de equilíbrio postural. Entretanto, os resultados revelaram que o número de quedas não apresentou associação com o controle as variáveis do COP analisadas neste estudo. Uma vez que as quedas possuem etiologia multifatorial (AGS; BGS,

2011; AMBOSE, PAUL; HAUSDORFF, 2013), é possível que a ocorrência de quedas dos idosos avaliados neste estudo não esteja relacionada especificamente com fatores intrínsecos, como o declínio do equilíbrio postural. O perfil da amostra, constituída por idosos comunitários independentes, com média da idade próxima de 65 anos e pequeno número de de quedas, pode ter sido um fator que influenciou os resultados encontrados. Neste sentido, alguns estudos prévios demonstraram que o controle do equilíbrio entre idosos caidores e não caidores parece diferir apenas quando os idosos caidores apresentam média de idade acima de 70 anos e episódios recorrentes de quedas (LÁZARO et al., 2011; LORD et al., 1994; MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2004; MERLO et al., 2012; TUCKER et al., 2010).

Uma outra explicação para a ausência de associação entre o número de quedas com o controle do equilíbrio pode estar relacionada com as medidas posturográficas utilizadas na avaliação do equilíbrio postural, uma vez que ainda não existe consenso na literatura quanto aos parâmetros do COP adequados para identificar o risco de quedas em idosos (MERLO et al., 2012; PIRTOLI; ERA, 2006; PIZZIGALLI et al., 2016). De acordo com a revisão sistemática realizada por Pirtoli e Era (2006) a amplitude, a velocidade média e a raiz quadrada da média de deslocamento do COP no sentido mediolateral apresentam associação com a ocorrência de quedas em idosos. Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Melzer, Benjuya e Kaplanski (2004) que também encontraram associação entre a oscilação no sentido mediolateral com a ocorrência de quedas em idosos. Merlo e colaboradores (2012) demonstraram que a área, a raiz quadrada da média (RMS) e a posição média do COP no sentido anteroposterior estão associadas com o histórico de quedas. A revisão realizada por Pizzigalli e colaboradores (2016) revelou que a amplitude de deslocamento, a velocidade e a oscilação do COP no sentido anteroposterior e mediolateral são as variáveis que possibilitam distinguir idosos caidores de idosos não caidores. Entretanto, outros estudos sugerem que as medidas tradicionais do COP, tais como a amplitude, deslocamento, velocidade e área, não possibilitam uma compreensão sobre os mecanismos de controle do equilíbrio relacionados à ocorrência de quedas em idosos (NORRIS et al., 2005; MELZER; KURS; ODDSSON, 2010).

Por fim, cabe destacar que a tarefa também é um fator que precisa ser

considerado na avaliação da associação entre o controle do equilíbrio e a ocorrência de quedas, uma vez que estudos prévios revelaram que idosos caidores e não caidores apresentam diferenças no controle do equilíbrio em tarefas com base de suporte reduzida (MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2004; MELZER; KURZ; ODDSSON, 2010; OLIVEIRA et al., 2018) e perturbação nos sistemas visual e somatossensorial (LAZARO et al., 2011; LORD et al., 1994; MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2004; MELZER; KURZ; ODDSSON, 2010; MERLO et al., 2012). Estes achados demonstram que além do perfil da amostra e dos parâmetros do COP empregados para análise posturográfica, o nível de dificuldade da tarefa é um aspecto a ser considerado na avaliação da associação entre quedas e o controle do equilíbrio de idosos. Neste contexto, o presente estudo analisou de forma ampla a associação entre a ocorrência de quedas em idosos e o controle do equilíbrio por meio de várias medidas posturográficas, e em tarefas com diferentes níveis de instabilidade postural, porém não foram encontradas associação em nenhuma das variáveis e condições analisadas.

2.4.2 Análise da influência do nível de dificuldade da tarefa no controle do equilíbrio em idosos ativos e sedentários

No que se refere à influência da dificuldade da tarefa no controle do equilíbrio dos idosos, os resultados deste estudo demonstraram um aumento de parâmetros de oscilação do COP (área, deslocamento total, velocidade média, amplitude média de deslocamento e amplitude média de oscilação do COP no sentido anteroposterior e mediolateral) em função de perturbações realizadas no sistema visual e somatossensorial, tanto nas condições de base bipodal e semitandem. As tarefas realizadas sobre superfície instável (espuma) apresentaram maiores valores de oscilação do COP em relação as condições sobre superfície rígida, as tarefas com olhos abertos em comparação com as condições com olhos fechados, e as em base semitandem em relação as condições em base bipodal. E ainda, foi constatada uma gradação do nível de dificuldade da tarefa na medida em que foram realizadas perturbações no sistema visual seguidas pelas perturbações no sistema somatossensorial, sendo as tarefas em base semitandem mais instáveis que as similares em base bipodal, o que confirma a hipótese quanto à influência do nível de dificuldade da tarefa no controle do equilíbrio.

A maior oscilação postural em tarefas com perturbações nos sistemas

sensoriais visual e somatossensorial pode estar relacionada com limitações na habilidade do sistema nervoso central realizar a repesagem das informações sensoriais para o controle do equilíbrio, e ao fato de que o sistema vestibular, por si próprio, não é capaz fornecer uma informação adequada do corpo no espaço. A maior oscilação dos idosos nas tarefas em base semitandem parecem estar relacionadas com as alterações das sinergias musculares e estratégias posturais envolvidas no controle do equilíbrio, que em função da redução da base de suporte e maior instabilidade no sentindo mediolateral. Estas tarefas demandam uma maior produção de torque da articulação do quadril e provocam deslocamentos mais rápidos e mais amplos do centro de massa (COM) em relação as tarefas realizadas em base bipodal.

Estes resultados estão de acordo com estudos prévios que também evidenciaram que perturbações nos sistemas sensoriais e diminuição da base de suporte promovem um aumento da dificuldade da tarefa com aumento da oscilação postural em idosos (COLLEDGE et al., 1994; ERA et al., 2006; GIL et al., 2017; LAHR et al., 2017; PRIOLI et al., 2006; TAVARES et al., 2017; TEIXEIRA et al., 2011). Neste contexto, o presente estudo demonstrou por meio de diferentes variáveis posturográficas, que o nível de dificuldade da tarefa é um importante fator a ser considerado na avaliação do equilíbrio de idosos, e que esta pode ser manipulada tanto por meio de perturbações nos sistemas sensoriais (visual e somatossensorial) como pela redução da base de suporte.

As diferenças no desempenho do controle do equilíbrio entre os idosos ativos e sedentários foram reveladas principalmente nas tarefas mais desafiadoras, que envolveram diminuição da base de suporte e perturbação no sistema visual e somatossensorial, confirmando a segunda hipótese do estudo. Um achado interessante encontrado no trabalho, foi que a tarefa que envolveu perturbação simultâneas no sistema visual e sensorial associadas com redução da base de suporte, base semitandem sobre a espuma com os olhos fechados (STIOF), constituiu uma tarefa de elevado nível de dificuldade para ambos os grupos de idosos avaliados (ativos e sedentários). Possivelmente, a combinação das perturbações associadas com a diminuição da base de suporte, não estão presente na rotina de atividades da vida diária e de treinamento dos idosos, o que demonstra a importância da progressão do nível de dificuldade dos exercícios de equilíbrio para idosos, no intuito de aumentar a estabilidade

postural nas atividades diárias e contribuir para a prevenção de quedas em idosos.

O melhor desempenho no controle do equilíbrio dos idosos ativos em relação aos sedentários nas tarefas mais desafiadoras deste trabalho, estão de acordo com resultados do trabalho realizado por Hue colaboradores (2004) em que foi demonstrado que idosos, também participantes de um programa de exercícios multicomponentes (realizado durante 03 meses, com frequência de 02 treinos por semana e com sessões de 60 minutos de duração), apresentaram diminuição dos parâmetros de oscilação do COP (área, deslocamento total e amplitude de deslocamento no sentido anteroposterior) nas tarefas realizadas sobre superfícies instáveis com olhos abertos e fechados. Porém, não foram evidenciadas diferenças nas condições sobre superfície rígida com olhos abertos ou fechados. De acordo com a revisão sistemática realizada por Kiers e colaboradores (2013) as tarefas em apoio bipodal sobre superfície estável com olhos abertos não são desafiadoras o suficiente entre pessoas ativas, sendo recomendado o emprego de tarefas mais desafiadoras que envolvam o uso de espuma e diminuição da base de suporte. Segundo Lahr e colaboradores (2017) tarefas com restrição da base de suporte (semitandem) promovem uma maior oscilação postural em relação as condições em base bipodal em adultos jovens e idosos, sendo apontado pelos autores que as mudanças na base de suporte promovem diferentes combinações das respostas motoras envolvidas nas estratégias do quadril e tornozelo para manutenção do controle do equilíbrio postural. Assim, o declínio da função muscular nos idosos podem dificultar a produção de torque adequado para manutenção do equilíbrio nas tarefas com maior nível de instabilidade postural. Neste contexto, no próximo tópico serão discutidos os resultados da avaliação da função muscular dos membros inferiores dos idosos ativos e sedentários avaliados neste estudo.

2.4.3 Comparação da força e potência muscular dos membros inferiores em idosos ativos e sedentários

No que se refere à função muscular, os resultados indicam que a prática de exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE, apesar de não contribuírem de forma significativa no ganho de força dos membros inferiores, promovem benefícios no desempenho da potência muscular de tornozelo, joelho e quadril. Possivelmente, uma maior potência muscular dos membros inferiores

nos idosos ativos pode ser explicado pelas características dos exercícios ofertados pelo SOE e em outros programas de exercícios multicomponentes, que em geral envolvem atividades dinâmicas e de intensidade leve a moderada (BAKER; ATLANTIS; SINGH, 2007), o que possibilita o treinar a habilidade de produzir força em altas velocidades de contração (KRAEMER; NEWTON, 2000; MACALUSO; DE VITO, 2004; RAJ; BIRD; SHILED, 2010).

Com relação à força muscular, não foram encontradas diferenças entre os grupos ativos e sedentários, o que pode estar relacionado ao tipo de exercícios de fortalecimento utilizados na rotina das atividades multicomponentes, que usualmente não proporcionam ganhos de força muscular tais como obtidos por meio de exercícios resistidos, tais como a musculação. Os resultados deste estudos se assemelham aos encontrados em estudos prévios (LORD et al., 2003; CARVALHO et al, 2010) em que não foram identificadas diferenças na força muscular de joelho de idosos participantes de um programa de exercícios multicomponentes. Porém, Eyigor e colaboradores (2007) demonstraram um aumento da força dos extensores e flexores de joelho e também do flexores plantares de tornozelo de idosos participantes de um programa de exercícios multicomponentes. Entretanto, em ambos estudos não foi avaliado a força muscular do quadril, o que constitui uma limitação, uma vez que que existem divergências na literatura quanto aos benefícios dos exercícios multicomponentes em função da articulação avaliada, e também pela relevância da articulação do quadril no controle do equilíbrio (PORTO et al., 2018) e na prevenção de quedas (MORCELLI et al., 2014, 2015, 2016; PALMER et al., 2017). Desta forma, este estudo possibilitou uma análise mais ampliada sobre a influência dos exercícios multicomponentes na força muscular do quadril, joelho e tornozelo, contribuindo para diminuir lacunas na literatura que apresentam divergências de resultados em função da articulação analisada.

A maior capacidade de produção de potência muscular de quadril, joelho e tornozelo dos idosos participantes do SOE em relação aos idosos sedentários, é um resultado relevante deste estudo, uma vez que a potência muscular apresenta um declínio maior e mais rápido em relação a força muscular em função do processo de envelhecimento (DESCHENES, 2004; SKELTON et al., 1994; VANDERVOORT, 2002), e tem se mostrado um aspecto determinante para um melhor controle do equilíbrio e menor ocorrência de quedas em idosos

(HAN; YANG, 2015; IZQUIERDO et al., 1999; ORR et al., 2006; SKELTON; KENNEDY; RUTHERFORD, 2002). Estes resultados, estão de acordo com estudos prévios que também demonstraram a efetividade dos exercícios multicomponentes no ganho de potência muscular em idosos (AVEIRO et al., 2013; CADORE et al., 2014).

Considerando que o declínio da força e da potência muscular também são fatores de risco importantes para a ocorrência de quedas em idosos, foi realizada uma análise em que o número de quedas foi considerado como variável confundidora das variáveis da função muscular de quadril, joelho e tornozelo. Os resultados deste estudo revelaram que o número de quedas não influencia a força e a potência muscular de quadril, joelho e tornozelo de idosos. Porém, como as quedas possuem etiologia multifatorial (AGS; BGS, 2011; AMBOSE, PAUL; HAUSDORFF, 2013), é possível que os episódios de quedas dos idosos avaliados não estejam relacionados com o declínio da função muscular. Assim, o perfil da amostra, constituída por idosos comunitários independentes, com média da idade próxima de 65 anos e pequeno número de quedas, também pode ter sido um fator que contribuiu para os resultados encontrados. Um outro fator a ser considerado que pode ter influenciado os resultados, refere-se a inexperiência dos idosos com testes para avaliação da força e da potência muscular, sobretudo com os protocolos de avaliação isocinética, tendo em vista algumas dificuldades observadas durantes os testes para realizar os testes força máxima e em altas velocidade de contração.

Neste contexto, apesar das evidências quanto à associação entre o declínio da função muscular de membros inferiores e a ocorrência de quedas em idosos, até o momento parece não existir consenso na literatura quanto aos principais músculos apresentam declínio de força e potência muscular em idosos caidores. De forma que alguns estudos revelaram menor força (LAROCHE et al., 2010; PINHO et al., 2005; SKELTON; KENNEDY; RUTHERFORD, 2002; WHIPPLE; WOLFSON; AMERMAN, 1987) e potência (CROZARA et al., 2016; PINHO et al., 2005; WHIPPLE; WOLFSON; AMERMAN, 1987) dos músculos de tornozelo, enquanto outros trabalhos demonstraram menor força (ANTERO-JACQUEMIN et al., 2012; CROZARA et al., 2013, 2016; MARQUES et al., 2013a,; WHIPPLE; WOLFSON; AMERMAN, 1987) e potência (ANTERO-JACQUEMIN et al., 2012; BENTO et al., 2010; CROZARA et al., 2016;

WHIPPLE; WOLFSON; AMERMAN, 1987) dos músculos do joelho, e alguns que demonstram menor força (MORCELLI et al., 2014; MARQUES et al., 2013b) e potência (MORCELLI et al., 2014, 2016; PALMER et al., 2017) dos músculos do quadril em idosos caidores quando comparados aos idosos não caidores.

Os diferentes protocolos e variáveis empregadas na avaliação da função muscular dificultam a comparação entre os estudos. Este estudo buscou, analisar as articulações do tornozelo, joelho e quadril por meio de variáveis da avaliação isocinética concêntricas (por serem mais acometidas pelo processo de envelhecimento e estarem mais relacionadas com as atividades dinâmicas da vida diária) relacionadas tanto com a força e potência muscular, o que possibilita uma melhor compreensão sobre a associação de quedas com a função muscular dos membros inferiores. Entretanto, não foi encontrada associação entre o número de quedas e o desempenho da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo.

2.4.4 Comparação da qualidade de vida entre idosos ativos e sedentários

Por fim, apesar de não ter sido um objetivo específico deste trabalho, uma vez que o SOE visa contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, esta análise foi incluída com a finalidade de realizar uma avaliação mais abrangente dos benefícios do programa na saúde da população idosa. O estudo revelou que os idosos praticantes de exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE (realizados em grupo, com frequência de duas vezes por semana e duração de aproximadamente sessenta minutos), apresentaram maior pontuação nos domínios de capacidade funcional, vitalidade, aspectos sociais e saúde mental do questionário SF-36, o que indica uma melhor qualidade de vida no grupo de idosos ativos em relação aos idosos sedentários.

Neste contexto, considerando que não foram encontradas nas diferenças entre os grupos nas variáveis clínicas analisadas (idade, características antropométricas, função cognitiva, sensibilidade cutânea plantar e frequência de quedas), é possível que a diferença na pontuação na qualidade de vida entre os grupos, possa ser atribuída ao maior nível de atividade física nos idosos participantes do SOE em relação aos sedentários, uma vez que existe associação positiva entre nível de atividade física e qualidade de vida (ACMS, 2009; VAGETTI et al., 2014). Uma outra possível explicação pode estar relacionado com as características das atividades ofertadas pelo SOE (em grupo

e supervisionadas), uma vez que este programa favorece o desenvolvimento de vínculos e a sociabilidade entre os participantes e profissionais do serviço (BECALLI; GOMES, 2014), o que pode contribuir para maior aderência ao exercício físico e na qualidade de vida dos idosos (ACMS, 2009; BOUAIZ et al., 2016; CRESS, et al., 2005; TIEDEMANN; SHERRINGTON; LORD, 2013). E ainda, a melhor qualidade de vida dos idosos participantes do SOE também pode estar relacionada ao melhor controle do equilíbrio postural e maior potência muscular (OZCAN et al., 2005).

Estes achados estão de acordo com os resultados de estudos prévios que também utilizaram o questionário SF-36 como instrumento de avaliação e demonstraram melhor qualidade de vida em idosos que participam de programas de exercícios multicomponentes em grupo (BOUAZIZ et al., 2016; EYIGOR; KARAPOLAT; DURMAZ, 2007; ORLANDO; SILVA; LOMBARDI JUNIOR, 2013), embora outros trabalhos apresentem resultados divergentes (BAKER; ATLANTIS; SINGH, 2007; BARNETT et al., 2003). Estudos futuros, podem contribuir para melhor compreensão sobre a influência do controle do equilíbrio e da função muscular dos membros inferiores com a qualidade de vida dos idosos ativos e sedentários.

2.5 Limitações

Uma limitação do estudo foi a baixa média de idade e o pequeno número de quedas dos idosos avaliados, o que parece ter influenciado nos resultados quanto à associação entre o número de quedas e o desempenho nos testes de controle do equilíbrio e de função muscular. Entretanto, o perfil da amostra foi estabelecido a partir das características dos idosos participantes dos exercícios multicomponentes ofertadas pelo SOE, com objetivo de avaliar o equilíbrio postural e a função muscular dos membros inferiores de idosos ativos e sedentários. A pouca familiarização dos idosos com o protocolo de avaliação do equilíbrio postural e do teste isocinético devem ser considerados na interpretação dos resultados.

2.6. Conclusão

Os exercícios multicomponentes ofertados pelo Serviço de Orientação ao Exercício (SOE) contribuem para o melhor desempenho no controle do equilíbrio

e da potência muscular dos membros inferiores, o que pode auxiliar na prevenção de quedas e melhor qualidade de vida dos idosos. Os exercícios multicomponentes ofertados pelo SOE devem incorporar exercícios de equilíbrio com diferentes tipos de perturbação sensorial e níveis de instabilidade, uma vez que a dificuldade da tarefa influencia o desempenho no controle do equilíbrio de idosos.

3. ESTUDO 02: Análise da influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo no equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários

3.1 Introdução

O processo de envelhecimento promove um declínio no desempenho no controle do equilíbrio postural (ERA et al., 2006; STURNIEKS; GEORGE; LORD, 2008) e na função muscular dos membros inferiores, especialmente na força e potência muscular (DESCHENES, 2004; FRONTERA et al., 2000; RAJ; BIRD; SHIELD, 2010; VANDERVOORT, 2002). Embora existam diversos estudos que evidenciam que o declínio do equilíbrio e da força e potência muscular dos membros inferiores estão relacionados com a ocorrência de quedas em idosos (AMBROSE; PAUL; HAUSDORFF, 2013; MONCADA; MIRE, 2017; MORELAND et al., 2004; RUBENSTEIN, 2006; TINETTI; KUMAR, 2010), ainda não está claro na literatura a relação existente entre estes componentes da aptidão física (HORLINGS et al., 2008; MUEHLBAUER et al., 2012; ORR, 2010; WIKSTEN et al., 1996). A elucidação da influência da função muscular no desempenho no controle do equilíbrio postural, tem sido objeto de investigação de trabalhos com participantes de diferentes grupos etários, mas principalmente em idosos (MUEHLBAUER, GOLLHOFER; GRANACHER, 2015), dada a relevância para avaliação do risco de quedas e o desenvolvimento de estratégias prevenção e reabilitação (MUEHLBAUER; GOLLHOFER; GRANACHER, 2012; MUEHLBAUER et al., 2012).

Neste contexto, alguns estudos demonstram existir associação entre variáveis de função muscular de tornozelo (BILLOT et al., 2010; EMA et al., 2016; CATTAGNI et al., 2014, 2016; TOPP et al., 1997; WIKSTEN et al., 1996), joelho (CARTER et al., 2002; FORTE et al., 2014; STOCCO et al., 2017) e quadril (EMA et al., 2016; PALMER; THIELE; THOMPSON, 2017; PORTO et al., 2018; WIKSTEN et al., 1996) e variáveis relacionadas ao desempenho do equilíbrio postural de idosos. Porém, existem trabalhos com resultados divergentes (MELZER et al., 2009; MUEHLBAUER et al., 2012; RINGSBERG et al., 1999). Por exemplo o estudo de Melzer e colaboradores (2009) não revelou associação entre o pico de torque dos flexores plantares e dorsiflexores de tornozelo e parâmetros de oscilação do COP (área, velocidade e distância de oscilação nos sentidos mediolateral e anteroposterior) de idosos na tarefa em postura

ortostática com apoio bipodal não perturbada. De forma similar, o trabalho de Ringsberg e colaboradores (1999) não foram encontradas associações entre a força muscular isométrica dos extensores e flexores de joelho e dorsiflexores de tornozelo com variáveis de equilíbrio estático e dinâmico de idosos em tarefas com apoio unipodal com olhos abertos e fechados. Um outro estudo realizado por Muehlbauer e colaboradores (2012) também não revelou associação entre variáveis de força e potência muscular dos membros inferiores e variáveis de equilíbrio estático e dinâmico em condições de tarefas simples e tarefa dupla. Desta forma, parece ainda não haver consenso na literatura quanto à relação existente entre as variáveis relacionadas com a força e potência muscular dos membros inferiores e as variáveis de equilíbrio postural em idosos. A existência de uma associação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio postural, significa que existe uma interação entre estes componentes neuromusculares, de forma que poderia ser possível ocorrerem transferências do efeito do treinamento de força e potência muscular para o controle do equilíbrio postural. Assim, um aumento da força e/ou da potência muscular poderia, por exemplo implicar em um melhor desempenho no controle do equilíbrio de idosos.

Diante disso, a revisão sistemática realizada por Orr (2010) evidenciou que existe relação entre a função muscular (força e a potência) com o desempenho no equilíbrio postural de idosos, sendo que 62% (43 do total de 69) dos estudos revisados encontraram associações significativas entre estes dois componentes da aptidão física. Foram revelados também que a avaliação da potência parece influenciar mais que força muscular no desempenho do equilíbrio postural de idosos. Foi apontado ainda, que a maioria dos estudos se limitam em analisar apenas a função muscular de uma articulação (quadril, joelho ou tornozelo), sendo que a maior parte dos estudos avaliam a extensão e flexão de joelho, e que a avaliação da função muscular de quadril tem sido pouco investigada. Esta é uma limitação importante, uma vez que existem trabalhos na literatura que demonstraram que a função muscular de quadril se correlaciona de forma mais significativa com variáveis de equilíbrio de idosos do que a função muscular de tornozelo e joelho (WIKSTEN, et al., 1996). Um outro trabalho, de revisão sistemática com metanálise, realizada por Muehlbauer, Gollhofer e Granacher (2015) analisou a associação entre as variáveis de equilíbrio com a

função muscular (força e potência muscular) dos membros inferiores em indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias. Os resultados deste estudo demonstraram que aproximadamente 54% (21 do total de 39) dos estudos foram realizados com idosos, e que de forma geral, existem associações significativas entre as variáveis da função muscular dos membros inferiores com as de equilíbrio postural, porém correlação foi classificada como fraca (r≤0,69). Entretanto, é relevante atentar que nas ciências da saúde os coeficientes de correlação são baixos em função da variabilidade dos fenômenos biológicos, de forma que coeficientes de correlação iguais ou maiores que 0,70 (r≥0,70) são extremamente raros (VIEIRA, 2016). Assim, parece que a classificação da força de correlação adotada no estudo talvez seja um aspecto que precise ser analisado com cautela, uma vez que a interação entre estas variáveis pode implicar em alterações na avaliação e na prescrição de exercícios para a população idosa. Foram evidenciadas também variações metodológicas na avalição do equilíbrio e da função muscular entre os estudos, o que pode contribuir para explicar as discrepâncias dos resultados entre os estudos. Por exemplo, na avaliação da função muscular existem variações quanto ao grupamento muscular avaliado, tipo de contração muscular, velocidades do teste isocinético e variáveis empregados para avaliação da força e da potência muscular. Na avaliação do equilíbrio postural, existem diferenças quando ao tipo de teste de equilíbrio (estático dinâmico), variáveis posturográficas analisadas e tarefas posturais empregadas.

Neste contexto, existem evidências na literatura demonstrando que a força e a potência muscular de quadril, joelho e tornozelo influenciam o desempenho no controle do equilíbrio postural, e que a relação entre as variáveis dependem da tarefa postural analisada (BILLOT et al., 2010; CATTAGNI et al., 2014; EMA et al., 2016; PALMER; THIELE; THOMPSON, 2017; PORTO et al., 2018; STOCCO et al., 2017). Segundo Paillard (2017b) a função muscular interfere no equilíbrio postural de idosos, porém existe uma variação na associação entre estes componentes da aptidão física em função da condição de equilíbrio postural avaliada. Em condições de equilíbrio estático, existe associação com a força muscular, de forma que quando a força muscular dos membros inferiores se encontra abaixo de um limiar de torque existe um prejuízo no desempenho do equilíbrio postural. Enquanto que em condições de equilíbrio

dinâmico, existe maior associação com a potência muscular, dada a relevância do desenvolvimento de força explosiva para as ações posturais compensatórias. Desta forma, parece que a força dos membros inferiores está relacionada com controle do equilíbrio estático e com tarefas de menor instabilidade postural, enquanto que a potência muscular se relaciona principalmente com o equilíbrio dinâmico e tarefas de maior instabilidade postural. Assim, considerando a influência do nível de instabilidade da tarefa postural sobre a relação entre variáveis de função muscular e de equilíbrio, é relevante avaliar o desempenho no controle do equilíbrio em tarefas com diferentes tipos de base de suporte e de perturbações sensoriais. Esta investigação é relevante, uma vez que as atividades diárias dos idosos envolvem uma variação de condições em que são realizadas diferentes tipos de tarefas que desafiam o controle do equilíbrio em diferentes níveis de complexidade.

Além disso, o controle do equilíbrio na postura ortostática envolve padrões de movimentos, denominados estratégias de controle postural, que podem ser caracterizadas de acordo com a cinemática do movimento, sinergias musculares e torques envolvidos em cada uma das estratégias de controle postural (HORAK, 1987; HORAK; HENRY; SCHUMWAY-COOK, 1997; HORAK; NASHNER, 1986). A estratégia de tornozelo, é usualmente empregada em condições de pequena perturbação e sobre superfícies de suporte firme, enquanto que a estratégia de quadril é utilizada em respostas a perturbações maiores e mais rápidas, ou quando a superfície de apoio é estreita e flexível (HORAK, 1987; HORAK; NASHNER, 1986; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010; SUZUKI et al., 2012). O uso das estratégias de controle postural de tornozelo e quadril são extremos de possibilidade, visto que ocorrem uma combinação destas estratégias, que apresentam variações de dominância em função do nível de dificuldade da tarefa (CREATH et al., 2005). Assim, uma vez que o controle do equilíbrio na postura ortostática envolve o torque coordenado nas articulações de tornozelo, joelho e quadril, é preciso considerar a influência das diferentes sinergias musculares envolvidas no modelo do pêndulo invertido (CREATH et al., 2005; HORAK; HENRY; SCHUMWAY-COOK, 1997; PARK; REIMAN; SCHONER, 2016; SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2010). Porém, ainda existem lacunas na literatura quanto à influência da contribuição das variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e variáveis

relacionadas ao desempenho no controle do equilíbrio em tarefas com diferentes níveis de instabilidade postural.

Por fim, a literatura mostra que o nível de atividade física dos idosos influencia o desempenho no controle do equilíbrio (FREITAS et al., 2013; KIERS et al., 2013; LELARD; AHAMAID, 2015) e também a força e potência muscular dos membros inferiores (GARCIA et al., 2011; VOLKERS et al., 2012). Assim, é possível que a relação entre força e potência muscular dos membros inferiores e variáveis de controle do equilíbrio postural em idosos seja influenciada pelo nível de atividade física dos idosos. Isso porque um maior nível de atividade física e uma maior experiência motora, podem implicar em uma melhor integração sensório-motora e também uma melhor coordenação e ativação muscular das sinergias musculares envolvidas na produção de torque para a manutenção da estabilidade postural.

Neste contexto, este trabalho visa responder as seguintes perguntas: 1) Qual a influência da força e da potência muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre o controle do equilíbrio postural de idosos em tarefas com diferentes bases de suporte e perturbações sensoriais? 2) O nível de atividade física dos idosos influencia a relação entre as variáveis de força e potência muscular dos membros inferiores e as variáveis de equilíbrio postural de idosos?

Desta forma, este estudo tem como objetivo geral de avaliar a influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo no controle do equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários. Como objetivos específicos, este estudo visa: a) analisar a influência de variáveis relacionadas com a força (pico de torque e pico de torque normalizado pelo peso corporal) e potência (tempo para o pico de torque e a potência média) muscular de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) sobre variáveis de equilíbrio em tarefas em base bipodal e semitandem com perturbação visual e somatossensorial; b) avaliar a influência do nível de atividade física sobre a relação entre a função muscular de membros inferiores e o equilíbrio postural de idosos.

As hipóteses deste estudo são: a) a força muscular de tornozelo apresente associações com o desempenho no controle do equilíbrio em tarefas com menor nível de instabilidade postural, e a potência muscular de quadril com as tarefas com maior nível de instabilidade postural; b) o nível de atividade física

influencia a relação entre as variáveis de função muscular de membros inferiores e o equilíbrio de idosos, principalmente nas tarefas com maior nível de instabilidade postural.

3.2 Materiais e métodos

3.2.1 Participantes

Os mesmos indivíduos do Estudo 1 participaram deste estudo, sendo ambos estudos realizados no mesmo dia. Entretanto, para este estudo todos os participantes foram agrupados em um único grupo de idosos (GID).

3.2.2 Procedimentos e tarefas experimentais

Os procedimentos, equipamentos e tarefas experimentais empregados no protocolo de avaliação e coleta dos dados deste estudo foram os mesmos descritos no Estudo 1.

3.2.3. Variáveis dependentes e independentes

3.2.3.1 Equilíbrio Postural

As variáveis dependentes utilizadas para avaliação do equilíbrio postural foram: a) área (AREA); b) deslocamento total (DESLtotal); c) velocidade média total (VELtotal); d) velocidade média de oscilação nos sentidos anteroposterior (VELap) e mediolateral (VELml); f) amplitude média de deslocamento nas direções anteroposterior (AMDap) e mediolateral (AMDml); g) amplitude média de oscilação nas direções anteroposterior (AMOap) e mediolateral (AMOml); h) distância percorrida pelo COP nas direções anteroposterior (DISTap) e mediolateral (DISTml); i) frequência (banda de frequência com 80% da potência espectral) de oscilação do COP nas direções anteroposterior (FREQ80ap) e mediolateral (FREQ80ml).

3.2.3.2 Função Muscular

As variáveis independentes utilizadas para avaliação da força muscular foram o pico de torque (PT) e pico de torque normalizado pela massa corporal (PTN) na velocidade angular de 60°/s. Para avaliação da potência muscular foram analisadas as variáveis: tempo para o pico de torque (TPT) na velocidade angular de 60°/s e a potência média (PM) na velocidade angular de 120°/s. A Figura 10 apresenta uma série temporal com as variáveis pico de torque (PT) e tempo para o pico de torque (TPT) a partir da curva de torque *versus* tempo de

extensão e flexão de joelho dominante e não dominante na velocidade angular de 60°/s. A PM foi calculada a partir do total de trabalho realizado sobre o intervalo de tempo.

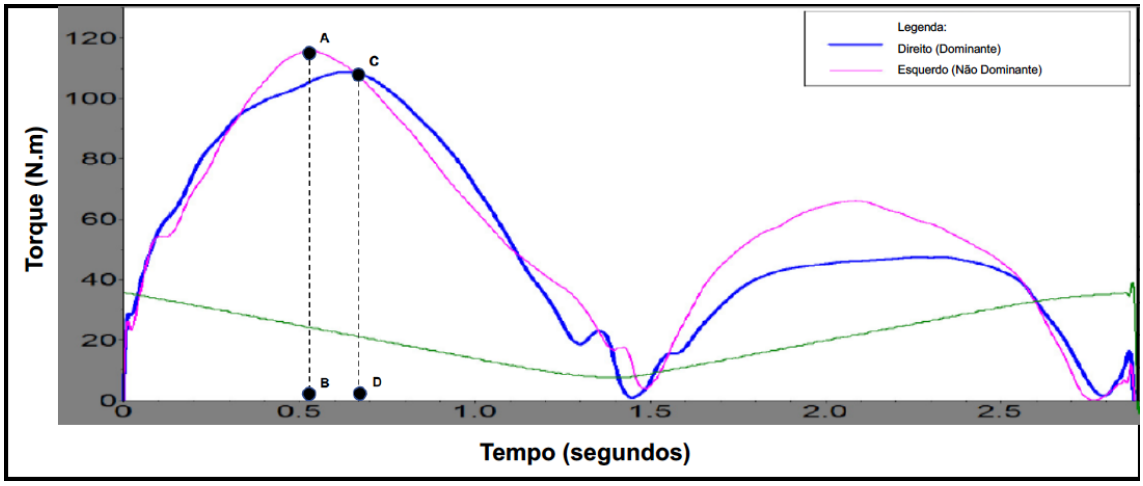


Figura 10. Curva de torque isocinético modo concêntrico/concêntrico de extensão/flexão bilateral de joelho na velocidade angular de 60°/s. **A)** Pico de torque de extensão do joelho esquerdo; **B)** Tempo para o Pico de Torque de extensão do joelho esquerdo; **C)** Pico de torque de extensão do joelho direito; **D)** Tempo para o Pico de Torque de extensão do joelho direito.

3.2.4 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 21 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos). Os dados apresentaram normalidade e homogeneidade, sendo empregados respectivamente o teste de Shapiro Wilk e o teste de Levene. Para determinar a associação entre a função muscular dos membros inferiores e o equilíbrio postural, foram realizados testes de correlação de Pearson entre as variáveis independentes de força e potência muscular de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão de tornozelo) do membro inferior dominante e as variáveis dependentes de oscilação do COP em cada uma das tarefas avaliadas (BSROA, BSROF, BSIOA, BSIOF, STROA, STROF, STIOA e STIOF). Ainda, foram realizadas análises de regressão linear múltiplas, método entrada forçada (*Enter*), para as variáveis que apresentaram correlação significativa ($p \leq 0,05$) nas condições avaliadas, para determinar a influência das variáveis de força e de potência nas variáveis relacionadas ao desempenho do controle do equilíbrio. E ainda, uma vez que o nível de atividade física pode ser considerado uma variável confundidora no desempenho do controle do equilíbrio postural, foram realizados 02 modelos para as análises de regressão: I) modelo

sem ajuste; II) modelo ajustado pelo escore total no Questionário de Baecke Modificado para Idosos (QBMI). Para todas as análises foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

3.3 Resultados

3.3.1. Características da amostra

A amostra foi composta por 61 idosos, sendo 53 (83,9%) do sexo feminino e 8 (13,1%) do sexo masculino. Com relação ao histórico de quedas, 21 (34,4%) eram idosos caidores (que relataram ter sofrido pelo menos 1 queda nos últimos 12 meses) e 40 (65,6) idosos não caidores. A Tabela 9 apresenta as características clínicas, antropométricas e a frequência de ocorrência de quedas do grupo de idosos (GID) da amostra.

Tabela 9. Características da amostra com valores de média, desvio padrão da idade, número de quedas e características clínicas e antropométricas.

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA (N=61)	Média (Desvio Padrão)
Idade (anos)	65,92 (±4,36)
Massa (Kg)	67,34 (±10,02)
Estatura (m)	1,57 (±0,06)
IMC (Kg/m^2)	27,20 (±3,30)
Quedas	0,54 (±0,83)
Mini Mental (pontos)	27,84 (±1,53)
Baecke Modificado para Idosos (pontos)	9,00 (±5,98)
MiniBESTest (pontos)	23,57 (±3,42)
Sensibilidade Plantar Pé Direito (pontos)	25,48 (±5,06)
Sensibilidade Plantar Pé Esquerdo (pontos)	25,36 (±5,14)

Legenda: N (quantidade de participantes da amostra); **%** (percentual); **kg** (quilogramas); **m** (metros); I**MC** (Índice de Massa Corporal); **kg/m2** (quilograma por metro quadrado).

3.3.2. Relação entre força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e o equilíbrio postural de idosos

Os resultados das análises de correlação apontaram que as variáveis independentes Pico de Torque (PT) e Potência Média (PM) e as variáveis dependentes espaço temporais (AREA e VELtotal) e de frequência (FREQ80ap e FREQ80ml) de oscilação do COP foram as variáveis que apresentaram correlação significativa ($p \leq 0,05$) nas diferentes condições avaliadas (BSROA, BSROF, BSIOA, BSIOF, STROA, STROF, STIOA e STIOF). A partir destes resultados, estas variáveis foram selecionadas para compor os modelos das análises de regressão linear múltipla. A seguir serão apresentados os resultados das análises de regressão que apresentaram valores significativos de acordo com as tarefas de equilíbrio postural avaliadas. As tabelas com o detalhamento completo dos resultados das análises de regressão encontram-se no Apêndice E.

Tabela 10. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão nas condições em base bipodal.

	AREA						**VELtotal**						**FREQ80ap**						**FREQ80ml**					
	Sem Ajuste			**Ajuste Baecke**			**Sem Ajuste**			**Ajuste Baecke**			**Sem Ajuste**			**Ajuste Baecke**			**Sem Ajuste**			**Ajuste Baecke**		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
BSROA																								
-																								
BSROF																								
PT Abdução de Quadril	-0,18	0,44	0,04	-0,39	0,16	0,09	0,05	0,84	0,03	0,01	0,97	0,10	-0,28	0,22	0,05	-0,30	0,28	0,08	0,29	0,19	0,15	**0,54**	**0,04***	0,18
PM Abdução de Quadril	0,07	0,79	0,09	-0,34	0,25	0,14	-0,09	0,72	0,04	0,02	0,96	0,09	-0,41	0,10	0,14	-0,48	0,11	0,16	0,40	0,11	0,12	**0,78**	**0,01***	0,04
BSIOA																								
PT Abdução de Quadril	0,06	0,79	0,08	-0,22	0,43	0,08	0,14	0,56	0,03	0,27	0,33	0,04	-0,18	0,41	0,16	0,06	0,83	0,18	0,28	0,22	0,08	**0,59**	**0,03***	0,15
PT Flexão de Joelho	0,22	0,38		-0,05	0,88		-0,16	0,55		-0,17	0,60		**-0,58**	**0,02***		-0,54	0,09		-0,33	0,20		-0,01	0,97	
PM Abdução de Quadril	0,14	0,58	0,07	-0,22	0,49	0,07	0,29	0,25	0,1	0,27	0,38	0,07	-0,13	0,61	0,15	0,00	1,00	0,2	0,36	0,17	0,05	**0,63**	**0,04**	0,14
PM Flexão de Joelho	-0,18	0,56		-0,43	0,24		-0,49	0,11		-0,42	0,26		**-0,74**	**0,01***		**-0,86**	**0,01***		-0,06	0,85		0,36	0,31	
BSIOF																								
PT Abdução de Quadril	0,06	0,78	0,09	-0,04	0,88	0,17	0,35	0,10	0,22	**0,44**	**0,05***	0,43	-0,09	0,67	0,99	0,07	0,79	0,27	**0,48**	**0,03***	0,21	**0,62**	**0,01***	0,44
PT Flexão de Quadril	-0,12	0,64		0,16	0,57		-0,16	0,50		0,03	0,88		-0,05	0,85		**-0,52**	**0,05***		-0,07	0,76		0,03	0,88	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	-0,19	0,35		**-0,49**	**0,02***		-0,07	0,71		**-0,23**	**0,20***		0,23	0,27		**0,53**	**0,01***		0,10	0,61		0,03	0,89	
PM Abdução de Quadril	0,18	0,46	0,11	-0,16	0,60	0,15	0,40	0,10	0,16	0,43	0,12	0,3	0,15	0,54	0,16	**0,64**	**0,02**	0,34	0,40	0,10	0,15	**0,54**	**0,04***	0,36
PM Flexão de Quadril	-0,03	0,93		0,42	0,22		-0,04	0,89		0,33	0,29		-0,16	0,56		**-0,87**	**0,01***		0,09	0,76		0,40	0,17	
PM Extensão de Quadril	0,03	0,93		0,12	0,70		0,20	0,50		0,04	0,90		0,50	0,09		**0,64**	**0,03***		0,07	0,80		-0,12	0,65	
PM Flexão de Joelho	-0,58	0,06		**-0,75**	**0,04***		-0,39	0,18		-0,20	0,54		-0,37	0,21		-0,34	0,28		-0,02	0,94		0,25	0,42	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	-0,23	0,34		**-0,69**	**0,02***		-0,03	0,89		-0,33	0,23		0,20	0,41		0,15	0,58		0,21	0,37		0,12	0,63	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado**); R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *($p \leq 0,05$).*

Com relação aos resultados das análises nas tarefas em apoio bipodal (Tabela 10), foi revelado que na condição BSROA não foi encontrada associação entre as variáveis entre o pico de torque (PT) e a potência média (PM) do membro inferior dominante sobre as variáveis do COP analisadas. Porém, na condição BSROF foi revelado que o PT e a PM de abdução de quadril influenciam a FREQ80ml no modelo ajustado para o nível de atividade física dos participantes. Estes resultados demonstram que o aumento do nível de dificuldade da tarefa, por meio de perturbação no sistema visual (com os olhos fechados), interfere na relação entre as variáveis de força e potência muscular dos abdutores de quadril e as variáveis de equilíbrio dos idosos no plano frontal. E ainda, que o nível de atividade física dos idosos influencia a relação entre a variáveis de função muscular de quadril e variáveis de desempenho no controle do equilíbrio no sentido plano frontal nas tarefas em base bipodal que envolvam perturbação no sistema visual (com os olhos fechados).

Na condição BSIOA foi demonstrado que o PT e a PM de flexão de joelho influenciam a FREQ80ap no modelo sem ajuste, e também que a PM de flexão de joelho apresenta associação com a FREQ80ap no modelo ajustado para o nível de atividade física. Ainda com relação a condição BSIOA, também foi revelado que o PT e a PM de abdução de quadril podem predizer a FREQ80ml de oscilação do COP no modelo ajustado para o nível de atividade física. Estes resultados apontam que o aumento do nível de dificuldade da tarefa, por meio da perturbação no sistema somatossensorial (com o uso de espumas), interfere na relação entre as variáveis de força e potência muscular de joelho e quadril sobre as variáveis de equilíbrio no plano sagital e frontal respectivamente. E ainda, que o nível de atividade física dos idosos em tarefas em base bipodal e com perturbação no sistema somatossensorial (com o uso de espuma) influencia a relação entre as variáveis relacionadas com a potência muscular dos abdutores de quadril e a frequência de oscilação do COP no sentido mediolateral.

Por fim, na condição BSIOF, que consistiu a tarefa de maior instabilidade postural nas condições em base bipodal, foram reveladas influências entre o PT de flexão plantar de tornozelo, PM de flexão de joelho e flexão plantar de tornozelo com a AREA de oscilação do COP no modelo sem ajuste. Quando o modelo foi ajustado para o nível de atividade física dos participantes, foi

observado que o PT de abdução de quadril e de flexão plantar de tornozelo é capaz de predizer a VELtotal de oscilação do COP. Além disso, também foram reveladas associações entre o PT de flexão de quadril, flexão plantar de tornozelo e a PM de abdução, flexão e extensão de quadril com a FREQ80ap de oscilação do COP no modelo ajustado para o nível de atividade física. Foi demonstrado também que o PT de abdução de quadril pode predizer a FREQ80ml de oscilação do COP no modelo sem ajuste, e que o PT e a PM de abdução de quadril influenciam a FREQ80ml de oscilação do COP no modelo com ajuste para o nível de atividade física. Estes resultados evidenciam que tarefas com maiores níveis de instabilidade postural, e que envolvam perturbações simultâneas nos sistemas visual (com olhos fechados) e somatossensorial (com uso de espumas), promovem uma combinação múltipla de influências das variáveis de força e potência muscular das articulações de quadril, joelho e tornozelo sobre as variáveis de equilíbrio postural. E ainda, que a associação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio em tarefas com perturbação no sistema visual (com os olhos fechados) e somatossensorial (com o uso de espumas) estão relacionadas com o nível de atividade física dos idosos.

Desta forma, estes resultados de maneira geral demonstram que com o aumento do nível de dificuldade da tarefa nas condições em apoio bipodal, existe maior influência das variáveis relacionadas com a força e potência muscular sobre as variáveis de equilíbrio postural. E ainda, que a força e a potência muscular dos abdutores de quadril estão associadas com o desempenho no controle do equilíbrio postural em todas as tarefas analisadas, exceto na condição BSROA, em que não existe qualquer tipo de perturbação sensorial. E ainda, que tarefas que envolvam perturbações simultâneas no sistema visual e somatossensorial parecem depender de uma combinação entre força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo para a manutenção do controle do equilíbrio postural em idosos. Por fim, cabe destacar ainda que o nível de atividade física interfere na relação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio postural de idosos em tarefas em base bipodal.

Com relação aos resultados das análises nas tarefas em apoio semitandem (Tabela 11), foi revelado que na condição STROA a PM de flexão de joelho é capaz de predizer a VELtotal de oscilação do COP no modelo sem

ajuste para o nível de atividade física dos idosos. Porém, no modelo ajustado para o nível de atividade física foram encontradas influência do PT de dorsiflexão e PM de flexão de joelho com a VELtotal, e também da PM de abdução de quadril sobre a FRE80ml de oscilação do COP. Estes resultados indicam que a mudança no tipo de base, com adoção da base semitandem é um fator que determina a influência da relação entre as variáveis de força e potência muscular dos membros inferiores com variáveis de equilíbrio de idosos, mesmo na ausência de perturbação nos sistemas sensoriais. Foi demonstrado também, que o nível de atividade física influencia a relação entre as variáveis de função muscular e de desempenho no controle do equilíbrio em idosos nas tarefas em base semitandem e que não envolvam perturbação sensorial.

Na condição STROF, foi demonstrado que o PT de dorsiflexão e flexão plantar de tornozelo e a PM de flexão de joelho são capazes de predizer a AREA de oscilação do COP no modelo sem ajuste para o nível de atividade física dos idosos. Entretanto, no modelo ajustado para o nível de atividade física, foram reveladas influências do PT de dorsiflexão de tornozelo e PM de flexão de joelho com a AREA de oscilação do COP, do PT de dorsiflexão de joelho e PM de abdução de quadril e flexão de joelho sobre a VELtotal de oscilação do COP, do PT e PM de abdução de quadril com a FREQ80ap de oscilação do COP, e do PT e PM de abdução de quadril com a FREQ80ml de oscilação do COP. Estes resultados demonstram que a função muscular de quadril, joelho e tornozelo interferem no desempenho no controle do equilíbrio de idosos em tarefas com redução da base de suporte e com perturbação do sistema visual (com os olhos fechados). Além disso, o nível de atividade física também influencia a relação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio de idosos em tarefas na base semitandem com perturbação no sistema visual (com os olhos fechados).

Na condição STIOA, foi revelado que a PM de flexão de joelho influencia a VELtotal, o PT de adução de quadril influencia a FREQ80ap e o PT de flexão de joelho a FREQ80ml de oscilação do COP no modelo sem ajuste para o nível de atividade física dos idosos. Porém, quando o modelo foi ajustado para o nível de física foi revelado que o PT de flexão de joelho e a PM de abdução de quadril, flexão de joelho e flexão plantar de tornozelo são capazes de predizer a VELtotal de oscilação do COP. Foi revelado também associação entre o PT e a PM de abdução de quadril e a FREQ80ap de oscilação do COP, e ainda que o PT de

abdução de quadril e flexão de joelho e a PM de abdução de quadril são capazes de predizer a FREQ80ml de oscilação do COP. Isto indica que a função muscular de quadril, joelho e tornozelo influencia o desempenho no controle do equilíbrio de idosos em tarefas com redução da base de suporte e perturbação no sistema somatossensorial (com usos de espumas). E ainda, que o nível de atividade física interfere na relação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio de idosos em tarefas na base semitandem com perturbação no sistema somatossensorial (com o uso de espumas).

Na condição STIOF, no modelo sem ajuste para o nível de atividade física dos idosos, foi revelado que a PM de flexão de joelho é capaz de predizer a AREA de oscilação do COP, e que o PT e a PM de abdução de quadril e flexão de joelho influenciam a VELtotal de oscilação do COP. Foi demonstrado também que o PT e a PM de abdução de quadril influenciam a FREQ80ml de oscilação do COP. Entretanto, no modelo ajustado para o nível de atividade física, foi revelado que o PT e a PM de flexão de joelho e a PM de flexão plantar de tornozelo podem predizer a AREA de oscilação do COP. E também, que o PT de abdução de quadril e dorsiflexão de tornozelo e a PM de abdução de quadril e flexão de joelho influenciam a VELtotal. E ainda, que o PT de extensão de quadril, flexão plantar de tornozelo e a PM de abdução de quadril influenciam a FREQ80ap. Além disso, que o PT de abdução de quadril e a PM de abdução de quadril podem predizer a FREQ80ml de oscilação do COP. Estes resultados evidenciam que tarefas com maior nível de instabilidade e que envolvam uma diminuição da base de suporte, associadas com perturbação simultâneas no sistema visual (com olhos fechados) e somatossensorial (com uso de espumas) promovem uma maior combinação de influências das variáveis de função muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre as variáveis de equilíbrio postural. E ainda, que o nível de atividade física interfere na relação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio de idosos em tarefas na base semitandem com perturbações simultâneas no sistema visual (com os olhos fechados) e somatossensorial (com o uso de espumas).

Tabela 11. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão nas condições em base semitandem.

	AREA						**VELtotal**						**FREQ80ap**						**FREQ80ml**					
	Sem Ajuste			**Ajuste Baecke**			**Sem Ajuste**			**Ajuste Baecke**			**Sem Ajuste**			**Ajuste Baecke**			**Sem Ajuste**			**Ajuste Baecke**		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
STROA																								
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,18	0,35		0,46	0,05		0,24	0,20		**0,45**	**0,03***		0,14	0,47		0,14	0,55		0,16	0,40		0,17	0,41	
PM Abdução de Quadril	0,07	0,79	0,09	0,08	0,78	0,14	0,05	0,85	0,18	0,38	0,15	0,34	0,08	0,75	0,13	0,55	0,06	0,21	0,18	0,47	0,08	**0,57**	**0,04***	0,24
PM Flexão de Joelho	-0,16	0,59		-0,66	0,07		**-0,68**	**0,02***		**-0,80**	**0,01***		-0,25	0,40		-0,19	0,59		-0,10	0,74		0,10	0,76	
STROF																								
PT Abdução de Quadril	-0,17	0,40	0,25	-0,20	0,40	0,35	0,17	0,40	0,25	0,32	0,12	0,52	0,28	0,22	0,08	**0,72**	**0,00***	0,3	0,41	0,06	0,2	**0,69**	**0,00***	0,4
PT Flexão Plantar de Tornozelo	**0,41**	**0,03***		0,31	0,10		0,32	0,09		0,21	0,19		0,09	0,68		0,03	0,88		0,34	0,08		0,33	0,06	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	**0,39**	**0,02***		**0,46**	**0,02***		0,26	0,14		**0,37**	**0,03***		-0,06	0,75		-0,04	0,86		0,03	0,88		0,12	0,53	
PM Abdução de Quadril	0,00	0,99	0,25	0,29	0,25	0,41	0,30	0,18	0,30	**0,69**	**0,00***	0,55	0,18	0,49	0,07	**0,65**	**0,03***	0,2	0,41	0,09	0,2	**0,92**	**0,00***	0,4
PM Flexão de Joelho	**-0,55**	**0,05***		**-0,70**	**0,02***		-0,40	0,13		**-0,51**	**0,05***		-0,13	0,66		-0,33	0,34		-0,24	0,41		-0,18	0,56	
STIOA																								
PT Abdução de Quadril	0,03	0,91	0,03	-0,21	0,45	0,05	0,09	0,68	0,15	0,23	0,37	0,22	0,20	0,34	0,21	**0,61**	**0,02***	0,27	0,34	0,11	0,22	**0,69**	**0,00***	0,44
PT Adução de Quadril	-0,06	0,83		-0,10	0,74		0,26	0,28		0,23	0,36		**0,52**	**0,03***		0,44	0,08		0,31	0,18		0,39	0,08	
PT Flexão de Joelho	0,17	0,52		-0,06	0,86		-0,42	0,10		**-0,68**	**0,03***		-0,17	0,47		-0,21	0,48		**-0,55**	**0,02***		**-0,53**	**0,04***	
PM Abdução de Quadril	0,13	0,61	0,59	-0,06	0,85	0,09	0,26	0,28	0,21	**0,61**	**0,03***	0,28	0,38	0,12	0,16	**1,05**	**0,00***	0,30	0,32	0,19	0,12	**0,86**	**0,00***	0,32
PM Flexão de Joelho	-0,35	0,26		-0,66	0,08		**-0,81**	**0,01***		**-1,07**	**0,00***		-0,40	0,17		-0,36	0,26		-0,40	0,18		-0,35	0,27	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	-0,04	0,87		-0,35	0,26		-0,25	0,28		**-0,56**	**0,04***		-0,45	0,06		-0,49	0,08		0,04	0,86		0,02	0,95	
STIOF																								
PT Abdução de Quadril	0,24	0,24	0,23	0,19	0,42	0,37	**0,45**	**0,02***	0,34	**0,54**	**0,01***	0,56	0,20	0,36	0,16	0,29	0,22	0,33	**0,46**	**0,02***	0,27	**0,61**	**0,01***	0,48
PT Extensão de Quadril	0,06	0,81		-0,10	0,65		0,07	0,78		-0,11	0,55		-0,33	0,20		**-0,48**	**0,05***		-0,08	0,74		-0,23	0,26	
PT Extensão de Joelho	-0,39	0,15		-0,05	0,85		-0,31	0,20		-0,11	0,65		-0,29	0,30		-0,52	0,08		-0,12	0,65		-0,21	0,41	
PT Flexão de Joelho	-0,33	0,16		**-0,71**	**0,01***		-0,25	0,25		-0,41	0,08		0,15	0,55		0,44	0,12		-0,09	0,70		0,14	0,56	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	0,01	0,94		-0,14	0,44		0,06	0,74		-0,07	0,63		0,35	0,08		**0,66**	**0,00***		0,08	0,67		0,02	0,91	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,28	0,10		0,44	0,03		0,27	0,09		**0,36**	**0,03***		0,18	0,31		0,16	0,44		0,23	0,18		0,17	0,33	
PM Abdução de Quadril	0,34	0,14	0,25	0,39	0,12	0,39	**0,53**	**0,02***	0,31	**0,81**	**0,00***	0,50	0,42	0,09	0,13	**0,89**	**0,00***	0,31	**0,62**	**0,01***	0,19	**0,96**	**0,00***	0,42
PM Flexão de Joelho	**-0,70**	**0,01***		**-1,23**	**0,00***		**-0,52**	**0,05***		**-0,64**	**0,02***		0,12	0,69		0,43	0,18		-0,04	0,88		0,25	0,39	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	-0,13	0,56		**-0,52**	**0,04***		-0,04	0,87		-0,31	0,17		0,30	0,22		0,46	0,09		-0,03	0,89		-0,10	0,69	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado)**;** R^2 (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *(p ≤ 0,05).*

3.4 Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo no desempenho do controle do equilíbrio postural de idosos. Especificamente, este trabalho visou: a) analisar a influência de variáveis relacionadas com a força (pico de torque e pico de torque normalizado pelo peso corporal) e potência (tempo para o pico de torque e a potência média) muscular de quadril (abdução, adução, flexão e extensão), joelho (extensão e flexão) e tornozelo (flexão plantar e dorsiflexão) sobre variáveis de equilíbrio em tarefas em base bipodal e semitandem associadas com perturbação visual e somatossensorial; b) avaliar a influência do nível de atividade física sobre a relação entre a função muscular de membros inferiores e o equilíbrio postural de idosos.

De forma geral os resultados demonstram que a função muscular dos membros inferiores influencia o desempenho no controle do equilíbrio de idosos, e que a associação entre as variáveis depende do nível de dificuldade da tarefa, bem como do nível de atividade física dos idosos. Neste sentido, um dos principais achados do trabalho foi que a associação entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e as de equilíbrio variam em função do nível de dificuldade da tarefa. De forma que, nas tarefas com maior nível de instabilidade (base semitandem) existe maior influência da função muscular dos membros inferiores sobre o desempenho no controle do equilíbrio em relação as tarefas com menor nível de instabilidade postural (base bipodal). Foi revelado também, que nas tarefas mais desafiadoras, que envolvem perturbações simultâneas no sistema visual e somatossensorial, ocorre uma maior combinação de associações entre as variáveis de força e potência muscular dos membros inferiores e as variáveis de equilíbrio em idosos, independente do tipo de base (bipodal ou semitandem). Foi demonstrado ainda, que a força e a potência muscular dos abdutores de quadril de idosos estão associadas com o desempenho no controle do equilíbrio postural em todas as tarefas analisadas, exceto na condição BSROA, em que não existe diminuição da base de suporte e/ou qualquer tipo de perturbação sensorial, o que demonstra a relevância da função muscular de quadril para o controle do equilíbrio de idosos. Por fim, foi revelado que o nível de atividade física influencia a relação entre as variáveis de função muscular e as de equilíbrio de idosos.

Estes resultados confirmam parcialmente as hipóteses inicialmente estabelecidas para o estudo, sendo confirmada a hipótese de que o nível de atividade física dos idosos influencia a associação entre a função muscular dos membros inferiores e o desempenho no controle do equilíbrio postural. A hipótese de que a força muscular de tornozelo se relaciona com o desempenho no controle do equilíbrio em tarefas com menor nível de instabilidade e que a potência muscular de quadril se relaciona com as tarefas com maior nível de instabilidade postural não foi confirmada. Entretanto, foi revelado que a função muscular de quadril influencia o desempenho no controle do equilíbrio na maioria das tarefas posturais avaliadas, e que as tarefas posturais mais desafiadoras envolvem maior combinação de associações entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo em relação as tarefas posturais menos desafiadoras. A seguir será apresentada a discussão de acordo com os objetivos, resultados e principais achados do trabalho.

3.4.1 Relação entre a função muscular dos membros inferiores e o desempenho do equilíbrio em tarefas com base de apoio bipodal

Com relação as condições de equilíbrio realizadas em base bipodal, foi identificado que na tarefa realizada sobre superfície rígida com os abertos (BSROA) não foram encontradas associações entre nenhuma das variáveis de função muscular de quadril, joelho e tornozelo e de equilíbrio. Entretanto, quando esta mesma tarefa é realizada com os olhos fechados (BSROF), foi revelado que a força e potência muscular dos abdutores de quadril influenciam a oscilação do COP no sentido mediolateral. Ou seja, a perturbação no sistema visual (olhos fechados) provoca um aumento do nível de instabilidade postural que demandam a ativação das sinergias musculares e a produção de torque dos abdutores de quadril para o controle da oscilação do COP no plano frontal.

Além disso, quando a tarefa foi realizada sobre superfície instável (espuma) com os olhos abertos (BSIOA), foram encontradas associações entre a força e potência muscular de quadril com variáveis de frequência de oscilação do COP no plano frontal e também entre a força e potência muscular de joelho com variáveis de frequência de oscilação do COP no plano sagital. Assim, tarefas com perturbação no sistema somatossensorial (espuma) demandam a ativação de sinergias musculares e a produção de torque de quadril e joelho para controlar a oscilação do COP no plano frontal e sagital. Por fim, na tarefa em que

foram realizadas perturbações simultâneas no sistema visual (olhos fechados) e somatossensorial (espumas) foi revelada uma combinação de associações entre a força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo com a área, velocidade e frequência de oscilação do COP no plano sagital e frontal. Desta forma a perturbação simultânea no sistema visual e somatossensorial, provoca um maior nível de instabilidade postural que demandam uma combinação de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo para a manutenção da estabilidade postural de idosos.

Neste contexto, os resultados do trabalho evidenciam que o aumento do nível de dificuldade da tarefa de equilíbrio em base bipodal, por meio de perturbação nos sistemas visual e somatossensorial, promove maior influência da função muscular dos membros inferiores sobre o desempenho no controle do equilíbrio de idosos. Cabe destacar, que de acordo com o modelo do pêndulo invertido, a produção de torque muscular para manutenção do equilíbrio na postura ortostática depende da variação no deslocamento do COP. Assim, nas tarefas não perturbadas, em que existe uma pequena variação no deslocamento do COP, não existe influência significativa da força e potência do quadril, joelho e tornozelo para o controle do equilíbrio. Porém, a medida que são realizadas manipulações sensoriais ocorre um aumento no nível de dificuldade da tarefa, com maior variação no deslocamento do COP, que demandam uma maior produção de torque dos músculos dos membros inferiores para o controle do equilíbrio postural.

E ainda, a influência da função muscular do quadril nas tarefas em base bipodal que envolveram algum tipo de perturbação sensorial, pode ser explicada pela maior dependência da estratégia de quadril, em relação a estratégia de tornozelo, para a manutenção do equilíbrio de idosos. Essa alteração nas estratégias de controle postural de idosos parece ocorrer em função de fraqueza muscular, com limitação para a produção de torque de tornozelo, e lentidão para ativação das sinergias musculares envolvidas no controle do equilíbrio.

Desta forma, os resultados deste estudo, estão de acordo com os achados do trabalho de Cattagni (2014) em que foi evidenciado que idosos apresentam um declínio no torque de tornozelo, e que existe uma correlação negativa entre o torque de tornozelo com o desempenho no controle do equilíbrio e a ocorrência de quedas em idosos. A maior influência da função muscular de

quadril, nas tarefas avaliadas, demonstra uma maior dependência da estratégia de quadril para a manutenção da estabilidade postural de idosos. Assim, os resultados quanto à influência da função muscular de quadril no controle do equilíbrio de idosos reveladas neste trabalho se assemelham aos de estudos recentes (EMA et al., 2016; PALMER; THIELE; THOMPSOM, 2017; PORTO et al., 2018). E ainda, a maior associação da função muscular com o desempenho no controle do equilíbrio em tarefas com maior nível de instabilidade postural confirmam os resultados encontrados em estudos prévios (BILLOT et al., 2010).

3.4.2 Relação entre a função muscular dos membros inferiores e o desempenho do equilíbrio em tarefas com base de apoio semitandem

Com relação as tarefas em base de apoio semitandem, em que existe uma redução da base de suporte, foi identificado uma maior quantidade de associações entre as variáveis de função muscular dos membros inferiores e de equilíbrio postural, quando comparadas as condições em base bipodal. Na tarefa realizada em base semitandem sobre superfície rígida com os olhos abertos (STROA), foram reveladas associações entre a força muscular de tornozelo e a potência muscular de quadril e joelho com variáveis de velocidade de deslocamento e frequência de oscilação do COP no plano frontal. Assim, o estreitamento da base de apoio se apresenta enquanto um fator que aumenta do nível de dificuldade da tarefa, e que demanda a ativação de sinergias e a produção de torque nas articulações do quadril, joelho e tornozelo para controle do deslocamento do COP. A tarefa que envolveu a perturbação no sistema visual (STROF) demonstrou uma maior quantidade de associações entre as variáveis de força de quadril e tornozelo e de potência muscular de quadril e joelho com variáveis de área, velocidade de deslocamento do COP e de frequência de oscilação nos planos sagital e frontal. Neste sentido, o estreitamento de base de suporte associado à perturbação no sistema visual (olhos fechados) promove uma maior complexidade da tarefa, e consequentemente uma maior influência da função muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre o controle do equilíbrio de idosos.

Na tarefa em base semitandem sobre superfície instável (espuma) com olhos abertos (STIOA) foram encontradas influência das variáveis de força de quadril e joelho e potência de quadril, joelho e tornozelo sobre variáveis velocidade e frequência de oscilação do COP nos planos sagital e frontal. Por

fim, na tarefa em base semitandem sobre superfície instável e com os olhos fechados (STIOF) foram revelados a maior quantidade de associações entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre as variáveis área, velocidade e frequência de oscilação do COP nos planos frontal e sagital. Assim, nas tarefas em base semitandem sobre superfície instável, existe uma maior influência das variáveis de função muscular dos membros inferiores sobre as variáveis de equilíbrio postural de idosos. A condição STIOF, que envolve redução da base de suporte (semitandem) e perturbações simultâneas nos sistemas visual (olhos fechados) e somatossensorial (espuma), foi a tarefa de maior nível de instabilidade avaliada no estudo. Assim, uma vez que nesta tarefa existe uma maior variação no deslocamento do COP, foram encontradas uma maior quantidade de combinações de associações entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e as variáveis de equilíbrio postural.

Desta forma, os resultados do estudo demonstram que em tarefas com base semitandem, existe uma combinação de associações entre a função muscular de quadril, joelho e tornozelo sobre o desempenho no controle do equilíbrio postural. Além disso, a perturbação nos sistemas sensoriais, está relacionado com um aumento do nível de instabilidade, e consequentemente com uma maior quantidade de combinação de associações entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e as variáveis posturográficas. Isso demonstra que o modelo do pêndulo invertido e a relação entre a função muscular dos membros inferiores sobre o desempenho no controle do equilíbrio de idosos em tarefas com maior nível de instabilidade é complexa, por envolverem uma combinação de torque das articulações de quadril, joelho e tornozelo para o controle do equilíbrio que variam conforme as especificidades da tarefa.

Estes resultados estão de acordo com os resultados de estudos prévios que demonstraram que a influência da função muscular de idosos sobre o desempenho no controle do equilíbrio postural dependem do nível de dificuldade da tarefa (BILLOT et al., 2010; CATTAGNI et al., 2014; EMA et al., 2016; PALMER; THIELE; THOMPSON, 2017; PAILLARD, 2017a; PORTO et al., 2018; STOCCO et al., 2017). E ainda, que apesar do controle do equilíbrio na postura ereta ser usualmente explicado com base nos modelos de pêndulo invertido

simples ou duplo pêndulo invertido, a estabilidade postural na verdade envolve um processo coordenado por comandos neurais, de ativação de sinergias musculares e a produção de torque nas articulações de quadril, joelho e tornozelo para estabilizar as forças que atuam sobre o COM, de acordo com as especificidades das tarefas (CREATH et al., 2005; PARK; REIMAN; SCHONER, 2016).

3.4.3 Influência do nível de atividade física na relação entre a função muscular dos membros inferiores e o desempenho do equilíbrio postural

Com relação à influência do nível de atividade física sobre a relação entre a função muscular de membros inferiores e o equilíbrio postural de idosos, foi demonstrado que independente do tipo de base de suporte (bipodal e semitandem) e de perturbação sensorial (visual ou somatossensorial), o nível de atividade física influencia a associação entre as variáveis de força (pico de torque) e potência (potência média) muscular de quadril, joelho e tornozelo e as de equilíbrio postural (área, velocidade e frequência de oscilação do COP no sentido anteroposterior e mediolateral).

A influência do nível de atividade física na associação entre as variáveis de função muscular e de equilíbrio de idosos pode ser explicada por uma melhor função sensorial, integração sensório-motora e coordenação das sinergias musculares envolvidas nas estratégias de controle postural dos idosos. Segundo Paillard (2017a) a plasticidade da função postural relacionada à experiência motora proporcionada pela prática de exercícios induz adaptações estruturais e funcionais em todos os sistemas de controle postural (sensorial, central e motor). No sistema sensorial ocorrem modificações neurofisiológicas que diminuem a dependência do sistema visual e aumentam a contribuição das informações proprioceptivas, vestibulares e cutâneas para o controle do equilíbrio. A melhor integração sensoriomotora no sistema nervoso central também parece estar relacionada com a diminuição das respostas reflexas (contribuição espinhal) e voluntárias (contribuição cortical), e um aumento das respostas automáticas (contribuição subcortical). No sistema motor, a força e a potência muscular dos membros inferiores e a coordenação das sinergias musculares envolvidas no controle do equilíbrio são aprimoradas. Estas adaptações promovem melhorias no controle do equilíbrio e o refinamento das estratégias posturais específicos aos movimentos e ao ambiente no qual as atividades são realizadas. Neste

contexto, o nível de atividade física é um fator que contribui para uma maior capacidade nos ajustes posturais antecipatórios e nos ajustes posturais compensatórios em idosos (PAILLARD, 2017a).

Apesar das evidências sobre a influência do nível de atividade física e da experiência motora sobre o desempenho no controle do equilíbrio de (KIERS et al., 2013; LELARD; AHMAID, 2015; PAILLARD, 2017a; PERRIN et al., 1999;) e da função muscular de idosos (GRANACHER et al., 2011; MACALUSO; DE VITO, 2004), não existiam evidências suficientes para uma ampla compreensão de fatores que podem influenciar a associação entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e as variáveis de equilíbrio em idosos, tais como o nível de atividade física dos idosos. Desta forma, os resultados do presente estudo possibilitaram também uma ampliação na compreensão dos fatores que interferem na relação entre a associação das variáveis de força e potência muscular dos membros inferiores e as variáveis de equilíbrio postural de idosos. Por fim, a influência do nível de atividade física no reforçam a relevância de programas e estratégias de promoção da atividade física para a população idosa.

3.5 Perspectivas futuras

Sugere-se que estudos futuros investiguem a influência da função muscular sobre o desempenho no controle do equilíbrio de idosos de diferentes faixas etárias, uma vez que idosos com idades mais avançadas podem apresentar maior comprometimento no controle do equilíbrio postural e maior risco de quedas. Sugere-se também, incluir a avaliação do equilíbrio em condições dinâmicas, tais como a marcha e em condições de dupla tarefa, uma vez que possibilitam uma melhor simulação das atividades diárias dos idosos.

3.6 Limitações

As principais limitações deste trabalho foram: a) dificuldade no recrutamento de idosos caidores, o que restringiu o tamanho da amostra e impossibilitou a comparação entre grupos de idosos caidores e não caidores; b) impossibilidade de avaliar a inversão e eversão do tornozelo, em função de problemas técnicos com o dinamômetro isocinético, o que limitou a investigação da influência da função muscular no controle do equilíbrio no plano frontal.

3.7 Conclusão

A função muscular dos membros inferiores influencia o desempenho no controle do equilíbrio de idosos. A associação entre as variáveis de força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo e as variáveis de equilíbrio varia conforme o nível de dificuldade da tarefa, e é influenciada pelo nível de atividade física dos idosos. A força e a potência muscular de quadril devem ser incorporadas na avaliação em programas de treinamento, prevenção e reabilitação de idosos, uma vez que a função muscular de quadril influencia o desempenho no controle do equilíbrio em diversas tarefas posturais, e pode contribuir para a prevenção de quedas em idosos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que investigam os aspectos biomecânicos relacionados ao controle do equilíbrio e da função muscular de idosos são importantes para identificar o risco de quedas, e também para o planejamento de exercícios e outras intervenções voltadas para a promoção da saúde, prevenção e reabilitação de idosos.

O presente estudo realizou a avaliação do equilíbrio postural de idosos ativos e sedentários, por meio da posturografia estática, em tarefas com variação da base de suporte (bipodal e semitandem) associadas com perturbações sensoriais (visual e somatossensorial) e da força e potência muscular de quadril, joelho e tornozelo, por meio da avaliação isocinética no modo concêntrico. Os resultados revelaram que os idosos ativos participantes dos exercícios multicomponentes ofertados pelo Serviço de Orientação ao Exercício (SOE) apresentam melhor desempenho nos testes de força e potência muscular dos membros inferiores e também no controle do equilíbrio em diferentes tarefas posturais quando comparados aos idosos sedentários. Estes resultados revelam que as atividades ofertadas pelo SOE contribuem para diminuir fatores de riscos relacionados com a ocorrência de quedas, o que pode também contribuir para melhor qualidade de vida dos idosos. Foi revelado também que a influência da função muscular de quadril, joelho e tornozelo no controle do equilíbrio postural depende da tarefa analisada, e que de forma geral a função muscular de quadril se destaca por apresentar associações em todas as condições avaliadas, exceto na condição sem perturbação. E ainda, foi possível demonstrar que a relação entre a função muscular dos membros inferiores e o controle do equilíbrio em tarefas de maior nível de instabilidade postural é complexa, e envolve a combinação de torque de quadril, joelho e tornozelo para a manutenção da estabilidade postural de idosos. Estes achados possibilitam a elucidação dos torques musculares envolvidos no controle do equilíbrio de idosos em diferentes tarefas, e a melhor compreensão do modelo do pêndulo invertido.

Assim, do ponto de vista prático, sugere-se que programas públicos de atividade física sejam ampliados no SUS, como estratégias para melhorar o equilíbrio e a função muscular, o que pode contribuir para a prevenção de quedas em idosos. Sugere-se também que programas com exercícios multicomponentes incluam o treino de equilíbrio em diferentes tarefas e que sejam realizados

exercícios de força e potência muscular dos membros inferiores, em especial para a articulação do quadril. Do ponto de vista científico, sugere-se a continuidade deste estudo em idosos com faixa etária mais avançada e/ou doenças específicas, em que exista maior comprometimento do equilíbrio (ex: Doença de Parkinson), bem como a avaliação do equilíbrio dinâmico, por possibilitar maior complexidade das tarefas posturais e melhor simulação das atividade diárias.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, D. Internação e mortalidade por quedas em idosos no Brasil: Análise de tendência. **Ciência & Saúde Coletiva**. v.23, n.4, p.1131-1141, 2018.

ALEXANDER, N. Postural control in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**. v.42, n.1, p.93-108, 1994.

ALFIERI, F.M. et al. Comparison of multisensory and strength training for postural control in the elderly. **Clinical interventions in aging.** 2012; v.7, p.119-125, 2012.

ALMEIDA, S. I.; MARQUES, A.; SANTOS, J. Normative values of the Balance Evaluation System Test (BESTest), Mini-BESTest, Brief-BESTest, Timed Up and Go Test and Usual Gait Speed in healthy older Portuguese people. **Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar. v.**33, n.22, p.106-116, 2017.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.41, n.7, p.1510-30, 2009.

AMERICAN GERIATRICS SOCIETY AND BRITISH GERIATRICS SOCIETY (AGS; BSG). Panel on Prevention of Falls in Older Persons. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. **Journal of the American Geriatrics Society,** v.59, n.1, p.148-157, 2011.

AMIRIDIS, G.; HATZITAKI, V.; ARABATZI F. Age-induced modifications of static postural control in humans. **Neuroscience letters**. v.350, n.3, p.137-40, 2003.

AMORIM, T. et al. Descrição dos programas municipais de promoção da atividade física financiados pelo Ministério da Saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. v.8, n.1, p.63-74, 2013.

AMBROSE, A.; PAUL G.; HAUSDORFF J. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. **Maturitas**. v.75, n.1, p.51-61, 2013.

ANTERO-JACQUEMIN, J.S. et al. Comparação da função muscular isocinética dos membros inferiores entre idosos caidores e não caidores. **Fisioterapia e Pesquisa**. v.19, n.1, p.39-44, 2012.

AVEIRO, M. et al. Effects of a group based exercise program on muscle strength and postural control among community dwelling elderly women: a randomized controlled trial. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v.16, n.3, p.527-540, 2013.

BAKER, M.; ATLANTIS, E.; SINGH, M. Multi-modal exercise programs for older adults. **Age and Ageing**. v.36, n.4, p.375-381, 2007.

BALOH, R. et al. Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people. **Journal of the American Geriatrics Society**. v.42, n.4, p.405-412, 1994.

BAPTISTA, R.; VAZ, M. Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura. **Fisioterapia e Pesquisa**. v.16, n. 4, p.368-373, 2009.

BARELA, J. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. Supl. 3, p.79-88, 2000.

BARNET, A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomized controlled trial. **Age and Ageing**. v. 32, n.4, p.407-414, 2003,

BAUMAN, A. Updating the Evidence for Physical Activity: Summative Reviews of the Epidemiological Evidence, Prevalence, and Interventions to Promote “Active Aging”. **Gerontologist**. v.56, n.2, p.268-280, 2016.

BECALLI, M.B.; GOMES, I.M. Mais que atividade física: usos e entendimentos da saúde e do Serviço de Orientação ao Exercício da Prefeitura Municipal de Vitória entre usuários do serviço. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte.** v.36, n.2, p.26-43, 2014.

BECKER, L.; GONÇALVES, P.; REIS, R. Programas de promoção da atividade física no Sistema Único de Saúde brasileiro: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. v.21, n.2, p.110-122, 2016.

BENTO, P.C. et al. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. **Clinical Biomechanics**. v.25, n.5, p.450-454, 2010.

BIGELOW, K.E.; BERME, N. Development of a protocol for improving the clinical utility of posturography as a fall-risk screening tool. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences.** v.66, n.2, p.228-233, 2011.

BILLOT, M. et al. Age-related relative increases in electromyography activity and torque according to the maximal capacity during upright stading. **European Journal of Applied Physiology**. v.109, n.4, p.669-680, 2010.

BIRD, M. et al. The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. v.52, p.211–216, 2011.

BIODEX. Biodex Medical Systems, Inc. **Biodex multi-joint system-pro: Setup/operation manual**. 2014. Disponível em: https://www.biodex.com/sites/default/files/850000man_08262revb.pdf Acesso em: 03/12/2018.

BOHRER, R.C. et al. Multicomponent training program with high-speed movement execution of ankle muscles reduce risk of falls in older adults. **Rejuvenation research.**v.22, n.1, p.43-50, 2019.

BOUAZIZ, W. et al. Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. **International Journal of Clinical Practice**. v.70, n.7, p.520-536, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa**/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: http://dab.saude.gov.br/portaldab/biblioteca.php?conteudo=publicacoes/cab19. Acesso em: 05/01/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Curso de aperfeiçoamento: implementação da Política de Promoção da Saúde: Programa Academia da Saúde**. Ministério da Saúde; Universidade Federal de Santa Catarina. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/curso_aperfeicoamento_implementacao_politica_promocao_saude.pdf. Acesso em: 03/03/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Panorama nacional de implementação do Programa Academia da Saúde:** monitoramento do Programa Academia da Saúde: ciclo 2017/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/panorama_academia_saude_monitoramento_programa.pdf. Acesso em: 12/03/2018.

BRUCKI, S. et al. Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**. v.61, n.3B, p.777-781, 2003.

BUENO, D. et al. Os custos da inatividade física no mundo: estudo de revisão. **Ciência & Saúde Coletiva**. v.21, n.4, p.1001-1010, 2016.

CADORE, E.L. et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. **Age**. v.36, n.2, p.773-785, 2014.

CARTER, N. D. et al. Knee Extension Strength Is a Significant Determinant of Static and Dynamic Balance as Well as Quality of Life in Older Community-Dwelling Women with Osteoporosis. **Gerontology.** v.48, n.6, p.360-368, 2002.

CARVALHO, F.; NOGUEIRA, J. Práticas corporais e atividades físicas na perspectiva da Promoção da Saúde na Atenção Básica. **Ciência & Saúde Coletiva**. v.21, n.6, p.1829-1838, 2016.

CARVALHO, F.; JAIME, P. O Programa Academia da Saúde: um estabelecimento de saúde da atenção básica. **Journal of Management & Primary Health Care**. v.6, n.1, p.47-64, 2015.

CARVALHO, J. et al. Isokinetic strength benefits after 24 weeks of multicomponent exercise training and combined exercise training in older adults. **Aging Clinical and Experimental Research**. v.22, n.1, p.63-69, 2010.

CATTAGNI, T. et al. Ankle muscle strength discriminates fallers from non-fallers. **Frontiers in Aging Neuroscience**. v.6, n.336, p.1-7, 2014.

CATTAGNI, T. et al. The involvement of ankle muscles in maintaining balance in the upright posture is higher in elderly fallers. **Experimental Gerontology**. v.77, p.38-45, 2016.

CICONELLI, R. et al. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Revista Brasileira de Reumatologia**. v.39, n.3, p.143-50, 1999.

CLARK, B.; MANINI, T. Sarcopenia ≠ Dynapenia. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**. v.63, n.8, p.829-834, 2008.

COIMBRA, A. et al. Falls in the elderly of the Family Health Program. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. v.51, n.3, p.317-322, 2010.

COLLEDGE, N. et al. Ageing and balance: the measurement of spontaneous sway by posturography. **Gerontology**. v.40, n.5, p.273-278, 1994.

COOPER, R. et al. "Skeletal muscle function deficit" in a nationally representative British birth cohort in early old age. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**. v.70, n.5, p.604-607, 2015.

CORREA-DE-ARAUJO, R., HADLEY, E. Skeletal muscle function deficit: a new terminology to embrace the evolving concepts of sarcopenia and age-related muscle dysfunction. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**. v.69, n.5, p.591-594, 2014.

CREATH, R. et al. A unified view of quiet and perturbed stance: simultaneous co-existing excitable modes. **Neuroscience Letters**. v.377, n.2, p.75-80, 2005.

CRESS, M. E. et al. Best practices for physical activity programs and behavior counseling in older adult populations. **Journal of aging and physical activity**. v.13, n.1, p.61-74, 2005.

CROZARA, L. et al. Motor readiness and joint torque production in lower limbs of older women fallers and non-fallers. v.23, n.5, p.1131-1138, 2013.

CROZARA, L. et al. Effect of age and fall status on lower extremity muscle activation and joint torque and power in physically active women. **Isokinetics and Exercise Science**. v.24, p.67-77, 2016.

CRUZ-JENTOFT, A. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age Ageing**. v.39, n.4, 412-423, 2010.

DEGANI, A.; LEONARD, C.; DANNA-DOS-SANTOS, A. The effects of early stages of aging on postural sway: A multiple domain balance assessment using a force platform. **Journal of Biomechanics**. v.64, p.8-15, 2017.

DESCHENES, M. Effects of aging on muscle fibre type and size. **Sports Medicine**. v.34, n.12, p.809-824, 2004.

DORNELES, P. et al. Comparação do equilíbrio postural entre grupos de mulheres com diferentes faixas etárias. **Fisioterapia e Pesquisa**. v.22, n.4, p.392-397, 2015.

DOHERTY, T. Invited review: Aging and sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**. v.95, n.4, p.1717-1727, 2003.

DUARTE, M.; FREITAS, M. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia.** v.14, n.3, p. 183-192, 2010.

EMA, R. et al. Association between rapid force production by the plantar flexors and balance performance in elderly men and women. **Age**. v.38, n.5-6, p.475-483, 2016.

ERA, P. et al. Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. **Gerontology**. v.52, n.4, p.204-213, 2006.

EYIGOR, S.; KARAPOLAT, H.; DURMAZ B. Effects of a group-based exercise program on the physical performance, muscle strength and quality of life in older women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. v.45, n.3, p.259-271, 2007.

FARINATTI, P. **Envelhecimento, promoção da saúde e exercício**: bases teóricas e metodológicas. São Paulo: Manole, v.1, 2008.

FIELDING et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. **Journal of the American Medical Directors Association**. v.12, n.4, p.249-256, 2011.

FORTE, R. et al. Measures of static postural control moderate the association of strength and power with functional dynamic balance. **Aging clinical and experimental research**. v.26, n.6, p.645-53, 2014.

FRANCHIGNONI, F. et al. Enhancing the usefulness of the Mini-BESTest for measuring dynamic balance: a Rasch validation study. **European journal of physical and rehabilitation medicine**.v.51, n.4, p.429-37, 2015.

FRANCHIGNONI, F. et al. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. **Journal of rehabilitation medicine**. v.42, n.4, p.323-31, 2010.

FREITAS JÚNIOR, P.; BARELA, J. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos: uso da informação visual. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v.6, n.1, p.94-105, 2006.

FREITAS, E. et al. Prática habitual de atividade física afeta o equilíbrio de idosas?. **Fisioterapia em Movimento**. v.26, n.4, p.813-821, 2013.

FRONTERA, W. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of Applied Physiology**. v**.**88, n.4, p.1321-1326, 2000.

GARCIA, P. et al. A study on the relationship between muscle function, functional mobility and level of physical activity in community-dwelling elderly. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v.15, n.1, p.15-22, 2011.

GIL, A. et al. Comparação do controle postural em cinco tarefas de equilíbrio e a relação dos riscos de quedas entre idosas e adultas jovens. **Fisioterapia e Pesquisa**. v.24, n.2, p.120-126, 2017.

GILLESPIE, L. et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**. v.12, n.9, p.1- 416, 2012.

GODOI, D.; BARELA, J. Mecanismos de ajustes posturais *feedback* e *feedforward* em idosos. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. v.23, n.3, p.9-22, 2002.

GOMES, M. et al. Analysis of postural control and muscular performance in young and elderly women in different age groups. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. v.19, n.1, p.1-9, 2015.

GOMES, M. et al. Impact of Aging on Balance and Pattern of Muscle Activation in Elderly Women from Different Age Groups**. International Journal of Gerontology**. v.7, n.2, p.106-111, 2013.

GRANACHER, U.; GRUBER, M.; GOLLHOFER A. Resistance training and neuromuscular performance in seniors. **International journal of sports medicine.** v.30, n.9, p.652-657, 2009.

GRANACHER, U. et al. Comparison of Traditional and Recent Approaches in the Promotion of Balance and Strength in Older Adults. **Sports Medicine**. v.41, n.5, p. 377-400, 2011.

GRANACHER, U.; MUEHLBAUER, T.; GRUBER, M. A qualitative review of balance and strength performance in healthy older adults: impact for testing and training. **Journal of Aging Research**. v.2012, p.1-16, 2012.

GUIRGUIS-BLAKE, J.M. et al. Interventions to Prevent Falls in Older Adults: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. **JAMA**. v.319, n.16, p.1705-1716, 2018.

HAN, L., YANG, F. Strength or power, which is more important to prevent slip-related falls? **Human Movement Science.** v.44, p.192-200, 2015.

HORAK F. Clinical measurement of postural control in adults. **Physical Therapy.** v.67, n.12, p.1881-1885, 1987.

HORAK, F. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. **Age and ageing**, v.35, n.suppl 2, p. ii7-ii11, 2006.

HORAK, F.; SHUPERT, C., MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. **Neurobiology of Aging**. v.10, n.6, p.727-738, 1989.

HORAK, F.; HENRY S.; SHUMWAY-COOK, A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. **Physical Therapy**. v.77, n.5, p.517-33, 1997.

HORAK, F.; MACPHERSON, J. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L.B.; SHEPARD, J.T. **Handbook of Physiology**: a critical comprehensive presentation of physiological Knowledge and concepts. New York: Oxford University Press, p.255-292, 1996.

HORAK, F.; NASHNER, L. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. **Journal of neurophysiology**. v.55, n.6, p.1369-1381,1986.

HORLINGS, C. et al. A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls. **Nature Clinical Practice Neurology**. v.4, n.9, p.504-515, 2008.

HOWCROFT, J. et al. Elderly fall risk prediction using static posturography. **PLoS One.** v.12, n.2, p.1-13, 2017

HOWE, T. et al. Exercise for improving balance in older people. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**. v.9, n.11, 2011.

HUGHES, V. et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences.** v.56 n.5, p.209-217, 2001.

HUNTER, G.; MCCARTHY, J.; BAMMAN, M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine.** v.34, n.5, p.329-48, 2004.

HURLEY, B. Age, gender, and muscular strength. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**. v.50A, p.41-44, 1995.

HUE, O. Effects of a physical activity program on postural stability in older people. **Aging Clinical and Experimental Research**. v.16, n.5, p.356-362, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mudança Demográfica no Brasil no início do século XXI:** subsídios para as projeções da população. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv93322.pdf. Acesso em: 08/01/2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relações entre as alterações históricas na dinâmica demográfica brasileira e os impactos decorrentes do processo de envelhecimento da população**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em:https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=298579. Acesso em: 03/01/2018.

IZQUIERDO, M. et al. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. **European Journal of Applied Physiology**. v.79, n.3, p.260-267, 1999.

JOHANSSON, J. et al. Increased postural sway during quiet stance as a risk factor for prospective falls in community-dwelling elderly individuals. **Age and ageing.** v.46, n.6, p.964-970, 2017.

KANG, S. et al. Multicomponent exercise for physical fitness of community-dwelling elderly women. **Journal of Physical Therapy Science**. v.27, n.3, p.911-915, 2015.

KIERS, H. et al. A systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance. **Sports Medicine**. v.43, n.11, p.1171-1189, 2013.

KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U. Training for muscular power. **Physical medicine and rehabilitation clinics**. v.11, n.2, p.341-368, 2000.

LACOURT, M.X.; MARINI, L.L. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v.3, n.1, 2006.

LAHR, S. et al. Efeitos do envelhecimento e da base de suporte no controle postural. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte.** v.31, n.1, p.83-90, 2017.

LANZA, I. et al. Effects of age on human muscle torque, velocity, and power in two muscle groups. **Journal of Applied Physiology.** v.95, n.6, p.2361-2369, 2003

LAROCHE, D. Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: A comparison across lower-extremity muscles. **Journal of Electromyography and Kinesiology.** v.20, p.482-488, 2010.

LARSSON, L.; GRIMBY, G.; KARLSSON, J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. **Journal of Applied Physiology:** Respiratory, Environmental and Exercise Physiology. v.46, n.3, p.451-456, 1979.

LAZARO, M. Postural stability in the elderly: Fallers versus non-fallers. **European Geriatric Medicine**. v.2, p.1-5, 2011.

LELARD, T.; AHMAIDI, S. Effects of physical training on age-related balance and postural control. **Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology.** v.45, n.4-5, p.357-369, 2015.

LESINSKI, M. et al. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**. v.45, n.12, p.1721-1738, 2015.

LIU, C. Effects of physical exercise in older adults with reduced physical capacity: meta-analysis of resistance exercise and multimodal exercise. **International journal of rehabilitation researchv**. 40, n.4, p.303-314, 2017.

LORD et al. Physiological Factors Associated with Falls in Older Community-Dwelling Women. **Journal of the American Geriatrics Society**. v.42, n.10, p.1110-7., 1994.

LORD et al. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**. v.51, n.12, p.1685-92, 2003.

LORD, S.R.; DELBAERE, K. STURNIEKS, D.L. **Aging. Handbook of clinical neurology.** v.159, p.157-171, 2018.

LOW, D.; WALSH, G.; ARKESTEIJN, M. Effectiveness of exercise interventions to improve postural control in older adults: a systematic review and meta-analyses of centre of pressure measurements. **Sports Medicine.** v.47, n.1**,** p.1-12, 2017.

MACALUSO, A.; DE VITO G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **European Journal of Applied Physiology**. v.91, n.4, p.450-472, 2004.

MACIEL, S. et al. Perfil epidemiológico das quedas em idosos residentes em capitais brasileiras utilizando o Sistema de Informações sobre Mortalidade. **Revista da Associação Médica do Rio Grande do Sul**. v.54, n.1, p.25-31, 2010.

MAIA, A. et al. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas do Balance Evaluation Systems Test e do MiniBESTest em idosos e indivíduos com doença de Parkinson: aplicação do modelo Rasch. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v.17, n.3, p.195-217, 2013.

MAITRE, J. et al. Chronic physical activity preserves efficiency of proprioception in postural control in older women. **Journal of rehabilitation research and development**. v.50, n.6, p.811-20, 2013.

MANINI, T.; CLARK, B. Dynapenia and aging: an update. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**. v.67, n.1, p.28-40, 2012.

MAKI, B.; HOLLIDAY, P.; TOPPER, A. A Prospective Study of Postural Balance and Risk of Falling in an Ambulatory and Independent Elderly Population. **Journal of Gerontology**. v.49, n.2, p.M72-M74, 1994.

MAKI, B.; MCLLROY, W. Postural control in the older adult. **Clinics in geriatric medicine.** v.12, n.4, p.635-658, 1996.

MALTA, D. et al. A implementação das prioridades da Política Nacional de Promoção da Saúde, um balanço, 2006 a 2014. **Ciência & Saúde Coletiva.** v.19, n.11, p.4301-4312, 2014.

MALTA, D. et al. Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS): capítulos de uma caminhada ainda em construção. **Ciência & Saúde Coletiva.** v.21, n.6, p.1683-1694, 2016.

MARQUES, N. et al. Association between energy cost of walking, muscle activation, and biomechanical parameters in older female fallers and non-fallers. **Clinical Biomechanics**. v.28, n.3, p.330-336, 2013a.

MARQUES, N. et al. Lower limb strength is associated with gait biomechanical abnormalities in older female fallers and non-fallers. **Isokinetics and Exercise Science.** v.21, p.151-159, 2013b.

MARQUES, A. et al. Balance tests in healthy older people Reliability, validity and ability to identify fall status of the BESTest, Mini-BESTest and Brief BESTest in older people living in the community, **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation,** v.97, n.2, p.2166-2173, 2016.

MASSION, J. Postural control system. **Current Opinion in Neurobiology**. v.4, n.6, p.877-887, 1994.

MELZER, I.; BENJUYA, N.; KAPLANSKI. J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. **Age and Ageing**. v.33, n.6, p.602-607, 2004.

MELZER, I. et al. Association between ankle muscle strength and limit of stability in older adults. **Age and Ageing**. v.38, n.1, p.119-123, 2009.

MELZER, I; KURZ, I.; ODDSSON, L. A retrospective analysis of balance control parameters in elderly fallers and non-fallers. **Clinical Biomechanics.** v.25, n.10, p.984-988, 2010.

MERLO, A. et al. Postural stability and history of falls in cognitively able older adults: the Canton Ticino study. **Gait & posture**. v.36, n.4, p.662-666, 2012.

MIRANDA, G.; MENDES, A.; SILVA, A. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v.19, n.3, p. 507-519, 2016.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. As informações sensoriais para o Controle postural. **Fisioterapia em Movimento.** v.19, n.2, p.11-18, 2006.

MONCADA, L.V. Management of falls in older persons: a prescription for prevention. **American Family Physician.** v.84, n.11, p.1267-1276, 2011.

MONCADA, L.V.V.; MIRE, L.G. Preventing Falls in Older Persons. **American family physician**. v.96, n.4, p.240-247, 2017.

MORCELLI, M. et al. Hip muscles strength and activation in older fallers and non-fallers. **Isokinetics and Exercise Science**. v.22, n.3, p.191-196, 2014.

MORCELLI, M. et al. Neuromuscular performance in the hip joint of elderly fallers and non-fallers. **Aging clinical and experimental research**.v.28, n.3, p.443-50, 2015.

MORCELLI, M. et al. Peak torque, reaction time, and rate of torque development of hip abductors and adductors of older women. **Physiotherapy Theory and Practice**. v.32, n.1, p.45-52, 2016.

MORELAND, J. et al. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**. v.52, n.7, p.1121-1129, 2004.

MUEHLBAUER, T. et al. Relationship between strength, power and balance performance in seniors. **Gerontology**. v.58, n.6, p.504-512, 2012.

MUEHLBAUER, T.; GOLLHOFER, A.; GRANACHER, U. Relationship between measures of balance and strength in middle-aged adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.26, n.9, p.2401-2407, 2012.

MUEHLBAUER, T.; GOLLHOFER, A.; GRANACHER, U. Association of balance, strength, and power measures in young adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.27, n.3, p.582-589, 2013.

MUEHLBAUER, T.; GOLLHOFER, A.; GRANACHER, U. Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**. v.45, n.12, p.1671-1692, 2015.

NAHAS, M. **Atividade física, saúde e qualidade de vida**: conceito e sugestões para um estilo de vida ativo. 5.ed. Londrina: Miograf, 2010.

NORRIS, J. Ability of static and statistical mechanics posturographic measures to distinguish between age and fall risk. **Journal of Biomechanics.** v.38, n.6, p. 1263-1272, 2005.

O'HOSKI, S. et al. Increasing the clinical utility of the BESTest, mini-BESTest, and brief-BESTest: normative values in Canadian adults who are healthy and aged 50 years or older. **Physical Therapy.** v.94, n.3, p.334-42, 2014.

OLIVEIRA, M.R. et al. Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: a randomized controlled trial. **Archives of Gerontology and Geriatrics.**v.59, n.3, p.506-14, 2014.

OLIVEIRA, M.R. et al. One-legged stance sway of older adults with and without falls. **PLoS One.** v.13, n.9, p.1-9, 2018.

ORLANDO, M.; SILVA, M. LOMBARDI JUNIOR, I. The influence of the practice of physical activity on the quality of life, muscle strength, balance, and physical ability in the elderly. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v.16, n.1, p.117-126, 2013.

ORR, R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.** v.46, n.2, p.183-220, 2010.

OZCAN, A. et al. The relationship between risk factors for falling and the quality of life in older adults. **BMC public health**. v.5, n.90, p.1-6, 2005

PAILLARD, T. Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews.** v.72, p.129-152, 2017a.

PAILLARD, T. Relationship between Muscle Function, Muscle Typology and Postural Performance According to Different Postural Conditions in Young and Older Adults. **Frontiers in Physiology**. v.8, n.585, p.1-6, 2017b.

PAJALA, S. Force platform balance measures as predictors of indoor and outdoor falls in community-dwelling women aged 63-76 years. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**. v.63, n.2, p.171-178, 2008.

PALMER, T.; THIELE, R.; THOMPSON, B. Age-Related Differences in Maximal and Rapid Torque Characteristics of the Hip Extensors and Dynamic Postural Balance in Healthy Young and Old Females. **Journal of Strength and Research**. v.31, n.2, p.480-488, 2017.

PALMIERI, R. et al. Center-of-Pressure Parameters Used in the Assessment of Postural Control. **Journal of Sport Rehabilitation**. v.11, n.1, p.51-66, 2002.

PARK, E.; REIMANN, H.; SCHONER, G. Coordination of muscle torques stabilizes upright standing posture: an UCM analysis. **Experimental Brain Research**. v.234, n.6, p.1757-1767, 2016.

PAUELSEN, M. et al. Decline in sensorimotor systems explains reduced falls self-efficacy. **Journal of Electromyography and Kinesiology.** v.42, p.104-110, 2018.

PERRACINI, M.C.; RAMOS L.R. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. **Revista de Saúde Pública**. v.36, n.6, p.709-16, 2002.

PERRIN, P. et al. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. **British Journal of Sports Medicine**. v.33, n.2, p.121-126, 1999.

PETERKA, R.J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. **Journal of neurophysiology**.v.88, n.3, p.1097-118, 2002.

PIERCY, K. et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. **JAMA**. v.320, n.19, p.2020-2028, 2018.

PIIRTOLA, M.; ERA, P. Force Platform Measurements as Predictors of Falls among Older People: A Review. **Gerontology**. v.52, n.1, p.1-16, 2006.

PINHO, L. et al. Avaliação isocinética da função muscular do quadril e do tornozelo em idosos que sofrem quedas. **Revista Brasileira de Fisioterapia.** v.9, n.1, p. 93-99, 2005.

PIZZIGALLI, L. The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review. **Journal of Bodywork & Movement Therapies.** v.20, n.2, p.409-417, 2016.

PORTER, M.; VANDERVOORT, A.; LEXELL, J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. v.5, n.3, p.129-142, 1995.

PORTO, J.M. et al. Contribution of hip abductor–adductor muscles on static and dynamic balance of community-dwelling older adults. **Aging clinical and experimental research.** v.31, n.5, p.621-627, 2018.

PRIOLI, A. et al. Task demand effects on postural control in older adults. **Human Movement Science.** v.25, n.3, p.435-446, 2006.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Relatório de Desenvolvimento Humano Nacional - **Movimento é Vida**: Atividades Físicas e Esportivas para Todas as Pessoas. Brasília, 2017. Disponível em: http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/idh/rdhs-brasil/relatorio-nacional-desenvolvimento-humano-2017.html. Acesso em 02/03/2018.

RAJ, I.; BIRD, S.; SHIELD, A. Aging and the force-velocity relationship of muscles. **Experimental Gerontology**. v.45, n.2, p.81-90, 2010.

REIS R. et al. Promoting physical activity and quality of life in Vitoria, Brazil: evaluation of the Exercise Orientation Service (EOS) program. **Journal of Physical Activity and Health**. v.11, n.1, p.38-44, 2014.

REZENDE, L. SOE-Vitória, ES: Sete anos de sucesso com uma ideia simples, eficaz e de baixo custo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v.3, n.3, p.84-86, 1997.

RICCI, N.; GAZZOLA, J.; COIMBRA, I. Sistemas sensoriais no equilíbrio corporal de idosos. **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde**. v.34, n.2, p.94-100, 2009.

RINGSBERG, K. et al. Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women?. **Age and Ageing.** v.28, n.3, p.289-193,1999.

ROSENBERG, I. H. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. **American Journal of Clinical Nutrition**. v.50, p.1231-1233, 1989.

RUBENSTEIN, L. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. **Age and ageing**. v.35. Suppl. 2, p.ii37-ii41.

SÁ, G. et al. O Programa Academia da Saúde como estratégia de promoção da saúde e modos de vida saudáveis: cenário nacional de implementação. **Ciência &. Saúde Coletiva**. v.21, n.6, p.1849-1860, 2016.

SECO, J. et al. A long-term physical activity training program increases strength and flexibility, and improves balance in older adults. Rehabil Nurs. v.38, n.1, p.37-47, 2013.

SHERRINGTON, C. et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. **New South Wales Public Health Bulletin**. v.22, n.4, p.78-83, 2011.

SHERRINGTON, C. et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. **British journal of sports medicine**.v.51, n.24, p.1750-1758, 2017.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. **Controle Motor:** teoria e aplicações práticas. 3.ed. São Paulo: Manole, 2010.

SIMMONS, R.W.; LEVY, S.S.; SIMMONS, N.K. A Longitudinal Assessment Of Standing Balance In Healthy Adults. **Experimental aging research**.v.43, n.5, p.467-479, 2017.

SIQUEIRA, F. V. et al. Prevalência de quedas em idosos e fatores associados. **Revista de Saúde Pública**. v.41, n.5, p.749-756, 2007.

SIQUEIRA, F. V. et al. Prevalence of falls in elderly in Brazil**:** a countrywide analysis. **Cadernos de Saúde Pública.** v.27, n.9, p.1819-1826, 2011.

SKELTON, D.A.; KENNEDY, J.; RUTHERFORD, O.M. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. **Age and ageing**, v.31, n.2, p.119-125, 2002.

SKELTON, D. et al. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. **Age and Ageing.** v.23, n.5, p.371-377, 1994.

STEL, V.S. et al. Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. **Journal of clinical epidemiology**. v.56, n.7, p.659-68, 2003.

STOCCO, M. et al. Correlation between static postural balance, falls and pick torque isokinetic of extensors and flexors of the knee in elderly. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**. v.15, 2017.

STURNIEKS, D.; GEORGE, R.; LORD, S. Balance disorders in the elderly. **Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology**. v.38, n.6, p.467-478, 2008.

SUZUKI, Y. et al. Intermittent control with ankle, hip, and mixed strategies during quiet standing: a theoretical proposal based on a double inverted pendulum model. **Journal of Theoretical Biology.** v.310, p. 55-79, 2012.

TAVARES, J. et al. Age-Related Changes in Postural Control in Physically Inactive Older Women. **Journal of Geriatric Physical Therapy**. v.0, n.0, p.1-6, 2017.

TEASDALE N. et al. Age differences in visual sensory integration. **Experimental Brain Research.** v.85, n.3, p.691-696, 1991.

TEIXEIRA, C. et al. Avaliação da influência dos estímulos sensoriais envolvidos na manutenção do equilíbrio corporal em mulheres idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v.14, n.3, p.453-460, 2011.

TERMOZ, N. et al. The control of upright stance in young, elderly and persons with Parkinson's disease. **Gait & Posture**. v.27, p.463-470, 2008.

TIEDEMANN, A.; SHERRINGTON, C.; LORD, S. The role of exercise for fall prevention in older age. **Motriz**. v.19 n.3, p.541-547, 2003.

TINETTI, M.E.; SPEECHLEY, M.; GINTER, S. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. **The New England journal of medicine**. v.319, n.26, p.1701-1707, 1988.

TINETTI, M.; KUMAR, C. The Patient Who Falls: "It's Always a Trade-off". **The Journal of the American Medical Association**. v.303, n.3, p.258-266, 2010.

TOLEDO, D.; BARELA, J. Diferenças sensoriais e motoras entre jovens e idosos: contribuição somatossensorial no controle postural. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v.14, n.3, p.267-275, 2010.

TOPP, R. ESTES PK, DAYHOFF N, SUHRHEINRICH J. Postural control and strength and mood among older adults. **Applied nursing research.** v.10, n.1, p.11-18, 1997.

TRICCO, A.C. et al. Comparisons of Interventions for Preventing Falls in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. **JAMA**. v.318, n.17, p.1687-1699, 2017.

UEDA, L. S.; CARPES, F. P. Relação entre sensibilidade plantar e controle postural em jovens e idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v.15, n.2, p.215-224, 2012.

UNITED NATIONS ORGANIZATION (UNO), Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables**. New York, 2017. Disponível em: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf. Acesso em: 03/01/2018.

U.S. Department of Health and Human Services. **Physical Activity Guidelines for Americans**, 2.ed. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2018. Disponível em: https://health.gov/paguidelines/second-edition/pdf/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf. Acesso em: 03/12/2018.

US Preventive Services Task Force Recommendation Statement (USPSTF). Interventions to Prevent Falls in Community-Dwelling Older Adults: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. **JAMA.** v.319, n.16, p.1696-1704, 2018.

VAGETTI, G.C. et al. Association between physical activity and quality of life in the elderly: a systematic review, 2000-2012. **Revista Brasileira de Psiquiatria**. v.36, n.1, p.76-88, 2014.

VANDERVOORT, A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle & Nerve**, v.25, n.1, p.17-25, 2002.

VENTURIM, L.; MOLINA, M. Mudanças no estilo de vida após as ações realizadas no Serviço de Orientação Ao Exercício – Vitória/ES. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde.** v.10, n.2, p.4-16, 2005.

VERAS, R. Population aging today: demands, challenges and innovations. **Revista de Saúde Pública.** v.43, n.3, p.548-554, 2009.

VIEIRA, S**. Introdução à bioestatística**. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

VIEIRA, T.M.; OLIVIERA, L.F.; NADAL, J. An overview of age-related changes in postural control during quiet standing tasks using classical and modern stabilometric descriptors. **Journal of electromyography and kinesiology**. v.19, p.e513-e519, 2009.

VITÓRIA. **Lei 3.267 de 04 de janeiro de 1985**. Institui as Zonas Balneares de Lazer nas praias da zona urbana do Município de Vitória e dá outras providências. Disponível em: http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/Arquivos/1985/L3267.PDF. Acesso em: 07 de março de 2018.

VITORIA. Prefeitura Municipal de Vitória (PMV). **Orientação ao Exercício**. Disponível em: http://www.vitoria.es.gov.br/cidadao/orientacao-ao-exercicios. Acesso em: 02/03/2018a.

VITORIA. Prefeitura Municipal de Vitória (PMV). Secretaria Municipal de Saúde de Vitória. **Plano Municipal de Saúde: 2018-2021**. Disponível em http://www.vitoria.es.gov.br/arquivos/20171229_plan_mun_saude_2018-2021.pdf. Acesso em: 02/03/2018b.

VOORRIPS, L.E. et al. A physical activity questionnaire for the elderly. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.29, p.117-121, 1991.

VOLKERS, K. et al. Lower limb muscle strength (LLMS): why sedentary life should never start? A review. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. v.54, n.3, p.399-414, 2012.

WISKTEN, D.L. et al. The relationship between muscle and balance performance as a function of age. **Isokinetics and Exercise Science**. v.6, p.125-32, 1996.

WINTER, D. et al. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. **Journal of Neurophysiology.** v.75, n.6, p.2334-2343, 1996.

WHIPPLE, R.H.; WOLFSON, L.I.; AMERMAN, P.M. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. **Journal of the American Geriatrics Society**. v.35, n.1, p.13-20, 1987.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A.; NASHNER, L. Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. **International journal of aging & human development.** v.23, n.2, p.97-114, 1986.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. Geneva: WHO; 2000. Disponível em: http://apps.who.int/iris/handle/10665/42330. Acesso em: 13/12/2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Active Ageing**: A Policy Framework. Geneva, 2002. Disponível em: http://www.who.int/ageing/publications/active_ageing/en/. Acesso em: 15/01/2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global Report on Falls Prevention in Older Age**. Geneva, 2007. Disponível em http://www.who.int/ageing/projects/falls_prevention_older_age/en/. Acesso em: 15/01/2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global recommendations on physical activity for health**. Geneva, 2010. Disponível em: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/. Acesso em: 18/01/2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Good health adds life to years**: Global brief for World Health Day 2012. Geneva, 2012. Disponível em: http://www.who.int/ageing/publications/whd2012_global_brief/en/. Acesso em: 03/01/2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Report on Ageing and Health**. Geneva, 2015. Disponível em: http://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/en/. Acesso em: 03/01/2018.

YINGYONGYUDHA, A. et al. The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) Demonstrates Higher Accuracy in Identifying Older Adult Participants With History of Falls Than Do the BESTest, Berg Balance Scale, or Timed Up and Go Test. **Journal of geriatric physical therapy**. v.39, n.2, p.64-70, 2016.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Idosos)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(IDOSOS)

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa científica intitulada **"Análise do desempenho e da influência do torque articular de membros inferiores no controle postural em idosos participantes do Serviço de Orientação ao Exercício"** 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 do mestrando LEONARDO ARAÚJO VIEIRA.

Justificativa
O envelhecimento populacional tem provocado alterações no perfil epidemiológico e das necessidades sanitárias, de forma que as quedas em idosos tem representado um problema de saúde pública. O declínio no controle postural e na função muscular provocado pelo envelhecimento são um dos fatores de risco modificáveis mais importantes para a prevenção de quedas em idosos e possíveis de serem modificados por meio de exercícios físicos. Neste sentido, destaca-se a importância de programas de promoção da saúde e da atividade física no Sistema Único de Saúde (SUS), tais como o Serviço de Orientação ao Exercício (SOE) em funcionamento no município de Vitória desde 1990. Apesar de longo período de funcionamento, existem poucas evidências sobre os benefícios do SOE sobre a saúde e a prevenção de quedas na população idosa de Vitória/ES. Dentro deste contexto, é necessário avaliar a influência do SOE sobre a função muscular, o controle postural e a qualidade de vida de idosos.

Objetivos
Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar o desempenho e a influência do torque articular de membros inferiores no controle postural em idosos participantes do SOE. Os como objetivos específicos compreendem: 1) comparar o torque articular de membros inferiores, controle postural e a qualidade de vida de idosos participantes do SOE com idosos inativos; 2) avaliar a influência do nível de atividade física e do tipo de modalidade de exercício sobre o torque articular e o controle postural de idosos; 3) analisar a influência do torque articular de quadril, joelho e tornozelo sobre o controle postural.
OBS: Torque é uma grandeza física e deve ser entendido como a capacidade da força muscular em produzir uma rotação em um determinado segmento articular para a produção de movimento.

Procedimentos

Nos Módulos do SOE serão realizados testes clínicos na respectiva sequência: 1) Entrevista clínica: o senhor (a) irá responder algumas questões sobre seu estado de saúde; 2) Avaliação antropométrica: nesta avaliação, a massa corporal e a estatura do senhor (a) serão mensuradas para o cálculo do índice de massa corporal; 3) 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; 4) 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; 5) Questionário SF-36: o senhor (a) irá responder um questionário com 36 itens, de fácil administração e compreensão, englobados em 8 componentes (capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais aspectos emocionais e de saúde mental) para avaliação da sua qualidade de vida; 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.

No Laboratório de Força e Condicionamento (LAFEC) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo (CEFD/UFES), serão realizados os seguintes testes na respectiva sequência: 1) Avaliação de sensibilidade cutânea plantar: será realizada por meio do Kit Estesiômetro (Semmes-weinstein Monofilaments) que consiste em um conjunto de seis monofilamentos de nylon, com diâmetros diferentes, que exercem leve pressão sobre a pele, de fácil aplicável e de curta duração; 2) Avaliação do equilíbrio postural estático: na postura ereta e quieta sobre uma plataforma de força em 04 diferentes condições, posição bipodal (pés paralelos) e posição semitandem (um pé ligeiramente a frente do outro) em cima de uma superfície rígida e em uma superfície de espuma) com olhos abertos e fechados. Este teste tem duração de aproximadamente 40 minutos; 3) Avaliação do torque articular dos membros inferiores (quadril, joelho e tornozelo) com utilização de um aparelho computadorizado (dinamômetro isocinético). Neste teste, o senhor (a) deverá sentar em uma cadeira (isocinético) e realizar movimentos de flexão/extensão das articulações do tornozelo, joelho e quadril, como também, adução e abdução do quadril. Este teste tem duração de aproximadamente 60 minutos.

Duração e local da pesquisa

A pesquisa será realizada em dois dias, sendo o primeiro nos Módulos do SOE e o segundo 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 e 30 minutos (90 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 (Mini Exame do Estado Mental, SF-36, Baecke para Idosos) o senhor (a) poderá sentir cansaço mental, desconforto de ordem emocional e/ou constrangimento ao responder as questões. Na avaliação antropométrica e da sensibilidade cutânea plantar, você poderá sentir um leve desconforto físico, como também, um desconforto cutâneo durante a aplicação do estesiômetro na pele. A avaliação do equilíbrio postural (MiniBESTest e sobre a plataforma de força) 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. A avaliação do torque articular, por meio da dinamometria isocinética pode provocar mínimo cansaço físico, desconforto muscular localizado e também desconforto físico devido ao posicionamento inadequado na cadeira do equipamento e/ou uso de cintos muito apertados. Para garantir a segurança, o teste será realizado por examinadores experientes devidamente treinados no posicionamento e manuseio do equipamento e uso de protocolos adequados à faixa etária e condição física dos participantes. No caso de qualquer sintoma de cansaço físico e/ou desconforto físico o senhor (a) poderá solicitar a interrupção do teste, o prolongamento do intervalo de descanso ou abandonar a avaliação sem qualquer prejuízo. Nesta tarefa, o examinador também constantemente ao seu lado se eventualmente uma ajuda for necessária.

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 o papel do Serviço de Orientação ao Exercício na saúde e na qualidade de vida da população, 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 te trazer despesas ou custos.

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 Leonardo Araújo Vieira no telefone: (27) 3132-5070, ou e-mail: lcaramuru@gmail.com.

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 _____2017.

_____
Participante da pesquisa/Responsável legal

Na qualidade de pesquisador responsável pela pesquisa "**Análise do desempenho e da influência do torque articular de membros inferiores no controle postural em idosos participantes do Serviço de Orientação ao Exercício**", eu, LEONARDO ARAÚJO VIEIRA, 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.

_____
Leonardo Araújo Vieira/Pesquisador responsável

APÊNDICE B - Anamnese

Nome: _____

Email:_____ **Tel: ( )** _____

Avaliador: _____**Data:** _____/_____/_____

I. INFORMAÇOES SOCIODEMOGRÁFICAS:

Data de Nascimento: _____/_____/_____**Idade:** _____anos

Sexo: ( ) feminino ( ) masculino

Raça/Cor: ( ) branco ( ) pardo ( ) negro ( ) amarela ( ) indígena

Município de residência: ( ) Vitória ( ) Vila Velha ( ) Serra ( ) Cariacica ( ) Outro

Estado civil: ( ) casado ( ) viúvo ( ) divorciado/separado ( ) solteiro

Arranjo familiar: ( ) mora sozinho ( ) mora acompanhado

Estado ocupacional: ( ) estudante ( ) trabalhando ( ) aposentada ( ) do lar ( ) pensionista

Escolaridade: ( ) analfabeto ( ) fundamental incompleto ( ) fundamental completo ( ) médio incompleto ( ) médio completo ( ) superior incompleto ( ) superior completo ( ) pós graduação

Renda mensal familiar: ( ) sem renda ( ) ≤1 SM ( ) ≥1 e ≤ 3 SM ( ) ≥ 4 e ≤ 6 SM ( ) ≥7 e ≤ 9 SM ( ) ≥10 SM

II. INFORMAÇOES SOBRE O ESTADO DE SAÚDE:

1) Possui alguma destas dificuldades?

a) Visual: ( ) Não ( ) Sim. Usa óculos/lentes de correção? ( ) Sim ( ) Não

b) Auditiva: ( ) Não ( ) Sim. Usa aparelho auditivo? ( ) Sim ( ) Não

c) Motora: ( ) Não ( ) Sim. Usa algum aparelho? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, qual aparelho?_____

d) Outra: ( ) Não ( ) Sim. Qual?_____

2) Utiliza algum dispositivo auxiliar para caminhar?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, qual?_____

3) Possui ou apresenta alguns destes agravos ou condições clínicas de saúde?

( ) HAS ( ) Diabetes ( ) AVE ( ) Doença Cardíaca ( ) Doença Respiratória
( ) Doenças Vestibulares ( ) Hipotensão Postural ( ) Artrite ( ) Osteoporose
( ) Depressão ( ) Gravidez ( ) Angina/Dor no peito ( ) Aneurisma
( ) Uso de marcapasso cardíaco ( ) Lesão traumato-ortopédica
( ) Nenhuma ( ) Outras:_____

4) Em caso de histórico de lesão traumato-ortopédica?

( ) quadril D ( ) quadril E ( ) joelho D ( ) joelho E ( ) tornozelo D ( ) tornozelo E ( ) Coluna ( ) outro segmento corporal_____
Procedimento cirúrgico: ( ) sim ( ) não Data: _____/_____/_____
Qual procedimento?_____
Compromete a realização de atividade física/esporte/lazer? ( ) sim ( ) não

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

( ) Sim ( ) Não Se sim, qual doença ou lesão? _____

6) Quantos medicamentos você ingere diariamente?

( ) nenhum ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) mais de 5

7) Uso de medicamentos com acompanhamento médico/clínico:

( ) ansiolíticos ( ) antidepressivos ( ) anticonvulsivantes ( ) anti-hipertensivos
Medicamento 01 (Nome/Dose diária):
_____
Medicamento 02 (Nome/Dose diária):
_____
Medicamento 03 (Nome/Dose diária):
_____
Medicamento 04 (Nome/Dose diária):
_____
Medicamento 05 (Nome/Dose diária):
_____

8) Faz auto-medicação? ( ) Sim ( ) Não Qual(is)?

_____

9) Esteve hospitalizado no último ano? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, quanto tempo? _____

Qual o motivo da internação? _____

10) 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

III. QUESTIONÁRIO SOBRE O HISTÓRICO DE QUEDAS

1) Quantas quedas nos últimos 12 meses ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) + de 3

Se 01 ou mais, quando a última queda ocorreu? _____

Se 0, pular para questão 12

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 ( ) Inclinava ( ) Virava ( ) Outro: _____

5) Qual calçado usava no momento dessa queda? _____

6) Como essa queda ocorreu? ( ) Desequilibrou-se ( ) Os joelhos falsearam ( ) Sentiu-se tonto ( ) Sentiu-se fraco subitamente ( ) Esbarrou em alguém/alguma 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:

1. Andar pela casa:_____
2. Subir escada:_____
3. Descer escada:_____
4. 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 ( ) ru

APÊNDICE C - Tabelas com resultados das análises de regressão linear múltiplas

Tabela 12. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície rígida com os olhos abertos (BSROA).

BSROA	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	-0,11	0,62	0,07	-0,27	0,34	0,08	-0,03	0,91	0,06	0,10	0,72	0,02	0,02	0,95	0,03	0,31	0,27	0,06	0,14	0,50	0,16	0,39	0,15	0,15
PT Adução de Quadril	-0,34	0,18		-0,28	0,32		-0,02	0,93		0,08	0,76		0,15	0,55		0,18	0,53		0,34	0,16		0,31	0,26	
PT Flexão de Quadril	-0,20	0,44		-0,10	0,72		-0,16	0,54		-0,19	0,52		-0,11	0,68		-0,38	0,21		0,09	0,72		-0,05	0,87	
PT Extensão de Quadril	0,10	0,72		0,16	0,56		-0,06	0,84		-0,02	0,94		0,09	0,76		-0,03	0,93		-0,15	0,57		-0,24	0,38	
PT Extensão de Joelho	0,17	0,55		0,30	0,38		0,24	0,41		0,37	0,25		-0,05	0,87		0,09	0,79		-0,13	0,64		-0,16	0,63	
PT Flexão de Joelho	0,07	0,79		-0,23	0,48		-0,05	0,86		-0,34	0,29		0,12	0,66		0,16	0,63		-0,22	0,38		0,05	0,88	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	0,05	0,79		0,01	0,97		-0,17	0,41		-0,15	0,50		-0,11	0,62		-0,19	0,40		-0,36	0,07		-0,32	0,14	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,11	0,57		0,27	0,25		0,09	0,64		0,30	0,18		-0,01	0,94		-0,12	0,62		0,17	0,35		0,13	0,55	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,07	0,79	0,09	-0,07	0,83	0,08	0,01	0,96	0,06	0,14	0,64	0,09	-0,28	0,27	0,1	-0,08	0,80	0,11	0,25	0,32	0,12	0,44	0,16	0,09
PM Adução de Quadril	-0,25	0,32		-0,18	0,53		-0,02	0,93		0,12	0,68		0,10	0,68		0,05	0,85		0,13	0,62		0,13	0,65	
PM Flexão de Quadril	-0,23	0,44		0,02	0,95		0,00	1,00		-0,06	0,88		0,04	0,89		-0,46	0,19		0,07	0,80		0,02	0,95	
PM Extensão de Quadril	-0,16	0,59		0,02	0,96		-0,06	0,85		-0,09	0,79		0,19	0,53		0,08	0,81		0,06	0,85		-0,18	0,58	
PM Extensão de Joelho	0,28	0,49		0,29	0,53		0,40	0,34		0,67	0,16		0,17	0,68		0,39	0,40		-0,12	0,78		-0,28	0,55	
PM Flexão de Joelho	-0,16	0,59		-0,46	0,22		-0,41	0,18		-0,60	0,11		0,16	0,59		0,28	0,44		-0,33	0,27		0,20	0,58	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	0,32	0,20		0,14	0,65		-0,04	0,87		-0,17	0,59		-0,29	0,23		-0,25	0,40		-0,34	0,17		-0,33	0,28	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	-0,03	0,87		0,06	0,79		-0,08	0,67		0,04	0,85		-0,05	0,80		0,05	0,83		0,14	0,46		0,07	0,74	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado)**; R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão).

Tabela 13. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície rígida com os olhos fechados (BSROF).

BSROF	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	-0,18	0,44	0,04	-0,39	0,16	0,09	0,05	0,84	0,03	0,01	0,97	0,10	-0,28	0,22	0,05	-0,30	0,28	0,08	0,29	0,19	0,15	**0,54**	**0,04***	0,18
PT Adução de Quadril	-0,07	0,79		-0,09	0,75		0,08	0,77		0,08	0,77		-0,03	0,91		-0,14	0,62		0,16	0,50		0,04	0,88	
PT Flexão de Quadril	0,12	0,64		0,22	0,46		-0,18	0,48		0,01	0,99		-0,04	0,87		0,16	0,59		-0,19	0,45		-0,28	0,31	
PT Extensão de Quadril	-0,28	0,31		-0,23	0,40		-0,17	0,54		-0,25	0,37		0,21	0,45		-0,09	0,75		-0,28	0,29		-0,34	0,20	
PT Extensão de Joelho	0,17	0,56		0,33	0,33		0,02	0,94		0,21	0,53		0,09	0,76		0,21	0,53		-0,13	0,64		-0,30	0,35	
PT Flexão de Joelho	0,11	0,67		-0,12	0,72		0,15	0,56		0,02	0,95		-0,07	0,80		0,07	0,82		-0,03	0,91		0,35	0,26	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	0,02	0,94		-0,11	0,61		-0,02	0,91		-0,14	0,51		-0,07	0,75		-0,21	0,35		-0,13	0,52		-0,02	0,92	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,04	0,82		0,27	0,25		0,06	0,78		0,24	0,31		0,14	0,48		0,07	0,76		0,15	0,42		0,11	0,61	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,07	0,79	0,09	-0,34	0,25	0,14	-0,09	0,72	0,04	0,02	0,96	0,09	-0,41	0,10	0,14	-0,48	0,11	0,16	0,40	0,11	0,12	**0,78**	**0,01***	0,04
PM Adução de Quadril	-0,25	0,32		-0,14	0,62		-0,01	0,97		-0,08	0,79		-0,35	0,16		-0,47	0,09		0,11	0,67		0,05	0,86	
PM Flexão de Quadril	-0,23	0,44		0,16	0,63		0,00	1,00		0,27	0,44		0,21	0,47		0,22	0,50		-0,28	0,33		-0,20	0,56	
PM Extensão de Quadril	-0,16	0,59		0,08	0,80		0,07	0,83		0,18	0,58		0,45	0,13		0,20	0,54		-0,14	0,65		-0,20	0,52	
PM Extensão de Joelho	0,28	0,49		0,70	0,13		0,45	0,29		0,54	0,25		0,20	0,62		0,43	0,34		-0,29	0,48		-0,72	0,11	
PM Flexão de Joelho	-0,16	0,59		-0,64	0,08		-0,41	0,19		-0,55	0,14		-0,16	0,57		-0,10	0,79		0,00	0,99		0,43	0,22	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	0,32	0,20		-0,28	0,35		-0,02	0,93		-0,32	0,30		-0,03	0,91		-0,01	0,99		-0,05	0,84		-0,09	0,75	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	-0,03	0,87		0,32	0,13		-0,07	0,74		0,02	0,94		0,03	0,88		0,04	0,86		0,08	0,65		0,00	0,98	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado**); R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *($p \leq 0,05$).*

Tabela 14. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície instável com os olhos abertos (BSIOA).

BSIOA	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	0,06	0,79	0,08	-0,22	0,43	0,08	0,14	0,56	0,03	0,27	0,33	0,04	-0,18	0,41	0,16	0,06	0,83	0,18	0,28	0,22	0,08	**0,59**	**0,03***	0,15
PT Adução de Quadril	-0,03	0,89		0,04	0,88		0,14	0,59		0,15	0,59		0,23	0,34		-0,12	0,64		0,15	0,56		0,21	0,43	
PT Flexão de Quadril	-0,05	0,84		0,07	0,81		-0,12	0,64		-0,26	0,39		0,12	0,62		-0,18	0,51		-0,15	0,55		-0,25	0,38	
PT Extensão de Quadril	-0,21	0,44		-0,08	0,77		-0,04	0,89		0,08	0,77		-0,22	0,40		-0,06	0,83		0,20	0,46		0,10	0,70	
PT Extensão de Joelho	-0,04	0,88		0,12	0,72		0,06	0,83		0,10	0,77		0,44	0,12		0,53	0,10		-0,01	0,98		-0,21	0,51	
PT Flexão de Joelho	0,22	0,38		-0,05	0,88		-0,16	0,55		-0,17	0,60		**-0,58**	**0,02***		-0,54	0,09		-0,33	0,20		-0,01	0,97	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	-0,14	0,50		-0,23	0,31		-0,07	0,73		-0,11	0,61		0,03	0,87		0,19	0,37		-0,01	0,97		0,01	0,98	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	-0,06	0,74		0,07	0,77		0,03	0,89		-0,03	0,90		0,12	0,50		-0,10	0,65		-0,01	0,97		-0,11	0,63	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,14	0,58	0,07	-0,22	0,49	0,07	0,29	0,25	0,1	0,27	0,38	0,07	-0,13	0,61	0,15	0,00	1,00	0,2	0,36	0,17	0,05	**0,63**	**0,04***	0,14
PM Adução de Quadril	0,07	0,77		0,16	0,58		0,12	0,63		0,26	0,37		0,29	0,23		0,26	0,33		-0,07	0,78		0,05	0,86	
PM Flexão de Quadril	-0,19	0,51		0,08	0,83		-0,17	0,57		-0,04	0,92		0,17	0,55		-0,10	0,75		-0,11	0,71		-0,04	0,90	
PM Extensão de Quadril	-0,23	0,46		-0,13	0,70		0,19	0,53		0,10	0,77		0,21	0,47		0,47	0,13		0,32	0,31		0,03	0,92	
PM Extensão de Joelho	0,17	0,68		0,50	0,29		0,08	0,85		0,13	0,78		0,17	0,66		0,15	0,73		-0,23	0,58		-0,62	0,18	
PM Flexão de Joelho	-0,18	0,56		-0,43	0,24		-0,49	0,11		-0,42	0,26		**-0,74**	**0,01***		**-0,86**	**0,01***		-0,06	0,85		0,36	0,31	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	0,01	0,96		-0,22	0,48		-0,16	0,51		-0,36	0,25		-0,11	0,64		-0,26	0,37		-0,11	0,65		-0,05	0,88	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	-0,01	0,95		0,02	0,94		0,05	0,78		0,00	1,00		0,04	0,83		0,14	0,49		-0,01	0,96		-0,13	0,53	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado**); R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *($p \leq 0,05$)*.

Tabela 15. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição bipodal sobre superfície instável com os olhos fechados (BSIOF).

BSIOF	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	0,06	0,78	0,09	-0,04	0,88	0,17	0,35	0,10	0,22	**0,44**	**0,05***	0,43	-0,09	0,67	0,99	0,07	0,79	0,27	**0,48**	**0,03***	0,21	**0,62**	**0,01***	0,44
PT Adução de Quadril	0,05	0,83		0,31	0,24		0,13	0,58		0,36	0,11		0,05	0,83		-0,28	0,26		-0,01	0,98		0,20	0,36	
PT Flexão de Quadril	-0,12	0,64		0,16	0,57		-0,16	0,50		0,03	0,88		-0,05	0,85		**-0,52**	**0,05***		-0,07	0,76		0,03	0,88	
PT Extensão de Quadril	0,06	0,84		-0,04	0,89		0,18	0,47		-0,02	0,93		-0,05	0,84		-0,04	0,87		0,13	0,61		0,01	0,96	
PT Extensão de Joelho	0,04	0,90		0,31	0,33		-0,04	0,87		0,02	0,93		0,22	0,45		0,45	0,14		-0,09	0,73		-0,24	0,37	
PT Flexão de Joelho	-0,16	0,52		-0,40	0,21		-0,22	0,35		-0,20	0,45		-0,15	0,54		-0,11	0,70		-0,22	0,35		-0,06	0,82	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	-0,19	0,35		**-0,49**	**0,02***		-0,07	0,71		**-0,23**	**0,20***		0,23	0,27		**0,53**	**0,01***		0,10	0,61		0,03	0,89	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,27	0,15		0,24	0,28		0,28	0,11		0,23	0,21		0,14	0,46		0,11	0,61		0,10	0,55		0,11	0,57	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,18	0,46	0,11	-0,16	0,60	0,15	0,40	0,10	0,16	0,43	0,12	0,3	0,15	0,54	0,16	**0,64**	**0,02***	0,34	0,40	0,10	0,15	**0,54**	**0,04***	0,36
PM Adução de Quadril	-0,04	0,87		0,17	0,53		-0,13	0,61		0,12	0,65		0,11	0,65		0,01	0,96		-0,25	0,30		-0,03	0,90	
PM Flexão de Quadril	-0,03	0,93		0,42	0,22		-0,04	0,89		0,33	0,29		-0,16	0,56		**-0,87**	**0,01**		0,09	0,76		0,40	0,17	
PM Extensão de Quadril	0,03	0,93		0,12	0,70		0,20	0,50		0,04	0,90		0,50	0,09		**0,64**	**0,03***		0,07	0,80		-0,12	0,65	
PM Extensão de Joelho	0,46	0,26		0,75	0,10		0,21	0,60		0,09	0,82		-0,15	0,70		-0,07	0,87		-0,22	0,59		-0,56	0,15	
PM Flexão de Joelho	-0,58	0,06		**-0,75**	**0,04***		-0,39	0,18		-0,20	0,54		-0,37	0,21		-0,34	0,28		-0,02	0,94		0,25	0,42	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	-0,23	0,34		**-0,69**	**0,02***		-0,03	0,89		-0,33	0,23		0,20	0,41		0,15	0,58		0,21	0,37		0,12	0,63	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	0,13	0,48		0,14	0,50		0,08	0,67		0,04	0,84		-0,08	0,68		-0,01	0,95		0,08	0,68		-0,03	0,86	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado**); R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *($p \leq 0,05$).*

Tabela 16. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície rígida com os olhos abertos (STROA).

STROA	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	-0,12	0,60	0,08	-0,29	0,27	0,15	-0,06	0,79	0,11	0,08	0,73	0,34	-0,02	0,92	0,07	0,25	0,35	0,14	0,08	0,71	0,77	0,42	0,09	0,27
PT Adução de Quadril	-0,03	0,89		0,06	0,83		0,10	0,68		0,30	0,21		0,07	0,79		0,10	0,70		0,14	0,59		0,27	0,28	
PT Flexão de Quadril	0,20	0,42		0,35	0,21		0,25	0,32		0,30	0,24		0,06	0,82		0,03	0,93		0,04	0,86		-0,18	0,49	
PT Extensão de Quadril	0,10	0,71		0,10	0,72		-0,08	0,76		-0,03	0,92		0,14	0,60		0,18	0,51		-0,14	0,59		-0,09	0,71	
PT Extensão de Joelho	-0,19	0,51		-0,09	0,78		-0,14	0,61		-0,21	0,46		-0,02	0,94		-0,14	0,66		-0,13	0,65		-0,52	0,09	
PT Flexão de Joelho	-0,21	0,41		-0,43	0,18		-0,23	0,36		-0,49	0,08		0,05	0,85		-0,06	0,85		-0,09	0,71		0,07	0,82	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	0,24	0,24		0,11	0,62		0,19	0,35		0,11	0,55		-0,19	0,35		-0,11	0,60		0,21	0,32		0,35	0,09	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,18	0,35		0,46	0,05		0,24	0,20		**0,45**	**0,03***		0,14	0,47		0,14	0,55		0,16	0,40		0,17	0,41	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,07	0,79	0,09	0,08	0,78	0,14	0,05	0,85	0,18	0,38	0,15	0,34	0,08	0,75	0,13	0,55	0,06	0,21	0,18	0,47	0,08	**0,57**	**0,04***	0,24
PM Adução de Quadril	-0,25	0,32		-0,03	0,93		0,02	0,93		0,19	0,44		0,02	0,92		0,11	0,68		-0,02	0,95		0,14	0,59	
PM Flexão de Quadril	-0,23	0,44		0,05	0,89		0,36	0,20		0,23	0,45		0,17	0,56		-0,05	0,89		0,32	0,28		-0,05	0,88	
PM Extensão de Quadril	-0,16	0,59		-0,03	0,93		0,15	0,61		0,15	0,60		0,50	0,09		0,40	0,20		0,25	0,40		-0,04	0,89	
PM Extensão de Joelho	0,28	0,49		0,71	0,12		0,15	0,70		0,26	0,51		-0,01	0,98		-0,16	0,71		-0,51	0,22		-0,62	0,15	
PM Flexão de Joelho	-0,16	0,59		-0,66	0,07		**-0,68**	**0,02***		**-0,80**	**0,01***		-0,25	0,40		-0,19	0,59		-0,10	0,74		0,10	0,76	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	0,32	0,20		0,08	0,79		0,16	0,49		-0,03	0,90		-0,39	0,11		-0,37	0,20		0,08	0,75		0,32	0,26	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	-0,03	0,87		-0,03	0,89		0,00	0,99		0,07	0,71		0,11	0,56		0,10	0,63		-0,01	0,96		-0,03	0,87	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado)**; R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *($p \leq 0,05$).*

Tabela 17. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície rígida com os olhos fechados (STROF).

STROF	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	-0,17	0,40	0,25	-0,20	0,40	0,35	-	0,40	0,25	0,32	0,12	0,52	0,28	0,22	0,08	**0,72**	**0,00***	0,29	0,41	0,06	0,19	**0,69**	**0,00***	0,41
PT Adução de Quadril	-0,23	0,31		-0,28	0,24		-0,10	0,65		0,00	0,99		-0,08	0,76		0,05	0,85		0,08	0,74		0,07	0,74	
PT Flexão de Quadril	0,34	0,14		0,47	0,06		0,25	0,28		0,32	0,13		0,02	0,94		0,08	0,74		-0,09	0,70		-0,17	0,48	
PT Extensão de Quadril	0,03	0,90		-0,10	0,67		-0,06	0,81		-0,16	0,43		-0,19	0,49		-0,14	0,57		-0,07	0,79		-0,10	0,66	
PT Extensão de Joelho	-0,07	0,79		0,30	0,28		-0,16	0,55		0,01	0,96		0,14	0,64		-0,07	0,81		-0,13	0,63		-0,33	0,23	
PT Flexão de Joelho	-0,24	0,30		-0,42	0,13		-0,12	0,60		-0,34	0,15		-0,14	0,59		-0,38	0,19		-0,16	0,50		-0,05	0,85	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	**0,41**	**0,03***		0,31	0,10		0,32	0,09		0,21	0,19		0,09	0,68		0,03	0,88		0,34	0,08		0,33	0,06	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	**0,39**	**0,02***		**0,46**	**0,02***		0,26	0,14		**0,37**	**0,03***		-0,06	0,75		-0,04	0,86		0,03	0,88		0,12	0,53	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,00	0,99	0,25	0,29	0,25	0,41	0,30	0,18	0,30	**0,69**	**0,00***	0,55	0,18	0,49	0,07	**0,65**	**0,03***	0,2	0,41	0,09	0,17	**0,92**	**0,00***	0,38
PM Adução de Quadril	-0,24	0,30		-0,38	0,10		-0,28	0,20		-0,27	0,19		-0,23	0,36		-0,30	0,27		-0,09	0,71		-0,09	0,70	
PM Flexão de Quadril	0,32	0,23		0,24	0,39		0,28	0,27		0,13	0,60		0,32	0,27		0,17	0,60		0,11	0,68		-0,19	0,50	
PM Extensão de Quadril	0,02	0,96		0,17	0,52		0,02	0,93		0,03	0,91		0,07	0,81		0,12	0,69		0,31	0,28		0,10	0,70	
PM Extensão de Joelho	0,28	0,46		0,62	0,11		0,14	0,69		0,38	0,25		-0,18	0,67		-0,17	0,70		-0,36	0,36		-0,28	0,46	
PM Flexão de Joelho	**-0,55**	**0,05***		**-0,70**	**0,02***		-0,40	0,13		**-0,51**	**0,05***		-0,13	0,66		-0,33	0,34		-0,24	0,41		-0,18	0,56	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	0,42	0,07		0,29	0,25		0,42	0,06		0,22	0,32		0,19	0,46		0,08	0,78		0,21	0,37		0,19	0,46	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	0,04	0,81		-0,10	0,56		-0,08	0,64		-0,08	0,62		-0,19	0,31		-0,04	0,84		-0,03	0,89		0,01	0,98	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado)**; R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *($p \leq 0,05$)*.

Tabela 18. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície instável com os olhos abertos (STIOA).

STIOA	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	0,03	0,91	0,03	-0,21	0,45	0,05	0,09	0,68	0,15	0,23	0,37	0,22	0,20	0,34	0,21	**0,61**	**0,02***	0,27	0,34	0,11	0,22	**0,69**	**0,00***	0,44
PT Adução de Quadril	-0,06	0,83		-0,10	0,74		0,26	0,28		0,23	0,36		**0,52**	**0,03***		0,44	0,08		0,31	0,18		0,39	0,08	
PT Flexão de Quadril	0,02	0,95		0,25	0,41		0,29	0,24		0,28	0,30		0,20	0,40		0,05	0,85		0,04	0,86		-0,14	0,56	
PT Extensão de Quadril	0,10	0,71		0,09	0,75		-0,02	0,95		-0,01	0,97		-0,23	0,36		-0,23	0,36		-0,03	0,92		-0,08	0,70	
PT Extensão de Joelho	-0,30	0,31		-0,09	0,80		-0,17	0,54		0,01	0,97		-0,20	0,45		-0,26	0,40		-0,06	0,83		-0,16	0,55	
PT Flexão de Joelho	0,17	0,52		-0,06	0,86		-0,42	0,10		**-0,68**	**0,03***		-0,17	0,47		-0,21	0,48		**-0,55**	**0,02***		**-0,53**	**0,04***	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	-0,07	0,73		-0,15	0,52		-0,10	0,62		-0,18	0,37		-0,27	0,15		-0,23	0,25		0,13	0,50		0,10	0,56	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,10	0,60		0,21	0,37		0,20	0,26		0,32	0,15		0,20	0,26		0,12	0,57		0,09	0,59		0,18	0,34	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,13	0,61	0,59	-0,06	0,85	0,09	0,26	0,28	0,21	**0,61**	**0,03***	0,28	0,38	0,12	0,16	**1,05**	**0,00***	0,30	0,32	0,19	0,12	**0,86**	**0,00***	0,32
PM Adução de Quadril	0,04	0,89		0,09	0,76		0,10	0,69		0,08	0,76		0,13	0,59		-0,07	0,78		0,02	0,95		0,04	0,87	
PM Flexão de Quadril	0,05	0,87		0,43	0,22		0,18	0,50		-0,05	0,87		0,03	0,91		-0,45	0,15		0,04	0,90		-0,51	0,10	
PM Extensão de Quadril	0,00	0,99		0,04	0,90		0,30	0,30		0,32	0,27		0,19	0,51		0,14	0,63		0,40	0,19		0,21	0,45	
PM Extensão de Joelho	-0,01	0,99		0,29	0,54		0,11	0,78		0,56	0,18		0,16	0,69		0,32	0,44		-0,19	0,64		0,02	0,97	
PM Flexão de Joelho	-0,35	0,26		-0,66	0,08		**-0,81**	**0,01***		**-1,07**	**0,00***		-0,40	0,17		-0,36	0,26		-0,40	0,18		-0,35	0,27	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	-0,04	0,87		-0,35	0,26		-0,25	0,28		**-0,56**	**0,04***		-0,45	0,06		-0,49	0,08		0,04	0,86		0,02	0,95	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	0,16	0,40		0,16	0,47		0,20	0,26		0,24	0,21		0,15	0,42		0,10	0,61		-0,04	0,85		0,08	0,66	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado)**; R^2** (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *($p \leq 0,05$)*.

Tabela 19. Resultados da análise de regressão linear múltipla entre o pico de torque e potência média de quadril, joelho e tornozelo e variáveis de deslocamento do centro de pressão na condição semitandem sobre superfície instável com os olhos fechados (STIOF).

STIOF	AREA						VELtotal						FREQ80ap						FREQ80ml					
	Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke			Sem Ajuste			Ajuste Baecke		
	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2	β	*p*	R^2
PICO DE TORQUE (PT)																								
PT Abdução de Quadril	0,24	0,24	0,23	0,19	0,42	0,37	**0,45**	**0,02***	0,34	**0,54**	**0,01***	0,56	0,20	0,36	0,16	0,29	0,22	0,33	**0,46**	**0,02***	0,27	**0,61**	**0,01***	0,48
PT Adução de Quadril	0,32	0,16		0,39	0,09		0,27	0,20		0,33	0,09		0,00	1,00		-0,19	0,44		0,07	0,77		0,14	0,51	
PT Flexão de Quadril	0,15	0,51		0,38	0,13		0,03	0,88		0,17	0,40		0,11	0,65		0,01	0,95		-0,04	0,87		0,06	0,78	
PT Extensão de Quadril	0,06	0,81		-0,10	0,65		0,07	0,78		-0,11	0,55		-0,33	0,20		**-0,48**	**0,05***		-0,08	0,74		-0,23	0,26	
PT Extensão de Joelho	-0,39	0,15		-0,05	0,85		-0,31	0,20		-0,11	0,65		-0,29	0,30		-0,52	0,08		-0,12	0,65		-0,21	0,41	
PT Flexão de Joelho	-0,33	0,16		**-0,71**	**0,01***		-0,25	0,25		-0,41	0,08		0,15	0,55		0,44	0,12		-0,09	0,70		0,14	0,56	
PT Flexão Plantar de Tornozelo	0,01	0,94		-0,14	0,44		0,06	0,74		-0,07	0,63		0,35	0,08		**0,66**	**0,00***		0,08	0,67		0,02	0,91	
PT Dorsiflexão de Tornozelo	0,28	0,10		0,44	0,03		0,27	0,09		**0,36**	**0,03***		0,18	0,31		0,16	0,44		0,23	0,18		0,17	0,33	
POTÊNCIA MÉDIA (PM)																								
PM Abdução de Quadril	0,34	0,14	0,25	0,39	0,12	0,39	**0,53**	**0,02***	0,31	**0,81**	**0,00***	0,50	0,42	0,09	0,13	**0,89**	**0,00***	0,31	**0,62**	**0,01***	0,19	**0,96**	**0,00***	0,42
PM Adução de Quadril	0,00	0,99		0,04	0,86		-0,09	0,69		-0,08	0,70		-0,02	0,93		-0,07	0,77		-0,16	0,51		-0,12	0,59	
PM Flexão de Quadril	0,13	0,61		0,25	0,38		-0,06	0,81		-0,06	0,82		-0,25	0,39		-0,52	0,09		-0,09	0,74		0,01	0,99	
PM Extensão de Quadril	0,36	0,20		0,47	0,09		0,31	0,24		0,25	0,30		-0,24	0,42		-0,51	0,08		0,12	0,68		-0,05	0,85	
PM Extensão de Joelho	0,10	0,79		0,60	0,12		0,19	0,60		0,42	0,22		-0,14	0,73		-0,37	0,36		-0,08	0,84		-0,34	0,37	
PM Flexão de Joelho	**-0,70**	**0,01***		**-1,23**	**0,00***		**-0,52**	**0,05***		**-0,64**	**0,02***		0,12	0,69		0,43	0,18		-0,04	0,88		0,25	0,39	
PM Flexão Plantar de Tornozelo	-0,13	0,56		**-0,52**	**0,04***		-0,04	0,87		-0,31	0,17		0,30	0,22		0,46	0,09		-0,03	0,89		-0,10	0,69	
PM Dorsiflexão de Tornozelo	0,23	0,19		0,34	0,06		0,15	0,37		0,20	0,23		0,07	0,70		-0,03	0,86		0,02	0,89		-0,08	0,65	

Legenda: AREA (Área de deslocamento do COP); **VELtotal** (Velocidade média total de deslocamento do COP); **FREQ80ap** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido anteroposterior); **FREQ80ml** (banda de frequência com 80% da potência espectral do COP no sentido mediolateral); **PT** (Pico de Torque); **PM** (Potência Média); **β (**Coeficiente da regressão padronizado)**;** R^2 (proporção da variância explicados pelo modelo da regressão); ***** *(p ≤ 0,05).*

ANEXO A - Questionário Modificado de Baecke para Idosos (VOORRIPS et al., 1991)

QUESTIONÁRIO MODIFICADO DE BAECKE PARA IDOSOS (QBMI)

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 0 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 freqüência 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?

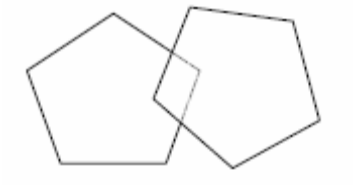
( ) Sim ( ) Não

Atividade 1:
Nome:_____
Intensidade:_____
Horas por semana:_____
Quantos meses por ano:_____
Atividade 2:
Nome:_____
Intensidade:_____
Horas por semana:_____
Quantos meses por ano:_____

ANEXO B - Mini Exame do Estado Mental (BRUCKI et al., 2003)

MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

AVALIAÇÃO	NOTA	VALOR
ORIENTAÇÃO TEMPORAL		
1. Que dia é hoje?		1
2. Em que mês estamos?		1
3. Em que ano estamos?		1
4. Em que dia da semana estamos?		1
5. Qual a hora aproximada? (considere a variação de mais ou menos uma hora)		1
ORIENTAÇÃO ESPACIAL		
6. Em que local nós estamos? (consultório, dormitório, sala - apontando para o chão)		1
7. Que local é este aqui? (apontando ao redor num sentido mais amplo: hospital, casa de repouso, própria casa)		1
8. Em que bairro nós estamos ou qual o nome de uma rua próxima?		1
9. Em que cidade nós estamos?		1
10. Em que estado nós estamos?		1
MEMÓRIA IMEDIATA		
11. Eu vou dizer três palavras e você irá repeti-las a seguir: CARRO, VASO e TIJOLO (Dê 1 ponto para cada palavra repetida acertadamente na 1ª vez, embora possa repeti-las até três vezes para o aprendizado, se houver erros). Use palavras não relacionadas.		3
ATENÇÃO E CÁLCULO		
12. Subtração de setes seriadamente (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 espontaneamente se autocorrigir.		5
EVOCAÇÃO		
13. Pergunte quais as três palavras que o sujeito acabara de repetir (1 ponto para cada palavra)		3
NOMEAÇÃO		
14. Peça para o sujeito nomear dois objetos mostrados: relógio e caneta. (1 ponto para cada objeto)		2

REPETIÇÃO		
15. 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
COMANDO		
16. 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
LEITURA		
17. Mostre a frase escrita: FECHE 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
FRASE ESCRITA		
18. 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
CÓPIA DO DESENHO		
19. 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). 		1
TOTAL		

ANEXO C - Questionário de Qualidade de Vida SF-36 (CICONELLI et al., 1999)

QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua saúde em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quanto?

Atividades	**Sim, dificulta muito**	**Sim, dificulta um pouco**	**Não, não dificulta de modo algum**
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular diária, como conseqüência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como conseqüência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2

c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	**Muito leve**	**Leve**	**Moderada**	**Grave**	**Muito grave**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho fora e dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	**Nenhuma parte do tempo**
1	2	3	4	**5**

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitiva-mente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

ANEXO D - MiniBESTest (MAIA et al., 2013)

MINIBESTEST - AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO – TESTE DOS SISTEMAS

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

1. SENTADO PARA DE PÉ

(2) Normal: Passa para de pé sem a ajuda das mãos e se estabiliza independentemente

(1) Moderado: Passa para de pé na primeira tentativa COM o uso das mãos

(0) Grave: Impossível levantar de uma cadeira sem assistência – OU – várias tentativas com uso das mãos

2. FICAR NA PONTA DOS PÉS

(2) Normal: Estável por 3 segundos com altura máxima

(1) Moderado: Calcanhares levantados, mas não na amplitude máxima (menor que quando segurando com as mãos) OU instabilidade notável por 3 s

(0) Grave: ≤ 3 s

3. DE PÉ EM UMA PERNA

Esquerdo

Tempo (em segundos) Tentativa 1:_____ Tentativa 2:_____

(2) Normal: 20 s

(1) Moderado: < 20 s

(0) Grave: Incapaz

Direito

Tempo (em segundos) Tentativa 1:_____Tentativa 2:_____

(2) Normal: 20 s

(1) Moderado: < 20 s

(0) Grave: Incapaz

4. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA FRENTE

(2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo (segundo passo para realinhamento é permitido)

(1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio

(0) Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

5. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO – PARA TRÁS

(2) Normal: Recupera independentemente com passo único e amplo

(1) Moderado: Mais de um passo usado para recuperar o equilíbrio

(0) Grave: Nenhum passo, OU cairia se não fosse pego, OU cai espontaneamente

6. CORREÇÃO COM PASSO COMPENSATÓRIO - LATERAL

Esquerdo

(2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)

(1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio

(0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

Direito

(2) Normal: Recupera independentemente com um passo (cruzado ou lateral permitido)

(1) Moderado: Muitos passos para recuperar o equilíbrio

(0) Grave: Cai, ou não consegue dar passo

7. OLHOS ABERTOS, SUPERFÍCIE FIRME (PÉS JUNTOS)

(Tempo em segundos: _____

(2) Normal: 30 s

(1) Moderado: < 30 s

(0) Grave: Incapaz

8. OLHOS FECHADOS, SUPERFÍCIE DE ESPUMA (PÉS JUNTOS)

(Tempo em segundos: _____)

(2) Normal: 30 s

(1) Moderado: < 30 s

(0) Grave: Incapaz

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

(2) Normal: Fica de pé independentemente 30 s e alinha com a gravidade

(1) Moderado: Fica de pé independentemente < 30 s OU alinha com a superfície

(0) Grave: Incapaz de ficar de pé > 10 s OU não tenta ficar de pé independentemente

10. MUDANÇA NA VELOCIDADE DA MARCHA

(2) Normal: Muda a velocidade da marcha significativamente sem desequilíbrio

(1) Moderado: Incapaz de mudar velocidade da marcha ou desequilíbrio

(0) Grave: Incapaz de atingir mudança significativa da velocidade E sinais de desequilíbrio

11. ANDAR COM VIRADAS DE CABEÇA – HORIZONTAL

(2) Normal: realiza viradas de cabeça sem mudança na velocidade da marcha e bom equilíbrio

(1) Moderado: realiza viradas de cabeça com redução da velocidade da marcha

(0) Grave: realiza viradas de cabeça com desequilíbrio

12. ANDAR E GIRAR SOBRE O EIXO

(2) Normal: Gira com pés próximos, RÁPIDO (≤ 3 passos) com bom equilíbrio

(1) Moderado: Gira com pés próximos, DEVAGAR (≥ 4 passos) com bom equilíbrio

(0) Grave: Não consegue girar com pés próximos em qualquer velocidade sem desequilíbrio

13. PASSAR SOBRE OBSTÁCULOS

(2) Normal: capaz de passar sobre as caixas com mudança mínima na velocidade e com bom equilíbrio

(1) Moderado: passa sobre as caixas porém as toca ou demonstra cautela com redução da velocidade da marcha.

(0) Grave: não consegue passar sobre as caixas OU hesita OU contorna

14. "GET UP & GO" CRONOMETRADO (ITUG) COM DUPLA TAREFA

(TUG: _____s; TUG dupla tarefa _____s)

(2) Normal: Nenhuma mudança notável entre sentado e de pé na contagem regressiva e nenhuma mudança na velocidade da marcha no TUG

(1) Moderado: A tarefa dupla afeta a contagem OU a marcha

(0) Grave: Para de contar enquanto anda OU para de andar enquanto conta

ANEXO E - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UFES - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS GOIABEIRA

PlataForma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DO DESEMPENHO E DA INFLUÊNCIA DO TORQUE ARTICULAR DE MEMBROS INFERIORES NO CONTROLE POSTURAL EM IDOSOS PARTICIPANTES DO SERVIÇO DE ORIENTAÇÃO AO EXERCÍCIO

Pesquisador: Leonardo Araújo Vieira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 67639417.0.0000.5542

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.061.608

Apresentação do Projeto:

INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional tem provocado alterações no perfil epidemiológico e das necessidades sanitárias, de forma que as quedas em idosos tem representado um problema de saúde pública. O declínio no controle postural e na função muscular provocados pelo envelhecimento são um dos fatores de risco modificáveis mais importantes para a prevenção de quedas em idosos e possíveis de serem modificados por meio de exercícios físicos. Neste sentido, destaca-se a importância de programas de promoção da saúde e da atividade física no Sistema Único de Saúde

(SUS), tais como o Programa Academia da Saúde e o Serviço de Orientação ao Exercício (SOE). Apesar de longo período de funcionamento, existem poucas evidências sobre os benefícios e impacto do SOE sobre a saúde da população idosa de Vitória/ES. Este trabalho será subdividido em dois estudos e terá como objetivo analisar o desempenho e a influência do torque articular de membros inferiores no controle postural em idosos participantes do SOE. O estudo 1 terá como objetivo: comparar o torque articular de membros inferiores, controle postural e a qualidade de vida de idosos participantes do SOE com idosos sedentários; avaliar a influência do nível de atividade física e do tipo de modalidade de exercício sobre o torque articular e o controle postural

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

de idosos e o estudo 02: analisar a influência dos parâmetros de torque articular de quadril, joelho e tornozelo no desempenho do controle postural. No estudo 01 participarão 30 idosos comunitários e independentes, com idade entre 60 e 75 anos, distribuídos em dois grupos: 1) Grupo SOE, 15 idosos ativos participantes das atividades no SOE; 2) Grupo Sedentário: 15 idosos que não realizam exercício físico há pelo menos três meses. No Estudo 2 participarão os idosos do estudo 1 e um grupo de 15 adultos jovens com idade entre 18 e 35 anos (Grupo Controle). Os critérios de exclusão adotados serão: doenças neurológicas, vestibulares e musculoesqueléticas que impeçam de realizar as tarefas motoras, neoplasias, graves alterações visuais, déficit cognitivo, perda da sensibilidade cutânea plantar, obesidade e uso de órteses ou próteses com ação no equilíbrio postural. O Questionário de Baecke será aplicado para verificar o nível de atividade física, o Miniexame do Estado Mental para avaliar a função cognitiva, o Questionário SF-36 para avaliar a qualidade de vida e a escala clínica do MiniBEST para avaliação do equilíbrio estático e dinâmico. Além disso, será realizada a avaliação do equilíbrio postural na postura ereta e quieta sobre uma plataforma de força em 04 diferentes condições (bipedal stance em superfície estável, bipedal stance superfície instável, semitandem em superfície rígida e semitandem em superfície instável), sendo todas realizadas com olhos abertos e fechados. Para avaliação do torque articular de membros inferiores (quadril, joelho e tornozelo) será utilizado um dinamômetro isocinético. As variáveis dependentes utilizadas para avaliação do equilíbrio postural serão: a amplitude de deslocamento do centro de pressão (CP) nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML), velocidade média de deslocamento do CP nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) e área elíptica do deslocamento do CP e para avaliação do torque: pico de torque, taxa de produção de torque e potência média. A fim de verificar possíveis diferenças entre os grupos e as condições experimentais, testes de variância e regressão serão utilizados com um nível de significância de 0,05.

HIPÓTESE

Em relação ao estudo 01, espera-se que o grupo de idosos que participam das atividades no SOE apresentem melhor desempenho no controle postural, maior capacidade de produção de torque articular de membros inferiores e melhor qualidade de vida em relação ao grupo de idosossedentários. Em relação ao estudo 02, espera-se encontrar influência significativa entre os parâmetros de torque articular de quadril, joelho e tornozelo com as variáveis de desempenho do controle postural, sendo a influência do torque de joelho e tornozelo relacionados com as variáveis

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

de equilíbrio postural no plano sagital e do torque de quadril relacionados com as variáveis de equilíbrio postural no plano frontal.

METODOLOGIA

Estudo 1: A coleta de dados será realizada em dois dias. No primeiro dia, a coleta será realizada nos Módulos do SOE. Inicialmente, uma anamneseserá realizada para verificar os critérios de inclusão/exclusão, seguida de um questionário sobre o histórico de quedas. Na sequência será realizada avaliação antropométrica de massa corporal e de estatura para o cálculo do índice de massa corporal. A sensibilidade cutânea plantar será avaliada por meio do Kit Estesiômetro que consiste em um conjunto de seis monofilamentos de nylon, com diâmetros diferentes, que exercem pressão sobre a pele de acordo com a gramagem do filamento, que varia de 0,05 a 300 g. O ponto de corte para caracterizar a perda de sensibilidade dos pés será o monofilamento 5,07 que gera 10 g de pressão. Para verificar o nível de atividade física, o Questionário de Baecke Modificado para Idosos será aplicado. As funções cognitivas dos idosos serão mensuradas por meio do Miniexame do Estado Mental – Mini Mental. A avaliação da qualidade de vida será realizada por meio do Questionário SF- 36. Além disso, a escala clínica do MiniBEST será aplicada para avaliação do equilíbrio estático e dinâmico. No segundo dia, os testes serão realizados no Laboratório de Força e Condicionamento (LAFEC) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito
Santo (CEFD/UFES), onde serão realizadas na respectiva sequência a avaliação do equilíbrio postural estático e da função muscular. Estudo 2: Para o grupo de idosos serão utilizados os dados da coleta obtidas no estudo 01. Para o grupo adulto jovem (grupo controle) a coleta de dados será realizada no LAFEC do CEFD/UFES, na respectiva sequência: anamnese; avaliação antropométrica; avaliação da sensibilidade cutânea plantar; avaliação do nível de atividade física pelo questionário de Baecke para adultos jovens; avaliação do equilíbrio postural e da função muscular. Para a avaliação do equilíbrio postural, os participantes serão instruídos a ficar em pé com a postura ereta e quieta em cima de uma plataforma de força em 4 condições: Condição 1: bipedal stance (pés paralelos e alinhados aproximadamente à largura dos ombros) em uma superfície rígida, Condição 2: bipedal stance em uma superfície instável (espuma), Condição 3: semi-tandem (pés posicionados um na frente do outro, com o pé dominante na frente e com o hálux encostado na borda medial do calcanhar do pé contralateral) em uma superfície rígida, Condição 4: semi-tandem (pés posicionados um na frente do outro, com o pé dominante na frente

e com o hálux encostado na borda medial do calcanhar do pé contralateral) em uma superfície instável (espuma). Todas estas condições serão realizadas com os olhos abertos e fechados. Ainda, para cada condição será realizada três tentativas com 30 segundos de duração e todas estas serão randomizadas. Para avaliação da função muscular, inicialmente, os participantes irão fazer um aquecimento em um cicloergômetro durante 5 minutos. Após, este aquecimento, estes sujeitos serão posicionados no dinamômetro isocinético e serão convidados a realizar movimentos de flexão e extensão (articulações do quadril, joelho e tornozelo) e abdução e adução (quadril). Para cada movimento, 3 tentativas serão realizadas com um descanso de 90 segundos entre cada tentativa. As medidas serão coletadas sempre pelo membro dominante normalizadas pelo peso corporal e estatura com o intuito de possibilitar a comparação entre os sujeitos e o cálculo das variáveis relacionadas ao torque muscular. Os participantes deverão realizar contrações concêntricas, velocidades angulares constantes e predeterminadas de 60°/s (cinco repetições) para tornozelo, de 60°/s (cinco repetições) e 180°/s (15 repetições) para joelho e de 60°/s (cinco repetições) e 120°/s (15 repetições) para quadril.

Critério de Inclusão:

Participarão um total de 30 mulheres comunitárias e independentes, com idade entre 60 e 75 anos, que serão distribuídas em dois grupos: 1) Grupo SOE, 15 idosos ativos participantes das atividades no SOE; 2) Grupo Sedentário: 15 idosos que não realizam exercício físico há pelo menos três meses. Em relação ao Grupo SOE, serão incluídas idosos, com participação nas atividades por um período maior que três meses, com frequência semanal de pelo menos duas vezes em atividades com duração entre 30 a 60 minutos. Além disso, um grupo de 15 adultos jovens (grupo controle) com idade entre 18 e 35 anos participarão deste estudo. Todos os participantes serão recrutados na cidade de Vitória/ES.

Critério de Exclusão:

Os critérios de exclusão adotados serão: doenças neurológicas, vestibulares e musculoesqueléticas que impeçam de realizar as tarefas motoras, neoplasias, graves alterações visuais, déficit cognitivo, perda da sensibilidade cutânea plantar, obesidade, uso de órteses ou próteses e medicamentos com ação no equilíbrio postural.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo geral deste estudo será analisar o desempenho e a influência do torque articular de membros inferiores no controle postural em idosos participantes do SOE.

Objetivo Secundário:

O estudo 1 tem como objetivos: comparar o torque articular de membros inferiores, controle postural e a qualidade de vida de idosos participantes do SOE com idosos sedentários; avaliar a influência do nível de atividade física e do tipo de modalidade de exercício sobre o torque articular de membros inferiores e o controle postural de idosos. O estudo 02 tem como objetivo: analisar a influência dos parâmetros de torque articular de quadril, joelho e tornozelo no desempenho do controle postural.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Conforme registra o documento PB Informações Básicas do Projeto 887999.pdf, postado em 26/04/2017:

Sobre os riscos:

Os testes realizados no presente estudo apresentam um risco mínimo de desconforto físico, assim, um examinador estará constantemente acompanhando os testes para suporte e ajuda aos participantes caso necessário.

Em relação aos 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 o papel do Serviço de Orientação ao Exercício na saúde e na qualidade de vida da população, especificamente em fatores de risco modificáveis para a prevenção de quedas em idosos de Vitória.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de pesquisa de Mestrado, desenvolvida no Centro de Educação Física e Desportos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Com base na Resolução n. 466/2012 CNS, ressalta-se:

** Sobre a Folha de Rosto: encontra-se preenchida adequadamente, devidamente assinada e com carimbo.

** Em relação ao Projeto detalhado: o arquivo plataforma_Brasil_Projeto_Leo_Revisado_26_04_17.pdf (postado em 26/04/2017 consta o projeto completo.

** Quantoaoorçamentodoestudo:oarquivo "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_887999.pdf" apresenta um orçamento financeiro constando os seguintes itens: Despesas com material de escritório, Despesas com cópias e impressão, Microcomputador, Dinamômetro Isocinético Biodex System, Despesas com transporte, Kit Estesiômetro (Semmes-weinstein Monofilaments), totalizando R$ 223.500,00. No documento Orçamento Financeiro Leo.pdf (postado em 19/04/2017) é esclarecido que "Os equipamentos e materiais de uso permanente necessários para a realização da pesquisa já se encontram disponíveis no Laboratório de Força e Condicionamento (LAFEC) do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo CEFD/UFES). As despesas de custeio relacionadas ao desenvolvimento da pesquisa serão financiadas com recursos do pesquisador responsável"

** Sobre o Cronograma: encontra-se detalhado, explicitando todas as etapas da pesquisa e suas respectivas datas.

** Em relação ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: no protocolo de pesquisa consta o TCLE para idosos e adulto Jovem, ambos em coerência com a legislação vigente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

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_887999.pdf	26/04/2017 19:03:32		Aceito

UFES - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS GOIABEIRA

Continuação do Parecer: 2.061.608

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Plataforma_Brasil_Projeto_Leo_Revisado_26_04_17.pdf	26/04/2017 19:01:50	Leonardo Araújo Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Adulto_Jovem_Revisado_26_04_117.pdf	26/04/2017 19:01:36	Leonardo Araújo Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_IDOSOS_Revisado_26_04_17.pdf	26/04/2017 19:01:22	Leonardo Araújo Vieira	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Leonardo_Vieira_Revisada.pdf	19/04/2017 07:33:01	Leonardo Araújo Vieira	Aceito
Cronograma	Cronograma_Leo.pdf	07/04/2017 16:59:35	Leonardo Araújo Vieira	Aceito
Orçamento	Orcamento_Financeiro_Leo.pdf	07/04/2017 16:58:10	Leonardo Araújo Vieira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_SEMUS_PMV_Leonardo_Vieira.pdf	05/04/2017 11:58:03	Leonardo Araújo Vieira	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

VITORIA, 12 de Maio de 2017

Assinado por:
KALLINE PEREIRA AROEIRA
(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